50 MW Mehriz Solar Power Plant

Document Title: Hydrography Report

۰۱	۰۶-۱۷-۲۰۲۵	Issued for Approval	S.K	S.M	N.A	M.T
۰۰	۰۵-۰۸-۲۰۲۵	Issued for Approval	S.K	S.M	N.A	M.T
Rev.	**Date**	**Description**	**Prepared**	**Checked**	**Approved ۱**	**Approved ۲**

Tabulation of Revised Pages

PAGE	Rev.۰۰	Rev.۰۱	Rev.۰۲	Rev.۰۳
۱	X			
۲	X			
۳	X			
٤	X			
٥	X			
٦	X			
۷	X			
۸	X			
۹	X			
۱۰	X			
۱۱	X			
۱۲	X			
۱۳	X			
۱٤	X			
۱٥	X			
۱٦	X			
۱۷	X			
۱۸	X			
۱۹	X			
۲۰	X			
۲۱	X			
۲۲	X			
۲۳	X			
۲٤	X			
۲٥	X			
۲٦	X			
۲۷	X			
۲۸	X			
۲۹	X			
۳۰	X			
۳۱	X			
۳۲	X			

PAGE	Rev.۰۰	Rev.۰۱	Rev.۰۲	Rev.۰۳
۳۳	X			
۳٤	X			
۳٥	X			
۳٦	X			
۳۷	X			
۳۸	X			
۳۹	X			
٤۰	X			
٤۱	X			
٤۲	X			
٤۳	X			
٤٤	X			
٤٥	X			
٤٦	X			
٤۷	X			
٤۸	X			
٤۹	X			
٥۰	X			
٥۱	X			
٥۲	X			
٥۳	X			
٥٤	X			
٥٥	X			
٥٦	X			
٥۷	X			
٥۸	X			
٥۹	X			
٦۰	X			
٦۱	X			
٦۲	X			
٦۳	X			
٦٤	X			

Project Code.	Producer	Detail or Basic	Area	Discipline	Type	Serial No.	Rev.
MTC	CC	B	PP	CV	RP	۰۰۱	۰۱

Page	Rev.۰۰	Rev.۰۱	Rev.۰۲	Rev.۰۳
۶۵	X			
۶۶	X			
۶۷	X			
۶۸	X			
۶۹	X			
۷۰	X			
۷۱	X			
۷۲	X			
۷۳	X			
۷۴	X			
۷۵	X			
۷۶	X			
۷۷	X			
۷۸	X			
۷۹	X			
۸۰	X			
۸۱	X			
۸۲	X			
۸۳	X			
۸۴	X			
۸۵	X			
۸۶	X			
۸۷	X			
۸۸	X			
۸۹	X	X		
۹۰	X	X		
۹۱	X	X		
۹۲		X		
۹۳		X		
۹۴		X		
۹۵		X		
۹۶				

Page	Rev.۰۰	Rev.۰۱	Rev.۰۲	Rev.۰۳
۹۷				
۹۸				
۹۹				
۱۰۰				
۱۰۱				
۱۰۲				
۱۰۳				
۱۰۴				
۱۰۵				
۱۰۶				
۱۰۷				
۱۰۸				
۱۰۹				
۱۱۰				
۱۱۱				
۱۱۲				
۱۱۳				
۱۱۴				
۱۱۵				
۱۱۶				
۱۱۷				
۱۱۸				
۱۱۹				
۱۲۰				
۱۲۱				
۱۲۲				
۱۲۳				
۱۲۴				
۱۲۵				
۱۲۶				
۱۲۷				
۱۲۸				

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱۱

۱_۱ – مقدمه ۱۱

۱_۲ – سیستم واحدهای اندازه‌گیری ۱۳

۲ – هواشناسی ۱۳

۲_۱ – مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۵

۲_۱ – بررسی همگنی آمار ۱۵

۲_۱_۱ – روش آزمون توالی Run –Test ۱۶

۲_۲ ریزش ۱۶

۲_۲_۱ بارش سالیانه ۱۶

۲_۲_۲ بارندگی فصلی ۱۸

۲_۲_۳ بارندگی ماهانه ۱۹

۲_۲_۴ بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته (روزانه) ۲۱

۲_۳ تجزیه تحلیل بارندگی‌های کوتاه مدت و معرفی منحنی و جدول IDF برای حوزه مطالعاتی ۲۳

۲_۴ مطالعه دمای هوا ۲۶

۲_۵ رطوبت نسبی ۲۸

۲_۶ تحلیل شرایط باد در منطقه ۲۹

۲_۷ تعیین سرعت حداکثر باد ۳۲

۲_۸ ساعات آفتابی ۳۴

۲_۹ تعیین اقلیم محدوده مطالعاتی ۳۵

۲_۱۰ اقلیم نمای دومارتن اصلاح‌شده ۳۵

۲_۱۱ تقسیم‌بندی به‌روش آمبرژه ۳۷

۶-۳- مقادیر حداکثر پارامتر های اقلیمی ۳۹

۳ فیزیوگرافی ۴۰

۳_۱ مقدمه ۴۰

۳_۲ حوضه آبریز ۴۰

۳_۲_۱ شاخص‌های هندسی و فیزیکی حوضه آبریز ۴۱

۳_۲_۲ ویژگی‌های هندسی حوضه آبریز ۴۲

۳_۳ محاسبه ارتفاع (پستی و بلندی) حوزه ۴۴

۳_۴ منحنی تجمعی مساحت (هیپسومتریک) ۴۵

۳_۴_۱ شیب حوضه آبریز و آبراهه اصلی ۴۷

۳_۵ شاخص‌های زهکشی و شکل حوضه ۵۰

۳_۵_۱ تراکم زهکشی ۵۰

۳_۵_۲ ضریب گراویلیوس ۵۰

۳_۵_۳ ضریب شکل هورتون ۵۱

۳_۵_۴ ضریب گردی میلر ۵۱

۳_۵_۵ ضریب کشیدگی حوزه به روش شیوم ۵۲

۳_۵_۶ مستطیل معادل حوضه ۵۲

۳_۶ مشخصات شبکه زهکشی حوضه آبریز ۵۳

۳_۶_۱ تعیین شبکه هیدروگرافی و رتبه‌بندی شبکه آبراهه‌ای حوضه آبخیز ۵۴

۳_۷ استفاده از GIS در برآورد خواص هندسی حوضه‌ها ۵۷

۳_۸ ویژگی‌های زمان پاسخ حوضه‌ها ۵۸

۳_۸_۱ زمان تمرکز ۵۸

۳_۸_۲ روابط تجربی برآورد زمان تمرکز ۶۰

۴ هیدرولوژی ۶۴

۴_۱ مطالعه سیلاب ۶۴

۴_۲ مطالعه هیدرولوژی سیلاب ۶۴

۳_۴ محاسبه سیلاب حوضه‌های آبریز ۶۷

۵ مدیریت سیلاب دشت و کنترل سیلاب ۷۴

۵_۱ مدیریت حوضه آبریز ۷۴

۵_۲ روش‌های غیرسازه‌ای کاهش خسارت سیل ۷۵

۵_۲_۱ پهنه‌بندی سیل ۷۶

۵_۲_۲ تعیین حد بستر و حریم ۷۷

۵_۲_۳ مدیریت کاربری اراضی ۷۷

۵_۲_۴ کاربری های مجاز و ممنوع بستر و حریم رودخانه ۷۸

۵_۳ روش‌های سازه‌ای مهار سیلاب ۷۸

۵_۳_۱ مخازن ذخیره‌ای ۷۹

۵_۳_۲ سدهای تأخیری ۸۰

۵_۳_۳ گوره‌ها و سیل بندها ۸۱

۵_۳_۴ انحراف سیلاب ۸۲

۵_۳_۵ اصلاح آبراهه ۸۳

۵_۳_۶ گزینه منتخب کنترل سیلاب نیروگاه سیمان تجارت مهریز ۸۴

۵_۴ دوره بازگشت طرح ۸۵

۵_۵ طراحی دیوار کنترل سیلاب ۸۶

۵_۱ طراحی سیستم کنترل رواناب سطحی ۸۸

۵_۱_۱ سرعت آب در کانال ۸۹

۵_۱_۲ شیب مجاز ۹۰

۵_۱_۳ ارتفاع آزاد ۹۰

۵_۱_۴ ضریب مقاومت جریان سطحی ۹۱

۵_۱_۵ طراحی کانال جمع آوری آب های سطحی ۹۱

۵_۱_۶ موقعیت سیستم کنترل سیلاب ۹۲

۵_۲ مدیریت ساخت و ساز در سیلاب دشت ۹۳

۶ منابع ۹۵

فهرست اشکال

شکل (۱-۱)- موقعیت نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی سیمان تجارت مهریز نسبت به شهر مهریز ۱۲

شکل (۲- ۱)– موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی موجود در محدوده طرح ۱۴

شکل (۲- ۲)– بارندگی سالانه ایستگاه مهدی آباد بهادران ۱۸

شکل ۲- ۳ – مقادیر شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه معرف با فرمول قهرمان طی دوره شاخص ۲۴

شکل ۲- ۴ – نمودار تغییرات دمایی در ایستگاه مهدی‌آباد بهادران ۲۷

شکل ۲- ۵ – نمودار تغییرات رطوبت نسبی در ایستگاه مهدی‌آباد بهادران ۲۸

شکل ۲- ۶ – نمودار گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک یزد ۳۲

شکل ۲- ۷ – اقلیم نمای آمبرژه ۳۸

شکل ۳- ۱ - نمایش موج و سامانه برای یک حوضه آبریز نوعی ۴۱

شکل ۳- ۲ - حوضه بسته. آب در داخل حوضه ذخیره می‌شود که می‌تواند دق، کویر، النگ یا دریاچه باشد. ۴۲

شکل ۳- ۳ - حوضه باز. آب از خروجی عبور می‌کند و از حوضه خارج می‌شود. مانند: حوضه‌های منتهی به سدها، دشت‌های آبیاری و غیره. ۴۲

شکل ۳-۴- منحنی تجمعی مساحت (هیپسومتریک) و آلتی‌متری حوضه آبریز MC1 ..... ۴۶

شکل ۳-۵- نقشه توزیع ارتفاعی حوضه آبریز MC۱ ..... ۴۷

شکل ۳-۶- نقشه تغییرات شیب حوضه آبریز MC1 ..... ۴۹

شکل ۳–۷– نقشه جهت شیب حوضه آبریز MC۱ ..... ۴۹

شکل ۳–۸– منحنی پروفایل طولی آبراهه اصلی MC۱ ..... ۵۴

شکل ۳–۹– شماتیک رده‌بندی شبکه آبراهه با استفاده از روش استرالر ۵۵

شکل ۳–۱۰– رتبه‌بندی شبکه آبراهه حوضه آبخیز MC۱ ..... ۵۶

شکل ۴– ۱ – بررسی ایستگاه های هیدرومتری مجاور محدوده طرح ۶۶

شکل ۴– ۲ – حوضه آبریز تأثیرگذار بر محدوده طرح ۶۷

شکل ۴– ۳ – رسم هم‌زمان تعدادی آبنمود واحد بی‌بعد روی یک محور ۶۹

شکل ۴– ۴ – شکل آبنمود واحد و مشخصات آن ۷۰

شکل ۴– ۵ – هیدروگراف سیلاب MC۱ ..... ۷۲

شکل ۵– ۱ – ارتباط نتایج و پیامدهای آبخیزداری بر مدیریت سیلاب دشت ۷۴

شکل ۵– ۲ – نمونه‌ای از مخزن ذخیره‌ای برای کنترل سیلاب ۸۰

شکل ۵– ۳ – نمونه‌ای از دیواره سیل‌بند با توری فلزی ۸۲

شکل ۵– ۴ – نمونه‌ای از دیواره سیل‌بند ۸۲

شکل ۵– ۵ – جانمایی آبراهه های عبوری از میانه جایگاه نیروگاه خورشیدی سیمان تجارت مهریز ۸۵

شکل ۵– ۱۰ – حوضه‌های آبریز تأثیرگذار بر محدوده طرح ۸۷

شکل ۵– ۱۱ – استخراج مقاطع تپوگرافی جهت ورود اطلاعات مقاطع به نرم افزار HEC-RAS ۸۷

شکل ۵– ۱۲ – مقطع سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله در آبراهه MC۱ ..... ۸۸

شکل ۵–۹–موقعیت سیستم کنترل سیلاب ۹۲

شکل ۵–۱۰–جزئیات اجرایی دیواره جنوبی و غربی ۹۳

فهرست جداول

جدول ۲– ۱– مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در ساختگاه سیمان تجارت مهریز ۱۵

جدول ۲– ۲– نتایج آزمون همگنی آمار بارندگی سالانه به روش ران‌تست ۱۶

جدول ۲– ۳– بارش سالیانه ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران ۱۶

جدول ۲– ۴– بارندگی ماهانه و فصلی ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران ۱۹

جدول ۲– ۵– میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه معرف مهدی‌آباد بهادران (میلی متر)..... ۲۰

جدول ۲– ۶– حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاه مهدی‌آباد بهادران ۲۲

جدول ۲– ۷– برآورد شدت حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (میلی متر)..... ۲۳

جدول ۲– ۸– شدت بارندگی ایستگاه منتخب در دوره بازگشت‌های مختلف (میلی‌متر) ۲۵

جدول ۲– ۹– مقادیر پنج شاخص حرارتی ایستگاه مهدی آباد بهادران طی دوره آماری موجود (سلسیوس)..... ۲۷

جدول ۲– ۱۰– مقادیر سرعت و جهت باد در ایستگاه همدیدی یزد ۳۱

جدول ۲– ۱۱– حداکثر سرعت باد سالیانه در منطقه طرح (ایستگاه سنوپتیک یزد) ۳۳

جدول ۲– ۱۲– حداکثر سرعت باد سالیانه در منطقه طرح (ایستگاه سینپتیک یزد) (متر بر ثانیه) ۳۴

جدول ۲– ۱۳– ساعات آفتابی در منطقه طرح (ایستگاه همدیدی یزد) (ساعت) ۳۵

جدول ۲– ۱۴– طبقات اقلیمی دومارتن..... ۳۶

جدول ۲– ۱۵– آستانه‌های دمایی در روش دومارتن اصلاح‌شده..... ۳۷

جدول ۲– ۱۶– اقلیم منطقه براساس روش دومارتن اصلاح‌شده ۳۷

جدول ۲– ۱۷– اقلیم منطقه براساس روش آمبروژه..... ۳۸

جدول ۳–۱– وضعیت ارتفاعی حوضه آبریز مؤثر بر محدوده طرح ۴۵

جدول ۳–۲– توزیع فراوانی مساحت حوضه آبریز مؤثر بر محدوده طرح برحسب ارتفاع ۴۵

جدول ۳–۳-شیب متوسط حوضه با استفاده از روش های موجود ۴۸

جدول ۳–۴– مشخصات حوضه آبریز MC۱ ..... ۵۳

جدول ۳–۵– تعداد و طول آبراهه‌های مختلف حوضه آبخیز ۵۶

جدول ۳–۶– مشخصات حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه ۵۷

جدول ۳–۷– طبقه‌بندی پنج عامل مؤثر در زمان تمرکز ۵۹

جدول ۳–۸– زمان تمرکز حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه ۶۳

جدول ۴– ۱– سیلاب محاسبه‌شده حوضه MC۱ به روش هیدروگراف مصنوعی SCS (متر مکعب بر ثانیه) ۷۲

جدول ۵– ۱– توصیف ناحیه‌های موجود در نقشه‌های پهنه‌بندی سیل ۷۶

جدول ۵– ۲– سیلاب و ارتفاع خاکریز در اضلاع مختلف سایت (کد ارتفاعی به تفکیک سکشن در مدرک کنترل سیلاب ارائه گردیده است[٦].) ۸۸

۱ مقدمه

۱_۱ – مقدمه

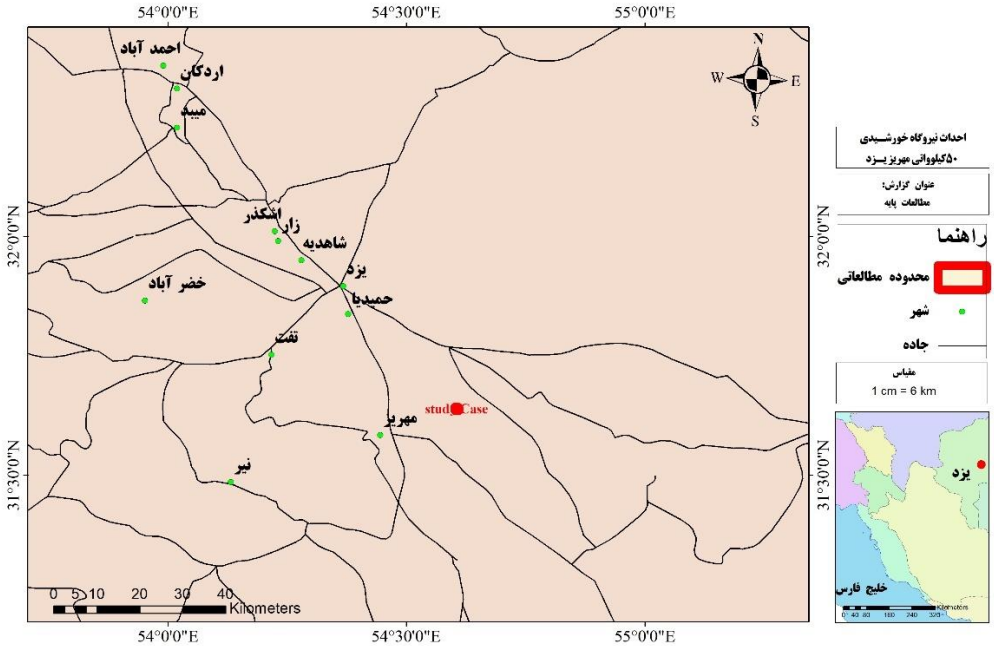
گزارش حاضر تحت عنوان «**گزارش مطالعات هیدرولوژی پروژه احداث نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی سیمان تجارت مهریز**» تهیه شده است. دامنه کاربرد این گزارش در نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی مهریز به مساحت ۷۰ هکتار واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شرقی شهر مهریز و ۵۴ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد واقع شده است. اراضی این ساختگاه در شهرستان مهریز واقع شده است. شهر مهریز در فاصله ۴۵ کیلومتری جنوب شهر یزد واقع شده است. شهرستان مهریز از شمال به شهرستان یزد، از شرق به شهرستان بافق، جنوب به استان کرمان و شهرستان مروست و از غرب به شهرستان تفت محدود شده است.

از لحاظ موقعیت جغرافیایی نیروگاه خورشیدی مهریز یزد در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی واقع شده است. نزدیکترین شهر به این ساختگاه شهر مهریز می باشد که در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی ساختگاه قرار دارد. نیروگاه خورشیدی مهریز در دشتی با ارتفاع متوسط ۱۴۲۳ متر از سطح دریا در یک ناحیه کویری واقع شده است.

در شکل شـــماره (۱–۱) موقعیت نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی سیمان تجارت مهریز نسبت به شهر مهریز ارایه شده است. هم‌چنین موقعیت این ساختگاه نسبت به شهر مهریز و جاده‌های دسترسی و شهرهای مجاور در شکل شماره (۱–۲) آورده شده است.



شکل (۱-۱)- موقعیت نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی سیمان تجارت مهریز نسبت به شهر مهریز



شکل (۱-۲)- موقعیت نیروگاه خورشیدی ۵۰ مگاواتی سیمان تجارت مهریز نسبت به جاده‌های دسترسی و شهرهای مجاور

۱_۲ - سیستم واحدهای اندازه‌گیری

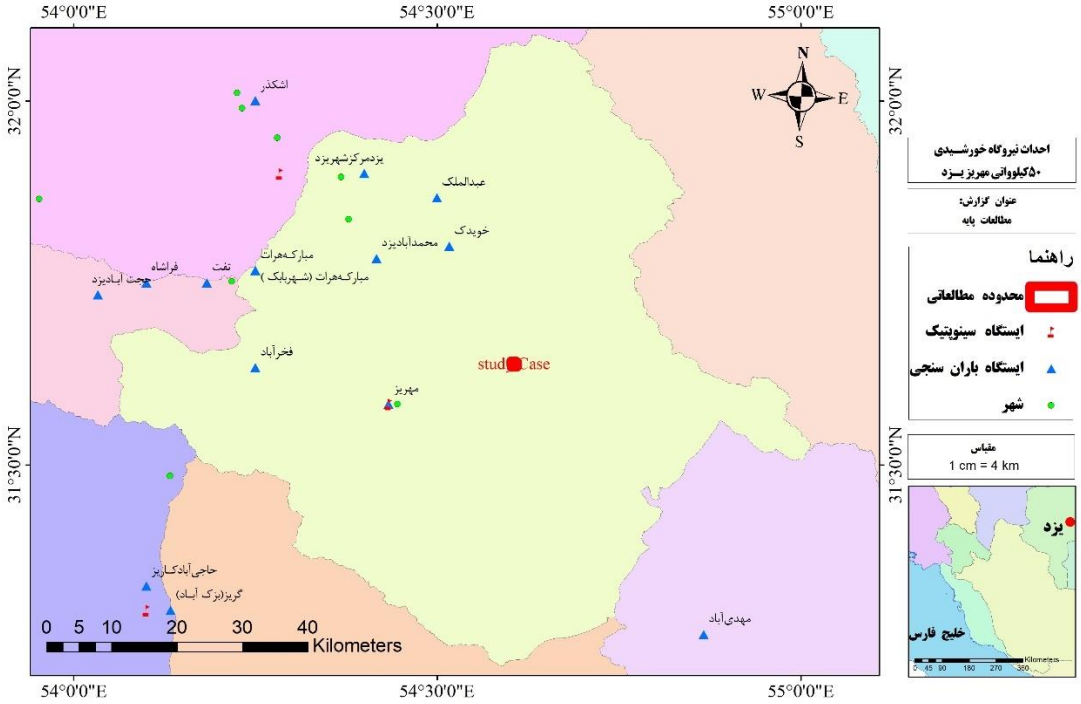
در این گزارش، برای ارایه یکاهای اندازه‌گیری (واحدها) از سیستم بین‌المللی SI استفاده شده است. فهرست یکاهای اندازه‌گیری و نماد هر کدام از شاخص‌های پرکاربرد در این گزارش در جدول شماره (۱-۲) ارایه شده است.

جدول شماره (۱- ۲)- فهرست شاخص‌ها و یکاهای اندازه‌گیری آن‌ها در گزارش هیدرولوژی

ردیف	شاخص	واحد اندازه‌گیری	نماد
۱	مساحت	کیلومتر مربع	km^2
۲	طول	کیلومتر	km
۳	ارتفاع (بلندا)	متر	m
۴	زمان	ثانیه	sec
۵	سرعت	متر بر ثانیه	m/s
۶	ارتفاع بارش	میلی‌متر	mm
۷	شدت بارندگی	میلی‌متر بر ساعت	mm/h
۸	سیلاب	متر مکعب بر ثانیه	m^3/s

۲ – هواشناسی

دو عامل تعداد و توزیع ایستگاه‌های باران‌سنجی، نقش اساسی را در تعیین پارامترهای اقلیمی یک حوزه به طور صحیح ایفا می‌کنند. چنان‌چه تعداد باران‌سنج‌ها از یک حدی کم‌تر باشد، در برآورد پارامترهای اقلیمی منطقه اشتباه رخ خواهد داد و چنان‌چه تعداد ایستگاه‌ها بیش‌تر از حد لزوم باشد، مسایل اقتصادی مطرح خواهد شد. تعداد ایستگاه‌های لازم در یک منطقه بستگی به وسعت آن منطقه، نوع بارندگی غالب، توپوگرافی و هدف دارد. مثلاً در مناطقی که بارندگی‌ها بیش‌تر به صورت بارندگی فرازی (کنوکسیون) بوده و دامنه محدودی دارند مسلماً تعداد زیادتری باران‌سنج نسبت به نقاطی که بارندگی اغلب به صورت جبهه‌ای با دامنه وسیع انجام می‌شود، مورد نیاز است. هم‌چنین در مناطق کوهستانی و مناطقی که دارای میکروکلیما می‌باشند، باید تعداد نقاط نمونه‌برداری زیاد گردد. شکل شماره (۲-۱) نقشه موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی، تبخیرسنجی و همدیدی (سینوپتیک) در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل (۲- ۱)– موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی موجود در محدوده طرح

به این ترتیب در مرحله اول کلیه ایستگاه‌های موجود تا حدود شعاع حداقل پنجاه کیلومتری حوضه شناسایی، سپس ایستگاه‌های باران‌سنجی تحت مدیریت وزارت نیرو (شرکت آب منطقه‌ای یزد) و ایستگاه‌های هم‌دیدی (سینوپتیک) تحت مدیریت وزارت راه و شهرسازی (سازمان هواشناسی) بررسی گردید. از این تعداد برخی از ایستگاه‌ها به دلیل فاصله زیاد و هم‌خوان نبودن شرایط اقلیمی و یا داده‌های کم‌تر حذف گردید و در نهایت ۸ ایستگاه باران‌سنجی و یک ایستگاه هم‌دیدی انتخاب شد. لازم به ذکر است به دلیل ارایه آمار به صورت ماه‌های خورشیدی(شمسی) و سال آبی از طرف وزارت نیرو و شرکت مدیریت منابع آب ایران، سعی شده حتی‌الامکان برای این مطالعات از داده‌های این وزارت استفاده شود و از داده‌های سازمان هواشناسی در بررسی سایر پارامترهای اقلیمی از جمله دما و باد استفاده گردد. البته برای مقایسه صحت داده‌ها، داده‌های بارندگی ایستگاه‌های وزارت نیرو با داده‌های بارندگی وزارت راه و شهرسازی (سازمان هواشناسی) مقایسه گردید. با توجه به مطالب ارایه شده، محدوده طرح از جهت تعداد ایستگاه و اطلاعات، تقریباً شرایط مساعدی دارد. در این میان **ایستگاه اقلیم شناسی اردکان** به دلیل بهره‌مندی از آمار بلندمدت مناسب بارش، ارتفاع نزدیک به ارتفاع ساختگاه (میانگین ارتفاع

ساختگاه ۱۱۲۵ متر و ارتفاع ایستگاه باران‌سنجی ۱۰۵۰ متر) و نیز فاصله هوایی خیلی کم تا محدوده مطالعاتی (۲۲ کیلومتر) به عنوان ایستگاه شاخص یا معرف حوضه آبریز منطقه مطالعاتی انتخاب گردید.

۲_۱ - مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام و مختصات جغرافیایی (مختصات UTM) و طول دوره آماری و داده‌های مورد استفاده ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه و دلایل انتخاب یا عدم انتخاب آن‌ها در جدول زیر ارایه شده است.

جدول ۲- ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در ساختگاه سیمان تجارت مهریز

ایستگاه	استان	نوع ایستگاه	ارتفاع (متر)	مختصات (متر)		دلایل عدم‌استفاده
				UTM (X)	UTM (Y)	
درب رز	یزد	تبخیرسنجی- باران سنجی	۱۸۶۵	۲۴۸۵۲۹	۳۵۳۰۸۶۵	کمبود دوره آماری
طرزجان			۲۲۵۱	۲۳۳۸۶۱	۳۵۱۶۹۳۲	کمبود دوره آماری
محمدآباد			۱۲۷۳	۲۵۶۸۴۹	۳۵۱۹۰۴۵	کمبود دوره آماری
مرکز پژوهشی یزد			۱۲۸۳	۲۵۱۲۸۷	۳۴۷۴۷۳۵	کمبود دوره آماری
مهدی آباد بهادران			۱۴۴۴	۳۰۰۶۸۱	۳۴۶۸۶۵۶	****
مهریز			۱۴۵۶	۲۵۷۸۹۲	۳۴۹۷۲۹۲	کمبود دوره آماری
یزد		همدیدی	۱۴۸۷	۲۵۷۳۳۲	۳۴۹۸۱۰۷	****
مهریز			۱۲۳۷	۲۴۳۶۲۵	۳۵۳۳۵۱۴	کمبود دوره آماری

۲_۱ - بررسی همگنی آمار

اغلب در یک دوره طولانی بر اثر تعویض دستگاه اندازه‌گیری، جابه‌جایی ایستگاه، تعویض مأمور آماربرداری و یا از بین رفتن حریم ایستگاه ناشی از احداث ساختمان و یا رشد درختان در اطراف آن، آمار ایستگاه، همگن بودن خود را از دست می‌دهد. برای کنترل همگنی آمار معمولاً از روش آزمون توالی (Run Test) استفاده می‌شود.

۲_۱_۱ - روش آزمون توالی Run –Test

نتایج انجام آزمون همگنی آمار بارندگی سالانه ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش آزمون توالی در جدول شماره (۲-۲) درج شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آمار کلیه ایستگاه‌های انتخابی در سطح بیش از ۵ درصد معنی‌دار هستند و داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه‌ها همگن می‌باشد و اشتباه سیستماتیک در آن‌ها وجود ندارد.

