دانشکده مهندسی عمران

گروه سازه های هیدرولیکی

پایان نامه کارشناسی ارشد

کاربرد الگوریتم ژنتیک در طراحی بهینه سیستم کنترل سیلاب با در نظر گرفتن سدهای تأخیری

مهرداد غفاری

اساتید راهنما :

جناب آقای دکتر عباس افشار - جناب آقای دکتر محمد هادی افشار

بهار ۸۳

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چکیده:

با وجود پیشرفت چشمگیر تکنولوژی، هنوز هم حوادث طبیعی از قبیل طوفان، زلزله و سیلاب، زندگی انسانها را شدیدا تحت تأثیر قرار می دهند و اثرات اجتماعی نامطلوب و خسارات اقتصادی زیادی ایجاد می کنند. با انجام اقدامات مدیریتی و ساختمانی می توان سیل را مهار نمود و یا حداقل از خسارات ناشی ازآن کاست. استفاده از سدهای تأخیری یکی از اقدامات ساختمانی است که در فرایند کنترل سیلاب ممکن است انجام شود.

با توجه به این که سیستم های کنترل و هدایت سیلاب بسیار گسترده و پر هزینه هستند، طراحی سیستم های با هزینه کمتر، در عین لحاظ کردن کلیه پارامترها و متغییرهای طراحی ذهن محققان را به خود مشغول کرده است.

در این تحقیق ضمن بررسی تاریخچه تحقیقات و تلاش‌های انجام گرفته، روش‌های مختلف بهینه سازی مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت از الگوریتم ژنتیک به عنوان روش جستجو برای طراحی بهینه این سیستم (سیستم کنترل سیلاب با در نظر گرفتن سدهای تأخیری) بکار گرفته شده است. مدل تهیه شده، از بلوک Transport از شبیه ساز SWMM به عنوان تحلیلگر جریان، جهت تأمین اطلاعات مورد نیاز GA استفاده می کند. این شبیه ساز قادر به تحلیل جریانهای غیرماندگار در کانالهای باز بوده که با توسعه و ایجاد تغییراتی در آن، قادر به تحلیل و شبیه سازی مخزن سد نیز خواهد شد. تلفیق الگوریتم ژنتیک به عنوان بهینه ساز و SWMM به عنوان شبیه ساز، مجموعه‌ای کارآمد ایجاد کرده است که ضمن بررسی دقیق رفتار هیدرولیکی سیستم، قادر به طراحی بهینه سیستم مورد نظر است.

تقدیر و تشکر :

از اساتید عزیز، جنای آقای دکتر عباس افشار و جناب آقای دکتر محمد هادی افشار که این پروژه با نظارت و راهنمایی ایشان به انجام رسید سپاسگزارم. همچنین از جناب آقای دکتر موسوی و سرکار خانم دکتر زهرایی که قبول زحمت نموده و در جلسه دفاعیه بنده به عنوان داور حضور یافتند متشکرم و نیز بر خود لازم میدانم از جناب آقای مهندس احمدعلی سادات دربندی جهت راهنمایی های موثرشان در انجام این پروژه تشکر صمیمانه نمایم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : کلیات

۱ – ۱) مقدمه ۲

۱ –۲) اهداف کار ۳

۱ – ۳) دامنه کار و مفروضات ۴

۱ – ۴) سوابق مطالعاتی ۵

فصل دوم : سیلاب و روشهای کنترل آن

۲–۱) تعریف سیل ۹

۲–۱–۱) روندیابی سیل ۱۰

۲–۲) کنترل سیلاب و روشهای آن ۱۱

۲–۲–۱) روشهای سازه ای ۱۲

۲–۲–۱–۱) سدهای مخزنی و تأخیری ۱۲

۲–۲–۱–۲) ساماندهی رودخانه، بهسازی و اصلاح آن ۱۵

۲–۲–۱–۳) تغذیه مصنوعی ۱۷

۲–۲–۱–۴) احداث کانالهای فرعی و انحرافی ۱۹

۲–۲–۱–۵) ضد سیلاب کردن ساختمانها و تأسیسات ۱۹

۲–۲–۱–۶) مهار آب با آب ۱۹

۲–۲–۱–۷) آبخیز داری و احیاء مراتع ۲۱

۲–۲–۲) روشهای غیر سازه ای ۲۱

۲–۲–۲–۱) مدیریت بهره برداری از سد ۲۱

۲–۲–۲–۲) مدیریت دشت سیلابی ۲۲

۲–۲–۲–۳) سیستم هشدار سیل ۲۳

۲–۲–۲–۴) تشکیل سیستم اطلاعات جغرافیایی " GIS " ۲۴

۲–۲–۲–۵) بیمه سیل ۲۴

۲–۲–۲–۶) تدوین آیین نامه های اجرایی ۲۴

فصل سوم : روشهای بهینه سازی و الگوریتم ژنتیک

۳ – ۱) تاریخچه ۲۷

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳-۲) بهینه‌سازی و تقسیم‌بندی روشهای آن ۲۷
۳-۲-۱) روشهای بهینه سازی فراگیر و محلی ۲۸
۳-۲-۲) بهینه سازی مقید و نامقید ۲۹
۳-۲-۲-۱) در نظر گرفتن محدودیتها ۲۹
۳-۲-۳) تقسیم‌بندی روشهای جستجو ۲۹
۳-۲-۳-۱) روشهای استوار بر حساب دیفرانسیل (Calculus Based Methods) ۲۹
۳-۲-۳-۲) روشهای شمارشی (Enumerative) ۲۹
۳-۲-۳-۳) روشهای تصادفی (Random Search Methods) ۳۰
۳-۲-۴) مقایسه الگوریتم ژنتیک با سایر روشها ۳۰
۳-۳) الگوریتم ژنتیک ۳۱
۳-۳-۱) پیدایش الگوریتم ژنتیک ۳۱
۳-۳-۲) الگوریتم ژنتیک چیست ؟ ۳۳
۳-۳-۳) معرفی اصطلاحات ۳۴
۳-۳-٤) ساختار کلی الگوریتم ژنتیک ۳۶
۳-۳-۵) اجزاء اصلی الگوریتم ژنتیک ۳۸
۳-۳-۵-۱) نمایش جمعیت و تولید جمعیت اولیه ۳۸
۳-۳-۵-۲) تابع هدف و تابع برازندگی ۳۹
۳-۳-۵-۳) عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۴۱
۳-۳-۵-۳-۱) عملگر انتخاب (Selection) ۴۱
۳-۳-۵-۳-۲) عملگر آمیزش (Crossover) ۴۴
۳-۳-۵-۳-۲) عملگر جهش (Mutation) ۴۶
۳-۳-۵-۴) نخبه گرایی ۴۷
۳-۳-۶) الگوی شباهت (Schemata) ۴۷
۳-۳-۷) فرضیه بنیادی ۵۰
۳-۳-۸) اعمال قیدها و محدودیتها ۵۲
۳-۳-۹) شرط توقف الگوریتم ۵۲

فصل چهارم : طراحی مدل

۴-۱) معرفی سیستم ۵۵

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۴-۱-۱) شبکه مخازن ۵۶
۴-۲) ابزار لازم برای تهیه مدل ۵۷
۴-۲-۱) انتخاب بهینه ساز ۵۷
۴-۲-۲) انتخاب شبیه ساز ۵۸
۴-۳) تحلیل و طراحی سیستم ۵۹
۴-۴) فرمولبندی مدل ۶۱
۴-۵) فرمولبندی الگوریتم ژنتیک ۶۱
۴-۵-۱) انتخاب متغیرهای تصمیم ۶۲
۴-۵-۲) کد گذاری متغیرهای تصمیم ۶۴
۴-۵-۳) برآورد برازندگی (امتیاز دهی) ۶۶
۴-۵-۴) انتخاب (Selection) ۶۶
۴-۵-۵) نحوه آمیزش (Crossover) ۶۶
۴-۵-۶) عملگر جهش ۶۷
۴-۵-۷) نخبه گرایی ۶۸
۴-۵-۸) اعمال جریمه برای تخلف از قیود ۶۸
۴-۵-۸-۱) تابع جریمه تخلف از حداقل شیب ۶۹
۴-۵-۸-۲) تابع جریمه تخلف از ظرفیت شاخه ۶۹
۴-۵-۸-۳) تابع جریمه تخلف از ارتفاع مجاز سد ۷۰
۴-۵-۸-۳) تابع جریمه تخلف از حداکثر سرعت مجاز ۷۰
۴-۵-۸-۴) تابع جریمه تخلف از حداقل سرعت مجاز ۷۱
۴-۵-۸-۵) تابع جریمه تخلف از حداکثر درصد پر شدگی مجاز ۷۱
۴-۵-۹) شرط همگرایی و توقف ۷۱

فصل پنجم : بررسی عملکرد مدل

۵ -۱) مقدمه ۷۳
۵ – ۲) مقایسه نتایج مدل با نتایج حل تحلیلی ۷۴
۵-۲-۱) حل تحلیلی مسأله ۱ ..... ۷۵
۵-۲-۲) طراحی شبکه توسط مدل SWMM-GA ۷۷
۵-۲-۳) مقایسه نتایج حل تحلیلی و طراحی مدل ۷۷
۵ – ۳) مقایسه نتایج طراحی مدل SWMM-GA از پروژه کنترل سیلاب پارس جنوبی با طرح ارائه شده توسط مشاور ۷۸