جدول ۲- ۲- نتایج آزمون همگنی آمار بارندگی سالانه به روش ران‌تست

ایستگاه	پارامتر	مقدار (بارندگی)	NA	NB	تعداد توالی	وضعیت
مهدی آباد بهادران	میانه	۶۰/۰	۱۸	۲۰	۱۷	همگن
	میانگین	۵۹/۹	۱۸	۲۰	۱۷	همگن

۲_۲ ریزش

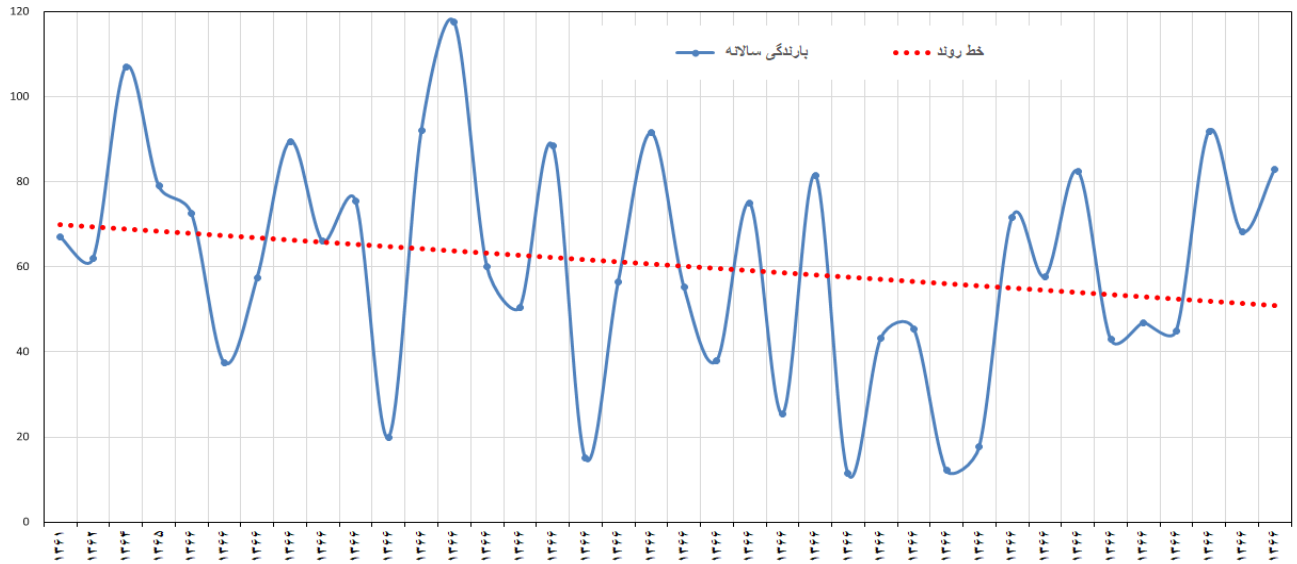
۲_۲_۱ بارش سالیانه

براساس آمار بارندگی ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران طی دوره ۳۸ سال (۱۳۶۱ لغایت ۱۴۰۰ شمسی) میزان بارش سالیانه در محدوده طرح از ۲۰.۶ تا ۱۲۶.۵ میلیمتر متغیر بوده و میانگین ریزش سالانه در ایستگاه فوق حدود ۶۰/۵ میلی‌متر می باشد. (شکل ۲-۲ و جدول ۲-۳). آمار داده‌های باران سنجی به صورت روزانه و داده های باران ۲۴ ساعته از دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران (به صورت آنلاین) (۱۳۶۱ لغایت ۱۴۰۰) دریافت شده است. در شکل شماره ۱-۲ جانمایی ایستگاه تبخیرسنجی و هواشناسی ارایه شده است، لازم به ذکر است از ابتدای دهه ۹۰ این ایستگاه به ایستگاه کیلیماتولوژی بروزرسانی شده است.

جدول ۲- ۳- بارش سالیانه ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران

سال	بارندگی (میلی‌متر)	سال	بارندگی (میلی‌متر)
۱۳۶۱-۶۲	۶۷/۰	۱۳۸۱-۸۲	۵۵/۳
۱۳۶۲-۶۳	۶۲/۰	۱۳۸۲-۸۳	۳۸/۰
۱۳۶۴-۶۵	۱۰۷/۰	۱۳۸۳-۸۴	۷۵/۰
۱۳۶۵-۶۶	۷۹/۰	۱۳۸۴-۸۵	۲۵/۵
۱۳۶۶-۶۷	۷۲/۵	۱۳۸۵-۸۶	۸۱/۶

سال	بارندگی (میلی‌متر)	سال	بارندگی (میلی‌متر)
۱۳۶۷-۶۸	۳۷/۵	۱۳۸۶-۸۷	۱۱/۴
۱۳۶۸-۶۹	۵۷/۵	۱۳۸۷-۸۸	۴۳/۳
۱۳۶۹-۷۰	۸۹/۵	۱۳۸۸-۸۹	۴۵/۵
۱۳۷۰-۷۱	۶۶/۰	۱۳۸۹-۹۰	۱۲/۱
۱۳۷۱-۷۲	۷۵/۵	۱۳۹۰-۹۱	۱۷/۸
۱۳۷۲-۷۳	۲۰/۰	۱۳۹۱-۹۲	۷۱/۷
۱۳۷۳-۷۴	۹۲/۰	۱۳۹۲-۹۳	۵۷/۸
۱۳۷۴-۷۵	۱۱۷/۵	۱۳۹۳-۹۴	۸۲/۵
۱۳۷۵-۷۶	۶۰/۰	۱۳۹۴-۹۵	۴۳/۰
۱۳۷۶-۷۷	۵۰/۵	۱۳۹۵-۹۶	۴۶/۹
۱۳۷۷-۷۸	۸۸/۵	۱۳۹۶-۹۷	۴۵/۰
۱۳۷۸-۷۹	۱۵/۰	۱۳۹۷-۹۸	۹۱/۹
۱۳۷۹-۸۰	۵۶/۵	۱۳۹۸-۹۹	۶۸/۳
۱۳۸۰-۸۱	۹۱/۵	۱۳۹۹-۰۰	۸۲/۹
بارندگی بیشینه (میلی‌متر)			۱۱۷/۵
میانگین بارندگی (میلی‌متر)			۶۰/۵
بارندگی کمینه (میلی‌متر)			۱۱/۴
انحراف معیار			۲۶/۴



شکل (۲- ۲)– بارندگی سالانه ایستگاه مهدی آباد بهادران

۲_۲_۲ بارندگی فصلی

بر اساس داده‌های ریزش در ایستگاه باران سنجی مهدی‌آباد بهادران، بیشتر بارندگی منطقه در فصول پاییز، زمستان و بهار رخ می‌دهد و میزان بارندگی فصل تابستان بسیار اندک می‌باشد. بیش‌ترین ریزش سالانه مربوط به فصل زمستان (حدود ۴۳/۸ درصد ریزش سالیانه) است. در فصل‌های پاییز و بهار به ترتیب ۲۵ و ۳۱/۷ درصد ریزش سالیانه اتفاق می‌افتد. حدود ۱/۲ درصد ریزش‌ها نیز مربوط به فصل تابستان است. در جدول شماره ۲-۴ بارندگی فصلی ایستگاه مهدی آباد بهادران ایستگاه معرف منطقه مطالعاتی ارایه شده است.

جدول ۲- ۴- بارندگی ماهانه و فصلی ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران

ماه	میزان بارندگی		فصل	میزان بارندگی	
	میلی‌متر	درصد		میلی‌متر	درصد
مهر	۰/۸	۱/۳	پاییز	۱۵	۲۴/۸
آبان	۳/۴	۵/۶			
آذر	۱۰/۸	۱۷/۹			
دی	۹/۶	۱۵/۹	زمستان	۲۶/۳	۴۳/۵
بهمن	۷/۷	۱۲/۷			
اسفند	۹	۱۴/۹			
فروردین	۱۲/۷	۲۱	بهار	۱۹	۳۱/۴
اردیبهشت	۵/۴	۸/۹			
خرداد	۰/۹	۱/۵			
تیر	۰/۳	۰/۵	تابستان	۰/۷	۱/۲
مرداد	۰/۲	۰/۳			
شهریور	۰/۲	۰/۳			
سالانه	۶۰/۵	۱۰۰	سالانه	۶۰/۵	۱۰۰

۲_۲_۳ بارندگی ماهانه

عمده ریزش‌های منطقه طرح در هفت ماهه سال آبی شامل ماه‌های (آبان لغایت اردیبهشت) صورت می‌گیرد. لیکن بیش‌ترین مقدار آن مربوط به ماه آذر حدود ۱۷/۹ درصد ریزش سالیانه و حداقل آن مربوط به ماه‌های مرداد و شهریور با میزان ۰/۲ میلی‌متر و ۰/۳ درصد کل ریزش سالانه می باشد. در جدول شماره ۲-۵ میانگین بارندگی ماهانه و سالانه ایستگاه معرف مهدی آباد بهادران ارایه شده است.

جدول ۲- ۵- میانگین بارندگی ماهانه ایستگاه معرف مهدی‌آباد بهادران (میلی متر)

سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
۱۳۶۱-۶۲	۰/۰	۰/۰	۱۳/۰	۵/۰	۶/۰	۸/۰	۳۲/۵	۲/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۷/۰
۱۳۶۲-۶۳	۰/۰	۰/۰	۲۲/۰	۷/۰	۱/۰	۱۳/۰	۱۶/۰	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۲/۰
۱۳۶۴-۶۵	۰/۰	۲/۰	۱/۵	۶/۰	۱۰/۵	۲۷/۰	۳۶/۵	۲۳/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۰۷/۰
۱۳۶۵-۶۶	۰/۰	۱/۰	۵۵/۵	۳/۰	۲/۰	۰/۰	۵/۵	۲/۰	۲/۵	۰/۰	۷/۵	۰/۰	۷۹/۰
۱۳۶۶-۶۷	۴/۵	۲/۵	۰/۰	۲۰/۵	۱۴/۰	۱۰/۵	۱۴/۵	۶/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۲/۵
۱۳۶۷-۶۸	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۶/۵	۰/۰	۱۲/۰	۸/۵	۷/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳۷/۵
۱۳۶۸-۶۹	۰/۰	۹/۵	۰/۰	۱۸/۵	۲۷/۵	۰/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۷/۵
۱۳۶۹-۷۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۱۵/۰	۸/۰	۲۳/۰	۴۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۹/۵
۱۳۷۰-۷۱	۲/۰	۲/۰	۲۲/۰	۱۲/۵	۲/۵	۰/۰	۱۲/۰	۱۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۶/۰
۱۳۷۱-۷۲	۰/۰	۰/۰	۱۴/۵	۲۹/۰	۲۴/۵	۶/۵	۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۵/۵
۱۳۷۲-۷۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸/۵	۴/۵	۵/۰	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۰/۰
۱۳۷۳-۷۴	۲/۰	۲/۰	۳/۵	۱/۵	۶/۵	۱۵/۰	۲۰/۰	۱۶/۵	۲۵/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۹۲/۰
۱۳۷۴-۷۵	۱۰/۰	۴/۰	۱۱/۵	۱۶/۵	۱۲/۰	۲۳/۰	۳۱/۵	۳/۵	۴/۰	۱/۵	۰/۰	۰/۰	۱۱۷/۵
۱۳۷۵-۷۶	۰/۰	۰/۰	۴/۰	۴/۵	۴/۵	۸/۵	۴/۰	۳۰/۵	۱/۰	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۶۰/۰
۱۳۷۶-۷۷	۰/۰	۴/۵	۹/۰	۰/۵	۱۷/۵	۱۷/۵	۱/۰	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۰/۵
۱۳۷۷-۷۸	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۱۸/۰	۱۸/۵	۴۴/۰	۱/۰	۶/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۸/۵
۱۳۷۸-۷۹	۰/۰	۱/۵	۰/۰	۷/۵	۳/۵	۰/۵	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۵/۰
۱۳۷۹-۸۰	۹/۰	۱۲/۰	۹/۰	۱/۵	۶/۰	۵/۵	۷/۰	۴/۵	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۶/۵
۱۳۸۰-۸۱	۰/۰	۱/۰	۳۳/۰	۵۲/۵	۰/۰	۰/۵	۴/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۹۱/۵
۱۳۸۱-۸۲	۰/۰	۱۸/۰	۰/۵	۹/۰	۹/۵	۶/۰	۱۰/۳	۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۵/۳
۱۳۸۲-۸۳	۰/۰	۰/۰	۸/۰	۱۳/۰	۲/۰	۲/۰	۱۲/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۰	۰/۰	۰/۰	۳۸/۰
۱۳۸۳-۸۴	۰/۰	۴/۰	۳۰/۰	۲۶/۰	۳/۰	۱۲/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۵/۰
۱۳۸۴-۸۵	۰/۰	۱/۰	۰/۰	۱۷/۰	۱/۰	۳/۵	۳/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۵/۵
۱۳۸۵-۸۶	۰/۰	۱/۷	۳۲/۴	۱/۵	۱۷/۹	۱۱/۸	۱۵/۲	۱/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۱/۶
۱۳۸۶-۸۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸/۷	۰/۵	۰/۰	۱/۰	۱/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۱/۴
۱۳۸۷-۸۸	۰/۰	۵/۰	۹/۵	۰/۰	۵/۸	۵/۵	۱۶/۵	۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۳/۳
۱۳۸۸-۸۹	۰/۰	۲/۷	۳۵/۱	۰/۰	۰/۲	۰/۰	۷/۰	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۵/۵
۱۳۸۹-۹۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۷	۸/۰	۰/۵	۱/۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۲/۱
۱۳۹۰-۹۱	۰/۰	۰/۰	۵/۵	۰/۰	۵/۱	۰/۶	۵/۴	۱/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۷/۸
۱۳۹۱-۹۲	۰/۰	۵/۳	۲۵/۵	۵/۲	۰/۲	۴/۷	۲۵/۴	۵/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۷۱/۷
۱۳۹۲-۹۳	۰/۵	۶/۸	۹/۸	۲۰/۹	۶/۱	۱/۵	۹/۰	۳/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۷/۸
۱۳۹۳-۹۴	۰/۰	۲/۲	۸/۰	۷/۲	۰/۰	۳۴/۵	۱۳/۶	۹/۰	۰/۰	۰/۵	۰/۰	۷/۵	۸۲/۵
۱۳۹۴-۹۵	۰/۰	۴/۸	۰/۰	۱۱/۲	۰/۰	۱۹/۵	۱/۷	۵/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۳/۰
۱۳۹۵-۹۶	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۳/۵	۲۱/۴	۱/۵	۷/۵	۱۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۶/۹
۱۳۹۶-۹۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۹/۰	۲۲/۸	۱۲/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۵/۰
۱۳۹۷-۹۸	۱/۰	۷/۰	۰/۰	۲/۵	۳۵/۵	۳/۰	۳۶/۹	۶/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۹۱/۹
۱۳۹۸-۹۹	۰/۰	۵/۸	۰/۵	۱۱/۲	۳/۲	۲/۰	۳۱/۴	۱۳/۷	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶۸/۳
۱۳۹۹-۰۰	۰/۰	۲۳/۵	۳۹/۰	۰/۰	۰/۵	۵/۹		۱۰/۵	۰/۰	۳/۵	۰/۰	۰/۰	۸۲/۹
کمینه (میلی‌متر)	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۱/۴
میانگین (میلی‌متر)	۰/۸	۳/۴	۱۰/۸	۹/۶	۷/۷	۹/۰	۱۲/۷	۵/۴	۰/۹	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۶۰/۵
بیشینه (میلی‌متر)	۱۰/۰	۲۳/۵	۵۵/۵	۵۲/۵	۳۵/۵	۴۴/۰	۴۳/۰	۳۰/۵	۲۵/۰	۳/۵	۷/۵	۷/۵	۱۱۷/۵
انحراف معیار	۲/۲	۵/۰	۱۳/۷	۱۰/۵	۸/۶	۱۰/۱	۱۱/۹	۶/۸	۴/۰	۰/۸	۱/۲	۱/۲	۲۶/۴
ضریب تغییرات	۲۷۷/۹	۱۴۸/۱	۱۲۷/۱	۱۰۹/۱	۱۱۱/۵	۱۱۲/۷	۹۳/۶	۱۲۶/۴	۴۴۸/۹	۲۵۵/۸	۶۰۰/۳	۶۰۰/۳	۴۳/۷
توزیع ماهانه (درصد)	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۵

۲_۲_۴ بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته (روزانه)

هدف از بررسی و مطالعه این پارامتر، برآورد شدت حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف در محدوده طرح به منظور امکان استفاده از آن در برآورد شدت جریان سطحی ناشی از ریزش‌های جوی (سیل) می‌باشد. در راستای این هدف آمار بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته ایستگاه تبخیرسنجی مهدی‌آباد بهادران جمع آوری و در جدول شماره ۶ ارایه شده است. ارقام جدول فوق نشان می‌دهد که شدت حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته طی دوره آماری ۳۸ سال (۱۳۶۱ لغایت ۱۴۰۰ میلادی) از حداقل ۵/۵ میلی‌متر تا حداکثر ۵۵/۵ میلی‌متر متغیر می‌باشد.

جهت تعیین شدت بارندگی ۲۴ ساعته در پریودهای مختلف آمار جدول فوق به کمک توزیع‌های آماری متعارف (نرمال، لوگ نرمال ۲ و ۳ پارامتری، ۲ پارامتری گاما، پیرسون تیپ ۳ و گامبل) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. لیکن با توجه به روش حداقل مربعات و انحراف معیار، نتایج حاصل از توزیع آماری لوگ پیرسون تیپ ۳ برای دوره بازگشت‌های مختلف نشان دهنده ارتباط نزدیک داده‌های محاسبه شده این توزیع، با داده‌های آماری موجود می‌باشد. در جدول شماره (۲-۶) مقادیر حداکثر بارندگی ایستگاه تبخیرسنجی مهدی آباد بهادران ارایه شده است.

جدول ۲- ۶- حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاه مهدی‌آباد بهادران

سال	بارندگی (میلی‌متر)	سال	بارندگی (میلی‌متر)
۱۳۶۱-۶۲	۳۲/۵	۱۳۸۱-۸۲	۱۸/۰
۱۳۶۲-۶۳	۲۲/۰	۱۳۸۲-۸۳	۱۳/۰
۱۳۶۴-۶۵	۳۶/۵	۱۳۸۳-۸۴	۳۰/۰
۱۳۶۵-۶۶	۵۵/۵	۱۳۸۴-۸۵	۱۷/۰
۱۳۶۶-۶۷	۲۰/۵	۱۳۸۵-۸۶	۳۲/۴
۱۳۶۷-۶۸	۱۲/۰	۱۳۸۶-۸۷	۸/۷
۱۳۶۸-۶۹	۲۷/۵	۱۳۸۷-۸۸	۱۶/۵
۱۳۶۹-۷۰	۴۳/۰	۱۳۸۸-۸۹	۳۵/۱
۱۳۷۰-۷۱	۲۲/۰	۱۳۸۹-۹۰	۸/۰
۱۳۷۱-۷۲	۲۹/۰	۱۳۹۰-۹۱	۵/۵
۱۳۷۲-۷۳	۸/۵	۱۳۹۱-۹۲	۲۵/۵
۱۳۷۳-۷۴	۲۵/۰	۱۳۹۲-۹۳	۲۰/۹
۱۳۷۴-۷۵	۳۱/۵	۱۳۹۳-۹۴	۳۴/۵
۱۳۷۵-۷۶	۳۰/۵	۱۳۹۴-۹۵	۱۹/۵
۱۳۷۶-۷۷	۱۷/۵	۱۳۹۵-۹۶	۲۱/۴
۱۳۷۷-۷۸	۴۴/۰	۱۳۹۶-۹۷	۲۲/۸
۱۳۷۸-۷۹	۷/۵	۱۳۹۷-۹۸	۳۶/۹
۱۳۷۹-۸۰	۱۲/۰	۱۳۹۸-۹۹	۳۱/۴
۱۳۸۰-۸۱	۵۲/۵	۱۳۹۹-۰۰	۳۹/۰
بیشینه حداکثرها (Max.)			۵۵/۵
میانگین حداکثرها (Mean)			۲۵/۴
کمینه حداکثرها (Min.)			۵/۵
انحراف معیار (S.D.)			۱۲/۲
ضریب تغییرات (C.V.)			۲۰۸/۶

جدول ۲- ۷- برآورد شدت حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره برگشت‌های مختلف (میلی متر)

توزیع‌های آماری	دوره برگشت (سال)					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
نرمال	۲۵/۴۱۱	۳۵/۸۰۱	۴۱/۲۳۲	۴۷/۰۲۴	۵۰/۷۶۵	۵۴/۱۳
لوگ نرمال ۲ پارامتری	۲۲/۱۶	۳۵/۴۷۹	۴۵/۳۷۵	۵۸/۹۸۶	۶۹/۸۸	۸۱/۳۸۷
لوگ نرمال ۳ پارامتری	۲۴/۰۳۶	۳۵/۰۸۵	۴۱/۷۶۷	۴۹/۶۷۷	۵۵/۲۵۸	۶۰/۶۲۲
گاما	۲۳/۴۴۲	۳۴/۸۰۴	۴۱/۹۵۴	۵۰/۵۴۶	۵۶/۶۴۱	۶۲/۴۹۹
گامای ۳ پارامتری	۲۳/۶۶۵	۳۵/۱۷۴	۴۲/۲۵	۵۰/۶۳۸	۵۶/۵۳	۶۲/۱۵۵
پیرسون تیپ ۳	۲۰/۸۶۹	۳۶/۲۰۹	۵۰/۳۰۱	۷۴/۰۴۱	۹۷/۱۵۸	۱۲۶/۰۷
لوگ پیرسون تیپ ۳	۲۳/۶۶۴	۳۶/۰۱۷	۴۳/۳۳۲	۵۱/۵۰۴	۵۶/۸۵۹	۶۱/۶۵۲
گامبل	۲۳/۳۸۲	۳۴/۲۹۲	۴۱/۵۱۶	۵۰/۶۴۲	۵۷/۴۱۳	۶۴/۱۳۴

۲_۳ تجزیه تحلیل بارندگی‌های کوتاه مدت و معرفی منحنی و جدول IDF برای حوزه مطالعاتی

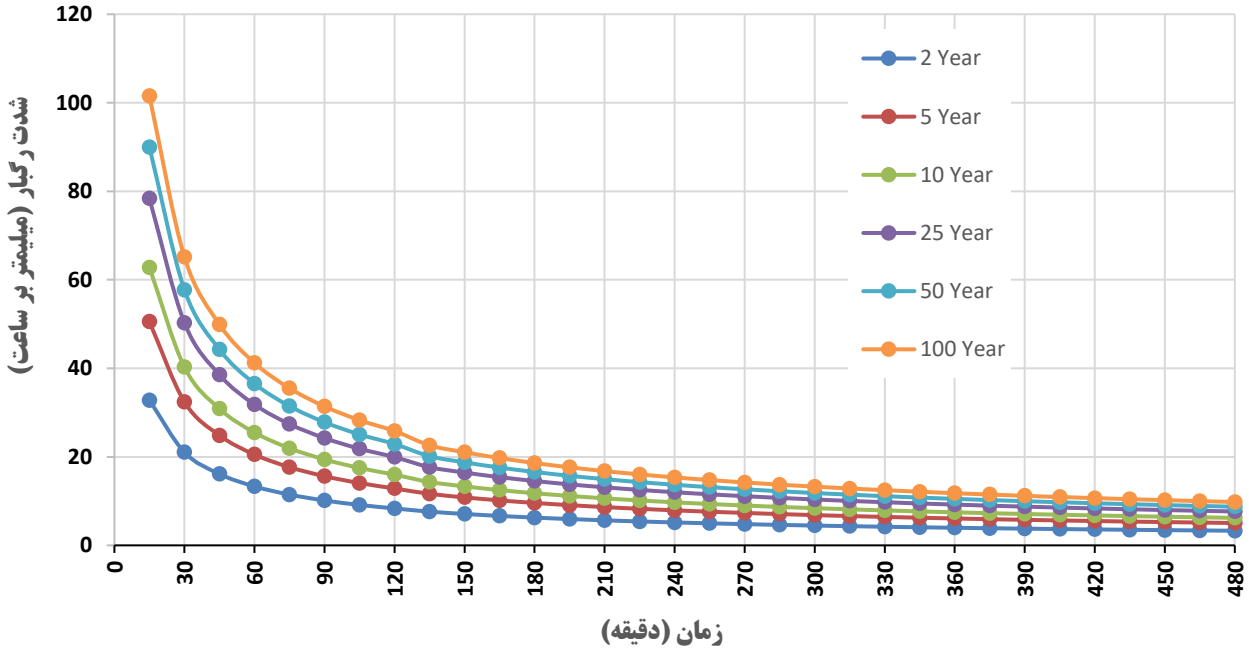
متأسفانه از میان ایستگاه‌های باران‌سنجی آمار رگبارهای به وقوع پیوسته در ایستگاه منتخب و ایستگاه‌های اطراف در دسترس قرار نگرفت و جهت تحلیل منطقه‌ای شدت و مدت رگبارها نمی‌توان از سایر ایستگاه‌های منطقه بهره جست. لذا جهت محاسبه شدت و مدت رگبارهای ایستگاه‌های محدوده از فرمول تجربی قهرمان- آبخضر که با توجه به کارایی این معادله در ایران و نتایج خوب و همخوانی نسبتاً مناسبی که با رگبارهای صورت گرفته در ایستگاه‌های ایران دارد، استفاده گردید. دکتر قهرمان جهت تخمین مقدار بارندگی با دوام ۰/۲۵ ساعت تا ۲ ساعت رابطه ۱ و برای زمان ۲ تا ۲۰ ساعت رابطه ۲ و جهت محاسبه بارندگی یک‌ساعته با دوره برگشت ده‌ساله را در ایران رابطه ۳ پیشنهاد نمود.

$$P_T^t = \left(0.4055 + 0.2636\ln(T - 0.44)\right)\left(-0.2420 + 1.2452t^{0.2674}\right)P_{10}^{60} \quad (۱)$$

$$P_T^t = \left(0.4524 + 0.2471\ln(T - 0.6)\right)\left(0.3710 + 0.6184t^{0.4484}\right)P_{10}^{60} \quad (۲)$$

$$P_{10}^{60} = 2.2598x_1^{1.1374} \times x_2^{-0.3072} \quad (۳)$$

در رابطه ۱ و ۲، T دوره بازگشت به سال و t مدت دوام بارندگی به ساعت و P_T^t مقدار بارندگی با مدت دوام t و دوره بازگشت T برحسب میلی‌متر می‌باشد. همچنین در رابطه ۳، x_1 متوسط بارندگی حداکثر روزانه و x_2 متوسط بارندگی سالیانه برحسب میلی‌متر در یک دوره مشاهدات هستند. جدول و شکل زیر شدت، مدت، فراوانی بارندگی ایستگاه منتخب را بر اساس روش قهرمان ارایه می‌دهد.



شکل ۲- ۳ – مقادیر شدت- مدت- فراوانی رگبارهای ایستگاه معرف با فرمول قهرمان طی دوره شاخص

جدول ۲- ۸- شدت بارندگی ایستگاه منتخب در دوره بازگشت‌های مختلف (میلی‌متر)

زمان	دوره بازگشت (سال)						
دقیقه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	
۱۵	۳۲/۷۹	۵۰/۵۳	۶۲/۷۷	۷۸/۳۷	۸۹/۹۸	۱۰۱/۵۱	
۳۰	۲۱/۰۴	۳۲/۴۲	۴۰/۲۸	۵۰/۲۹	۵۷/۷۴	۶۵/۱۴	
۴۵	۱۶/۱۳	۲۴/۸۵	۳۰/۸۷	۳۸/۵۴	۴۴/۲۵	۴۹/۹۲	
۶۰	۱۳/۳۲	۲۰/۵۲	۲۵/۴۹	۳۱/۸۳	۳۶/۵۵	۴۱/۲۳	
۷۵	۱۱/۴۷	۱۷/۶۷	۲۱/۹۵	۲۷/۴۱	۳۱/۴۷	۳۵/۵۰	
۹۰	۱۰/۱۴	۱۵/۶۳	۱۹/۴۱	۲۴/۲۴	۲۷/۸۳	۳۱/۳۹	
۱۰۵	۹/۱۳	۱۴/۰۸	۱۷/۴۹	۲۱/۸۳	۲۵/۰۷	۲۸/۲۸	
۱۲۰	۸/۳۴	۱۲/۸۵	۱۵/۹۷	۱۹/۹۴	۲۲/۸۹	۲۵/۸۳	
۱۳۵	۷/۶۲	۱۱/۶۵	۱۴/۳۲	۱۷/۶۷	۲۰/۱۵	۲۲/۶۱	
۱۵۰	۷/۰۹	۱۰/۸۴	۱۳/۳۲	۱۶/۴۵	۱۸/۷۵	۲۱/۰۴	
۱۶۵	۶/۶۵	۱۰/۱۶	۱۲/۴۹	۱۵/۴۲	۱۷/۵۸	۱۹/۷۳	
۱۸۰	۶/۲۷	۹/۵۸	۱۱/۷۸	۱۴/۵۴	۱۶/۵۸	۱۸/۶۰	
۱۹۵	۵/۹۴	۹/۰۸	۱۱/۱۶	۱۳/۷۸	۱۵/۷۱	۱۷/۶۳	
۲۱۰	۵/۶۶	۸/۶۴	۱۰/۶۳	۱۳/۱۱	۱۴/۹۶	۱۶/۷۸	
۲۲۵	۵/۴۰	۸/۲۶	۱۰/۱۵	۱۲/۵۳	۱۴/۲۹	۱۶/۰۳	
۲۴۰	۵/۱۸	۷/۹۱	۹/۷۲	۱۲/۰۰	۱۳/۶۹	۱۵/۳۶	
۲۵۵	۴/۹۷	۷/۶۰	۹/۳۴	۱۱/۵۳	۱۳/۱۵	۱۴/۷۶	
۲۷۰	۴/۷۹	۷/۳۲	۹/۰۰	۱۱/۱۱	۱۲/۶۷	۱۴/۲۱	
۲۸۵	۴/۶۲	۷/۰۷	۸/۶۹	۱۰/۷۲	۱۲/۲۳	۱۳/۷۲	
۳۰۰	۴/۴۷	۶/۸۳	۸/۴۰	۱۰/۳۷	۱۱/۸۲	۱۳/۲۶	
۳۱۵	۴/۳۳	۶/۶۲	۸/۱۴	۱۰/۰۴	۱۱/۴۵	۱۲/۸۵	
۳۳۰	۴/۲۰	۶/۴۲	۷/۸۹	۹/۷۴	۱۱/۱۱	۱۲/۴۷	
۳۴۵	۴/۰۸	۶/۲۴	۷/۶۷	۹/۴۷	۱۰/۷۹	۱۲/۱۱	
۳۶۰	۳/۹۷	۶/۰۷	۷/۴۶	۹/۲۱	۱۰/۵۰	۱۱/۷۸	
۳۷۵	۳/۸۷	۵/۹۱	۷/۲۷	۸/۹۷	۱۰/۲۳	۱۱/۴۸	
۳۹۰	۳/۷۷	۵/۷۶	۷/۰۹	۸/۷۵	۹/۹۷	۱۱/۱۹	
۴۰۵	۳/۶۸	۵/۶۳	۶/۹۲	۸/۵۴	۹/۷۳	۱۰/۹۲	
۴۲۰	۳/۶۰	۵/۵۰	۶/۷۶	۸/۳۴	۹/۵۱	۱۰/۶۷	
۴۳۵	۳/۵۲	۵/۳۷	۶/۶۱	۸/۱۵	۹/۳۰	۱۰/۴۳	
۴۵۰	۳/۴۴	۵/۲۶	۶/۴۶	۷/۹۸	۹/۱۰	۱۰/۲۱	
۴۶۵	۳/۳۷	۵/۱۵	۶/۳۳	۷/۸۱	۸/۹۱	۱۰/۰۰	
۴۸۰	۳/۳۰	۵/۰۵	۶/۲۰	۷/۶۶	۸/۷۳	۹/۸۰	

۲_۴ مطالعه دمای هوا

هدف از بررسی و تجزیه‌وتحلیل دمای منطقه موردمطالعه شناخت عمومی از نوسانات حرارتی آن در طول سال می‌باشد که به طور مستقیم در مقدار تبخیر از سطح دریاچه مخازن آبی نظیر سدها و تبخیر و تعرق در طول اراضی محدوده موردمطالعه مؤثر بوده و همچنین به‌طور غیرمستقیم در سیستم کلیمایی و هیدرولوژیکی منطقه نیز مؤثر است.