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۵-۳-۱) طراحی توسط شرکت مشاور ۷۸

۵-۳-۲) طراحی توسط مدل ۸۳

۵-۳-۳) مقایسه نتایج ۸۹

فصل ششم : نتایج و پیشنهادات

۶ – ۱) نتیجه گیری ۹۱

۶ – ۲) پیشنهادات ۹۱

ضمیمه ۱ : برنامه کامپیوتری مدل SWMM-GA ۹۲

فهرست مراجع ۱۰۸

فهرست اشکال

عنوان صفحه

(۱-۲) : اجرای میانبر یرای کاهش ضریب مانینگ (n) و افزایش شیب (S) ۱۵
(۲-۲) : طرح نمونه گوره ها در چین ۱۶
(۳-۲) : دیوارهای سیل بند ۱۶
(۴-۲) : کاهش رواناب بااستفاده از چاه نفوذی ۱۸
(۵-۲) : تکنولوژی مهار آب با آب ۲۰
(۱-۳) : فضای سه بعدی با سطح Multy – modal ۲۸
(۲-۳) : ژنوتیپ [A] که از n ژن تشکیل شده است ۳۵
(۳-۳) : فرایند الگوریتم ژنتیک ۳۷
(۴-۳) : انتخاب طبیعی توسط چرخ گردان ۴۳
(۱-۴) : ساختار مدل SWMM-GA1 و مدل SWMM-GA2 ..... ۶۳
(۲ -۴) : نمونه کوچکی از شبکه کنترل سیلاب ۶۵
(۳-۴) : نحوه تشکیل کروموزوم توسط ژنها ۶۵
(۴-۴) : نحوه عملکرد عملگر آمیزش تک نقطه ای ۶۷
(۱-۵) : شبکه ای ساده شامل یک سد و یک کانال ۷۴
(۲-۵) : پلان مسأله ۱ ..... ۷۴
(۳-۵) : پلان طرح ارائه شده توسط مشاور برای مسأله دوم ۷۹
(۴-۵) : هیدروگراف سیلابهای ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ساله و سیلاب حداکثر محتمل در حوضه 1 ..... ۸۰
(۵-۵) : هیدروگراف سیلابهای ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ساله و سیلاب حداکثر محتمل در حوضه F3 ..... ۸۱
(۶-۵) : هیدروگراف سیلابهای ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ساله و سیلاب حداکثر محتمل در حوضه F2 ..... ۸۲
(۷-۵) : پلان طرح ارائه شده توسط مدل برای مسأله دوم ۸۳
(۸-۵) : تغییرات مجموع هزینه های المانهای دفع سیلاب سامانه نسبت به ارتفاع سد P2S3D1 ..... ۸۵
(۹-۵) : شبکه مدل شده برای حالت دوم مسأله ۲ ..... ۸۷

فهرست جداول

عنوان صفحه

(۱ – ۳) : جمعیت اولیه تولید شده ۳۹

(۲ – ۳) : محاسبات تابع هدف و تابع برازندگی ۴۱

(۳ – ۳) : نسل جدید جوابهای تولید شده توسط عملگر آمیزش ۴۵

(۱ – ۵) : مشخصات شبکه طراحی شده بصورت تحلیلی برای مثال تحلیلی ۷۷

(۲–۵) : مشخصات شبکه طراحی شده توسط SWMM-GA برای مثال تحلیلی ۷۷

(۳–۵) : نتایج طراحی شرکت مشاور برای مسأله دوم ۷۹

(۴–۵) : مشخصات طرح مدل برای مسأله دوم ۸۳

(۵–۵) : هزینه اجرای واحد حجم عملیات ۸۴

(۶–۵) : نتایج طراحی مدل برای حالت اول مسأله دوم ۸۶

(۷–۵) : مشخصات شبکه حالت دوم مسأله ۲ ..... ۸۷

(۸–۵) : نتایج طراحی مدل برای حالت دوم مسأله ۲ ..... ۸۸

فصل اول

کلیات

۱ – ۱) مقدمه

با وجود پیشرفت چشمگیر تکنولوژی در عصر حاضر، هنوز هم عجز و ناتوانی انسان در برابر بلایای طبیعی کاملا مشهود است. حوادث طبیعی زندگی انسانها را شدیدا تحت تأثیر قرار می دهند و اثرات اجتماعی و خسارات اقتصادی زیادی ایجاد می کنند. در خلال سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۵ تعداد ۶۵۷ حادثه فاجعه آمیز بر اثر طوفان، زلزله و سیلاب اتفاق افتاده است. این آمار بیانگراینست که بطور متوسط ۴۰ حادثه در سال ناشی از این سه پدیده رخ می دهد. این حوادث اثرات اجتماعی نامطلوبی بر بیش از ۲۲۰ میلیون نفر یعنی حدود ۵ درصد جمعیت جهان و خسارات اقتصادی معادل ۲۰ میلیون دلار در روز بر جای گذاشته است. [1]