پنج شاخص حرارتی شامل موارد زیر می‌باشد:

الف) میانگین دما: این پارامتر در حقیقت میانگین روزانه دما برای تمام طول سال است و به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر اقلیمی حرارت به شمار می‌آید.

ب) میانگین حداکثر دما: این پارامتر شاخصی از شدت گرم است که نشان‌دهنده میانگین حداکثر دما در یک دوره زمانی (شبانه‌روز، هفته، ماه و سال) است.

ج) میانگین حداقل دما: این پارامتر شاخصی از شدت گرم است که نشان‌دهنده میانگین حداقل دما در یک دوره زمانی (شبانه‌روز، هفته، ماه و سال) است.

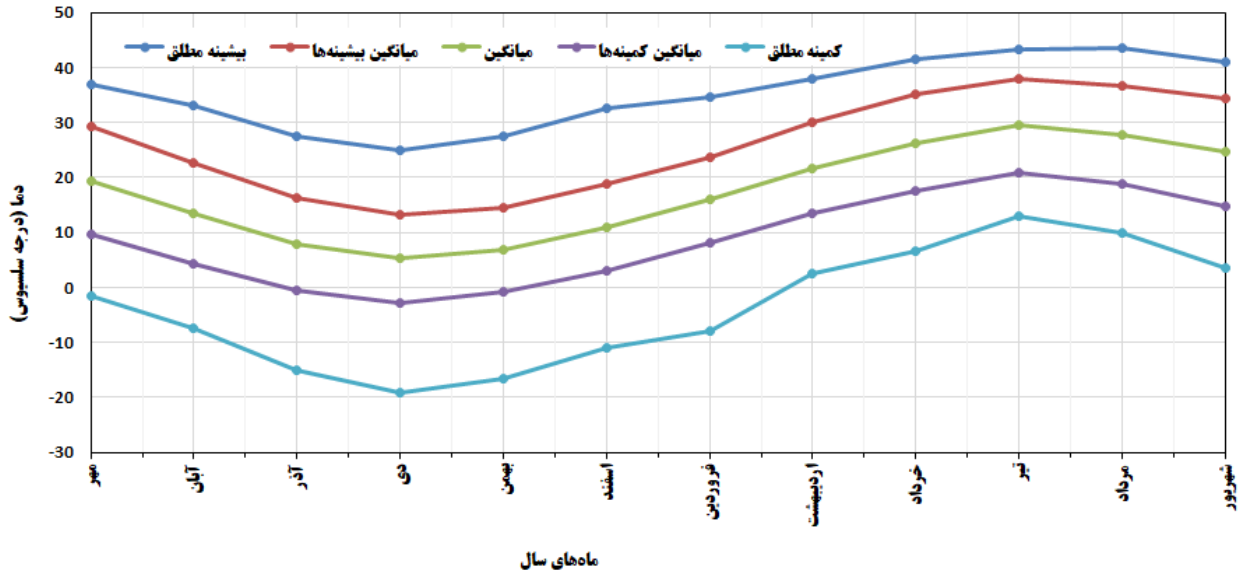
د) حداکثر مطلق دما: این عامل کمیتی لحظه‌ای است که نشان‌می‌دهد در یک دوره زمانی حداکثر گرمای سیستم چه مقدار بوده است.

ه) حداقل مطلق دما: این عامل کمیتی لحظه‌ای است که نشان‌می‌دهد در یک دوره زمانی حداقل گرمای سیستم چه مقدار بوده است.

لازم به ذکر است که در بررسی پارامتر دمای منطقه ازآنجایی‌که پراکندگی دما در دوره‌های مختلف تغییرات عمده‌ای ندارد، لذا آمار این پارامتر نیازمند بازسازی نبوده و در این دوره می‌توان از کلیه آمار ثبت شده در ایستگاه منتخب دارای آمار دما استفاده نمود. با بررسی‌های انجام شده مشاهده گردید که ایستگاه مرکزپژوهشی یزد در محدوده منطقه مورد مطالعه از آمار کافی و مناسب برخوردار است. مقادیر پنج شاخص حرارتی در جدول زیر ارائه‌شده است. بیشترین و کمترین دمای ثبت شده در ایستگاه مرکزپژوهشی یزد، به‌ترتیب در ماه تیر (۴۳/۴ درجه سلسیوس) و دی (۶/۲- درجه سلسیوس) مشاهده شد.

جدول ۲- ۹- مقادیر پنج شاخص حرارتی ایستگاه مهدی آباد بهادران طی دوره آماری موجود (سلسیوس)

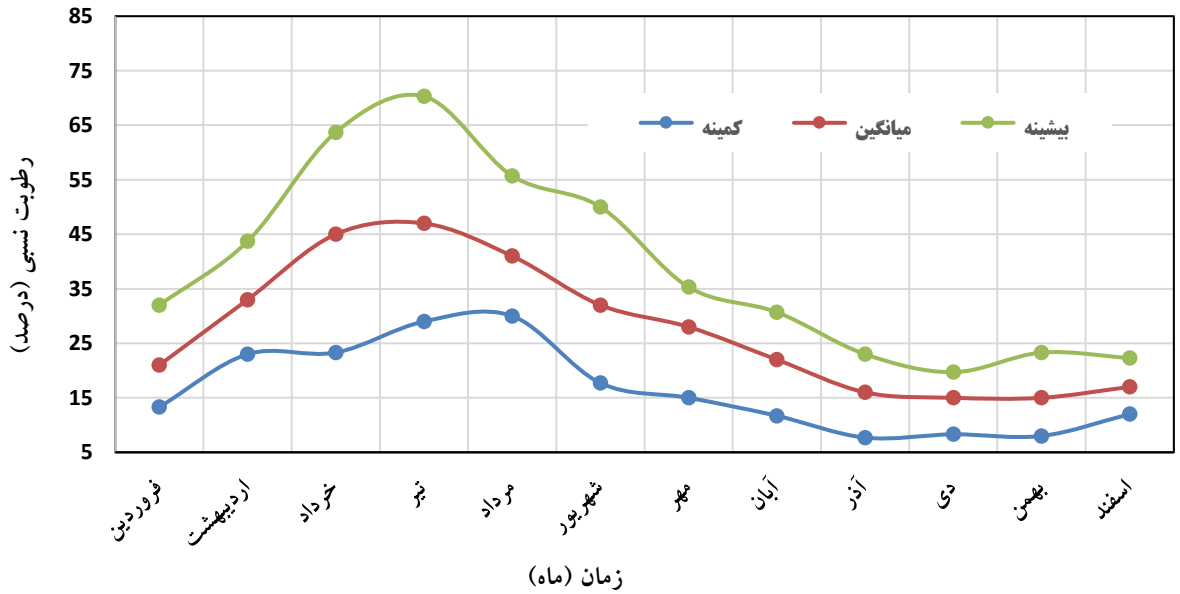
مقیاس زمانی	حداقل مطلق	میانگین حداقل	میانگین	میانگین حداکثر	حداکثر مطلق
مهر	-۱/۵	۹/۶	۱۹/۴	۲۹/۳	۳۷/۰
آبان	-۷/۵	۴/۳	۱۳/۵	۲۲/۶	۳۳/۰
آذر	-۱۵/۰	-۰/۴	۷/۹	۱۶/۲	۲۷/۴
دی	-۱۹/۰	-۲/۷	۵/۲	۱۳/۱	۲۵/۰
بهمن	-۱۶/۵	-۰/۸	۶/۹	۱۴/۶	۲۷/۴
اسفند	-۱۱/۰	۳/۱	۱۱/۰	۱۸/۸	۳۲/۶
فروردین	-۸/۰	۸/۰	۱۵/۹	۲۳/۸	۳۴/۶
اردیبهشت	۲/۵	۱۳/۵	۲۱/۸	۳۰/۰	۳۸/۰
خرداد	۶/۵	۱۷/۶	۲۶/۳	۳۵/۱	۴۱/۴
تیر	۱۳/۰	۲۰/۸	۲۹/۴	۳۸/۱	۴۳/۴
مرداد	۱۰/۰	۱۸/۹	۲۷/۸	۳۶/۷	۴۳/۶
شهریور	۳/۵	۱۴/۹	۲۴/۶	۳۴/۳	۴۱/۰
سالانه	**-۱۹/۰**	**۸/۹**	**۱۷/۵**	**۲۶/۱**	**۴۳/۶**



شکل ۲- ۴ – نمودار تغییرات دمایی در ایستگاه مهدی‌آباد بهادران

۲_۵ رطوبت نسبی

آمار رطوبت نسبی علاوه بر ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک اخیراً در بعضی از ایستگاه‌های تبخیر سنجی نیز اندازه‌گیری و منتشر می‌شود. معمولاً این پارامتر در رأس ساعت‌های ۶/۵، ۱۲/۵ و ۱۷/۵ به‌وقت محلی اندازه‌گیری می‌شود. تقریباً بیش از ۹۰ درصد حالات مقادیر اندازه‌گیری شده نم نسبی در ساعت ۶/۵ بیش از مقادیر اندازه‌گیری شده در ساعت ۱۲/۵ و ۱۸/۵ مشاهده می‌گردد و بالعکس تقریباً برای همین تعداد حالات این مقادیر در ساعت ۱۲/۵ کمترین مقدار نم نسبی مشاهدات را به خود اختصاص داده است. شکل (۲–۵) تغییرات متوسط حداکثر، میانگین و متوسط حداقل نم نسبی ماهانه ایستگاه منتخب را نشان‌می‌دهد.



شکل ۲- ۵ – نمودار تغییرات رطوبت نسبی در ایستگاه مهدی‌آباد بهادران

۲_۶ تحلیل شرایط باد در منطقه

اختلاف فشار در دو منطقه مجاور هم موجب جریان یافتن هوا در سطوح افقی می‌شود که اصطلاحاً به آن باد گفته می‌شود. این اختلاف ممکن است به دلیل تغییرات دما و یا ورود سیستم‌های گرم و سرد به منطقه به وجود آید. بر این اساس بادهای منطقه را می‌توان به دو دسته عمده زیر تقسیم بندی کرد.

الف- بادهای محلی با مقیاس کوچک که بین دشت و کوهستان یا دره و کوهستان به وجود می‌آیند و در طول شبانه‌روز تغییر جهت می‌دهند.

ب- بادهایی که منشأ آنها فرا قاره‌ای یا منطقه‌ای است که در این شهرستان به نام‌های مختلف شناخته می‌شود. در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

- بادهای شرقی که در تمام فصول سال از جانب دریای خزر به سمت غرب استان یزد می‌وزند. این باد از نوع جریانات سرد و مرطوبی است که از دریای خزر و عرض‌های میانه نیمکره شمالی وارد منطقه می‌شوند. این جریانات به‌دلیل عبور از روی دریای خزر تا حدودی مرطوب است. مه‌یلی در اواخر پاییز، در طول فصل زمستان و در اوایل بهار موجب ریزش برف و در دیگر اوقات گرم سال موجب ریزش باران می‌گردد. از اثرات مه‌یلی افزایش رطوبت نسبی هوای خوی و ایجاد شبنم در سطح زمین در اوایل صبح است که در منطقه با نام هنو یا شه (مانند مه) شناخته می‌شود و با گرم شدن هوا از بین می‌رود. این باد نقش مهمی در جمع آوری محصولات کشاورزی که به‌صورت خشک چیده شده‌اند دارد.

همان طوری که اشاره شد باد کمیتی است برداری و دارای جهت و سرعت است. جهت باد به سمتی گفته‌می‌شود که باد از آن سمت می‌وزد و برحسب درجه بیان می‌شود و به‌طور معمول مبدا آن شمال جغرافیایی و جهت آن در جهت چرخش عقربه‌های ساعت افزایش می‌یابد. اطلاعات آماری پارامتر باد برای ۸ جهت ارائه می‌شود. سرعت باد برحسب متر بر ثانیه یا نات (Knot) اندازه‌گیری می‌شود و هر نات در حدود ۰/۵۱ متر برثانیه است. اندازه‌گیری سمت و سرعت باد معمولاً در

ایستگاه‌های هواشناسی (کلیماتولوژی و سینوپتیک) بر روی دکل‌های ده متری هر ۳ ساعت یک‌بار انجام‌می‌شود. از آنجایی که سرعت باد در هر لحظه می‌تواند تغییر کند، بنابراین دیده‌بان هواشناسی در رأس ساعت مقرر سرعت باد را سه مرتبه اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها را به عنوان سرعت باد ثبت می‌کند. این موضوع برای سمت باد نیز صادق است. در ایستگاه‌های سینوپتیک علاوه بر ارتفاع ده متری، اندازه گیری سرعت و سمت باد در ارتفاع ۲ متری و بر روی تشتک تبخیر نیز انجام‌می‌شود. اندازه‌گیری باد با و سایل مختلف انجام می‌گیرد. برای این کار در ایستگاه‌های هواشناسی از بادسنج ویلد، بادسنج فنجانی و یا بادنگار استفاده می‌شود.

نظر به این که در نشریات آماری هواشناسی، سرعت باد در ارتفاع ده متری گزارش می‌شود، بنابراین به منظور استفاده از این داده‌ها در مطالعات کشاورزی و اطلاع از میزان سرعت باد در ارتفاع ۲ متری، سرعت متوسط باد در ماه‌های مختلف سال از طریق فرمول تجربی زیر به‌سرعت باد در ارتفاع دو متری قابل تبدیل است.

$$U_{۲m} = U_z \, (۲ / z)^{۰٫۱۵} \qquad (۴)$$

$U_{۲m}$: سرعت باد در ارتفاع ۲ متری

U_z:: سرعت باد در ارتفاع z

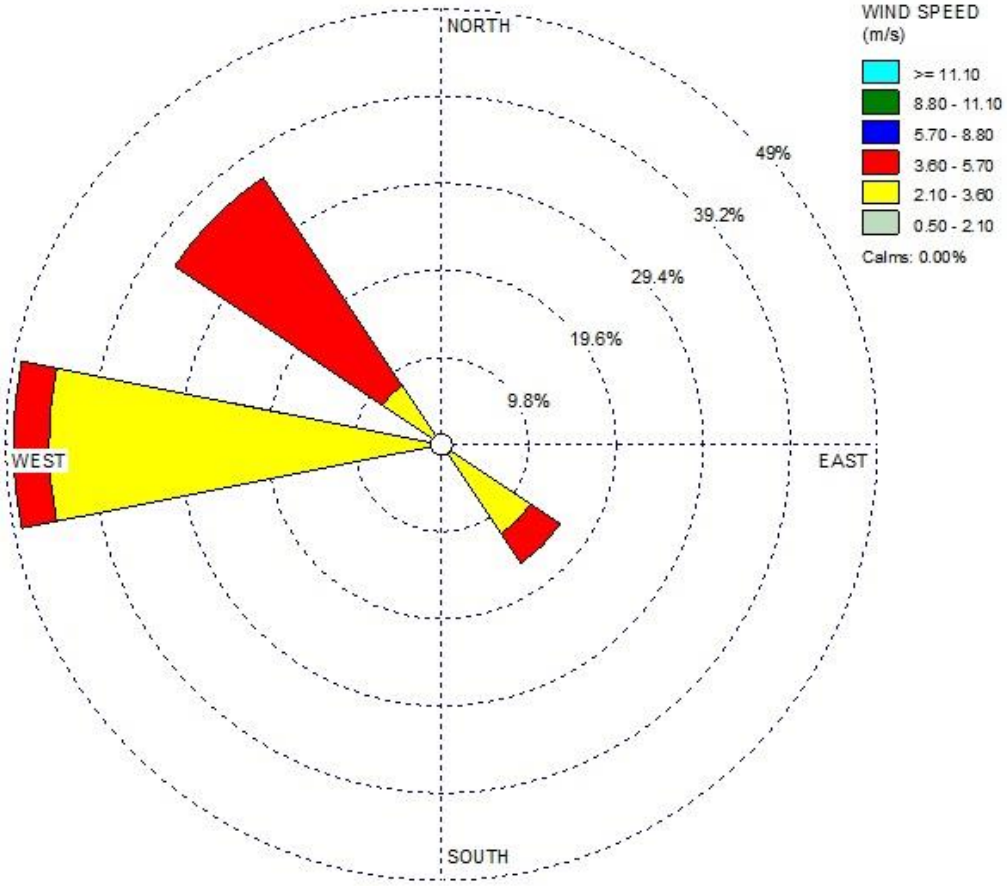
Z: ارتفاعی که سرعت باد در آن اندازه‌گیری شده‌است.

نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده طرح ایستگاه یزد می‌باشد که در جدول زیر پارامترهای آماری باد در این ایستگاه به‌صورت ماهانه و سالانه ارایه شده است.

جدول ۲- ۱۰- مقادیر سرعت و جهت باد در ایستگاه همدیدی یزد

مقیاس زمانی	سرعت باد غالب (متر بر ثانیه)	جهت باد	
فروردین	۲/۴۶	جنوبی	S
اردیبهشت	۲/۵۰	شمال غربی	NW
خرداد	۲/۳۰	شمال غربی	NW
تیر	۲/۴۶	شمال غربی	NW
مرداد	۲/۱۸	شمال غربی	NW
شهریور	۱/۸۲	شمال غربی	NW
مهر	۱/۵۷	جنوبی	S
آبان	۱/۴۹	شمال غربی	NW
آذر	۱/۶۲	شمال غربی	NW
دی	۱/۷۴	شمال غربی	NW
بهمن	۲/۰۶	جنوبی	S
اسفند	۲/۳۰	جنوبی	S
سالانه	۲/۰۶	شمال غربی	NW

معمولاً مقادیر اندازه‌گیری شده سرعت و جهت باد را توسط گلباد (Wind Rose) نشان می‌دهند که از روی محاسبه فرکانس وقوع سرعت‌های مختلف تهیه می‌گردد. همان‌طوری‌که ذکر شد، اندازه‌گیری‌های مربوط به باد به‌صورت منظم و سیستماتیک فقط در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور اندازه گیری می‌شود. به همین خاطر نیز در این مطالعه از آمار بلند مدت ایستگاه همدیدی یزد استفاده شده و گلباد سالانه در شکل (۲-۶) زیر ارایه شده است.



شکل ۲- ۶ – نمودار گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک یزد

۲_۷ تعیین سرعت حداکثر باد

برای تعیین سرعت حداکثر باد در منطقه طرح با دوره های برگشت مختلف آمار سرعت شدید ترین باد در ایستگاه سینوبتیک یزد برای یک دوره آماری ۱۸ ساله (۲۰۰۵ لغایت ۲۰۲۲) گرد آوری و پس از کنترل به کمک توزیع آماری متعارف (نرمال، گاما سه پارامتری و لوگ پیرسون تیپ III) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. جدول (۲-۱۱ و ۲-۱۲).

با بررسی به عمل آمده ارقام حاصل از توزیع نرمال برای محل پروژه مناسب تشخیص داده شده است. طبق این ارقام حداکثر سرعت باد برای دوره بر گشت ۱۰۰،۵۰،۲۵ سال به ترتیب برابر ۴۴.۰۳۲، ۴۶.۵۵۲، ۴۸.۸۱۹ متر در ثانیه یا معادل ۱۵۸.۵، ۱۶۷.۵، ۱۷۵.۷ کیلومتر در ساعت می باشد.

جدول ۲- ۱۱- حداکثر سرعت باد سالیانه در منطقه طرح (ایستگاه سنوپتیک یزد)

ردیف	سال	سرعت باد (m/sec)	ردیف	سال	سرعت باد (m/sec)
۱	۱۳۸۰	۲۰	۱۲	۱۳۹۱	۲۴
۲	۱۳۸۱	۱۵	۱۳	۱۳۹۲	۲۲
۳	۱۳۸۲	۲۵	۱۴	۱۳۹۳	۲۸
۴	۱۳۸۳	۳۵	۱۵	۱۳۹۴	۲۴
۵	۱۳۸۴	۱۳	۱۶	۱۳۹۵	۲۴
۶	۱۳۸۵	۲۲	۱۷	۱۳۹۶	۲۱
۷	۱۳۸۶	۲۴	۱۸	۱۳۹۷	۲۵
۸	۱۳۸۷	۳۰	۱۹	۱۳۹۸	۲۴
۹	۱۳۸۸	۲۷	۲۰	۱۳۹۹	۲۷
۱۰	۱۳۸۹	۲۵	۲۱	۱۴۰۰	۲۸
۱۱	۱۳۹۰	۲۷	۲۲	۱۴۰۱	۲۴
بیشینه			۳۵		
میانگین			۱۵/۹		
کمینه			۵		

جدول ۲- ۱۲- حداکثر سرعت باد سالیانه در منطقه طرح (ایستگاه سینپتیک یزد) (متر بر ثانیه)

توزیع آماری	دوره بازگشت (سال)					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
نرمال	۲۴/۲۷۳	۲۸/۱۷۹	۳۰/۲۲۱	۳۲/۳۹۸	۳۳/۸۰۵	۳۵/۰۷
گاما ۳ پارامتری	۲۴/۱۳۲	۲۸/۰۹۷	۳۰/۲۳۵	۳۲/۵۶۶	۳۴/۱	۳۵/۴۹۸
لوگ پیرسون تیپ ۳	۲۴/۹۰۳	۲۸/۴۲۵	۲۹/۷۹۵	۳۰/۹	۳۱/۴۳۴	۳۱/۸۰۹

۲_۸ ساعات آفتابی

مدت تابش آفتاب درخشان نشان‌دهنده تمام مدت زمانی است که میزان نور خورشید از آستانه‌ای مشخص شده بیشتر است، برخلاف آن، مدت تابش آفتاب قابل مشاهده نشان‌دهنده مقادیر کمتر از حد آستانه است که به‌اندازه کافی قوی نیست تا گیرنده را تحریک کند؛ این تابش به‌عنوان مثال در هنگام طلوع و غروب خورشید رخ می‌دهد. اندازه‌گیری مدت تابش آفتاب توسط وسیله‌هایی به نام آفتاب‌نگار انجام‌می‌شود. آفتاب‌نگارهای کم بل استوکس یکی از انواع آفتاب‌نگار هستند که پرتوهای خورشید را توسط یک لنز شیشه‌ای کروی بر روی یک نوار خاص جمع می‌کند. آفتاب‌نگارهای الکترونیکی جدید نسبت به انواعی که از نوار کاغذی استفاده می‌کند؛ حساسیت بیشتری دارند. سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، در سال ۱۹۶۲ به‌منظور یکسان‌سازی داده‌های اندازه‌گیری شده در سراسر جهان، یک طرح استاندارد از آفتاب‌نگار کم بل استوکس را به نام آفتاب‌نگار مرجع خلال‌مدت (IRSR) طراحی کرد. سرانجام در سال ۲۰۰۳، مدت تابش آفتاب به‌عنوان دوره‌ای تعریف شد که طی آن تابش مستقیم خورشید از مقدار آستانه $W/m^2$۱۲۰ تجاوز می‌کند. نتایج حاصل از اندازه گیری های ساعات آفتابی در ایستگاه سینوپتیک یزد در مقیاس ماهانه و سالانه در جدول زیر ارائه ده است.

جدول ۲- ۱۳- ساعات آفتابی در منطقه طرح (ایستگاه همدیدی یزد) (ساعت)

مقیاس زمانی	مجموع ساعت آفتابی ماهانه
فروردین	۲۶۰/۵۹
اردیبهشت	۲۹۵/۶۵
خرداد	۳۶۱/۶۰
تیر	۳۵۵/۹۴
مرداد	۳۵۷/۰۶
شهریور	۳۳۶/۳۳
مهر	۲۹۸/۵۵
آبان	۲۳۹/۸۰
آذر	۲۱۶/۱۰
دی	۲۱۲/۲۶
بهمن	۲۳۰/۹۳
اسفند	۲۳۷/۹۴
سالانه	۳,۴۰۲/۷۵

۲_۹ تعیین اقلیم محدوده مطالعاتی

اقلیم منطقه مطالعاتی به‌عنوان برآیند اثر عناصر مختلف و انتزاعی اقلیمی عمدتاً متأثر از ارتفاعات، سیستم‌های مدیترانه‌ای و فراسرد ارتفاعی است. برای انجام بررسی‌های اقلیمی سیستم‌های آمبرژه و دومارتن اصلاح شده انتخاب‌شده است تا تصویری از وضعیت اقلیمی منطقه ارائه گردد.

۲_۱۰ اقلیم نمای دومارتن اصلاح‌شده

طبقه‌بندی اقلیمی به‌روش دومارتن اصلاح‌شده بر اساس مقدار بارش سالانه (میلی‌متر) و متوسط دمای سالانه (سانتی‌گراد) بر مبنای ضریب خشکی (AI) که از رابطه زیر برآورد می‌شود، استوار است:

$$AI = \frac{P}{T + 10} \qquad (۵)$$

که در آن P: بارندگی سالانه و T: متوسط دمای سالانه (سانتی‌گراد) می‌باشد. بر اساس فرمول دومارتن هفت طبقه‌بندی اقلیمی به شرح جدول زیر متمایز می‌گردند. این طبقه‌بندی دارای یک کلیموگراف نیز می‌باشد.

جدول ۲- ۱۴- طبقات اقلیمی دومارتن

نوع اقلیم	محدوده ضریب خشکی (I)	علایم
فرا خشک	صفر تا ۴.۹	A1-1
خشک بیابانی	۵ تا ۹.۹	A1-2
نیمه‌خشک	۱۰ تا ۱۹.۹	A2
مدیترانه‌ای	۲۰ تا ۲۳.۹	A3
نیمه مرطوب	۲۴ تا ۲۷.۹	A4
مرطوب	۲۸ تا ۳۴.۹	A5
خیلی مرطوب (الف)	۳۵ تا ۵۴.۹	A6
خیلی مرطوب (ب)	بیشتر از ۵۵	A7

دومارتن آستانه‌هایی از Ai را برای تعیین مرز اقالیم مختلف انتخاب و هفت نوع اقلیم را در تقسیم‌بندی خود از خشک تا بسیار مرطوب متمایز نموده‌است. به‌سادگی قابل‌درک است که ضریب خشکی دومارتن با افزایش بارندگی افزایش می‌یابد و با کاستن دما نیز زیاد می‌شود. بر این اساس در این طبقه‌بندی افزایش ارتفاع در مناطق کوهستانی شاخص اقلیمی را تا حد مناطق بسیار مرطوب بالا می‌برد. در صورتی که چنین مناطقی از نظر آب و هوایی با مناطق پر باران معتدل مانند سواحل خزر قابل‌مقایسه نیستند.

چنین ملاحظاتی باعث شد که جزء دومی به نام شاخص حرارتی (mj) به این طبقه‌بندی اضافه شود و سیستم طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن پیشرفته (گسترش داده‌شده) ایجاد گردد. آستانه‌های دمایی به شرح جدول زیر می‌باشند. به‌این‌ترتیب سیستم دومارتن گسترش داده شده مرکب از چهار گروه و هشت اشکوب اقلیمی است که کلاً ۳۲ تیپ اقلیمی را دربر می‌گیرد و پاسخگوی شرایط آب و هوایی بخش گسترده‌ای از کره زمین می‌باشد. نتایج حاصل از این روش برای محدوده مطالعاتی در جدول زیر ارائه‌شده است.

جدول ۲- ۱۵- آستانه‌های دمایی در روش دومارتن اصلاح‌شده

میانگین حداقل دمای روزانه در سردترین ماه سال (سلسیوس)	گروه اقلیمی	نماد
کمتر از ۷-	فراسرد یا ارتفاعی	M۱
۷- تا صفر	سرد	M۲
صفرتا ۵	معتدل	M۳
بیشتر از ۵	گرم	M٤

جدول ۲- ۱۶- اقلیم منطقه براساس روش دومارتن اصلاح‌شده

نام	نیروگاه خورشیدی مهریز
بارش	۶۰/۵
دما	۱۷/۵
متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (سانتی‌گراد)	-۲/۷
AI	۲/۲
اشکوب اقلیم	خشک بیابانی
گروه اقلیمی	سرد
نوع اقلیم	خشک سرد

۲_۱۱ تقسیم‌بندی به‌روش آمبرژه

تقسیم‌بندی آمبرژه چکیده بررسی‌های مونپلیه در زمینه طبقه‌بندی‌های بیوکلیماتیک در مناطقی از جهان است که رژیم بارندگی آن‌ها شبیه مناطق متأثر از رژیم رطوبتی مدیترانه است و بیشتر پوشش نباتی طبیعی این مناطق را زیر نظر دارد. این تقسیم‌بندی بر یک کلیماگرام تجربی منعکس‌شده که در شکل (۲-۷) نشان داده‌شده‌است. ضریب آمبرژه یا ضریب بارندگی یا ضریب Q به‌صورت زیر برای تعیین پوشش نباتی ایران مورداستفاده قرار گرفته است:

(۶)

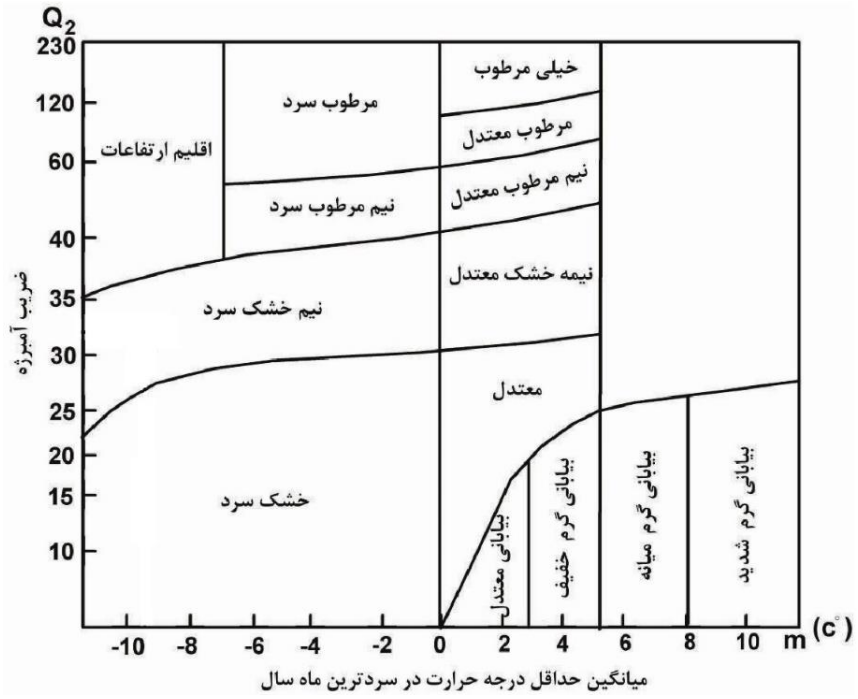
$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

که در آن P: متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)، M: متوسط حداکثرهای روزانه در گرم‌ترین ماه سال (کلوین) و m: متوسط حداقل‌های روزانه در سردترین ماه سال (کلوین) می‌باشد.