عمده اثرات اجتماعی و خسارات اقتصادی یعنی ۳۲ درصد انسانهای آسیب دیده و ۲۶ درصد تعداد مرگ و میر و ۳۲ درصد خسارات اقتصادی، ناشی از سیلابها بوده است. بر اساس آمار منتشره در سال ۱۹۸۸ توسط سازمان ملل (U.N.D.R.O) ، ۱۶۲ سیلاب بیش از ۱۰ کشته داشته و یا یک میلیون دلار آسیب وارد کرده و ۱۹ میلیون نفر را بی خانمان کرده است. آمار مربوط به سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ نیز نشان می دهد که اثرات اجتماعی و خسارات اقتصادی ناشی از سیلاب افزایش یافته است.[۲]

در کشور ما نیز سیل لغت ناآشنایی نیست. همه ساله جان ومال بسیاری از هموطنانمان طعمه این بلای خانمان برانداز می شود. هزینه های بسیاری را صرف خود کرده، می شوید و با خود می برد. بررسی های اخیر نشان می دهد که طی یک دوره چهل ساله (۱۳۳۱ تا ۱۳۷۰) رشد سالیانه حوادث سیل حدود ۴ درصد و رشد سالیانه میزان خسارات مالی ناشی از آن حدود ۶ درصد بوده است.[۳]

تلاش برای پیش بینی و کنترل سیل همیشه در جوامع بشری مطرح بوده است. آمارهای بدست آمده از کشورهای مختلف جهان نشان می دهد که در کشورهای پیشرفته تلاش زیادی در جهت کاهش خسارات سیلاب، خصوصا تلفات انسانی، به عمل آمده بطوریکه از حدود ۱/۵ میلیون نفر تلفات جانی در ۱۱۹۰ مورد فاجعه طبیعی تنها حدود ۱۰۷۰۰ نفر تلفات در کشورهای توسعه یافته وجود داشته است.[۳]

هر اندازه احتمال وقوع سیل در ناحیه ای بیشتر و همچنین اهمیت مناطق پایین دست حوضه های سیل خیز، بدلیل سکونت انسان و یا وجود تأسیسات با ارزش، بیشتر باشد سرمایه گذاری در زمینه کنترل سیلاب توجیه و معنای بیشتری پیدا می کند. برای مثال اهمیت و ارزش اقتصادی بالای پروژه گازی

پارس جنوبی در منطقه عسلویه مسئولین را برآن داشت تا برای ایجاد چتر امنیتی و محافظت از تأسیسات و سرمایه گذاریهای انجام شده در این منطقه اقدام به اجرای طرح مهار و دفع سیلاب در سریع ترین زمان ممکن نمایند.

با انجام اقدامات مدیریتی و ساختمانی می توان سیل را مهار نمود و یا حداقل از خسارات ناشی ازآن کاست. برخی اقدامات ساختمانی که در فرایند کنترل سیلاب ممکن است انجام شوند عبارتند از احداث سد، کانال، خاکریز و ... که باید یک ارتباط منطقی بین ابعاد این سازه ها وجود داشته باشد. برای مثال در یک حوضه دارای سیل طراحی مشخص هر اندازه ارتفاع سد بیشتر باشد ابعاد کانال لازم برای هدایت آب به پایین دست کمتر خواهد شد. زیرا با زیاد شدن ارتفاع سد، حجم مخزن پشت سد افزایش یافته و زمان لازم برای سرریز شدن آن هنگام وقوع سیل افزایش می یابد. در نتیجه کانال فرصت بیشتری برای هدایت سیل ورودی به پایین دست پیدا می کند. بنابراین می توان دبی عبوری از تخلیه کننده تحتانی سد را کاهش داد که پیامد آن کاهش ابعاد کانال خواهد بود.

بدیهی است که هزینه احداث سازه ها با ابعاد سازه ها متناسب و مرتبط است. بنابراین انجام بهینه یابی برای دستیابی به ابعاد و اندازه هایی که کمترین هزینه را صرف نماید ضروری می باشد. طراحی دستی (روش سنتی) مستلزم صرف زمان و نیروی زیاد می باشد. همچنین احتمال اشتباه در روش سنتی بسیار زیاد بوده و در نهایت بدلایل فوق استفاده از این روش به بهترین جوابها منتهی نخواهد شد.