نظر به معادلات گرادیان بارندگی سالانه و متوسط حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال و متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال مقادیر هر یک از پارامترهای مورد اشاره برای مناطق فاقد ایستگاه قابل‌محاسبه است. جدول زیر اقلیم منطقه را به‌روش آمبروژه ارائه می‌دهد.

جدول ۲- ۱۷- اقلیم منطقه براساس روش آمبروژه

نام	بارندگی (میلی‌متر)	متوسط حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال		متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال		ضریب آمبروژه	نوع اقلیم
		(سانتی‌گراد)	کلوین	(سانتی‌گراد)	کلوین		
نیروگاه خورشیدی مهریز	۶۰/۵	۳۸/۱	۳۱۲/۳	-۲/۷	۲۷۱/۵	۵/۱	**خشک سرد**



شکل ۲- ۷ – اقلیم نمای آمبرژه

۳-۶- مقادیر حداکثر پارامتر های اقلیمی

براساس تحلیل همه جانبه شرایط اقلیمی ایستگاه موجود در نزدیکی محدوده مورد مطالعه مقادیر حداکثر پارامترهای اقلیمی زیر می توانند به منظور طراحی مورد توجه قرار گیرند:

الف) درجه حرارت

- بالاترین حداکثر ۴۳/۶ درجه سانتی‌گراد
- پایین‌ترین حداقل ۱۹/۰- درجه سانتی‌گراد
- میانگین سالانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد

ب) بارش

- حداکثر باران سالانه ۱۱۷/۵ mm
- حداکثر باران ماهانه ۵۵/۵ mm
- حداکثر باران ۲۴ ساعته ۵۵/۵ mm

ج) باد در تراز ۱۰ متری از سطح زمین

- جهت غالب باد شمال غربی (NW)
- سرعت تند باد ثبت شده ۱۲۶ km/h

۳ فیزیوگرافی

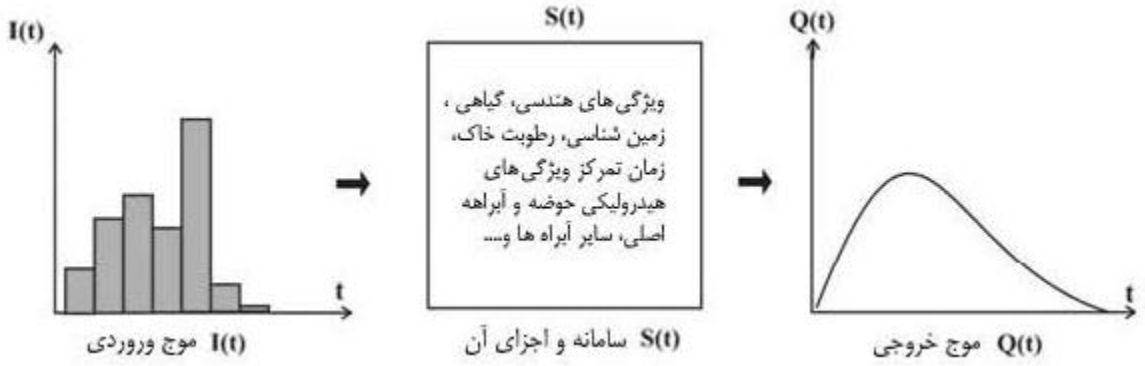
۳_۱ مقدمه

هدف از مطالعات فیزیوگرافی شناخت و ارزیابی ویژگی‌های هندسی و مورفومتریک حوضه آبخیز می‌باشد. فیزیوگرافی در حقیقت مطالعه خصوصیات فیزیکی و وضعیت مورفولوژی یک حوضه آبخیز است که اثر تعیین‌کننده‌ای بر خصوصیات هیدرولوژی و رژیم آبی آن دارد. آگاهی از خصوصیات فیزیکی یک آبخیز با همراه داشتن اطلاعاتی از شرایط آب‌وهوایی منطقه می‌تواند تصویر به‌نسبت دقیقی از کارکرد کمی و کیفی سیستم هیدرولوژیکی حوضه را نشان دهد. خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ها نه‌تنها به‌صورت مستقیم بر رژیم هیدرولوژیک آبخیز از جمله میزان آبدهی سالیانه، حجم سیلاب، شدت فرسایش خاک و میزان رسوب تولیدی اثر می‌گذارد، بلکه به‌طور غیرمستقیم نیز با اثر بر آب‌وهوا و وضعیت اکولوژی و پوشش‌گیاهی به میزان زیادی رژیم آبی حوضه را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهد.

در این بخش سعی شده است آن دسته از خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبخیز که از اهمیت بیشتری در مطالعات برخوردارند، پرداخته شود. در هر مورد نیز بهترین و متداول‌ترین روش‌ها به‌کار گرفته شد و نتایج به‌همراه جداول که به حصول نتایج کمک خواهند نمود، ارائه شده است.

۳_۲ حوضه آبریز

رواناب پاسخ حوضه به رگبار نازل شده بر آن می‌باشد. در اینجا رگبار، موج ورودی، سیلاب یا رواناب، موج خروجی و حوضه نقش یک سامانه را دارد. اجزای مؤثر در فرایند تبدیل موج ورودی به موج خروجی (اجزای سامانه)، عوامل هندسی، گیاهی، زمین‌شناسی، هیدرولیکی و سایر عوامل مؤثر در تولید رواناب است. شکل (۳-۱) این موارد را نشان می‌دهد. در واقع موج خروجی (یعنی سیلاب یا رواناب) ناشی از فرایند ترکیب موج ورودی و سامانه باشد[۱]. این مطلب را به‌صورت رابطه پیچش $Q(t)=I(t)*S(t)$ نیز می‌توان نمایش داد.



شکل ۳- ۱ - نمایش موج و سامانه برای یک حوضه آبریز نوعی

در این بخش، اجزای مهم سامانه مانند مشخصات هندسی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، مشخصات هیدرولیکی و زمان تمرکز بررسی و تشریح شده است. مطالب این فصل در مورد حوضه‌های طبیعی، دشت‌ها، زمین‌های آبیاری، زمین‌های جنگلی، زمین‌های شهری و یا ترکیب این موارد قابل کاربرد است.

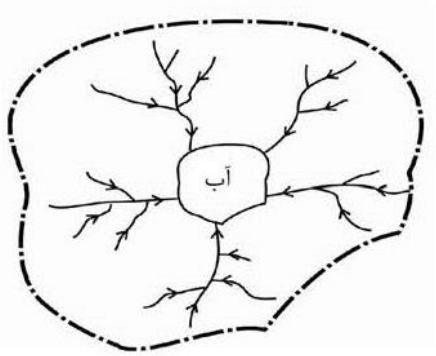
۳_۲_۱ شاخص‌های هندسی و فیزیکی حوضه آبریز

حوضه آبریز (آبخیز) ناحیه بسته‌ای است که آب حاصل از ریزش‌های جوی بر آن، ذوب برف با آبیاری در داخل ناحیه از طریق شبکه آبراهه‌ای با جریان سطحی به یک مخزن، استخر، دریاچه، دق (دریاچه‌های فصلی)، آبراهه، زمین‌های کشاورزی و غیره می‌رسد و یا از مقطع رودخانه‌های به نام خروجی عبور می‌کند. در واقع محدوده زهکشی یک آبراهه، رودخانه، دریاچه و ... را یک حوضه آبریز می‌نامند [۱].

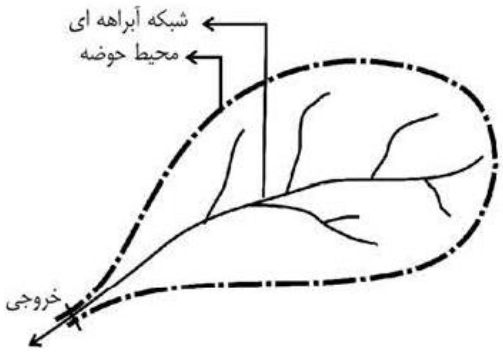
برای بررسی یک حوضه آبریز معمولا از نقشه‌های توپوگرافی (با مقیاس های ۱/۲۵۰۰۰، ۱/۵۰۰۰۰، ۱/۲۵۰۰۰۰ و غیره)، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای استفاده می‌شود. مقیاس‌های ۱/۱۰۰۰۰ و بزرگتر نیز در زمین‌های کشاورزی معمول است. حوضه آبریز تصویر افقی حوضه طبیعی روی این نقشه‌ها است و کلیه محاسبات روی این تصویر افقی انجام می‌گیرد.

حوضه‌های آبریز به‌طور کلی به دو نوع بسته (شکل (۳-۲)) و باز (شکل (۳-۳)) تقسیم‌بندی می‌شوند. حوضه‌های آبریز از

دیدگاه‌های دیگری نیز تقسیم‌بندی می‌شوند، مانند حوضه‌های کشاورزی (آبیاری)، حوضه‌های طبیعی، شهری، جنگلی، کوهستانی، برفی و غیره. تعریف و تقسیم‌بندی قبل حالت کلی تمام این موارد است.



شکل ۳- ۲ - حوضه بسته. آب در داخل حوضه ذخیره می‌شود که می‌تواند دق، کویر، النگ یا دریاچه باشد.



شکل ۳- ۳ - حوضه باز. آب از خروجی عبور می‌کند و از حوضه خارج می‌شود. مانند: حوضه‌های منتهی به سدها، دشت‌های آبیاری و غیره.

۳_۲_۲ ویژگی‌های هندسی حوضه آبریز

حوضه آبریز از دیدگاه ریاضی یک منحنی محدب ساده است. بنابراین یک حوضه دارای مساحت، شیب، محیط، شبکه آبراهه‌ای نقاط ارتفاعی و موارد دیگر است که از روی نقشه توپوگرافی (تصویر بر سطح افق) اندازه‌گیری یا به کمک قوانین ریاضی محاسبه می‌شود و آنها را مشخصات فیزیکی، هندسی یا کوه آبنگاری حوضه آبریز می‌نامند.

اندازه‌گیری مساحت، محیط و شبکه آبراهه‌ای: این عوامل را به کمک منحنی‌سنج و مساحت‌یاب و از روی نقشه‌های حوضه اندازه‌گیری می‌کنند. با پیشرفت نرم‌افزارهای رایانه‌ای و ورود GIS به هیدرولوژی می‌توان این موارد را به آسانی و توسط این نرم‌افزارها به‌دست آورد.

برای هر حوضه آبریز در آغاز کار دو نوع نقشه اصلی، به‌صورت دو لایه تعریف شده در محیط GIS، تهیه می‌شود. این دو نقشه به‌ترتیب نقشه ارتفاعی (توزیع مساحت) و شبکه آبراهه‌ای (توزیع آبراهه‌ای) است. برای تهیه این دو نقشه، ابتدا نقشه توپوگرافی

با مقیاس مناسب (۱/۲۵۰۰۰ یا ۱/۵۰۰۰۰ یا ۱/۲۵۰۰۰۰) تهیه و به محل گزینه‌ها (خروجی حوضه) مراجعه و خروجی روی نقشه مشخص می‌شود. آنگاه اعمال زیر انجام می‌شوند:

- ✓ شبکه آبراهه‌ای روی نقشه ترسیم می‌شود.
- ✓ از نقطه خروجی شروع و روی خطالرأس‌ها چنان حرکت می‌شود که شبکه آبراهه‌ای در داخل حوضه قرار بگیرد. در نتیجه مرز حوضه مشخص می‌شود.
- ✓ منحنی‌های میزان اصلی–که حوضه را قطع می‌کنند– مشخص می‌شوند.
- ✓ نقاط ارتفاعی (مانند خروجی، بلندترین نقطه حوضه، نقاط ارتفاعی مهم و غیره)، مشخص می‌شوند.
- ✓ نقشه ترسیم‌شده بر روی کاغذ نسخه‌برداری می‌شود. این کار ممکن است به سه صورت دستی، رایانه‌ای و یا در محیط GIS صورت پذیرد.
- ✓ نقاط مهم مانند روستاها، بندهای انحرافی و غیره روی نقشه مشخص می‌شوند.
- ✓ معمول است که نقشه شبکه آبراهه‌ای و ارتفاعی جداگانه تهیه شود.
- ✓ مشخص کردن مقیاس نقشه، جهت شمال، طول و عرض جغرافیایی در چند نقطه حوضه الزامی است.

تذکر ۱: اگر امکان دسترسی به GIS و یا نرم‌افزارهای مناسب دیگر باشد، می‌توان موارد بالا را با کیفیت، دقت و سرعت بیشتری پردازش کرد. استفاده از GPS در عملیات صحرایی و تعیین مشخصات جغرافیایی، ارتفاع نقاط و سایر موارد، می‌تواند بسیار کارساز باشد. باید توجه شود که دقت GPS به‌ویژه دقت تعیین ارتفاع به‌وسیله آن مهم است.

تذکر ۲: اگر حوضه بسیار کوچک باشد و در روی نقشه مشخص نشود، می‌توان با استفاده از GPS ارتفاع و مختصات جغرافیایی تعدادی از نقاط حوضه را با پیمایش به‌دست آورد و سپس حوضه را با مقیاس مناسب روی کاغذ ترسیم و یا در

محیط GIS تعریف کرد. نقاط مهم شامل نقاط مرزی و خروجی حوضه، نقاط ارتفاعی داخل و مجاور حوضه، چند نقطه ارتفاعی مهم مجاور حوضه که در روی نقشه موجود است و برای تصحیح نقاط دیگر به‌کار می‌رود، چشمه‌ها، قنات‌ها و غیره است.

۳_۳ محاسبه ارتفاع (پستی و بلندی) حوزه

برای محاسبه ارتفاع متوسط حوزه از سه روش زیر استفاده شده است:

الف) محاسبه ارتفاع متوسط از روش وزنی

$$H_m = \frac{\Sigma(h_i a_i)}{\Sigma a_i}$$

h_i = متوسط ارتفاع بین دو خط تراز به m

a_i = مساحت بین دو خط تراز به Km^2

H_m = متوسط ارتفاع وزنی برحسب متر

در این گزارش، ارتفاع متوسط وزنی منطقه و واحدهای کاری آن از سیستم GIS استخراج گردیده است. جدول ۳–۱ نتایج مشخصات ارتفاعی را نشان می‌دهد.

ب) محاسبه ارتفاع متوسط حوزه به روش نمای ارتفاعی_مد ارتفاعی)

ارتفاعی می‌باشد که بیشترین فراوانی مساحت را داشته باشد. ارتفاع متوسط به روش مد ارتفاعی طبقه ارتفاعی است که بیشترین و بزرگترین فراوانی را دارد که آنرا از طریق هیستوگرام توزیع سطح– ارتفاع می توان به دست آورد. نتایج این روش در جدول ۳–۱ ارائه گردیده است.

ج) ارتفاع میانه (ارتفاع با فراوانی ۵۰ درصد)

این ارتفاع نقطه‌ای است که ۵۰ درصد سطح حوزه بیشتر از آن و ۵۰ درصد مساحت حوزه کمتر از آن ارتفاع باشند. ارتفاع میانه از جدول سطح– ارتفاع و هم از طریق منحنی سطح ارتفاع قابل استخراج است. نتایج این روش نیز در جدول ۳–۱ ارایه گردیده است. در ادامه نقشه هیپسومتری وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه را نشان داده شده است.

پس از مشخص کردن حوضه روی نقشه، در آغاز کار ارتفاع نقطه خروجی (H۰=Hmin) و بلندترین نقطه حوضه (Hn=Hmax) و منحنی‌های میزان اصلی ارتفاعی رسم می‌شوند. سپس، مساحت‌های جزئی محصور بین منحنی‌های میزان متوالی به کمک مساحت‌یاب یا کاغذ شطرنجی یا نرم‌افزارهای رایانه‌ای اندازه‌گیری می‌شوند و نتیجه در یک جدول توزیع فراوانی تنظیم و جدول تکمیل می‌شود. دقت شود که منحنی‌های میزان، حدود طبقات و مساحت بین آن‌ها، فراوانی جدول توزیع فراوانی مساحت را تشکیل می‌دهند[۱].جدول ۳–۱– وضعیت ارتفاعی حوضه آبریز مؤثر بر محدوده طرح را نشان‌می‌دهد.

جدول ۳–۱– وضعیت ارتفاعی حوضه آبریز مؤثر بر محدوده طرح

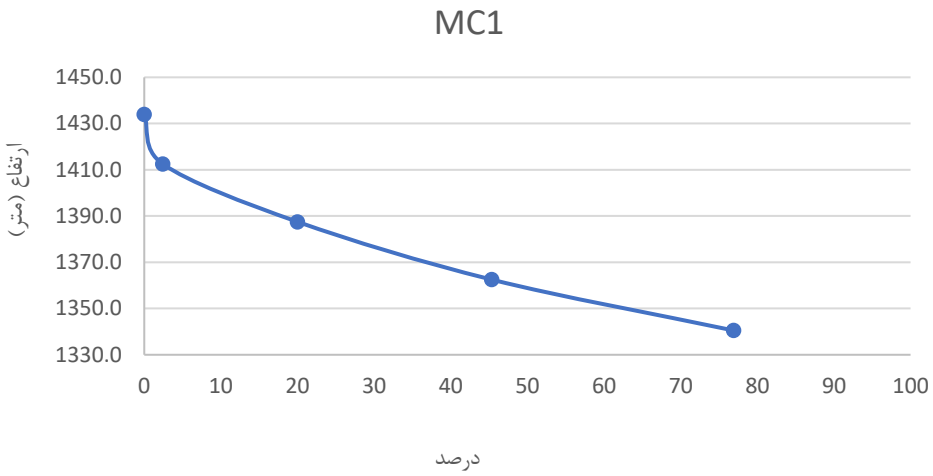
نام	مساحت – هکتار	ارتفاع متوسط وزنی(متر)	ارتفاع میانه(متر)	نمای ارتفاع(متر)
MC1	۲۸۳۶/۵۳	۱۳۷۴/۲۹	۱۳۶۳/۹۳	۱۳۶۲/۵

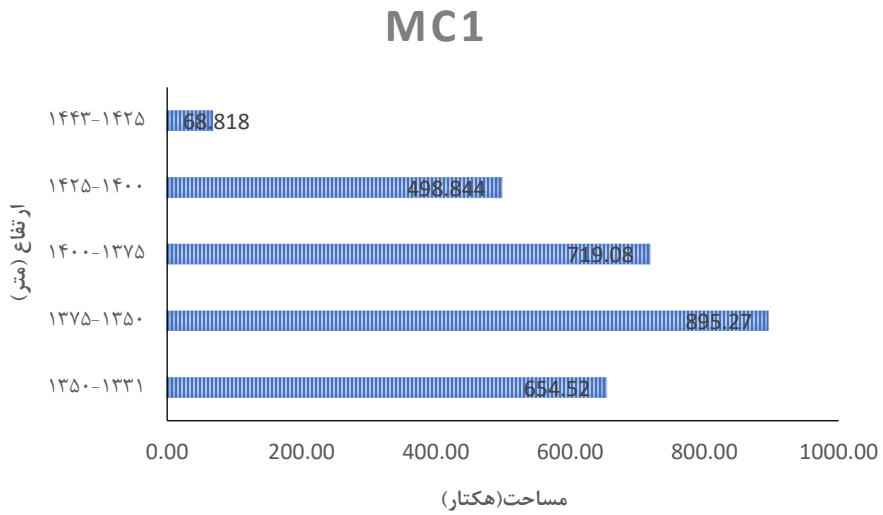
جدول ۳–۲– توزیع فراوانی مساحت حوضه آبریز مؤثر بر محدوده طرح برحسب ارتفاع

واحد کاری	طبقات ارتفاعی	متوسط ارتفاع (m)	مساحت (ha)	مساحت تجمعی (ha)	درصد مساحت	درصد تجمعی	درصد کاهشی	مساحت*ارتفاع	ارتفاع متوسط وزنی (m)	ارتفاع میانه	مد ارتفاعی
MC۱	۱۳۳۱-۱۳۵۰	۱۳۴۰.۵	۶۵۴.۵۲	۶۵۴.۵	۲۳.۱	۲۳.۱	۷۷	۸۷۷۳۸۸.۲۵	۱۳۷۴.۳	۱۳۶۳.۹	۱۳۶۲.۵
	۱۳۵۰-۱۳۷۵	۱۳۶۲.۵	۸۹۵.۲۷	۱۵۴۹.۸	۳۱.۶	۵۴.۶	۴۵	۱۲۱۹۸۰۲.۳۹			
	۱۳۷۵-۱۴۰۰	۱۳۸۷.۵	۷۱۹.۰۸	۲۲۶۸.۹	۲۵.۴	۸۰.۰	۲۰	۹۹۷۷۱۹.۸۹			
	۱۴۰۰-۱۴۲۵	۱۴۱۲.۵	۴۹۸.۸۴۴	۲۷۶۷.۷	۱۷.۶	۹۷.۶	۲	۷۰۴۶۱۶.۸۳			
	۱۴۲۵-۱۴۴۳	۱۴۳۴.۰	۶۸.۸۱۸	۲۸۳۶.۵	۲.۴	۱۰۰.۰	۰	۹۸۶۸۴.۸۶			
	جمع		۲۸۳۶.۵۳					۳۸۹۸۲۱۲.۲۲			

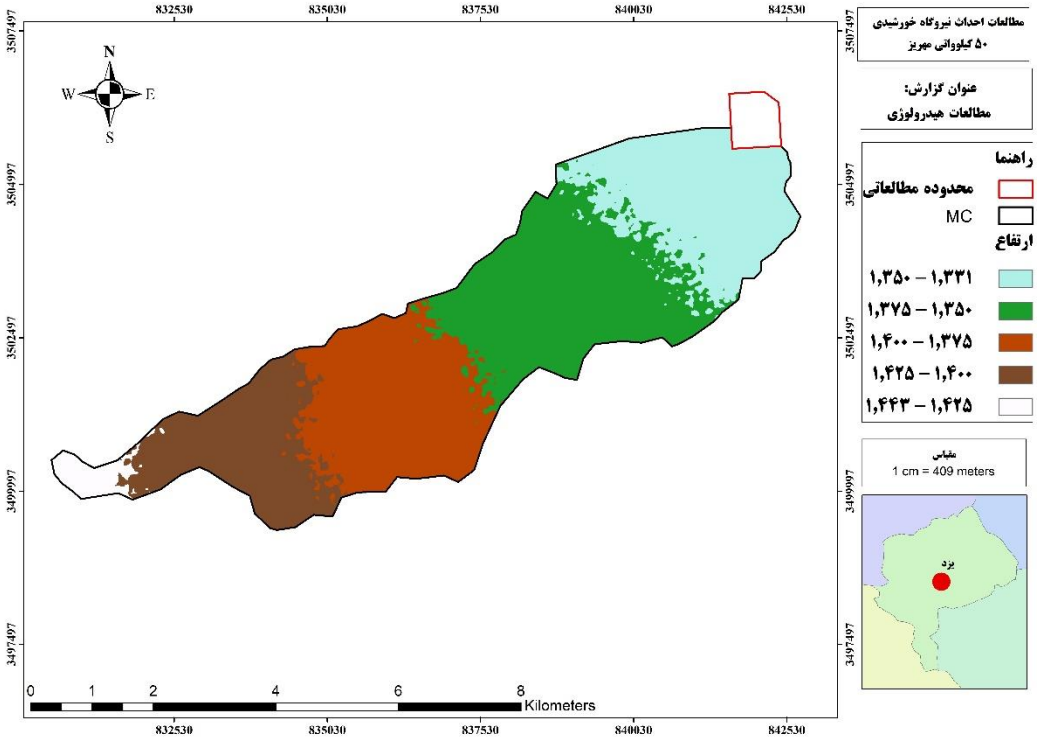
۳_۴ منحنی تجمعی مساحت (هیپسومتریک)

نمودار تابع توزیع مساحت حوضه آبریز یا درصد آن را هیپسومتریک می‌نامند. برای رسم آن در جدول توزیع مساحت حوضه از ستون مساحت تجمعی و کران بالای ارتفاعات هر طبقه استفاده می‌شود. نقاطی که به این ترتیب به‌دست می‌آید را با یک منحنی هموار به‌هم وصل می‌کنند که هیپسومتریک است. مبدأ، کران پایین اولین طبقه (Lamin) می‌باشد[۱]. شکل ۳–۴– منحنی تجمعی مساحت (هیپسومتریک) و آلتی‌متری حوضه آبریز MC۱ و شکل ۳–۵– نقشه توزیع ارتفاعی حوضه آبریز MC۱ را نشان می‌دهد.





شکل ۳-۴- منحنی تجمعی مساحت (هیپسومتریک) و آلتی‌متری حوضه آبریز MC1



شکل ۳-۵- نقشه توزیع ارتفاعی حوضه آبریز MC۱

۳_۴_۱ شیب حوضه آبریز و آبراهه اصلی

برای حوضه شیب‌های متفاوتی تعریف می‌شود که هر یک کاربردی خاص دارد، دو نمونه متداول به شرح زیر است[۱]:

الف- شیب خام حوضه (شیب مستطیل معادل)

این شیب، معادل شیب وزنی مستطیل معادل است و از رابطه ذیل به دست می‌آید.

$$\%I = \frac{H_{max} - H_{min}}{۱۰Z۱}$$

که در آن:

H_{max} و H_{min}: به‌ترتیب ارتفاع بلندترین و کوتاه‌ترین نقطه حوضه (متر) و

$Z۱$: طول مستطیل معادل (کیلومتر).

ب: شیب متوسط حوضه آبریز (روش هورتون)

در این روش شیب حوضه آبریز به‌صورت زیر محاسبه می‌شود و از رابطه ذیل به‌دست می‌آید.

$$\%I = \frac{(H_{max} - H_{min}) * L}{A}$$

که در آن:

L: طول آبراهه در حوضه آبریز (کیلومتر)، H_{max} و H_{min}: به‌ترتیب ارتفاع بلندترین و کوتاه‌ترین نقطه حوضه (کیلومتر) و A مساحت حوضه آبریز (کیلومتر مربع).

ج: شیب ناخالص آبراهه اصلی

در این روش شیب ناخالص آبراهه اصلی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود و از رابطه ذیل به‌دست می‌آید.

رابطه (۳-۵)

$$\%I_r = \frac{(H_{max} - H_{min})}{۱۰L_R}$$

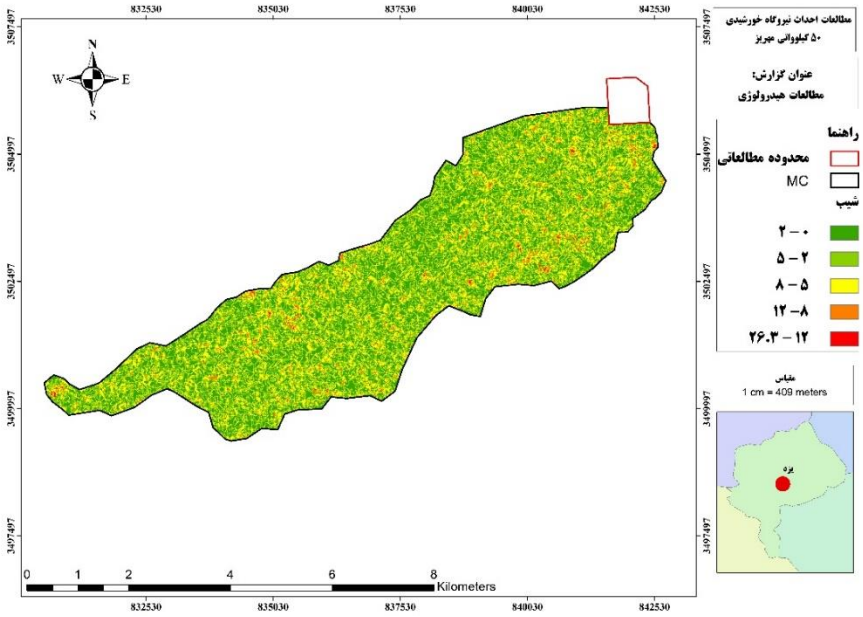
که در آن:

L_R: طول آبراهه اصلی در حوضه آبریز (کیلومتر)، H_{max} و H_{min}: به‌ترتیب ارتفاع بلندترین نقطه آبراهه و کوتاه‌ترین نقطه آبراهه (متر).

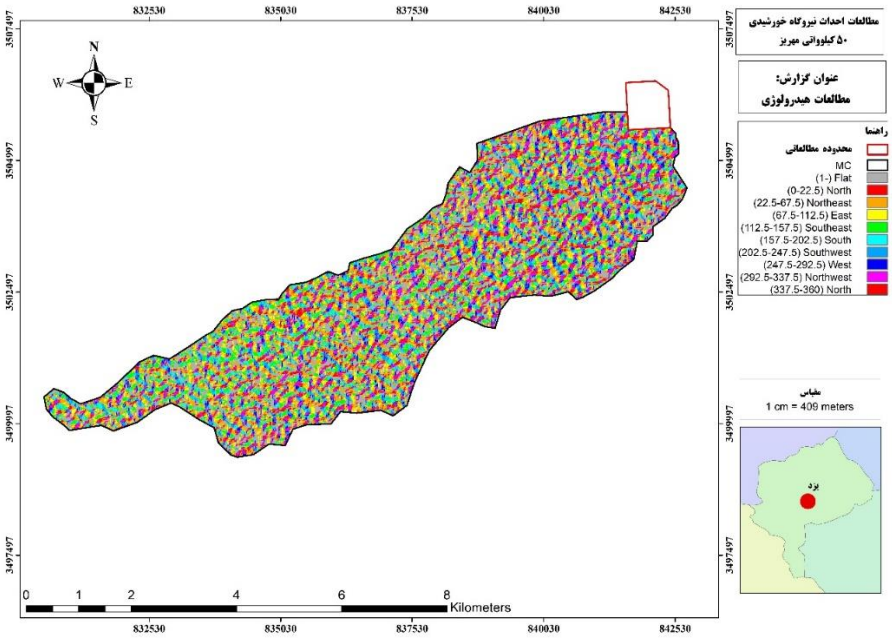
جدول ۳-۳-شیب متوسط حوضه با استفاده از روش های موجود، شکل ۳-۶- نقشه تغییرات شیب حوضه آبریز MC۱ و شکل ۳-۷- نقشه جهت شیب حوضه آبریز MC۱ را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۳-شیب متوسط حوضه با استفاده از روش های موجود

نام	شیب خام حوضه (شیب مستطیل معادل)	شیب متوسط حوضه آبریز (روش هورتون)	شیب ناخالص آبراهه اصلی
MC1	۰/۸	۰/۰۵	۰/۹



شکل ۳-۶- نقشه تغییرات شیب حوضه آبریز MC1



شکل ۳-۷- نقشه جهت شیب حوضه آبریز MC۱

۳_۵ شاخص‌های زهکشی و شکل حوضه

حوزه‌های آبخیز از نظر شکل ظاهری دارای شکل‌های گوناگون می‌باشند، تأثیر شکل حوزه بر رواناب سطحی و هیدروگراف سیل محرز و این موضوع را عده زیادی از هیدرولوژیستها مورد بررسی قرار داده‌اند. که ذیلاً متداول‌ترین آنها را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. نتایج این بررسی در ارائه شده است.

۱_۵_۳ تراکم زهکشی

$$D_d = \frac{۱}{A} * \sum_{i=۱}^{n} L_i$$

که در آن:

D_d: تراکم زهکشی ($km/km^۲$)

A: مساحت حوضه ($km^۲$)

$\sum_{i=۱}^{n} L_i$: مجموع طول تمام آبراهه‌های اصلی و فرعی حوضه (کیلومتر)، و n: تعداد شاخه‌های رودخانه‌های حوضه.

هر چه این شاخص بزرگتر باشد نشان می‌دهد که در واحد سطح شاخه‌های بیشتری از آبراهه‌ها وجود دارد و در نتیجه سیلاب‌ها سریع‌تر تخلیه می‌شوند.

۲_۵_۳ ضریب گراویلیوس

شکل حوضه آبریز به‌دلیل تأثیری که بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه آبریز می‌گذارد، در مطالعات فیزیوگرافی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شکل حوضه آبریز با تأثیر بر زمان تمرکز، بر شکل هیدروگراف سیل و شدت دبی آن تأثیرگذار است. جهت بررسی و ارزیابی شکل حوضه‌های آبریز، ضرایب مختلفی معرفی شده است که از آن جمله می‌توان به ضریب گراویلیوس اشاره نمود. ضریب گراویلیوس حوضه با رابطه زیر معرفی شده است:

$$C_g = ۰.۲۸P/\sqrt{A}$$

که در آن، Cg ضریب گراویلیوس، P محیط حوضه برحسب کیلومتر و A مساحت حوضه برحسب کیلومتر مربع می‌باشد. اگر ضریب گراویلیوس بزرگتر از یک باشد، نشان دهنده انحراف شکل حوضه از دایره می‌باشد.

۳_۵_۳ ضریب شکل هورتون

این ضریب حوضه را با یک مستطیل مقایسه می‌کند.

$R_f=AL^{-۲}$

که در آن

L: طول حوضه، فاصله خروجی حوضه تا دورترین نقطه آن (کیلومتر) اگر حوضه مربع باشد Rf = ۱ و هر چه به سمت مستطیل میل کند، R_f کوچکتر می‌شود. اگر حوضه به‌صورت خط مستقیم باشد، Rf =۰

می‌شود که در بیشتر حوضه ها۰.۵ >= Rf

۳_۵_۴ ضریب گردی میلر

میلر شکل آبخیز را از طریق فرمول زیر مورد مطالعه قرار داده است:

$$R_c = \frac{12.56A}{P^2}$$

R_c = نسبت گردی میلر

A = مساحت حوزه آبخیز ($km^۲$)

P = محیط حوزه آبخیز (km)

این ضریب همواره کمتر از یک بوده و در حوزه های گرد به یک نزدیک می‌شود.

۳_۵_۵ ضریب کشیدگی حوزه به روش شیوم

این روش شکل حوزه آبخیز را به طریق نسبت طولی مورد ارزیابی قرار می‌دهد که توسط شیوم بصورت زیر ارایه شده است:

$$E=\frac{۲*\sqrt{\frac{A}{\pi}}}{L}$$

E = نسبت طولی

A = مساحت ($km^۲$)

L = طول آبخیز (km)

۳_۵_۶ مستطیل معادل حوضه

یکی دیگر از پارامترهای فیزیکی حوضه که به شکل حوضه مربوط می‌شود، مستطیل معادل حوضه است. مستطیل معادل نیز نشان دهنده حوضه آبریزی است که به شکل مستطیل بوده و سطح آن برابر سطح حوضه و ضریب گراویلیوس آن مانند حوضه اصلی باشد. برای تعیین ابعاد مستطیل معادل از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$L=\frac{K_c\sqrt{A}\pm\sqrt{K_c^۲.A-۱.۲۵۴۴A}}{۱.۱۲}$$

در این رابطه، L طول و عرض مستطیل معادل برحسب کیلومتر، Kc ضریب گراویلیوس حوضه و A مساحت حوضه برحسب کیلومتر مربع می‌باشد.

جدول ۳-۴- مشخصات حوضه آبریز MC۱

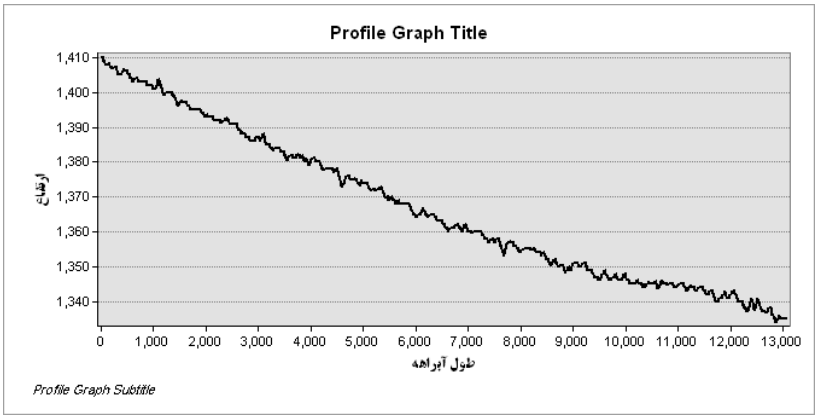
شرح	MC1
مساحت (Km^2)	۲۸.۳۷
محیط (Km)	۳۲.۳۴
قطر دایره هم‌سطح (Km)	۳.۰۱
طول حوضه (Km)	۱۳.۶۳
ضریب شکل-روش هورتون	۰.۱۵
ضریب شکل -روش گراویلیوس	۱.۷۰
ضریب کشیدگی حوضه -روش شیوم	۰.۴۴
ضریب گردی-روش میلر	۰.۳۴
طول مستطیل معادل (Km)	۱۴.۱۷
عرض مستطیل معادل (Km)	۲.۰۰

۳_۶ مشخصات شبکه زهکشی حوضه آبریز

شاخه‌های مختلف رودخانه‌های یک حوضه آبریز را شبکه آبراهه‌ای (زهکشی یا رودخانه‌ای) حوضه می‌نامند. طولانی‌ترین شاخه رودخانه‌ای، نه لزوما پر آب‌ترین شاخه، منتهی به خروجی را شاخه (رودخانه، آبراهه، کانال یا زهکش) اصلی حوضه می‌نامند. این شاخه با منحنی‌های میزان متوالی اصلی حوضه به بازه‌هایی تفکیک افراز می‌شود. این بازه‌ها را آبراهه جزئی می‌نامند و مجموع طول آنها برابر طول رودخانه اصلی است. در اینجا نیز می‌توان جدول توزیع فراوانی رودخانه اصلی را مشابه مساحت تنظیم و تکمیل کرد. در این جدول، فراوانی‌ها همان آبراهه‌های جزئی هستند. در این جدول یک ستون اضافه برای شیب‌های آبراهه‌های جزئی نیز وجود دارد. میانگین وزن‌دار این شیب‌ها، شیب وزن‌دار آبراهه اصلی نامیده می‌شود.

کوتاه‌ترین نقطه آبراهه اصلی، ارتفاع تالوگ (خط‌القعر رودخانه در نقطه خروجی حوضه (H_{an}) است و سرچشمه آن (بلندترین نقطه آبراهه اصلی به ارتفاع (Hl_{max}) می‌باشد که می‌تواند بر بلندترین نقطه حوضه منطبق باشد یا نباشد.

-نیمرخ طولی رودخانه اصلی: تصویر رودخانه اصلی در صفحه قائم، نیمرخ طولی آن است. در واقع این نیمرخ شکل تابع چگالی نمونه‌ای رودخانه اصلی است. برای رسم آن می توان از آبراهه تجمعی و کران بالای هر طبقه استفاده کرد[۱]. شکل مربوط به نیمرخ طولی آبراهه اصلی دو حوضه در شکل ۳–۸ نشان داده شده است.

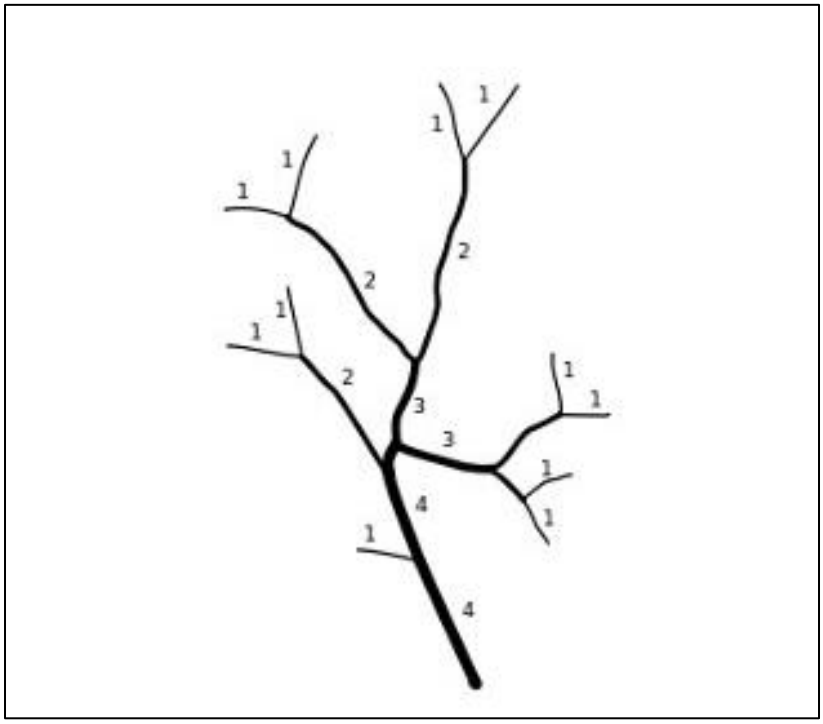


شکل ۳–۸- منحنی پروفایل طولی آبراهه اصلی MC۱

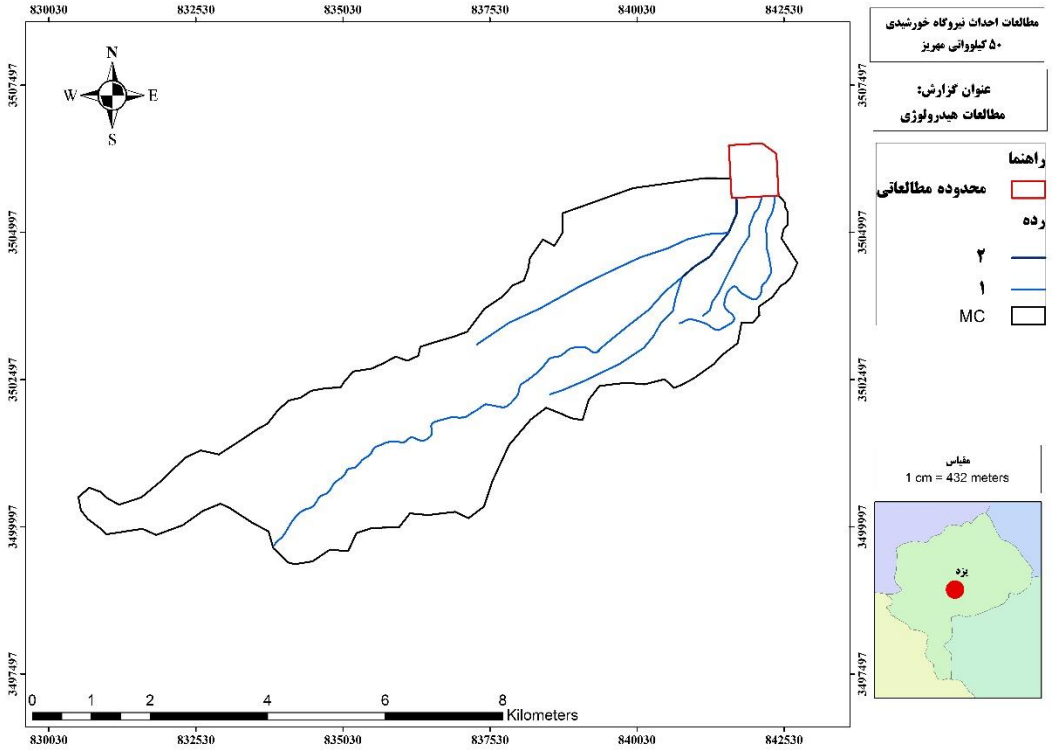
۳_۶_۱ تعیین شبکه هیدروگرافی و رتبه‌بندی شبکه آبراهه‌ای حوضه آبخیز

شبکه آبراهه‌ای حوضه آبخیز مجموعه‌ای از آبراهه‌ها و رودخانه‌ها بوده که وظیفه هدایت و زهکشی جریان‌های آب سطحی را در یک حوضه آبخیز به‌عهده دارند. این داده‌های مکانی، نقش مهمی را در مطالعات فیزیوگرافی، هیدرولوژی، فرسایش و رسوب یک حوضه آبخیز به‌عهده دارند. رتبه‌بندی یا رده‌بندی آبراهه‌ها با توجه به کاربردهای مختلف آنها به روش‌های متفاوتی انجام می‌گیرد، اما هدف مشترک این روش‌ها رده‌بندی آبراهه‌ها با توجه به ارتباط توپولوژی بین آنها است. جهت جریان آب در این روش‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است و هرکدام از این روش‌ها با فرض مشخص‌بودن جهت جریان آب در آنها قابل پیاده‌سازی می‌باشد. بر همین اساس در این تحقیق از روش استرالر برای رتبه‌بندی حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه استفاده شد (شکل ۳–۹).

رتبه‌بندی در روش استرالر (Strahler) به این ترتیب انجام می‌شود که سرشاخه هر آبراهه را که از ارتفاعات شروع می‌شود، آبراهه رده یک گویند. از اتصال حداقل دو رودخانه رده یک، رودخانه رده دو به‌وجود می‌آید. رودخانه رده دو زمانی به رودخانه رده سه تبدیل می‌شود که حداقل یک رودخانه رده دو دیگر به آن بپیوندد و به‌همین ترتیب تا انتهای حوضه آبخیز رودخانه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. شماره رده رودخانه در نقطه تمرکز نشان‌دهنده درجه‌تکامل شبکه‌آبراهه‌ها در حوضه بالادست آن نقطه است. بر همین اساس رتبه‌بندی آبراهه‌های حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه براساس روش استرالر انجام و نتایج به تفکیک زیرآبخیزها در جدول ۳–۵ ارائه شده است. شکل ۳–۱۰ نیز رتبه‌بندی شبکه آبراهه حوضه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۳–۹- شماتیک رده‌بندی شبکه آبراهه با استفاده از روش استرالر



شکل ۳-۱۰- رتبه‌بندی شبکه آبراهه حوضه آبخیز MC۱

جدول ۳-۵- تعداد و طول آبراهه‌های مختلف حوضه آبخیز

۱MC				رتبه
تراکم آبراهه	مجموع طول آبراهه‌های اصلی و فرعی (متر)	طول (کیلومتر)	تعداد	
۰/۸۸	۲۴۹۸۶/۷۵۹	۲۳/۲۷	۵	۱
		۱/۷۱	۱	۲

۳_۷ استفاده از GIS در برآورد خواص هندسی حوضه‌ها

برای ارائه تصویر عمومی از خصوصیات هیدرولوژیکی محدوده طرح و استفاده مستقیم یا غیرمستقیم از نتایج آن در ارزیابی کمی سیلاب‌ها، مطالعه فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز که غالباً شامل بررسی ویژگی‌های هندسی و فیزیکی آن است، لازم و ضروری می‌باشد. در مطالعات فیزیوگرافی اهم مشخصات هندسی حوضه آبریز شامل مساحت، محیط، ارتفاع، طول بلندترین آبراهه، زمان تمرکز و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در مطالعات حاضر، مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز آبراهه‌های مشرف به محدوده طرح، به‌طور کامل مورد ارزیابی قرارگرفته و نتایج حاصل از این بررسی‌ها در جدولی که در ادامه آمده، ارائه شده است. برای تعیین خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز فوق از نقشه‌های ماهواره‌ای توپوگرافی SRTM و داده‌های پیمایش در بازدید صحرایی (با توجه به بند ۵-۲ ضابطه «راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی» ضابطه شماره ۵۱۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) استفاده شده است. بدین‌ترتیب که ابتدا محدوده کامل حوضه تا محل کنترل سیل مشخص گردیده و سپس کلیه محاسبات و برآوردهای لازم انجام شده است[۱]. در این مطالعات برای محاسبه تمامی موارد گفته شده نرم‌افزار GIS استفاده گردید و به‌صورت خلاصه برای حوضه‌های مؤثر بر محدوده پروژه در ادامه ارائه شده است. جدول ۳-۶- مشخصات حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۶- مشخصات حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه

نام	MC1
مساحت (کیلومتر مربع)	۲۸/۳۷
محیط (کیلومتر)	۳۲/۳۴
طول بلند ترین آبراهه (کیلومتر)	۱۰/۷۳
ارتفاع بلند ترین نقطه حوضه آبریز (متر)	۱۴۴۳
ارتفاع نقطه کنترل سیل(متر)	۱۳۳۱
تراکم زهکشی (km/km^۲)	۰/۸۸
شیب حوضه آبریز(٪)	۰/۰۴
زمان تمرکز (SCS)	۳/۴۱

۳_۸ ویژگی‌های زمان پاسخ حوضه‌ها

رواناب (سیلاب) حاصل از یک رگبار (خروجی)، پاسخ حوضه (سامانه) به این رگبار ریزشی (ورودی) بر سطح حوضه است. در این فرایند عوامل زمانی متعددی تأثیر می‌گذارند که آنها را زمان پاسخ حوضه می‌نامند. انواع متعدد آن عبارت است از: زمان تمرکز، زمان تأخیر، زمان پایه، زمان تعادل (سکون)، زمان پیمایش، زمان اوج، زمان فرصت نفوذ، زمان جریان پیمایش موج، زمان آزادسازی باران خالص و غیره است. در میان این عوامل، زمان تمرکز بیشترین کاربرد را در الگوبندی سیلاب‌ها دارد. در ادامه، این پاسخ زمانی بررسی می‌شود. سایر زمان‌های فوق در مبحث سیلاب‌ها بررسی شده که می‌توان جهت اطلاعات بیشتر از نشریه ۵۱۹ استفاده گردد[۱].

۱_۸_۳ زمان تمرکز

مدت زمانی که لازم است بارانی که در دورترین قسمت حوضه باریده به خروجی رسیده تا سیلاب به بیشترین مقدار خود برسد (به شرطی که آبدهی تمام نقاط حوضه هم‌زمان در این سیلاب شرکت کنند). زمان تمرکز عمدتا به وسعت، شکل، شیب حوضه و... بستگی دارد. در این مفهوم مدت زمان بارش ثابت فرض می‌شود. آشکار است که با کاهش زمان بارش، شدت باران افزایش می‌یابد. عوامل مؤثر بر زمان‌های پاسخ – به‌ویژه زمان تمرکز و زمان تأخیر– را به پنج دسته تقسیم کرده‌اند و آنها را اطلاعات ورودی می‌نامند[۱]. این عوامل عبارت هستند از: شیب، ابعاد حوضه، مقاومت در برابر جریان، مشخصات کانال و مشخصات جریان. این عوامل برای سنجش جریان روسطحی، جریان درون آبراهه و جریان درون لوله به کار می‌رود. این عوامل پنج‌گانه در جدول ۳–۷ آمده است. تشریح جدول به شرح زیر است:

– در ردیف یک جدول که جریان روسطحی (ورقه‌ای۲ یا صفحه‌ای) در حوضه غالب است، اطلاعات ورودی شامل: طول و شیب جریان روسطحی و سایر مشخصات هندسی است. اصطکاک (مقاومت در برابر جریان) توسط ضریب زبری مانینگ (شزی یا دارسی ویسباخ)، ضریب جریان (روش استدلالی)، شماره منحنی (روشSCS) ، درصد زمین‌های نفوذناپذیر و یا نوع پوشش زمین‌ها بیان می‌شود. برای شدت بارش می‌توان از شدت بارش ۲ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله برای تأثیر جریان در زمان پیمایش استفاده کرد. دقت شود که این جریان از مرزهای حوضه و قبل از رسیدن به آبراهه‌های اولیه شروع و تا اولین آبراهه

به حساب می‌آید. این جریان در زمین‌های آبیاری مسطح، حوضه‌های کوچک طبیعی مسطح، حوضه‌های شهری، حوضه‌های فرودگاه‌ها و موارد مشابه دیگر وجود دارد. زمان تمرکز مربوط به این حالت جریان با t_o نشان داده می‌شود [۱].

– در ردیف دوم جدول که در حوضه جریان آبراهه‌ای (رودخانه‌های) غالب است، اطلاعات ورودی شامل: مشخصات آبراهه (مثلا طول و شیب) و مشخصات هندسی است. اصطکاک (مقاومت در برابر جریان) توسط ضریب زبری مانینگ (شزی) و ضریب انشعابات بیان می‌شود. برای نشان دادن مشخصات جریان از شدت بارش، حجم رواناب مستقیم یا شعاع هیدرولیکی مربوط به کل جریان استفاده می‌شود. دقت شود که در این حالت حرکت آب در آبراهه اصلی که قسمت مهمی از آن می‌تواند وسیع و با عمق زیاد باشد، مورد نظر است. حرکت آب در آبراهه‌های کم‌عمق مانند آبراهه‌های اولیه، جوی‌های خیابانی، ردیف‌های زمین‌های کشاورزی و غیره نیز مربوط به این حالت است. زمان تمرکز مربوط به این حالت با ts نشان داده می‌شود [۱].

– در ردیف سوم جدول که در حوضه جریان لوله‌ای غالب است، اطلاعات ورودی شامل اصطکاک (مقاومت در برابر جریان) توسط ضریب زبری مانینگ (شزی یا دارسی ویسباخ) است. مشخصات لوله شیب و اندازه آن است. مشخصات جریان را می‌توان با بده اوج، بزرگترین یا کوچکترین قطر لوله یا شعاع هیدرولیکی بیان کرد. دقت شود که این حالت درحوضه‌های کوچک به‌ویژه حوضه‌های شهری رخ می‌دهد. زمان تمرکز در این حالت با th نشان داده می‌شود [۱].

– در هر حوضه غالبا می‌تواند هر سه نوع جریان وجود داشته باشد. زمان تمرکز کل حوضه (tc) مساوی مجموع زمان‌های تمرکز حاصل از این سه حالت است. رابطه ذیل حالت ترکیبی را نشان می‌دهد [۱].

$$t_c = t_o + t_s + t_h$$

جدول ۳–۷– طبقه‌بندی پنج عامل مؤثر در زمان تمرکز

رژیم جریان	اطلاعات ورودی (داده‌های مورد نیاز)				
	ضرایب اصطکاک	مشخصات هندسی	شیب	مشخصات آبراهه	جریان ورودی
روسطحی	**n, C, CN, C_u**	**L, A**	**S**	**-**	**I**
آبراهه‌ای	**C_z , n, C_f**	**Lr, L۱۰-۸۵ , Lca**	**Sc, S۱۰-۸۵**	**Rh**	**I, Q**
لوله‌ای	**n**	**L**	**S**	**R_h**	**Q_P**

رژیم جریان	اطلاعات ورودی (داده‌های مورد نیاز)				
	ضرایب اصطکاک	مشخصات هندسی	شیب	مشخصات آبراهه	جریان ورودی

n: ضریب زبری مانینگ، **C**: ضریب جریان روش استدلالی، **CN**: شماره منحنی روش**Cu**، **SCS** : درصد اراضی نفوذناپذیر، **Cz**: ضریب زبری شزی، **Cf**: عامل انشعاب.

A: مساحت حوضه، **L**: طول جریان سطحی، **Lr**: طول آبراهه اصلی، L_{10-85} : طول آبراهه اصلی بین صدک ۱۰ و ۸۵ ، **Lca**: فاصله خروجی تا مرکز ثقل حوضه در امتداد آبراهه اصلی.

S : شیب حوضه، **Sc**: شیب آبراهه اصلی S_{10-85}: مساحت بین صدک ۱۰ و ۸۵ حوضه.

Rh: شعاع هیدرولیکی آبراهه اصلی.

I: شدت بارندگی، **Q**: بده آبراهه اصلی، **Qp**: بده سیلاب.

۳_۸_۲ روابط تجربی برآورد زمان تمرکز

روابط بسیاری برای برآورد زمان تمرکز ارائه شده که اساس اغلب آنها رگرسیون بین زمان تمرکز و سایر عوامل هندسی، آبی و هواشناسی است. هر رابطه برای منطقه خاصی و با اطلاعات ویژه این مناطق بنا شده است. طبق مقایسه‌های انجام شده، تفاوت قابل توجهی بین این روش‌ها وجود دارد. بنابراین، باید در کاربرد آنها دقت فراوانی کرد. در ادامه نه روش معروف ارائه و در انتها دقت آنها به‌طور خلاصه مقایسه می‌شوند [۱].

۳_۸_۲_۱ روش کارتر (۱۹۶۱)

$$t_c = 22.872\left(\frac{L_r}{\sqrt{S_c}}\right)^{0.6}$$

در این رابطه:

Lr : طول آبراهه اصلی (کیلومتر)، Sc: شیب آبراهه اصلی (درصد) و tc: زمان تمرکز (دقیقه).

این رابطه برای حوضه‌هایی با آبراهه طبیعی که قسمتی از زمین‌های مورد استفاده زهکشی فاضلاب می‌شوند، ارائه شده است.

۳_۸_۲_۲ روش ایگلسون (۱۹۶۲)

$$t_c = ۰.۱۶۴۹ N L_F R^{\frac{-2}{3}} S_c^{\frac{-1}{2}}$$

در این رابطه:

Lf: طول هیدرولیکی (متر)، Rh: شعاع هیدرولیکی (متر) و Sc: شیب مسیر اصلی جریان (درصد).

این رابطه براساس فاصله زمانی بین مرکز ثقل باران خالص و بده اوج سیلاب بنا شده است. معادله برای حوضه‌هایی با وسعت کمتر از ۲۰/۷ کیلومتر مربع جایابی شده است. رابطه برای سامانه‌های زهکشی فاضلاب مناسب است. عوامل به‌کار رفته در جایابی این الگو شامل طول، شیب و n مربوط به زهکش اصلی فاضلاب و شعاع هیدرولیکی برای آبراهه اصلی در حالت لبالب بوده است.

۳_۸_۲_۳ اسپی و وین اسلو (۱۹۶۸)

$$t_c = 72.61\ \phi\ L_c^{0.69} C_u^{-0.6} S_c^{-0.145}$$

در این رابطه:

Lc: طول آبراهه (متر)، Cu: درصد زمین‌های نفوذناپذیر و ϕ: عامل انتقال بی‌بعد.

۳_۸_۲_۴ بنگاه هوانوردی کشوری (۱۹۷۰)

$$t_c = 15.11(1.1 - C) L_f^{0.5} S_c^{-0.333}$$

در این رابطه:

C: ضریب جریان روش استدلالی، Lf: حسب متر و Sc: برحسب درصد.

این رابطه برای حوضه‌های فرودگاهی ارائه شده است و در حوضه‌های کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. باید طول، شیب و متغیر مقاومت در برابر جریان (C) برای مسیر اصلی جریان در نظر گرفته شود. این رابطه برای حالت ترکیبی نیز به‌علت وجود متغیرهای مربوط به جریان‌های روسطحی و آبراهه‌ای به کار می‌رود.

۳_۸_۲_۵ کربای (۱۹۵۹)

$$t_c = 4.2339 \left(\frac{n L_f}{\sqrt{S_c}}\right)^{0.467}$$

این پژوهشگر رابطه هاتاوی (۱۹۴۵) را برای حوضه‌های بسیار کوچک توسعه داده است. در این حوضه‌ها جریان روسطحی غالب است. وسعت حوضه‌های به‌کار رفته برای جایابی کمتر از ۴ هکتار، شیب کمتر از ۱٪ و ضریب مقاومت کمتر از ۰/۸ بوده است. افزون براین، فرض شده است که حداکثر طول جریان روسطحی ۳۶۶ متر است و جریان آب پس از این مسافت به حرکت آبراهه‌ای (کم‌عمق یا عمیق) تبدیل می‌شود. Lf در امتداد یک خط مستقیم موازی با شیب (شروع از دورترین نقطه حوضه تا اولین آبراهه) اندازه‌گیری می‌شود.

۳_۸_۲_۶ رابطه کرپیچ (۱۹۴۰)

این پژوهشگر برای محاسبه زمان تمرکز دو رابطه را به‌ترتیب برای ایالت تنسی امریکا و ایالت پنسیلوانیای امریکا

پیشنهاد داده است.

$$t_c = 0.1146 L_c^{0.77} S_c^{-0.385}$$

$$t_c = 0.0324 L_c^{0.77} S_c^{-0.5}$$

این پژوهشگر برای جایابی روابط فوق از هفت حوضه آبریز استفاده کرده است. حوضه‌های تنسی با دامنه مساحتی ۰/۵تا ۴۵ هکتار و شیب ۳ تا ۱۰ درصد بوده است. اگر مسیر جریان روسطحی بتنی یا آسفالت باشد، باید tc در ۰/۴ ضرب شود. همچنین اگر آبراهه بتنی باشد، باید tc در ۰/۲ ضرب شود. کرپیچ محدوده مساحتی قابل قبول برای روابط ارائه شده را از ۰/۴ تا ۸۱ هکتار می‌داند.

۳_۸_۲_۷ معادله تأخیر SCS (۱۹۷۲)

$$t_c = 0.1361 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7} S_c^{-0.5}$$

سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) رابطه فوق را در ابتدا برای برآورد زمان تأخیر ارائه داده است، اما چون این سازمان زمان تمرکز را ۱/۶۷ برابر زمان تأخیر فرض می‌کند، بنابراین آن را برای زمان تمرکز بسط داده است. این سازمان زمان تأخیر را فاصله زمانی بین مرکز ثقل رگبار خالص تا بده اوج سیلاب در نظر گرفته است. این معادله برای حوضه‌هایی با مساحت حداکثر تا ۱۶۱۹ هکتار توصیه شده است. علاوه‌براین، باید جریان روسطحی در حوضه حاکم و حوضه غیرشهری باشد.