به همین جهت وجود یک مدل رایانه ای که بتواند طراحی بهینه را با صرف زمان و نیروی کمتر و با دقت بیشتر، انجام دهد ضروری بنظر می رسد.

۱ -۲) اهداف کار :

هدف این پروژه تهیه مدلی مرکب از یک شبیه ساز هیدرولیکی و یک بهینه ساز قوی برای طراحی بهینه سیستم کنترل و هدایت سیلاب می باشد. این مدل باید بتواند با در نظر گرفتن هیدروگراف سیل ورودی، توپوگرافی منطقه، منحنی های ارتفاع حجم و ... میزان بهینه ارتفاع سد و ابعاد کانال پایین دست آنرا با توجه به قیدهای موجود از قبیل قید حداقل و حداکثر سرعت مجاز، قید حداکثر عمق خاکبرداری و خاکریزی ، قید عدم وجود شیب منفی، قید حداکثر ارتفاع سد و ... بدست آورد .

شبیه ساز بکار گرفته شده در این مدل، بلوک Transport از شبیه ساز هیدرولیکی SWMM می باشد. این شبیه ساز می تواند جریانهای ناپایدار در کانالهای باز را شبیه سازی نماید.

همچنین از روش الگوریتم ژنتیک، به عنوان روش بهینه سازی در این مدل استفاده می شود.

۱ – ۳) دامنه کار و مفروضات :

در صورت در نظر گرفتن همه حالتهای ممکن و نیز استفاده از همه قابلیتهای شبیه ساز، حجم کار بسیار زیاد می شود. برای مثال SWMM این قابلیت را دارد که با استفاده از المان Flow divider ، پخش سیلاب را نیز شبیه سازی نماید و یا مقطع کانالها را به شکلهای مختلف از قبیل دایره، مثلث، ذوزنقه، مستطیل و ... در نظر گیرد. اما در این پروژه که هدف، فقط تهیه یک مدل اولیه با تلفیق الگوریتم ژنتیک و شبیه ساز SWMM و اثبات مزیت های این مدل با روشها و مدلهای دیگر است شرایطی در نظر گرفته شده تا از حجم و وسعت کار کاسته شود. شروط، محدودیتها و مفروضات در نظر گرفته شده در تهیه این مدل عبارتند از :

۱. دبی طراحی سیستم (هیدروگراف های ورودی به شبکه) و سایر اطلاعات هیدرولوژی مشخص می باشد.

۲. شبکه بصورت شاخه ای می باشد. بطوریکه از یک یا چند شاخه شروع و در نهایت به یک شاخه ختم می شود.

۳. شبکه از سد تأخیری (در صورت نیاز) با تخلیه کننده تحتانی و کانال تشکیل می شود. هر یک از سدها و کانالها، یک المان و محل اتصال آنها به یکدیگر، یک گره می باشد.

۴. مقطع کانالها بصورت مستطیل بوده و بین عرض و ارتفاع مقاطع نسبت مشخصی برقرار است.

۵. گره ها می توانند بالاتر و یا پایینتر از سطح زمین باشند. بنابراین در شبکه علاوه بر خاکبرداری، خاکریزی نیز خواهیم داشت.

۶. کانالها، روباز بوده و جریان بصورت آزاد و ثقلی (تحت اثر وزن) صورت می گیرد. بنابراین کانالها باید فاقد شیب منفی باشند.

۷. عملیات بهینه یابی بین ارتفاع سد، رقوم گره ها (شیب کانال) و ابعاد کانال صورت می گیرد.

۱ – ۴) سوابق مطالعاتی :

بدلیل اهمیت سیل در تمدن و اقتصاد اقوام مختلف، فعالیتهای کنترل و کاهش خسارات سیل قدمتی دیرینه دارد. به همراه این فعالیتها محققین نیز مطالعات و بررسی های بسیاری در این زمینه انجام داده اند.

فرامجی (Framji/1996) در کتاب خود، تجربیات کشورهای مختلف را در مهار سیلاب گردآوری کرده و آمار و اطلاعات پراکنده ای از اقلیم، هیدرولوژی و خسارات سیل در کشورهای صاحب تجربه آورده است.[۳]

لاکس (Loucks/1981) با روندیابی سیل، بررسی تأثیر مخازن در مهار سیلاب و تابع خسارت، ترکیب چند مخزن در حوضه را جهت کاهش خسارات سیل از لحاظ اقتصادی مطالعه نموده است. [۳]

سابرامانیا (Subramanya/1984) ضمن بررسی تأثیر عوامل مختلف در تشدید خسارات سیل، روشهای سازه ای مهار سیلاب را تحلیل کرده است.[۳]

از الگوریتم ژنتیک بیشتر در بهینه سازی شبکه توزیع آب و همچنین استخراج قوانین بهره برداری از مخزن استفاده شده است. با این حال موفقیت الگوریتم ژنتیک در سایر عرصه ها، خصوصا در زمینه های مشابه شبکه جمع آوری آبهای سطحی چشمگیر است و امید موفقیت ژنتیک در این عرصه را افزایش می دهد.

برخی از کارهای انجام شده با GA در حیطه مهندسی آب به شرح زیر است :

- Wang در سال ۱۹۹۱ ، از GA برای کالیبره کردن یک مدل مفهومی بارش – رواناب استفاده کرد. این مدل ۷ پارامتر داشت و هدف آن حداقل کردن مربعات تفاوت رواناب محاسبه شده و مشاهده شده در هر نقطه بود. در ۱۰ اجرای بهینه یابی ۸ اجرا قادر بودند کمترین مقدار سراسری تابع را معین کنند.[4]
- کار مشابهی نیز توسط Franchini در ۱۹۹۶ انجام شد. وی برای کالیبره کردن یک مدل مفهومی بارش– رواناب، الگوریتم ژنتیک را با برنامه ریزی غیر خطی متوالی ترکیب کرد.[5]

در مسائل آب شهری، استفاده های زیادی از GA شده است :

- Murphy و همکارانش (۱۹۹۳) با استفاده از GA ساده، روشی برای بهینه کردن شبکه آب ارائه دادند. هدف آنها پیدا کردن ترکیبی از اقطار لوله ها بود که هزینه توزیع شبکه آب شهری را به حداقل می رساند.[6]

- در ۱۹۹۴ ، Simpson و همکارانش کارآیی روشهای شمارش کامل، برنامه ریزی غیرخطی (NLP) و الگوریتم ژنتیک را برای یک شبکه لوله نمونه مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که GA می تواند راه حل های قابل قبولی ارائه کند.[7]

- Davidson & Golter (۱۹۹۵) از GA برای بهینه کردن شکل شبکه شاخه ای مانند سیستم های توزیع آب یا گاز استفاده نمودند.[8]

- GA ارتقاء یافته در ۱۹۹۶ بوسیله Dandy و همکارانش ابداع شد و برای محاسبه هزینه بهینه شبکه لوله استفاده گردید. این روش از روشهای مرسوم بهینه یابی و GA ساده، کارآیی بیشتری دارد. این مسأله قابل توجه است که راه حلی که برای شبکه آبرسانی شهر نیویورک با استفاده از GA ارتقاء یافته ارائه شد، هنوز هم کم هزینه ترین طرحی است که برای این مسأله داده شده است.[9]

- Savic & Walters (۱۹۹۷) یک مدل کامپیوتری برای طراحی شبکه های توزیع آب با حداقل هزینه بنام GA-NET ارائه دادند و مجددا نشان دادند که در موارد مشخص، GA می تواند جوابهای بهتری از سایر تکنیک های بهینه سازی بدهد.[10]

- در سال ۱۹۹۴ ، Ritzel و همکارانش یک مسأله آلودگی آبهای زیرزمینی را با GA حل کردند.[11]

- Cienawski و همکاران (۱۹۹۵) مسأله بهینه یابی چند منظوره مکان های چاه های مشاهده آب زیرزمینی را تحت شرایط عدم قطعیت با GA حل کردند. همچنین Mckinney & Lin (۱۹۹۴) نیز با این روش یک مدل مدیریت آب زیرزمینی را حل کرده اند.[12]

در مورد طراحی و بهره برداری بهینه از مخازن سدها نیز از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است :

- East & Hall (۱۹۹۴) GA را برای مسأله چهار مخزنی بکار برده اند. هدف آنها حداکثر کردن سود حاصل از تولید نیرو و تأمین آب کشاورزی تحت شرایط ثابت ذخیره و آزادسازی آب از مخزن بود.[13]
- در سال ۱۹۹۴ Fahmy و همکاران نیز از GA در سیستم منابع آب استفاده کرده و عملکرد GA را با DP مقایسه کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که الگوریتم های ژنتیک پتانسیل استفاده در سیستمهای بزرگ حوضه رودخانه را دارند.[14]
- در سال ۱۹۹۷ ، Oliveira & Loucks از GA برای بررسی و ارزیابی قوانین بهره برداری از سیستمهای چند مخزنی استفاده کردند و نشان دادند که GA می تواند برای مشخص کردن سیاستهای بهره برداری موثر، استفاده شود. ویژگی برجسته GA در این زمینه آزادی عمل آن در تعریف و مشخص کردن سیاستهای بهره برداری و ارزیابی آنهاست.[15]
- در سال ۲۰۰۳ افشار و دربندی مدل GA-Transport را با تلفیق الگوریتم ژنتیک و بلوک Transport از شبیه ساز هیدرولیکی SWMM برای طراحی بهینه شبکه جمع آوری آبهای سطحی ارائه نمودند.[۱۶]

آنچه مشخص است اینست که گزارش مکتوب و مدونی از کاربرد الگوریتم ژنتیک در طراحی بهینه سیستم کنترل سیلاب در دسترس نمی باشد.