۳_۸_۲_۸ رابطه وان سیکل (۱۹۶۲)

$$t_c = 0.1088 (L_t L)^{0.13} S_c^{-0.065}$$

این پژوهشگر برای محاسبه زمان تمرکز از برآورد بده اوج در چند حوضه هوستون امریکا استفاده کرده و رابطه فوق را ارائه کرده است. بیشترین مساحت حوضه ها ۹۳ کیلومتر مربع بوده است. معادله بر مبنای دو متغیر طولی بنا شده است. متغیر اول Lt (کیلومتر) مجموع طول تمام مسیرهای زهکشی و فاضلاب‌روهای زهکش‌ها (قطر بزرگتر از ۹۱ سانتی‌متر) است. متغیر دوم L (کیلومتر) طول حوضه است. این روش هر دو جریان آبراهه‌ای و لوله‌ای را در برمی‌گیرد، بنابراین یک روش ترکیبی است.

۳_۸_۲_۹ مقایسه روش‌های تجربی برآورد زمان تمرکز

دستورانی و همکاران در ایران روش‌های تجربی قبل را مقایسه کرده‌اند. این پژوهشگران با محاسبه زمان تمرکز و سیلاب‌های به‌وجود آمده از آن روابط را با یکدیگر مقایسه کردند، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات این پژوهشگران و شرایط استفاده از هر یک از روابط تجربی، در مطالعه حاضر از روش کرپیچ برای حوضه‌های کوچکتر از ۸۰ هکتار و روش SCS برای حوضه‌های

با اندازه بزرگتر استفاده گردید [۲]. جدول ۳–۸– زمان تمرکز حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه را بر اساس دو روش مذکور نشان می‌دهد.

جدول ۳–۸– زمان تمرکز حوضه آبریز مؤثر بر محدوده پروژه

نام	مساحت (کیلومتر مربع)	طول بلند ترین آبراهه (کیلومتر)	ارتفاع بلند ترین نقطه حوضه آبریز (متر)	ارتفاع نقطه کنترل سیل (متر)	زمان تمرکز (ساعت)	
					روش کرپیچ	روش SCS
MC۱	۲۸.۳۷	۱۰.۷۳	۱۴۴۳.۰	۱۳۳۱.۰	۲.۳۹	۳.۴۱

٤ هیدرولوژی

۴_۱ مطالعه سیلاب

مطالعه سیلاب عبارت است از یک مطالعه اصولی و جامع از رفتار سیلاب و بررسی ماهیت خطرپذیری سیلاب دشت. بـه‌طور کلی مطالعه سیلاب شامل سه مرحله زیر می‌باشد:

–بررسی آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده و در صورت لزوم پیشنهاد تکمیل آنها.

–تعیین خصوصیات سیل و بررسی خسارات وارد آمده ناشی از سیلاب با توجه بـه آمـار و اطلاعـات سـیل‌هـای مختلف مشاهده‌ای.

–تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه.

هدف از مطالعه سیلاب عبارت است از بررسی رفتار سیلاب رخ داده در حوضه آبریز مورد مطالعه با تعیین تراز سـیلاب، سرعت سیلاب براساس شرایط حاکم بر حوضه آبریز معیارها و ملاحظـات فنـی است.

۴_۲ مطالعه هیدرولوژی سیلاب

مطالعه هیدرولوژی یکی از مطالعات پایه در بررسی سیلاب است که مشخصات هیدرولوژی سیلاب را تعیین می‌کند. مواردی کـه باید در مطالعه هیدرولوژی انجام شود عبارتند از:

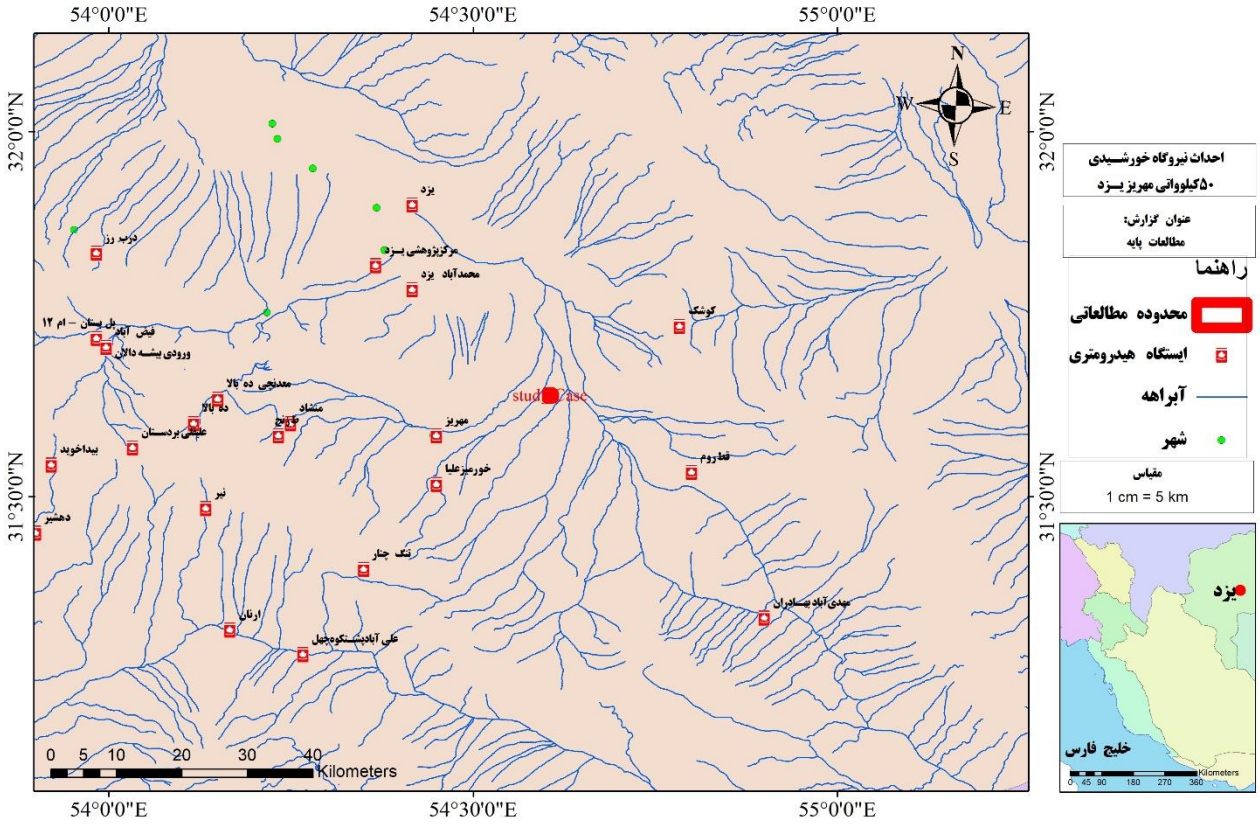
- بررسی آمار، اطلاعات و گزارش‌های هیدرولوژی
- بررسی صحت و دقت آمار و بازسازی آمار ناقص و تطویل آمار تا حد دوره شاخص
- تعیین بده اوج سیلاب با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال
- بررسی آبنگارهای ثبت شده و در صورت نیاز تهیه آبنگار واحد
- واسنجی مدل‌های هیدرولوژیک در صورت نیاز
- ترسیم آبنگارهای سیلاب‌هایی با دوره بازگشت مختلف در صورت نیاز
- پیشنهاد تجهیز ایستگاه‌های آبسنجی در صورت نیاز
- بررسی رگبارهای هم‌زمان آبنگار سیلاب‌های مورد استفاده در واسنجی مدل هیدرولوژیک

در صورت نیاز مشخصات هیدرولوژی سیلاب (عمق، سرعت و...) را می‌توان هم از هیدروگراف سیل و هم از حداکثر آبدهی سیل (بده اوج سیلاب) تعیین کرد. با این تفاوت که حداکثر آبدهی سیل فقط مشخصات حداکثر را ارائه می‌کند. دو روش زیر عموما برای برآورد حداکثر آبدهی سیلاب و تعیین هیدروگراف سیلاب استفاده می‌شود:

- روش تحلیل فراوانی سیلاب
- شبیه‌سازی بارش-رواناب و روندیابی سیل

انتخاب روش مناسب برای برآورد حداکثر آبدهی سیل و تعیین هیدروگراف آن تابعی از عواملی چند از قبیل اهدف طرح، اندازه پروژه و اهمیت آن، مرحله مطالعات یا دقت مورد نیاز، نوع اطلاعات و آمار موجود یا در دسترس و دقت آنها می‌باشد. در صورت وجود داده‌های ثبت شده سیلاب و بارش در ایستگاه هیدرومتری و ایستگاه باران‌سنجی در بالادست حوضه آبریز، از روش اول (تحلیل فراوانی سیلاب) و در صورت عدم وجود داده‌های ثبت شده دومین روش(شبیه‌سازی بارش–رواناب) استفاده می‌شود [۱].

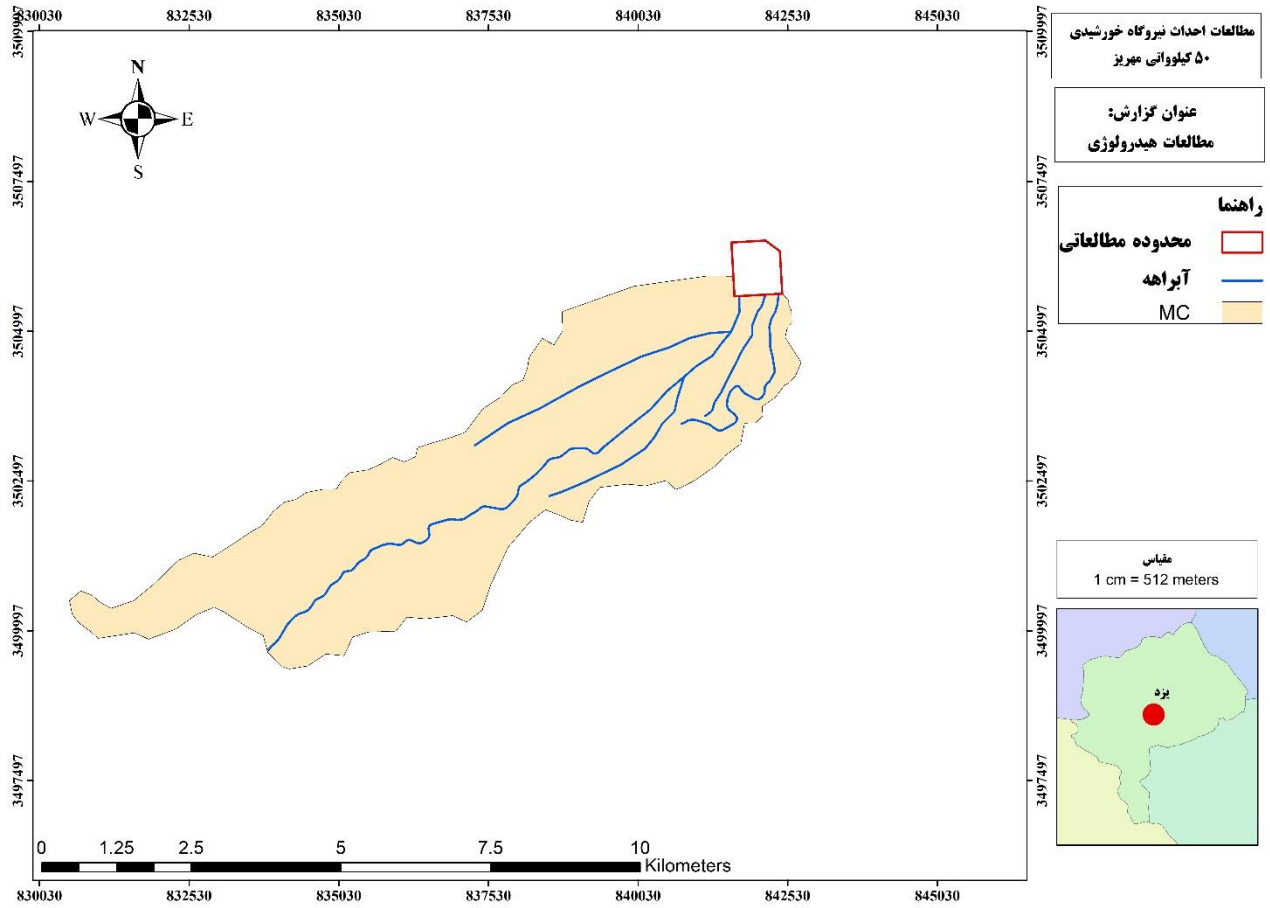
با توجه به استعلام های صورت گرفته از شرکت مدیریت منابع آب ایران و شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان یزد و پیمایش صحرایی انجام شده برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در منطقه مورد مطالعه، هیچگونه تجهیزات اندازه‌گیری در مسیر آبراهه‌های مؤثر بر محدوده سایت وجود ندارد، لذا در این پروژه به‌دلیل عدم وجود اطلاعات آماری از روش شبیه‌سازی بارش–رواناب استفاده خواهد شد. در شکل ۴–۱، ایستگاه های هیدرومتری در نزدیکی محدوده مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۴- ۱ – بررسی ایستگاه های هیدرومتری مجاور محدوده طرح

همان گونه که شکل ۴-۲ نشان می‌دهد رواناب‌های سطحی ناشی از ریزش‌های جوی در این حوضه توسط یک آبراهه از ضلع جنوب و غرب بر محوطه سایت اثر می‌گذارند. حوضه MC۱ مساحتی برابر با ۲۸/۳۸ کیلومتر مربع داشته و به سمت سایت احداث نیروگاه جریان می یابد.

از آن جا که عدم کنترل سیلاب این حوضه‌ها و اجازه ورود آن به داخل سایت باعث خسارت به تأسیسات خواهد بود، بنابراین مطالعه و شناخت پتانسیل سیلاب‌خیزی حوضه آبریز آبراهه‌های فوق‌الذکر در دوره‌های بازگشت مختلف، جهت جلوگیری از خسارات احتمالی ناشی از طغیان سیل در این مسیل‌ها و ارائه راهکارهای حفاظتی برای سایت، از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین برای ارزیابی خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه آبریز آبراهه‌های فوق و تعیین دبی پیک سیلاب آنها در دوره‌های بازگشت مختلف (۲ تا ۱۰۰ ساله) مطالعه و بررسی‌های لازم به شرح زیر انجام شده است.



شکل ۴- ۲ - حوضه آبریز تأثیرگذار بر محدوده طرح

۴_۳ محاسبه سیلاب حوضه‌های آبریز

با توجه به نقشه توپوگرافی موجود و پیمایش صورت‌گرفته، رواناب‌های سطحی محدوده سایت قبل از هرگونه عملیات اجرایی از میان محوطه سایت گذشته و به پایین‌دست منتقل می‌شود. لیکن پس از آماده نمودن محوطه سایت و جانمایی ساختمان و تأسیسات مربوطه، برای طراحی کانال‌های جمع‌آوری و دفع رواناب‌های سطحی حاصل از ریزش‌های جوی در داخل سایت، می‌بایست زمان تمرکز برای هر یک از زیرحوضه‌ها محاسبه با استفاده از نمودار و جداول ارائه شده و فرمول استدلالی میزان رواناب محاسبه گردد [۱]. معادله کلی این روش در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$Q = ۰,۲۷۸CIA \qquad (۷)$$

Q = حداکثر آبدهی سیل برحسب متر مکعب در ثانیه

A = مساحت حوضه آبریز برحسب کیلومتر مربع

I = شدت بارندگی با تداومی معادل زمان تمرکز حوضه برحسب میلی‌متر در ساعت

C = ضریب رواناب سطحی که مقدار آن برحسب نوع کاربری اراضی حوضه برای دوره‌های بازگشت مختلف از جداول تجربی تعیین می‌گردد.

برای تعیین شدت بارندگی (I) می‌بایست از دسته منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی ایستگاه هواشناسی منطقه طرح (ایستگاه باران‌سنجی مهدی آباد بهادران) استفاده نمود. نمودارهای مربوطه در بخش ۲-۵، جدول ۲-۹ و شکل ۲-۴ ارائه شده است.

با توجه به عدم وجود آمار سیل در حوضه‌های آبریز محدوده سایت به ناچار می‌بایست از روش‌ها و روابط تجربی متعارف در مطالعات هیدرولوژی استفاده کرد. یکی از روش‌های تجربی قابل قبول برای محاسبه سیل که در آن از حداکثر پارامترهای فیزیوگرافی حوضه آبریز و ریزش‌های حداکثر ۲۴ ساعته منطقه استفاده می‌شود، روش تجربی هیدروگراف واحد SCS می‌باشد. این روش که به‌صورت تیپ و استاندارد ارائه شده، حاصل مطالعات و تجربیات گسترده در انواع حوضه‌های آزمایشی بوده و مشتمل بر حداکثر آبدهی هیدروگراف واحد، زمان رسیدن طغیان به اوج خود و نیز فاصله زمانی از اوج طغیان تا خاتمه آن می‌باشد.

تهیه هیدروگراف سیلاب به روش فوق، در دو مرحله صورت می‌پذیرد. ابتدا محاسبه و برآورد میزان بارندگی خالص یا آن بخش از بارندگی که پس از کسر تلفات مستقیماً به جریان سطحی یا رواناب تبدیل می‌شود، انجام می‌گردد. در مرحله بعدی محاسبه و استخراج هیدروگراف سیلابی که ناشی از همان بارندگی خالص است، انجام می‌شود.

مهمترین پارامترهای فیزیوگرافی حوضه آبریز که در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل مساحت حوضه آبریز، طول آبراهه اصلی، اختلاف ارتفاع محل کنترل سیل تا بلندترین نقطه روی آبراهه و پیرامون حوضه، شیب متوسط آبراهه اصلی و حوضه آبریز، نوع و تراکم پوشش گیاهی و در نهایت جنس و بافت خاک است. پیرو مطالب فوق، داده‌های استفاده شده در این روش برای حوضه آبریز مسیل‌های مورد مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

مساحت حوضه آبریز: MC۱ برابر با ۲۸/۳۸ کیلومتر مربع.

زمان تمرکز حوضه: MC۱ برابر با ۳/۴۱ ساعت.

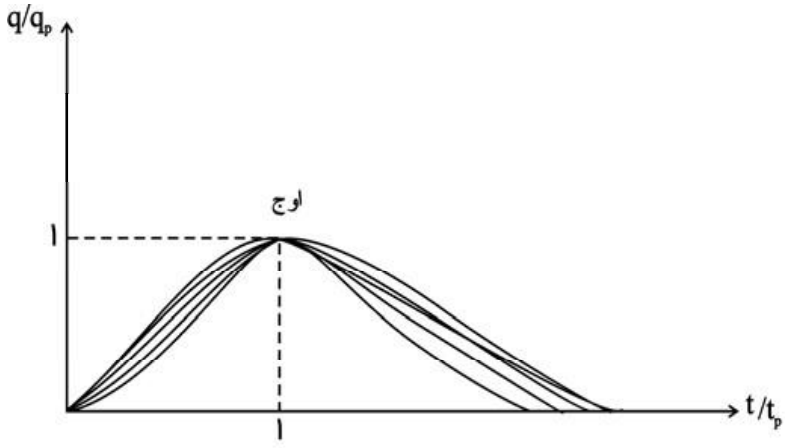
CN: شماره منحنی رواناب با توجه به کاربری اراضی سطح حوضه (مراتع با پوشش گیاهی متوسط)، شرایط رطوبتی متوسط و بافت خاک (تیپ B با نفوذ پذیری متوسط)، معادل ۸۶ انتخاب شده است.

تیپ توزیع بارندگی: تیپ B اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) می‌باشد.

تناوب بارندگی: ۰/۲۵ ساعت در نظر گرفته شده است.

جهت برآورد سیلاب ناشی از بارش طرح با توجه به نبود وسایل اندازه‌گیری از روش هیدروگراف مصنوعی SCS استفاده گردید. سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) در سال ۱۹۷۲ روشی را برای تخمین رواناب از روی رگبارها، ویژگی‌های نفوذپذیری خاک، پوشش گیاهی و مدیریت کشت حوضه‌های آبریز ارائه داده است. این روش برای حوضه‌های کوچک کشاورزی و شهری، همچنین برای حوضه‌های متوسط مناسب است. در این روش از فرضیات آبنمود واحد استفاده می‌شود. همچنین فرض می‌شود که حوضه خطی و پایای زمانی است [۱]. نمودار موج ورودی به سامانه (رگبار) مستطیلی فرض می‌شود و باید توزیع مکانی و زمانی رگبار ثابت بوده و تمام حوضه را بپوشاند. در صورت برقراری این شرایط در یک حوضه و دقت در تعیین عوامل، این روش جواب قابل قبولی ارائه می‌دهد.

اگر آبنمود سیلابی با مختصات اوج qp و tp معلوم باشد، به آسانی بی‌بعد می‌شود. کافی است عرض‌های آبنمود بر qp و طول‌های آن بر tp تقسیم شود. حاصل، یک منحنی بی‌بعد با مختصات اوج (۱ و ۱) است. SCS از همین خاصیت استفاده و آبنمود واحد tr ساعته حوضه‌های زیادی را محاسبه و سپس آبنمود واحد بی‌بعد همه را روی یک محور رسم کرده است. نموداری شبیه شکل زیر به‌دست می‌آید.



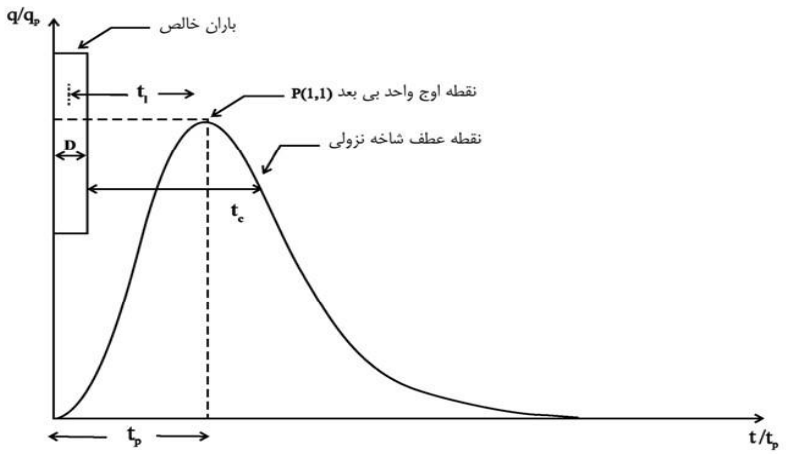
شکل ۴- ۳ - رسم هم‌زمان تعدادی آبنمود واحد بی‌بعد روی یک محور

چون نمی‌توان مستقیم آبنمود واحد را در حوضه‌های بدون آمار بارش–رواناب به‌دست آورد، بنابراین SCS متوسطی از همه آبنمودهای بی‌بعد را برای این حوضه‌ها پیشنهاد کرده که به آبنمود واحد بی‌بعد SCS معروف است. شکل (۳–۳) نمودار آبنمود واحد بی‌بعد و جدول (۴–۱)، مختصات این آبنمود پیشنهادی را نشان می‌دهد. بنابراین اگر فقط برای حوضه‌ای تنها مختصات اوج (یعنی qp و tp) قابل محاسبه باشد، می‌توان آبنمود واحد حوضه را به تقریب به‌دست آورد. کافی است مختصات آبنمود واحد بی‌بعد SCS در مختصات اوج ضرب شود. در این روش موارد زیر در نظر گرفته می‌شود [۱].

مدت بارش خالص (ساعت) D یا tr فرض می‌شود و باید توزیع زمانی آن یکنواخت باشد و تمام حوضه را بپوشاند.

زمان تمرکز (ساعت): فاصله زمانی بین انتهای باران خالص و نقطه عطف شاخه نزولی آبنمود واحد فرض می‌شود.

زمان تأخیر حوضه (tl به ساعت): فاصله زمانی بین مرکز ثقل باران خالص و اوج سیلاب واحد فرض می‌شود. شکل (۴–۴) این موارد را نشان می‌دهد.



شکل ۴- ۴ - شکل آبنمود واحد و مشخصات آن

برای محاسبه مختصات اوج آبنمود واحد D ساعته هر حوضه (یعنی tp و qp)، روابط زیر پیشنهاد شده است:

$$t_p = ۰.۵D + t_۱ \quad (۸)$$

$$q_p = \frac{۲.۰۸A}{t_p} \quad (۹)$$

در این روش، $t_۱ = ۰,۶tc$ فرض شده است. در نتیجه:

$$t_p = ۰.۵D + ۰.۶t_c \quad (۱۰)$$

در نتیجه با داشتن نتایج دو رابطه بالا می‌توان مختصات آبنمود واحد حوضه که از بارش D ساعته به‌دست آمده را محاسبه کرد. اگر محاسبه سیلاب حاصل از باران خالصی به مدت D ساعت و به ارتفاع Pn (سانتی‌متر) مدنظر باشد، کافی است عرض‌های آبنمود واحد D ساعته به‌دست‌آمده در Pn ضرب شود که به این ترتیب مختصات سیلاب مورد نظر به‌دست می‌آید. مختصات اوج این سیلاب مطابق رابطه زیر است.

$$Q_p = (q_p)(P_n) = \frac{۲.۰۸A}{t_p} P_n \qquad (۱۱)$$

در روابط فوق:

tc،t۱ و D بر حسب ساعت،

QP و qp بر حسب متر مکعب بر ثانیه

A: مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع

و Pn: باران خالص بر حسب سانتی‌متر.

می‌توان روش آبنمود واحد بی‌بعد و سیلاب‌ها را به شرح زیر گام‌بندی کرد:

گام اول: tC و D محاسبه و سپس به کمک رابطه ($t_p = ۰.۵D + ۰.۶t_c$) ، زمان اوج آبنمود واحد مشخص می‌شود.

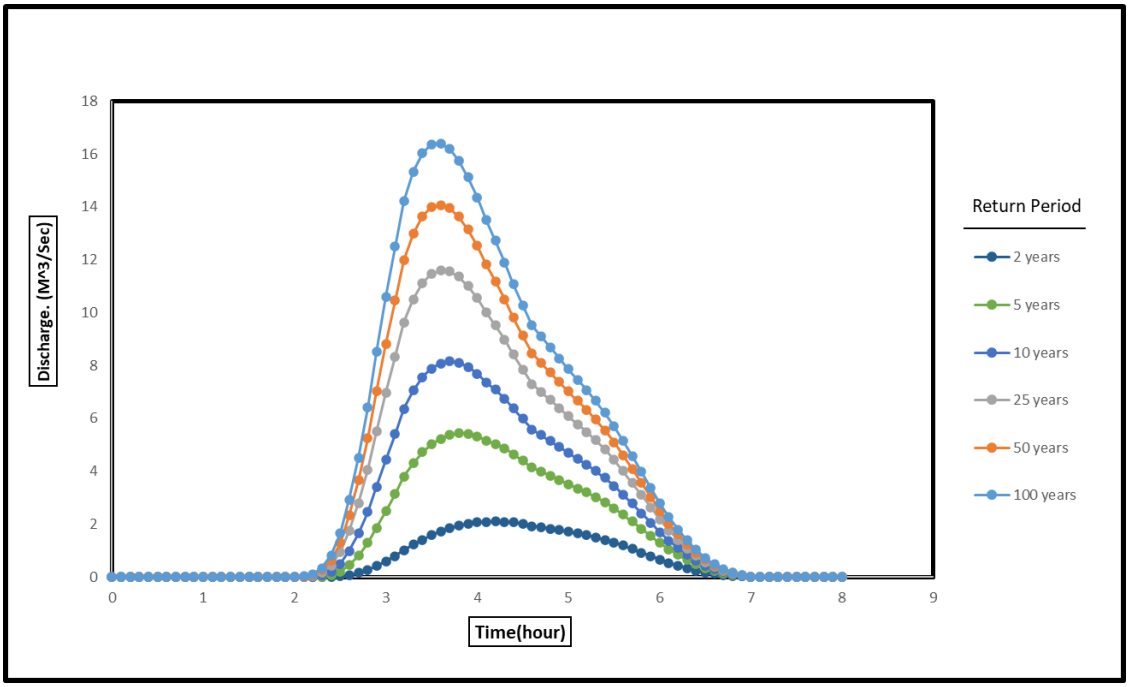
گام دوم: با محاسبه مساحت حوضه (A) و رابطه ($q_p = \frac{۲.۰۸A}{t_p}$)، شدت جریان اوج آبنمود واحد (qp) حساب می‌شود.

گام سوم: اگر مختصات آبنمود واحد D ساعته حوضه مورد نیاز باشد، مختصات آبنمود واحد بی‌بعد SCS (اعداد داخل جدول (۴-۲)) در qp و tp ضرب شده و آبنمود واحد D ساعته حوضه به دست خواهد آمد.

گام چهارم اگر باران خالص Pn (به مدت D ساعت) داده شود، عرض‌های آبنمود واحد گام سوم را در Pn ضرب و حاصل، سیلاب مورد نظر D ساعته است. اگر Pn موجود نباشد، باید به کمک روش‌های قبل آن را محاسبه نمود [۱].

در ابتدای گزارش تقسیم‌بندی انواع حوضه آبریز از دیدگاه رواناب و باران مولد آن ارائه شده است، در این گزارش با توجه به اینکه حوضه‌های مؤثر بر محدوده پروژه جزء حوضه‌های متوسط تقسیم‌بندی می‌گردد، از روش SCS استفاده شده است. برای کسب اطلاعات بیشتر در این خصوص می‌توان به ضابطه «راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی» ضابطه

شماره ۵۱۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مراجعه نمود [۱]. در ادامه نتایج حاصل (هیدروگراف رواناب سیلاب طرح) برای هر یک از حوضه‌های مؤثر بر پروژه در شکل‌ها و جداول زیر ارائه شده است.