فصل دوم

سیلاب و روشهای کنترل آن

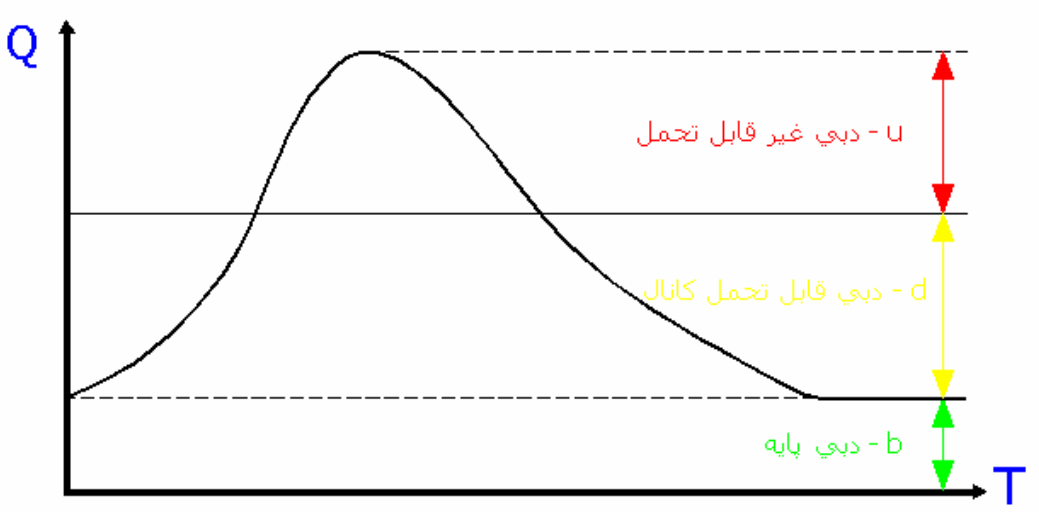
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۲-۱) تعریف سیل :

بطور کلی به هر جریان بیش از ظرفیت حمل رودخانه که غیر طبیعی بوده و مشکلاتی را برای ساکنین مجاور خود پدید می آورد سیل (Flood) گویند. به منطقه ای که سیلاب در آن پخش می شود، دشت سیلابی (Flood Plain) گفته می شود.

وسعت دشت سیلابی، شدت جریان آب هنگام وقوع سیل و مقدار خسارات وارده مطمئنا بستگی به مقدار و شدت بارندگی در بالا دست، رواناب حاصله، هیدروگراف سیل و شرایط فیزیکی حوضه دارد.

عموما هیدر وگراف یک سیل را می توان بصورت زیر نمایش داد :



نمودار (۱-۲) : هیدروگراف عمومی سیل

قسمتی از شکل که با حرف b مشخص شده، دبی پایه رودخانه را نشان می دهد. این دبی مقدار آبی است که بطور طبیعی از رودخانه عبور می کند و می توان روی آن برنامه ریزی نمود و در واقع آن قسمت از دبی رودخانه است که قابل اعتماد می باشد.

بقیه هیدروگراف نشان دهنده قسمتی از دبی است که در هنگام وقوع سیلاب و بصورت موردی در رودخانه جریان پیدا می کند و تمام خطرها و خسارات ناشی از سیل از این قسمت سرچشمه می گیرد.

دبی بیش از دبی پایه رودخانه یا سیلاب را می توان به دو بخش تقسیم نمود :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بخشی که با حرف d نمایش داده شده بخشی از سیلاب است که آبراهه و تأسیسات موجود ظرفیت تحمل آنرا دارند. قسمت دوم که با حرف u نمایش داده شده بخشی است که در صورت وقوع، در خیابانها، شهرها و دشتها جاری می شود و آنچه را که در اصطلاح به **سیل** معروف است بوجود می آورد.