شکل ۴- ۵ - هیدروگراف سیلاب MC۱

جدول ۴- ۱- سیلاب محاسبه‌شده حوضه MC۱ به روش هیدروگراف مصنوعی SCS (متر مکعب بر ثانیه)

Return Period (year)						Time(Hr)	Return Period (year)						Time(Hr)
۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲		۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	
۱۶,۴	۱۴,۱	۱۱,۶	۸,۱	۵,۲	۱,۷	۳,۶۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰۰
۱۶,۲	۱۴,۰	۱۱,۶	۸,۱	۵,۴	۱,۸	۳,۷۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱۰
۱۵,۷	۱۳,۶	۱۱,۴	۸,۱	۵,۴	۱,۹	۳,۸۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۲۰
۱۵,۱	۱۳,۱	۱۱,۰	۷,۹	۵,۴	۲,۰	۳,۹۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۳۰
۱۴,۴	۱۲,۵	۱۰,۵	۷,۷	۵,۳	۲,۱	۴,۰۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۴۰
۱۳,۵	۱۱,۸	۱۰,۰	۷,۴	۵,۲	۲,۱	۴,۱۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۵۰
۱۲,۷	۱۱,۲	۹,۵	۷,۱	۵,۰	۲,۱	۴,۲۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۶۰
۱۱,۹	۱۰,۵	۹,۰	۶,۷	۴,۹	۲,۱	۴,۳۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۷۰
۱۱,۱	۹,۸	۸,۴	۶,۴	۴,۶	۲,۱	۴,۴۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۸۰
۱۰,۳	۹,۱	۷,۹	۶,۰	۴,۴	۲,۰	۴,۵۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۹۰
۹,۵	۸,۵	۷,۳	۵,۶	۴,۱	۱,۹	۴,۶۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۰۰
۹,۱	۸,۱	۷,۰	۵,۴	۴,۰	۱,۹	۴,۷۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۱۰
۸,۷	۷,۷	۶,۷	۵,۱	۳,۸	۱,۸	۴,۸۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۲۰
۸,۳	۷,۴	۶,۴	۴,۹	۳,۷	۱,۸	۴,۹۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۳۰
۷,۹	۷,۰	۶,۱	۴,۷	۳,۵	۱,۷	۵,۰۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۴۰
۷,۵	۶,۷	۵,۸	۴,۵	۳,۴	۱,۶	۵,۱۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۵۰
۷,۱	۶,۳	۵,۵	۴,۳	۳,۲	۱,۶	۵,۲۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۶۰
۶,۷	۶,۰	۵,۲	۴,۰	۳,۰	۱,۵	۵,۳۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۷۰
۶,۲	۵,۶	۴,۸	۳,۸	۲,۸	۱,۴	۵,۴۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۸۰

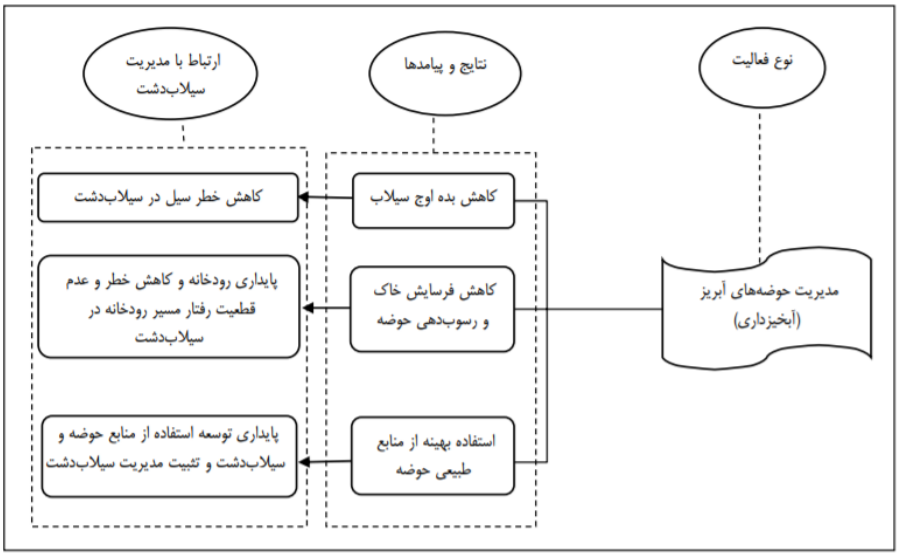
Return Period (year)						Time(Hr)	Return Period (year)						Time(Hr)
۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲		۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	
۵,۷	۵,۱	٤,٤	۳,٤	۲,٦	۱,۳	۵,۵۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۱,۹۰
۵,۲	٤,٦	٤,۰	۳,۱	۲,٤	۱,۲	۵,٦۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۲,۰۰
٤,٦	٤,۱	۳,٦	۲,۸	۲,۱	۱,۱	۵,۷۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۲,۱۰
٤,۰	۳,٦	۳,۱	۲,٤	۱,۸	۰,۹	۵,۸۰	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۲,۲۰
۳,٤	۳,۰	۲,٦	۲,۰	۱,٦	۰,۸	۵,۹۰	۰,۳	۰,۲	۰,۲	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۲,۳۰
۲,۸	۲,۵	۲,۲	۱,۷	۱,۳	۰,۷	٦,۰۰	۰,۸	۰,٦	۰,٤	۰,۲	۰,۱	۰,۰	۲,٤۰
۲,۳	۲,۰	۱,۸	۱,٤	۱,۰	۰,۵	٦,۱۰	۱,۷	۱,۳	۰,۹	۰,۵	۰,۲	۰,۰	۲,۵۰
۱,۸	۱,٦	۱,٤	۱,۱	۰,۸	۰,٤	٦,۲۰	۲,۹	۲,۳	۱,۷	۱,۰	۰,٤	۰,۱	۲,٦۰
۱,٤	۱,۲	۱,۱	۰,۸	۰,٦	۰,۳	٦,۳۰	٤,۵	۳,٦	۲,۸	۱,٦	۰,۸	۰,۱	۲,۷۰
۱,۰	۰,۹	۰,۸	۰,٦	۰,۵	۰,۲	٦,٤۰	٦,٤	۵,۲	٤,۱	۲,۵	۱,۳	۰,۳	۲,۸۰
۰,۷	۰,٦	۰,٦	۰,٤	۰,۳	۰,۲	٦,۵۰	۸,۵	۷,۰	۵,۵	۳,٤	۱,۹	۰,٤	۲,۹۰
۰,۵	۰,٤	۰,٤	۰,۳	۰,۲	۰,۱	٦,٦۰	۱۰,٦	۸,۸	۷,۰	٤,٤	۲,۵	۰,٦	۳,۰۰
۰,۳	۰,۳	۰,۲	۰,۲	۰,۱	۰,۱	٦,۷۰	۱۲,۵	۱۰,۵	۸,۳	۵,٤	۳,۱	۰,۸	۳,۱۰
۰,۲	۰,۲	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	٦,۸۰	۱٤,۲	۱۲,۰	۹,٦	٦,٤	۳,۸	۱,۰	۳,۲۰
۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۰	٦,۹۰	۱۵,۳	۱۳,۰	۱۰,۵	۷,۰	٤,۳	۱,۲	۳,۳۰
۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۷,۰۰	۱٦,۰	۱۳,٦	۱۱,۱	۷,٦	٤,۷	۱,٤	۳,٤۰
۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۷,۱۰	۱٦,٤	۱٤,۰	۱۱,۵	۷,۹	۵,۰	۱,٦	۳,۵۰

۵ مدیریت سیلاب دشت و کنترل سیلاب

مدیریت سیلاب دشت یکی از روش‌های غیرسازه‌ای و مدیریتی مهار سیلاب محسوب می‌شود و از آنجا که بر روی نحوه مدیریت آب، خاک و اراضی حاشیه رودخانه و آبراهه مؤثر می‌باشد، در ارتباط با برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بهینه و مهار آلودگی منابع آب بوده و یکی از ارکان توسعه پایدار در اراضی سیلاب دشت محسوب می‌شود. در این بخش، جایگاه مدیریت سیلاب دشت در مباحث یاد شده مورد بررسی قرارگرفته و ضرورت توجه به آن روشن گردیده است[۱].

۵_۱ مدیریت حوضه آبریز

سیلابی که سیلاب دشت را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد از زهکشی بارش‌ها در سطح حوضه آبریز حاصل گردیده و هر نوع تغییری در سطح حوضه که بر روی تغییرات زمانی بده جریان سیلاب و رسوب اثر کند، می‌تواند بر نحوه مدیریت سیلاب دشت مؤثر باشد. مدیریت حوضه آبریز و یا آبخیزداری بر مدیریت بهینه آب و خاک سطح حوضه تأکید داشته و شامل به کارگیری روش‌های سازهای، بیولوژیکی و اقدامات مدیریتی برای کاهش خطرات مربوط به سیلاب، فرسایش و رسوب و نیز استفاده بهینه از منابع آب، خاک و غیره در سطح حوضه آبریز می‌باشد. شکل (۵-۱) ارتباط نتایج و پیامدهای اقدامات و عملیات آبخیزداری بر روی مدیریت سیلاب دشت را نشان می‌دهد[۱].



شکل ۵- ۱ - ارتباط نتایج و پیامدهای آبخیزداری بر مدیریت سیلاب دشت

۵_۲ روش‌های غیرسازه‌ای کاهش خسارت سیل

روش‌های مختلفی برای مهار و مدیریت سیلاب وجود دارد. این روش‌ها را می‌توان در دو دسته عمده طبقه‌بندی نمود. اولین دسته بر مبنای اثرگذاری روی سیلاب به وسیله سازه‌ها می باشد و روش‌های سازه‌ای نامیده می‌شود. دسته دیگر روش های غیرسازه‌ای بوده و عمدتا بر روی کاهش یا تحمل خسارت متمرکز است. به هر حال همیشه روش‌های غیرسازه‌ای باید تواما در طراحی‌های سازه‌ای مورد توجه قرار گیرند. زیرا استفاده از آنها موجب افزایش در اثربخشی روش‌های سازه‌ای می‌شود. در شرایط حاکم بر بعضی از حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها، ممکن است روش‌های غیرسازه‌ای از روش‌های سازه‌ای مهار سیلاب کم هزینه‌تر باشند. ره‌یافت‌های غیرسازه‌ای مهار سیلاب در جدول (۵-۱) نشان داده شده‌اند[۲].

هدف از مدیریت سیلاب، کاهش اثرات منفی سیلاب می‌باشد. در این راستا، کلیه اقداماتی که در جهت اصلاح و تعدیل رواناب سیلابی به‌وسیله احداث سازه‌های مهندسی صورت می‌گیرد، به‌عنوان «روش‌های سازه‌ای» مدیریت سیلاب اطلاق شده است. برخی از این سازه‌ها شامل مخازن، سیستم‌های انحرافی، گوره‌ها یا دایک‌ها و نیز تغییر و اصلاح آبراهه می‌باشند. دسته دیگری از روش‌های مدیریت سیلاب که در کاهش میزان خسارت‌پذیری دشت‌های سیلابی تأثیر می‌گذارند، غالبا تحت‌عنوان «روش‌های غیرسازه‌ای» طبقه‌بندی شده و به اقدامات مهندسی کمتری نیاز دارند. روش‌های غیرسازه‌ای در جهت کاهش خسارات وارده به تجهیزات، تأسیسات و ساختمان‌های دائمی در سیلاب دشت طراحی می‌شوند و به‌منظور کاهش پتانسیل خسارت در یک رخداد سیلابی آمادگی ایجاد می‌کنند. برخی از روش‌های غیرسازه‌ای مهم شامل هشدار سیل، بیمه سیل، مدیریت کاربری اراضی و پادسیل‌سازی می‌باشند.

از آنجا که روش‌های سازه‌ای عموما نیازمند سرمایه‌گذاری های بسیار زیاد می‌باشند، در حقیقت اقدامات مدیریت سیلاب دشت دیدگاه جامعی از همه روش‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای به دست داده و روش‌های اجرایی را به‌منظور مدیریت و کاهش خسارات ناشی از سیلاب در یک مقیاس جامع پیشنهاد می‌کنند. در بخش حاضر، ابتدا گزینه‌های مدیریت خطرپذیری غیرسازه‌ای سیلاب دشت بحث شده و سپس عملیات آمادگی و مواجهه با سیلاب، به‌ترتیب قبل از سیلاب، در هنگام سیلاب و پس از رخداد سیلاب بررسی می‌شوند. همچنین، در انتهای فصل روش‌های سازه‌ای مهار سیلاب، مورد بررسی قرار می‌گیرند، نهایتا روش ارزیابی و انتخاب راهکار مناسب برای مدیریت سیلاب دشت ارائه می‌گردد[۲].

انواع روش‌هـای غیرسـازه‌ای که در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرند، شامل پهنه‌بندی سیل، تعیین حد بستر و حـریم، مـدیریت کـاربری اراضـی حاشیه سیلاب، بهسازی ساختمان‌های در معرض خطر سیل، تعیـین منـاطق آزاد بـرای رشـد منـاطق مسـکونی، ایجـاد دسترسی‌های لازم برای مدیریت اراضی و تدوین و اجرای بیمه سیلاب برای نواحی در معرض خطر می‌باشد[۲].

۵_۲_۱ پهنه‌بندی سیل

از جمله اقدامات مدیریتی که می‌تواند نقش بسزایی در کاهش خطرات و خسـارات ناشـی از وقـوع سـیلاب داشـته باشد، پهنه‌بندی خطر سیل است. پهنه‌بندی خطر سیل در واقع، ابزاری اساسی در برنامه‌ریزی و مـدیریت سـیلاب دشـت می‌باشد. پهنه‌بندی می‌تواند وسیله‌ای قانونی در دست مسئولین ذی‌ربط برای توسعه و مدیریت کاربری اراضی، توأم بـا کاهش خطرات سیل و حفاظت محیط‌زیست باشد. بنابراین در حالی‌کـه خـود بـه‌طـور مسـتقیم از روش‌هـای مـدیریت خطرپذیری سیلاب دشت به حساب نمی‌آید، پیشنیاز ضروری کلیه اقدامات مدیریت سیلاب دشت می‌باشد. همچنین، بنگاه مدیریت بحران آمریکا پهنه‌های سیل‌گیر را مطابق جدول (۵-۱) به ناحیه‌هایی با پتانسیل خطرپذیری متفاوت تقسیم کرده است[۲].

جدول ۵- ۱- توصیف ناحیه‌های موجود در نقشه‌های پهنه‌بندی سیل

ناحیه ون	توصیف
ناحیه A	شامل پهنه سیلاب 100 ساله، که به وسیله متد تخمیني به دست آمده و تجزیه و تحلیل هیدرولیکي دقیقي در آن صورت نگرفته است. ترازسطح سیلاب یا عمق سیلاب در این ناحیه، مشخص نشده است
احیه AO	شامل نواحي سیلابي کم عمق 100 ساله، در جاهاییکه عمق سیلاب بین 3/0 تا 1 متر بوده، عمق متوسط سیل گرفتگي مشخص شده، اما هیچگونه خطر سیلابي، تعیین نشده است
ناحیه AH	شامل نواحي سیلابي در پهنه 100 ساله، که سیلابهاي کم عمق بین 3/0 تا 1 متر در آنجا رخ داده، تراز سطح سیلاب نشان داده نشده و هیچ گونه خطر سیلابي تعیین نشده است
ناحیه AE	این ناحیه، یکي از مناطق نرخ بیمه سیلاب، مطابق با پهنه سیلاب 100 ساله، که در مطالعات بیمه سیلاب به وسیله روشهاي دقیق مشخص شده میباشد، در اغلب موارد، تراز سطح سیلاب، که از تجزیه و تحلیل هیدرولیکي جریان، به دست میآید، در داخل این ناحیه، تعیین شده است .
ناحیه AR	این ناحیه شامل نواحي که توسط سازه هاي مهار سیلاب مانند گوره ها، به طور موقت، تحت حفاظت قرار گرفته اند، میباشد. این ناحیه تحت عنوان <<سیلاب دشت تنظیمي>> به منظور برآورده کردن اهداف سامانه درجه بندي جوامع(CRS)که سامانه مشارکت جوامع در برنامه هاي بیمه میباشد، مطرح شده است
ناحیه B	نواحي با خطر متوسط که معمولا بر روي نقشه هاي تعیین نرخ بیمه به عنوان محدودههاي بین سیلاب پایه (معمولا 100 ساله) و سیلاب 500 ساله نشان داده میشود. ناحیه B ممکن است تحت تاثیر سیلابهاي محلي کم عمق قرار گیرد. این ناحیه، همچنین میتواند به منظور تعیین نواحي محافظت شده به وسیله گوره ها و دشت هاي سیلابي با خطر پایین مثلا در سیلاب هاي با عمق کمتر از 30 سانتي متر طراحي شود.
ناحیه C	ناحیه Cشامل نواحي با کمترین میزان خطر سیلاب میباشد، که به طور معمول بر روي نقشه هاي پهنه بندي سیلاب، به عنوان سطوح بالا تر از سیلاب 500 ساله نشان داده شده است. این ناحیه ممکن است در برگیرنده سیلاب هاي کم عمق محلي باشد ولي به طور کلي بر روي نقشه هاي تعیین نرخ بیمه جزو نواحي پرخطر نمایش داده نمیشود.
ناحیه D	نواحي در حاشیه سیلابدشت که در آنها احتمال خطر سیلاب نامعین اما ممکن میباشد.
ناحیه X	در نقشه هاي جدید، ناحیه هاي C و B را تحت عنوان ناحیه x نشان میدهند. به طوریکه در این نقشه ها منطقه هاشور خورده ناحیهx مطابق با ناحیه B و منطقه هاشور نخورده ناحیهx مطابق با ناحیه C میباشد.
ناحیهV	منطقه اي که تحت تاثیر سیلاب 100 ساله قرار گرفته و در آن ارتفاع سطح سیلاب تعیین نشده است. اما خطرات ناشي از سرعت آب و نیروي امواج سیل در این منطقه وجود دارد
ناحیه Z	ناحیه اي که هیچ گونه سابقه اي از سیل در آن گزارش نشده است

۵_۲_۲ تعیین حد بستر و حریم

براساس تعریف آیین‌نامه بستر و حریم رودخانه‌های بستر، قسمتی از رودخانه، نهر یا مسیل است که در هر محل، با توجه به آمار هیدرولوژیک و داغاب و حداکثر طغیان با دوره بازگشت ۲۵ ساله به‌وسیله وزارت نیرو یا شرکت‌های آب منطقه‌ای تعیین می‌شود، و همچنین حریم، شامل اراضی مجاور بستر رودخانه به عرض ۱ تا ۲۰ متر می‌باشد که به‌عنوان حق ارتفاق برای کمال انتفاع و حفاظت از بستر رودخانه لازم است. البته در اغلب کشورهایی مانند آمریکا به و حاشیه سیل جای تعریف حد بستر و حریم رودخانه، واژه‌های سیل راه به کار می‌روند که از نظر عملکرد، مشابه بستر و حریم رودخانه می‌باشند. با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران و توزیع نامتعادل جریان‌های سطحی، وقوع سیل‌های فراوان به‌همراه تخریب و خسارت‌های مالی و جانی زیاد، تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها، به‌عنوان پیشنیاز مدیریت خطرپذیری سیلاب دشت، در سال‌های اخیر، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دخل و تصرف غیرمجاز در بستر و حریم رودخانه و مسیل‌ها، یکی از مهمترین عوامل ایجاد خسارت و تلفات انسانی می‌باشد[۲].

در تعیین حد بستر و حریم باید اثر سازه‌های متقاطع و حاشیه رودخانه در مدل هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حذف و مجددا سیلاب، شبیه‌سازی شود.

۵_۲_۳ مدیریت کاربری اراضی

یکی از مهمترین روش‌های جلوگیری از توسعه انواع کاربری پرخطر بر روی سیلاب دشت، تدوین قوانینی برای مدیریت کاربری اراضی است که فرآیند توسعه را به مناطق بیرون از نواحی مستعد سیل، رهنمون سازد. به‌طور کلی، دو ابزار اولیه در قانونمند کردن استفاده بهینه از اراضی، شامل تدوین آیین‌نامه‌های پهنه بندی اراضی و طراحی کاربری اراضی می‌باشد. این ابزار، در مدیریت توسعه مناطق مسکونی کم، متوسط و پرجمعیت و نیز مناطق تجاری و صنعتی، بسیار کارآمد می باشند.

قوانین طراحی کاربری اراضی تنها باید به انواعی از کاربری اراضی که با شرایط طبیعی زمین و پتانسیل خطرپذیری منطقه سازگار هستند، اجازه توسعه بدهند. به‌طور مثال می‌توان مناطق مستعد سیل را برای پارک‌ها، باغ راه ها، زمین‌های بازی گلف، تالاب‌ها،

پناهگاه‌های حیات‌وحش و مناطق حفاظت شده طبیعی در نظر گرفت. چنین طرح‌هایی می‌تواند خسارت محتمل آینده را با الزام کاربری اراضی به‌عنوان فضاهای باز یا مناطق با توسعه نامتراکم در نواحی مستعد سیل، کاهش دهد. در ادامه کاربری‌های مجاز و ممنوع نواحی مستعد سیل طبق آیین‌نامه ایران مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۵_۲_۴ کاربری های مجاز و ممنوع بستر و حریم رودخانه

به‌طور کلی، آیین‌نامه تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها، موارد ممنوعیت و محدودیت کاربری اراضی بستر و حریم را ذکر کرده ولی به‌طور کلی، هرگونه دخل و تصرف در بستر و حریم رودخانه را منوط به نظر کارشناس وزارت نیرو دانسته است. براساس ماده ۲ قانون توزیع عادلانه آب و ماده ۱ آیین‌نامه تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها، مالکیت اراضی بستر، ملی بوده و در اختیار جمهوری اسلامی ایران قرار دارد. در ادامه کاربری‌های مجاز و ممنوع در اراضی بستر و حریم رودخانه به‌طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۵_۳ روش‌های سازه‌ای مهار سیلاب

روش‌های مهار و مدیریت سیلاب به دو دسته سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم‌بندی می‌شود که غیرسازه‌ای ها شامل روش‌های مدیریتی می‌شود. مهار سیلاب شامل فرآیندهای خاصی است که با فراهم آوردن و بهره‌برداری از سازه‌های طراحی شده، اثرات تخریبی سیل را رفع یا کاهش دهد که این امر با ذخیره، محدودسازی و انحراف جریان سیلاب تا حدی که از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد، انجام می‌شود. البته باید در نظر داشت که برخی از سازه‌های مهار سیلاب، مانند سدهای مخزنی و بندهای تأخیری، با وجود اینکه به‌طور مستقیم در سیلاب دشت‌ها احداث نمی‌شوند، اما به‌دلیل نقشی که در کاهش اثرات سیلاب در سیلاب دشت‌ها دارند، در این بخش مورد بررسی قرار می گیرند. درجه ایمنی سازه‌های مهار سیلاب، براساس ملاحظات اقتصادی تعیین می‌شود. سازه‌های مهار سیلاب می‌توانند شامل بازه‌ای از مقادیر مختلف حفاظت سیل، با توجه به تصمیم‌گیری مدیران، براساس ۳ حالت زیر باشند[۲].

الف- حداقل استانداردها، برای حفاظت در مقابل سیل

ب- میزان بهینه سود و هزینه، با توجه به تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی

ج- مطابق با حدود مشخصی از ریسک قابل قبول

چنین اقدامات سازه‌ای، در شرایطی که تسهیلات زیربنایی در منطقه توسعه یافته و هزینه‌های لازم برای حفاظت از سرمایه‌های موجود به‌وسیله احداث سازه‌های حفاظتی، بسیار کمتر از هزینه‌های لازم برای نوسازی منطقه و تجدید حیات بنگاه‌های اقتصادی زیان‌دیده، کمک‌های مالی به آسیب‌دیدگان و یا تغییر مکان ساختمان‌ها از مناطق پرخطر، به مناطق کم‌خطر باشد، مقرون به صرفه است. اقدامات سازه‌ای، غالبا به بالا بردن توسعه در مناطق مستعد سیل گرایش دارند. در حقیقت با اقدامات سازه‌ای، می‌خواهیم، منطقه را به ناحیه‌ای که برای پیشرفت و سرمایه‌گذاری به اندازه کافی ایمن باشد، تبدیل کنیم. در هر حال باید این نکته را در نظر داشت که در آینده ممکن است، رخدادی، بزرگتر از سیلاب طراحی سازه به وقوع پیوندد که نتیجه آن، خسارت فاجعه‌باری خواهد بود.در ادامه این بخش، به‌طور خلاصه، به بررسی انواع روش‌های سازه‌ای مهار سیلاب می‌پردازیم. برای کسب اطلاعات بیشتر در این خصوص می‌توانید به ضابطه «راهنمای مهار سیلاب رودخانه (روش‌های سازه ای)» ضابطه شماره ۲۴۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مراجعه کنید.

۵_۳_۱ مخازن ذخیره‌ای

هدف یک مخزن مهار سیلاب، ذخیره قسمتی از جریان سیلاب به‌منظور کاهش حداکثر سیلاب می‌باشد. به‌طور کلی ذخیره سیلاب‌ها در مخازن، سبب تأثیرات زیادی در جهت تعدیل سیل از جمله کاهش سرعت جریان سیلابی، کاهش پهنه متأثر از سیل می شود. در صورتی‌که سیلاب‌های رودخانه فصلی باشند، کارایی مخازن چندمنظوره، برای کاهش اوج سیلاب به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. در شرایط ایده‌آل مخزن درست در بالادست منطقه حفاظت شده قرار دارد و بهره‌برداری از آن به‌منظور کاهش حداکثر سیلاب به ظرفیت گذردهی ایمن در پایین‌دست صورت می‌گیرد. سیلاب ذخیره شده با توجه به زمان وقوع آن یا با نرخ ثابت و یا با سرعت متغیر نسبت به شرایط پایین‌دست رها می‌شود و یا در صورتی‌که پایان فصل سیلاب نزدیک باشد، برای مصارف آبیاری و تولید برق ذخیره می‌شود. در صورت وجود یک حوضه میانی، بعد از سد و قبل از منطقه مورد حفاظت، هدف از مدیریت مخزن در جریان سیلاب، جاری شدن حداقل سیلاب در منطقه حفاظت شده خواهد بود.

با توجه به شرایط اقلیمی کشورمان، در بیشتر رودخانه‌ها، حجم موجود مخازن برای ذخیره آب، بسیار بیشتر از حجم لازم برای مهار سیلاب می‌باشد. بنابراین احداث مخازنی که به‌منظور ذخیره آب احداث شده‌اند، می‌توانند با مدیریت فعال، با استفاده از پیش‌بینی‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی و تکنولوژی‌های جدید مانند ماهواره‌ها و رادارهای طوفان، برای ذخیره سیلاب‌ها، به کار روند. مدیریت مخزن می‌تواند اثر چشم‌گیری در کاهش بده اوج سیلاب و پهنه سیل‌گیری سیلاب دشت داشته باشد.



شکل ۵- ۲ - نمونه‌ای از مخزن ذخیره‌ای برای کنترل سیلاب

۵_۳_۲ سدهای تأخیری

سدهای تأخیری که در بالادست محدوده تحت مدیریت ساخته می‌شوند، بیشترین کارآیی را در حوضه‌های کوچک و متوسط دارند. در طراحی سدهای تأخیری باید توجه شود که احداث این سدها موجب هم‌زمانی سیلاب‌های شاخه‌های مختلف و افزایش سیلاب در پایین‌دست نشود. برای حوضه‌های کوچک، افزایش سیلاب در اثر سدهای تأخیری بسیار غیرمحتمل است. ولی در حوضه‌های بزرگ با سرشاخه‌های متفاوت این احتمال افزایش می‌یابد. به‌علت زمان تمرکز کم سیلاب‌های حوضه‌های کوچک، بهره‌برداری کارآ از مخازن ذخیره‌ای به سختی ممکن می‌شود. به‌علاوه، استفاده از مخازن تأخیری، تخلیه خودبه خود مخازن بعد از سیلاب را تضمین نموده و مانع از فدا شدن منافع کنترل سیلاب و ذخیره‌سازی آن می‌شود. بنابراین سدهای تأخیری

عمدتا برای حوضه‌های آبریز کوچک و سدهای مخزنی برای حوضه‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند[۲].

خروجی یک سد تأخیری، معمولا یک سرریز بزرگ و یا چند خروجی بدون دریچه می‌باشد. ظرفیت خروجی یک سد تأخیری با مخزن پر باید برابر حداکثر ظرفیتی باشد که می‌تواند از رودخانه در پایین‌دست عبور کند. با شروع سیلاب، مخزن تأخیر پر می‌شود و خروجی، آنقدر افزایش می‌یابد که مساوی سیلاب ورودی می‌شود. از آن به بعد، حجم ذخیره شده خود به خود از مخزن خارج می‌شود. چنانچه توپوگرافی امکان ایجاد مخزن تأخیری با حجم مناسب را بدهد و منابع قرضه در فاصله کمی از محل پروژه موجود باشد، این روش، به‌علت تأثیر مستقیم آن بر تسکین سیلاب، دارای اهمیت است.

۵_۳_۳ گوره‌ها و سیل بندها

محدود کردن جریان سیلاب در یک عرض معین از رودخانه به کمک سازه‌هایی نظیر گوره‌ها و دیواره‌های سیل‌بند انجام می‌گیرد. این سازه‌ها که به‌طور مستقیم بر روی سیلاب دشت احداث می‌شوند، از پخش شدن و گسترش سیلاب در زمین‌های اطراف رودخانه جلوگیری کرده، آن را در یک مسیر و مجرای مشخص و محدود هدایت می‌کنند. گوره، بند خاکی کوتاهی است که در فواصل مختلف از کناره رودخانه و در امتداد آن ساخته می‌شود تا نقش سواحل مصنوعی را در دوره‌های سیلابی که آب رودخانه از سواحل طبیعی خود بیرون می‌رود، ایفا کند و بخش عمده زمین‌های اطراف رودخانه را از آب گرفتگی محافظت نماید. در مناطق شهری و سایر مناطقی که ارزش زمین‌ها زیاد باشد، به جای گوره از دیواره‌های سیل‌بند، استفاده می‌گردد. دیواره‌های سیل‌بند از جنس‌های مختلف بتنی، سنگی، آجری، تورسنگی و چوبی ساخته می‌شوند. مزیت اصلی گوره‌ها امکان استفاده از مصالح محلی ارزان قیمت در احداث آنها می‌باشد. در عین حال نفوذناپذیری مصالح در کناره رودخانه باید مد نظر گرفته شود. به‌طور کلی دیوارهای سیل‌بند کمتر از گوره‌ها در معرض خرابی می‌باشند. ولی امکان روگذری دیواره و یا آبشستگی در پی آنها وجود دارد. بنابراین افزایش اضطراری ارتفاع سیل‌بندها در جریان سیلاب که در مقابله با سیلاب صورت می‌گیرد، دارای اهمیت فوق‌العاده می‌باشد. برای جزئیات بیشتر، به ضابطه «راهنمای طراحی، ساخت و نگه‌داری گوره‌ها» ضابطه شماره ۲۱۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه شود[۳].