گروه مهندسان آمریکا برای مطالعات خود " سیل استاندارد پروژه " (Standard Project flood) را در نظر می گیرند. این سیل استاندارد بصورت زیر تعریف می شود :

" دبی حاصل از ترکیب محتمل بدترین شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی که با توجه به مشخصات جغرافیایی ناحیه قابل انتظار است. "

یک سیل استاندارد پروژه حدود ۵۰ درصد " حداکثر سیلاب محتمل " (PMF) حوضه است. این سیل استاندارد دارای دوره بازگشت نامشخص (معمولا حدود چند صد سال) است.

سیلاب طراحی که برای هر پروژه با توجه به شرایط مختلف نظیر ریسک انتخاب شده، اهمیت اقتصادی، ساکنین پایین دست و هزینه ها مشخص می گردد، می تواند کوچکتر و یا بزرگتر از سیل استاندارد پروژه باشد. بدین ترتیب سیل استاندارد پروژه معیاری برای مقایسه با سیل طراحی است.

قبل از روندیابی سیل و بررسی روشهای سازه ای و غیر سازه ای، مهمترین مسأله یافتن هیدروگراف سیلاب طراحی است. یعنی تعیین هیدروگراف سیلی که مبنای کلیه طراحیها و برنامه ریزیهای ما برای کاهش خسارات سیل می باشد.

۲-۱-۱) روندیابی سیل

منظور از روند سیل، شناخت وضعیت سطح تراز آب یا دبی در مسیر رودخانه و یا دریاچه پشت سد، بدون اندازه گیری این مقادیر در هنگام وقوع حادثه سیل است. در روند سیل هیدروگراف خروجی جریان با استفاده از هیدروگراف ورودی مشخص و تعیین می گردد.

هیدروگراف سیل در واقع یک موج است که شکل آن هنگام عبور از رودخانه یا مخزن سد بستگی به ذخیره کانال، اصطکاک، جریانهای جانبی و .... دارد. در مخزن با داشتن رابطه حجم ذخیره - تراز (Volume-Elevation) و خروجی- تراز (Outflow-Elevation) برای سرریز و دیگر خروجی ها در هر لحظه تراز آب مخزن و هیدروگراف خروجی قابل مطالعه است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

روشهای مختلفی برای روندیابی موجود است که به دو گروه عمده روندیابی هیدرولوژیکی و روندیابی هیدرولیکی تقسیم می شوند.

در روندیابی هیدرولوژیکی، معادله پیوستگی بکار می رود (مانند مدل HEC-1)، اما در روش هیدرولیکی معادله پیوستگی به همراه معادله حرکت (ممنتوم) جریان غیر ماندگار بکار برده می شود که همان معادله دیفرانسیل اساسی سنت ونانت (St.Venant) است.

مطالعات انجام شده در مورد مدل HEC-1 و مقایسه آن با مدلهای روندیابی هیدرولیکی یک بعدی و دو بعدی نشان می دهد که خطای حاصل از روندیابی هیدرولوژیکی در این مدل بخصوص در رودخانه های پر پیچ و خم کوهستانی با طول نسبتا زیاد، غیر قابل اغماض است. مقدار خطای این مدل بستگی به عوامل متعددی مانند شیب، دبی و طول رودخانه و میزان پیچیدگی جریان در آن دارد. در مواردیکه طول رودخانه کوتاه، شیب زیاد و مسیر مستقیم باشد، جوابهای قابل قبولی را می توان از مدل گرفت، زیرا می توان فرض کرد در مدت زمان کوتاهی دبی پیک سیلاب کل مسیر رودخانه را می پوشاند و جریان غیر دائمی سیل در چند لحظه به جریان دائمی یکنواخت بدون شتابهای جانبی و موضعی تبدیل می شود.

۲-۲) کنترل سیلاب و روشهای آن

بدلیل عدم توانایی فیزیکی و اقتصادی مهار کامل سیلاب، به کلیه فعالیتهایی که در جهت حفاظت سواحل، جان ومال انسانها و زمینها و تأسیسات مجاور رودخانه ها و دشتهای سیلابی می شود، " کنترل سیل " (Flood Control) و یا روشهای " کاهش خسارت سیل " (Flood-Damage Mitigation) گویند.

روشهای کاهش خسارت سیل، عمدتا به دو دسته " سازه ای " (Structural) و " غیر سازه ای " (Non-Structural) تقسیم می شوند.

در روشهای سازه ای سعی بر آنست که قبل از وقوع سیل، شدت جریان و تراز آب تخمین زده شود و با هدایت، انحراف و یا مهار سیلاب توسط احداث سازه های مناسب، خسارات وارده کاهش یابد.

اما روشهای غیر سازه ای، علاوه بر فراهم نمودن تمهیداتی قبل از وقوع سیل، در هنگام بروز سیل و یا حتی پس از آن نیز اقداماتی را جهت حداقل نمودن خسارت، پیش بینی می کنند.[17]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com