شکل ۵- ۳ - نمونه‌ای از دیواره سیل‌بند با توری فلزی



شکل ۵- ۴ - نمونه‌ای از دیواره سیل‌بند

۵_۳_۴ انحراف سیلاب

این روش مهار سیلاب به‌عنوان راه اضطراری نظیر شهرها و مجتمع های صنعتی عموما در نواحی بالادست مناطق توسعه یافته نیز شناخته می‌شود و به کار می‌رود که فضای کافی برای تعریض و یا تعمیق آبراه یا ساخت گوره‌ها وجود ندارد و ساخت دیوارهای سیل‌بند نیز غیراقتصادی است. تفاوت عمده این روش با سایر روش‌های مهار سیلاب مانند احداث گوره‌ها و دیواره‌های سیل‌بند در این است که خطرهای بالقوه ناشی از سیل در سرتاسر طول گوره‌ها و دیواره‌های سیل‌بند باقی می‌ماند برای جزئیات بیشتر، به ضابطه «راهنمای طراحی، ساخت و بهره‌برداری سامانه‌های انحراف سیلاب» ضابطه شماره ۵۲۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه شود[٤].

۵_۳_۵ اصلاح آبراهه

از جمله تدابیر سازه‌ای، توسعه، بهسازی، تعمیر و کلا عملیات اصلاح مسیر رودخانه‌ها (آبراهه ها) در بالادست تأسیسات مختلف و کانال‌ها می‌باشد. این عملیات می‌تواند ظرفیت آبراهه‌ها را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده، زمان تمرکز سیلاب را با افزایش سرعت آب در آبراهه کاهش داده و حجم آب اضافی را سریعتر از منطقه خارج نماید. حذف مواد زاید و گیاهان و احداث کانال‌های جدید برای کم کردن پیچ و خم‌ها موجب کاهش ضریب مانینگ می‌گردد. البته برداشتن موانع از مسیر رودخانه و افزایش سرعت آن نباید موجب فرسایش بستر و دیواره‌ها شود. برای این منظور می‌توان از سنگ‌چین و آبشکن استفاده کرد و یا با تصحیح شیب دیواره‌ها و اجرای پوشش‌های آسفالتی یا بتنی روی آنها از فرسایش دیواره‌ها و بستر جلوگیری نمود. عملیات ساماندهی، بهسازی و اصلاح مسیر رودخانه را می‌توان به شکل زیر خلاصه نمود.

-افزایش سطح مقطع برای افزایش ضریب آبگذری رودخانه به شکل احداث گوره و یا با انجام عملیات لای‌روبی و همچنین اصلاح ساختار هیدرولیکی سازه‌های متقاطع، موازی و اصلاح مقطع و مشخصه‌های هندسی مجرای رودخانه

-افزایش شیب و افزایش ظرفیت انتقال رودخانه، به‌وسیله حذف پیچان‌رودها و ایجاد راستای مناسب با کانال میانبر و خارج کردن منطقه اطراف پیچان‌رود از محدوده تأثیرات سیل

-بستن شاخه‌های غیرمفید، برای خارج کردن زمین‌های اطراف از محدوده سیل‌گیری، کم شدن طول مسیر رودخانه و ازدیاد شیب

-مهار و تثبیت بستر رودخانه: برای جلوگیری از افزایش رسوب جریان و بسته شدن مسیر اصلی در پایین‌دست، در اثر رسوب‌گذاری و حفظ مسیر رودخانه

-مهار فرسایش و تثبیت سواحل: حفظ پایداری زمین‌های اطراف، در برابر فرسایش و جلوگیری از تغییر مسیر رود، به‌وسیله احداث خاکریزها و دیواره‌های سیل‌بند

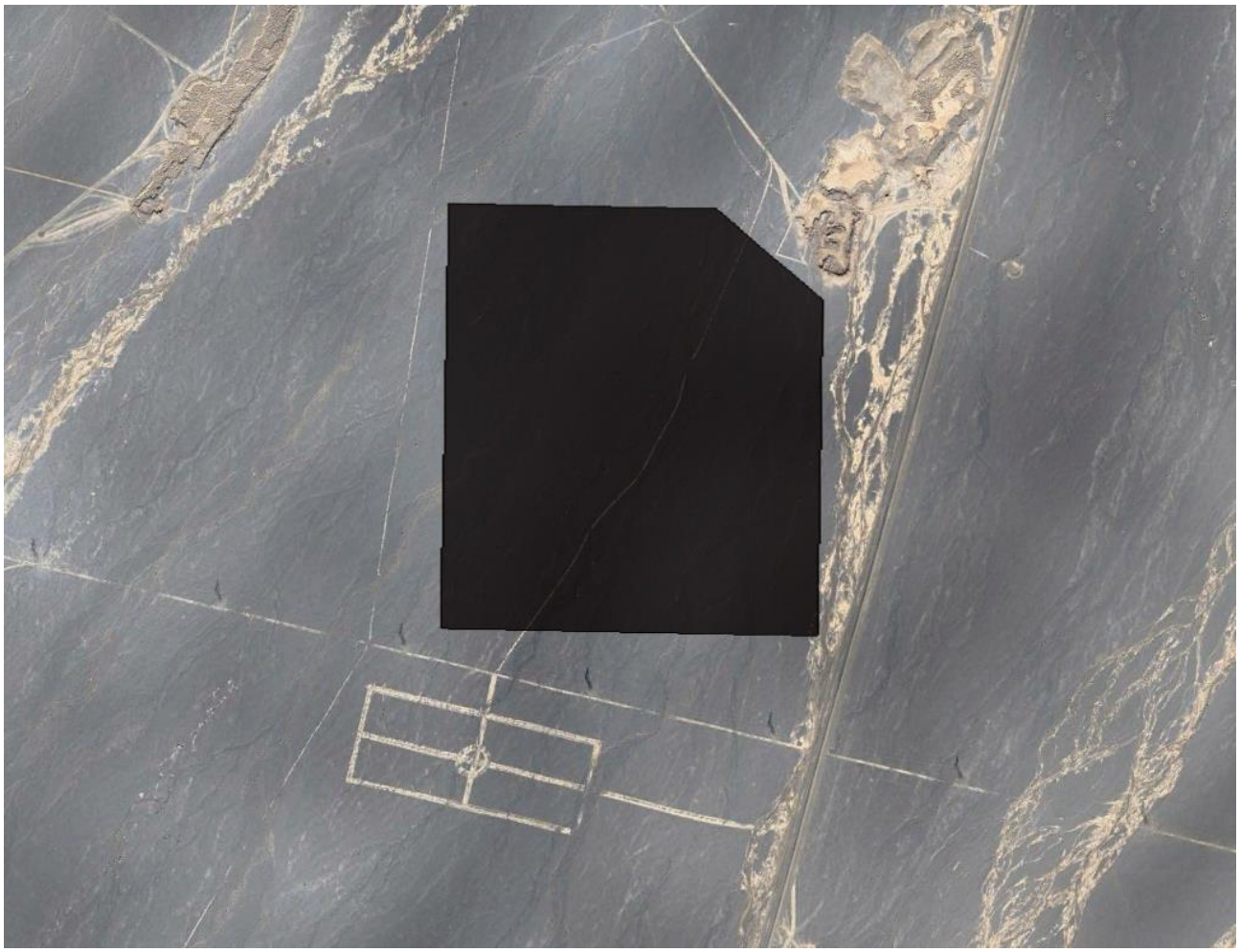
لازم به تذکر است که احداث چنین کانال‌هایی تنها در مواردی باعث کاهش خسارات سیل خواهد شد که هدف حفظ تأسیساتی باشد که در اطراف رودخانه و در یک بازه مشخص احداث گردیده‌اند و پس از آن سیل وارد باتلاق، دریاچه و یا دشتی شود که ایجاد خسارت ننماید. برای جزئیات بیشتر این روش به نشریه «راهنمای مهار سیلاب رودخانه (روش‌های سازه‌ای)» مراجعه شود[۲].

۵_۳_۶ گزینه منتخب کنترل سیلاب نیروگاه سیمان تجارت مهریز

با توجه به معرفی انواع روش‌های مهار سیلاب که پیشتر توضیح داده شدند، توپوگرافی اراضی، روش احداث دایک خاکی جهت انحراف سیلاب حوضه‌های مؤثر در ضلع جنوبی و غربی و انتقال سیلاب به مسیل های مجاور در نیروگاه خورشیدی سیمان تجارت مهریز پیشنهاد شده است.

برخی از دلایل و مزایای که باعث انتخاب این روش برای مهار سیلاب‌های مؤثر بر سایت گردید، سهولت اجرایی، آسان بودن بهره‌برداری، عبور آبراهه‌ها در محدوده طرح و نزدیکی محدوده پروژه به آبراهه ها می‌توان اشاره نمود. اثر بلندمدت دایک، فرسایش و یا تجمع رسوب در پائین‌دست آبراهه، کانال و تغییر رژیم آبراهه می‌باشد.

از آنجا که عدم کنترل سیلاب این حوضه‌ها و اجازه ورود آن به داخل سایت باعث خسارت به تأسیسات خواهد بود، لذا مطالعه و شناخت پتانسیل سیلاب‌خیزی حوضه آبریز آبراهه‌های فوق‌الذکر در دوره‌های بازگشت طرح، جهت جلوگیری از خسارات احتمالی ناشی از طغیان سیل در این مسیل‌ها و ارائه راهکارهای حفاظتی برای سایت، از اهمیت خاصی برخوردار است. در شکل ۵-۵ نمایی از وضعیت جایگاه نیروگاه خورشیدی سیمان تجارت مهریز ارائه شده است.



شکل ۵- ۵ - جانمایی آبراهه های عبوری از میانه جایگاه نیروگاه خورشیدی سیمان تجارت مهریز

۵_۴ دوره بازگشت طرح

دوره بازگشت طرح یا احتمال وقوع بارش طراحی، سطح ایمنی منتخب برای طراحی شبکه را مشخص می کند .استفاده از یک بارندگی با دوره بازگشت معین برای طراحی شبکه زهکشی بدین معناست که در صورت وقوع بارانی بزرگتر، تمام یا بخشی از شبکه توانایی دریافت و انتقال رواناب را نخواهد داشت و آبگرفتگی معابر، خساراتی را به تأسیسات شهری و همچنین شهروندان تحمیل می‌نماید. بنابراین واضح است که هر چه دوره بازگشت بارش طراحی بیشتر باشد، احتمال وقوع آن در هر سال کمتر و هزینه شبکه طراحی شده بیشتر میگردد .از این رو بسته به اهمیت نواحی شهری، حساسیت آنها در برابر پیامدهای احتمالی آبگرفتگی و میزان خسارات ناشی از این امر، دوره بازگشت باران طراحی برای اندازه یابی ابعاد کانال ها و تأسیسات مرتبط متفاوت خواهد بود.

روش اصلی برای تعیین دوره بازگشت طرح، انجام تحلیل اقتصادی و برآورد سود-هزینه شبکه جمع‌آوری آبهای سطحی به ازای دوره بازگشت‌های مختلف است. در این روش لازم است کلیه خسارات ناشی از کمبود ظرفیت شبکه برآورد شود و به ازای سطوح ایمنی مختلف، به اندازه‌ای که از خسارات سیلاب پیشگیری می‌شود، به حساب سود ناشی از ایجاد شبکه منظور گردد. شایان ذکر

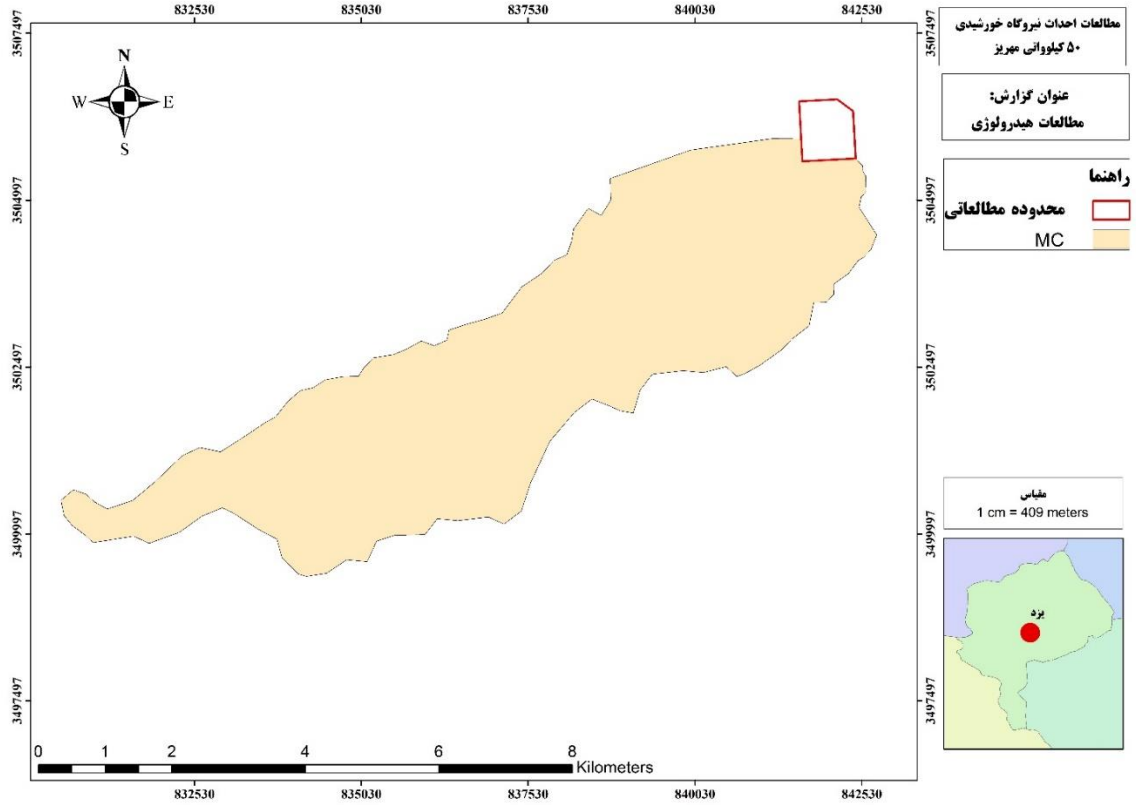
است برآورد خسارات ناشی از کمبود ظرفیت شبکه جمع آوری آب‌های سطحی امر ساده‌ای نبوده، پیچیدگی‌هایی به همراه دارد. از جمله این مسایل می توان به نحوه کمی کردن و برآورد خسارات ناشی از آبگرفتگی معابر، اختلال در عبور و مرور عابران پیاده و وسایط نقلیه، کندی ترافیک، اتلاف زمان و ساعت کار مفید شاغلین و غیره اشاره نمود. به همین علت، استفاده از روش تحلیل سود-هزینه در تعیین دوره بازگشت طرح‌های زهکشی شهری معمول نیست.

آنچه در طراحی شبکه زهکش شهری مبنای انتخاب دوره بازگشت بارش طراحی قرار می‌گیرد، استانداردها و ضوابطی است که در این باره وضع گردیده و در سطوح مختلف از جمله محلی، استانی، منطقه‌ای و ملی لازم الاجراست. بررسی استانداردهای برخی کشورهای صنعتی از جمله ایالات متحد و اتحادیه اروپا نشان می‌دهد که غالباً برای طراحی شبکه‌های فرعی، دوره بازگشت ۲ تا ۱۰ سال و برای شبکه‌های اصلی دوره بازگشت ۵۰ تا ۲۰۰ سال (برای سیلاب یا باران طراحی) مبنای کار قرار می‌گیرد. نسخه جدید استاندارد جامعه اروپا که در سال ۲۰۰۸ میلادی منتشر شده، برای مدیریت شبکه آب‌های سطحی، دوره بازگشت خسارات شدید (و نه بارش طراحی) را بدون اشاره به پیچیدگی‌های آن، مبنا قرار داده و برای طراحی شبکه زهکشی شهر ها دوره های ۲۰ و ۳۰ ساله را تعیین نموده است.

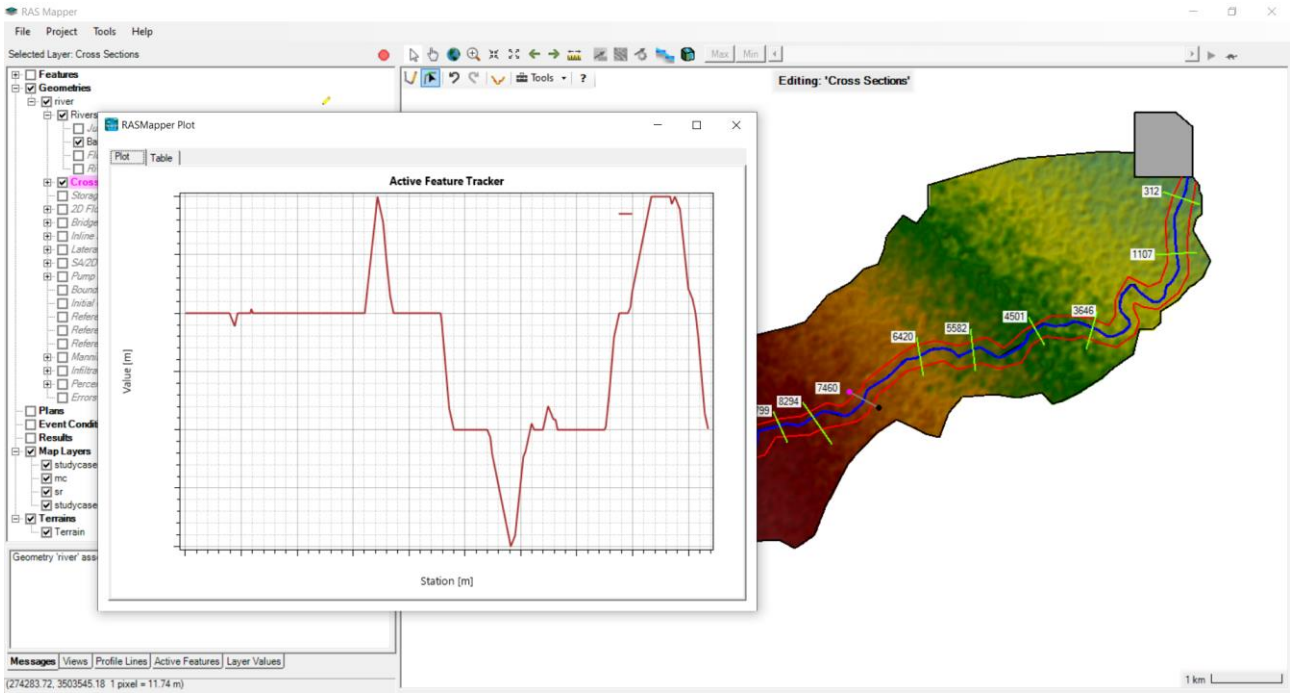
با در نظر گرفتن کلیه مطالب مطرح شده، استفاده از ضوابط، دوره بازگشت ۵۰ ساله برای محدوده طرح پیشنهاد می‌گردد.

۵_۵ طراحی دیوار کنترل سیلاب

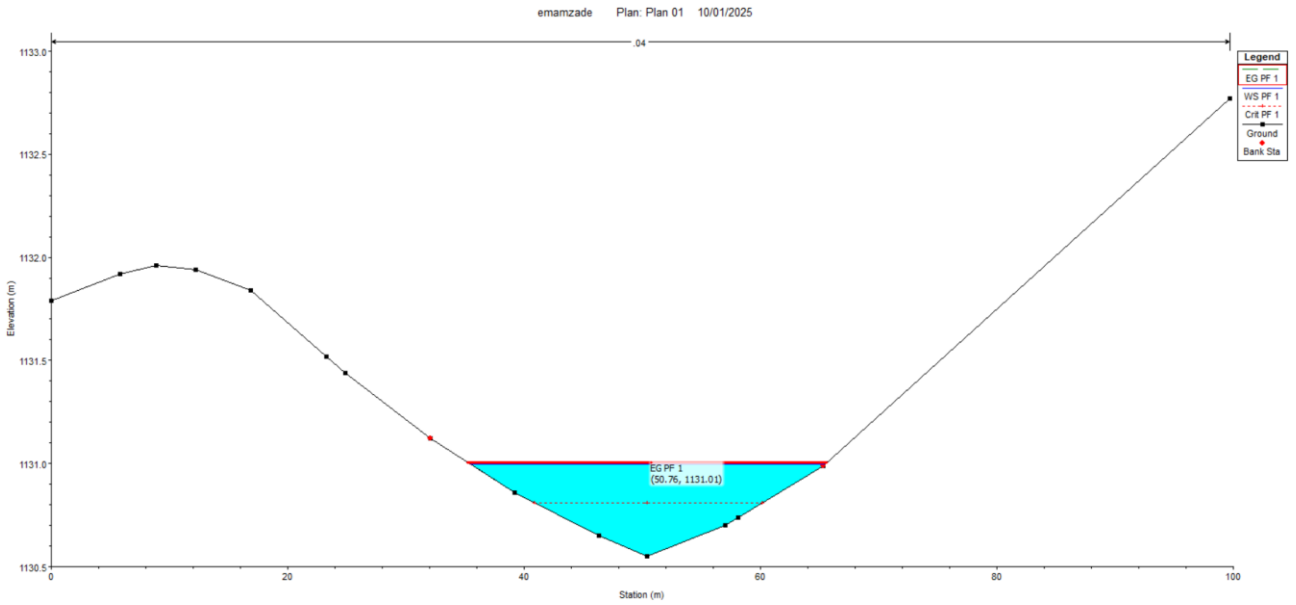
با استفاده از نتایج بررسی رواناب سطحی و شبیه سازی سیلاب در نرم افزار HEC-RAS (شکل ۵-۶ تا ۵-۸) ارتفاع تراز تاج دایک خاکی مهار آب با در نظر گرفتن ۳۰ سانتی متر ارتفاع آزاد در ارتفاع ۱.۰ متر (در بحرانی ترین قسمت) و ارتفاع حداقلی ۱ متر برای آن مطابق جدول ۵-۲ پیشنهاد می گردد. نتایج حاصل از نرم افزار HEC-RAS برای جنوبی و غربی محدوده سایت در جدول ۵-۲ ارائه گردیده است و در مدرک کنترل سیلاب برای تمامی بخش ها ارتفاع دیواره بر اساس زمین طبیعی ارائه شده است[۶]. با توجه به خروجی مدل کد ارتفاعی حداقل تراز تاج خاکریز در کد ارتفاعی ۱.۰ متر در ضلع جنوبی محاسبه گردید. در ادامه یکی از تصاویر خروجی نرم افزار و دبی موثر هر یک از حوضه‌های آبریز بر محدوده طرح ارائه شده است. مراحل شبیه سازی سیلاب به این صورت می باشد که ابتدا با تعیین حوضه‌های موثر بر هر یک از اضلاع میزان سیلاب حداکثر موثر بر آن ضلع تعیین می گردد، سپس مقاطع با استفاده از نرم افزار RAS Mapper استخراج شده و در انتها داده های جمع آوری شده جهت شبیه سازی وارد نرم افزار HEC-RAS می گردد و شبیه سازی سیلاب بر محدوده سایت صورت می پذیرد.



شکل ۵- ۶ - حوضه‌های آبریز تأثیرگذار بر محدوده طرح



شکل ۵- ۷ - استخراج مقاطع تپوگرافی جهت ورود اطلاعات مقاطع به نرم افزار HEC-RAS



شکل ۵- ۸ - مقطع سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله در آبراهه MC۱

جدول ۵- ۲- سیلاب و ارتفاع خاکریز در اضلاع مختلف سایت (کد ارتفاعی به تفکیک سکشن در مدرک کنترل سیلاب ارائه گردیده است[٦].)

ردیف	محل مورد بررسی	سیلاب حداکثر (متر مکعب بر ثانیه)	ارتفاع سیلاب نسبت (متر) (خروجی نرم افزار HEC-RAS)	ارتفاع پیشنهادی تاج دیواره خاکی در قسمت بحرانی (متر)	توضیحات
۱	جنوبی و غربی	۱۴.۱۰	۰.۴۹	۱	با در نظر گرفتن ۳۰ سانتی متر فری برد رند کردن به بالا برای امنیت بالاتر جایگاه، حداقل یک متر برای طراحی دیواره منظور شده است.

۵_۱ طراحی سیستم کنترل رواناب سطحی

زمان تمرکز برای حوضه‌های آبریز کمتر از ۸۰ هکتار با معادله ذیل محاسبه خواهد شد.

$$t_{cl} = ۰.۹۴۹ \left(\frac{{L_r}^{۳}}{H_{max} - H_{cl}} \right)^{۰.۳۸۵}$$

$t_{cl} = time\ of\ concentration$ (hr)

$L_r = lenght\ of\ flow\ (Km)$

$H = H_{max} - H_{cl} = Height\ difference\ between\ the\ Concentration\ point\ and\ the\ highest\ part\ of\ the\ basin\ \ (m)$

برای محاسبه جریان در کانال از معادله برنولی استفاده شده است.

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = rate\ of\ flow\ \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$V = velocity\ of\ the\ flow\ \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$A = cross\ section\ area\ of\ the\ water\ in\ the\ drainage\ ditch\ (m^2)$$

$$R = hydraulic\ radius\ (m)$$

$$S = hydraulic\ gradient\ (\ meter\ per\ meter)$$

$$n = roughness\ coefficient$$

با توجه به نقشه اولیه سایت پس از تسطیح، محل تقریبی زهکش و بررسی روابط مختلف محاسبه زمان تمرکز طرح، با توجه به نتایج بررسی و مطالعات آکان (۲۰۰۳) و دستورانی و همکاران (۱۳۹۰)، رابطه کرپیچ جهت برآورد زمان تمرکز برگزیده برای حوضه آبریز کمتر از ۸۰ هکتار و رابطه SCS برای حوضه آبریز بزرگتر از ۸۰ هکتار برآورد می‌گردد و در بخش جمع‌آوری آب‌های سطحی ارائه خواهد شد.

۵_۱_۱ سرعت آب در کانال

سرعت حداکثر جریان به حدی برسد که باعث خورندگی و ایجاد فرسایش و صدمه رساندن به سیستم گردد. مراجع مختلف پارامتر حداکثر در مجاری سیلابرو و فاضلابرو را بر اساس پوشش جداره پیشنهاد نموده اند. سرعت ۶-۳/۶ متر بر ثانیه در کانال های بتنی توسط برخی مراجع پیشنهاد شده است. بدیهی است در موارد که جریان آب حاوی مواد معدنی تیز گوشه با قدرت فرسایش بالا باشد می باید سرعت حداکثر مندرج در منابع به حد پائین محاز در نظر گرفت. به استناد استاندارد صنعت آب کشور حداکثر سرعت جریان در مجاری جمع آوری و دفع آب های سطحی را می توان تا دو برابر سرعت جریان شبکه فاضلاب در نظر گرفت. به هر حال باید از وقوع سرعت های بیش از ۶ متر بر ثانیه حتی در وضعیت دبی طراحی جلوگیری کرد. حداکثر سرعت برای مجاری بتنی ۳/۶ متر بر ثانیه و برای کانال ها با پوشش سنگی ۳ متر بر ثانیه انتخاب شده است. سرعت مجاز برای کانال هایی که فاقد پوشش مصنوعی باشند، در شرایط وقوع سیلاب طراحی برابر ۲ متر بر ثانیه فرض شده است.

سرعت حداقل جریان باید به نحوی تأمین گردد که حتی الامکان از ترسیب مواد در کف سیلابرو جلوگیری شود . تخمین سرعت حداقل و تعیین آن براحتی امکان پذیر نیست. برای کانال هایی که جریان رسوبی را حمل نمی کنند، میزان ۰/۹۰-۰/۶۰ متر بر ثانیه پیشنهاد شده است که میزان سرعت حداقل ۰/۷۵ متر بر ثانیه در محاسبات مد نظر قرار گرفته است. قابل ذکر است که مقادیر ۰/۷۵ متر بر ثانیه برای شستشوی فاضلابرو و همچنین مقدار ۰/۸۰ متر بر ثانیه توسط مراجع مختلف پیشنهاد شده است.

تجربیات بین المللی نشان داده که در صورت انتخاب سرعت متوسط ۰/۸ متر در ثانیه برای سیلابروها مشکل عمده ای از لحاظ رسوبگذاری پدید نخواهد آمد. جهت تأمین سرعت حداقل، شیب کانال به ترتیبی انتخاب می شود که در مواقع بارندگی با دوره تناوب مورد نظر سرعت مورد نظر حاصل گردد.

۵_۱_۲ شیب مجاز

بطور کلی شیب طولی مجاری سیلاب رو از توپوگرافی عمومی زمین و به منظور تأمین هد لازم برای حرکت جریان تبعیت می نماید . در بسیاری از حالات شیب کانال بستگی به هدف بهره برداری از کانال دارد. بطور مثال کانال های استفاده شده به منظور توزیع آب و تولید برق نیاز به هد بالایی برای تأمین نیاز طرح می باشد. چنانچه شیب مجرا از شیب خیابان کمتر باشد با ایجاد شیب حاصل مرتفع می گردد.

شیب کانال در سرعت جریان نقش بسزایی ایفا می نماید. در کانال های جمع آوری و دفع رواناب های سطحی شیب حداکثر کانال باید به گونه ای باشد که سرعت حداکثر جریان از میزان سرعت حداکثر در بند ۲-۲-۱ بیشتر نشود. حداقل شیب مجاری نیز باید به گونه ای انتخاب شود که میزان سرعت جریان در مجاری در محدوده ۰/۵۰ تا ۱ متر بر ثانیه نگه داشته شود. در برخی مراجع عنوان شده که حداقل شیب مجاری با توجه به مشکلات اجرایی هیچگاه نباید از ۰/۰۰۰۵ کمتر گردد. به منظور سهولت در مرحله اجرای کانال های آبهای سطحی با توجه به تجارب کارهای اجرا شده، حداقل شیب یک در هزار پیشنهاد می شود.

۵_۱_۳ ارتفاع آزاد

طبق تعریف ارتفاع آزاد کانال، فاصله عمودی تاج کانال (لبه فوقانی کانال) تا سطح آب در حالت دبی طراحی می باشد. ارتفاع آزاد باید به اندازه ای کافی باشد تا نوسانات و همچنین امواج تشکیل شده در سطح آب به بیرون از کانال ریخته نشود. قاعده کلی برای تعیین میزان ارتفاع آزاد وجود ندارد و علت آن را می توان در تشکیل امواج، نوسانات سطح آب، وقوع پدیده های غیر قابل پیش بینی هیدرولوژیکی، توسعه آتی، انباشت زباله و رسوب در کانال ها، تغییرات در فرضیات ضریب های طراحی نام برد. به طور عمومی طبق تجربه میزان ۵ تا ۳۰ درصد عمق جریان را برای حالت طراحی می توان در نظر گرفت. طبق استاندارد USBR برای کانال های با عمق کم جریان، میزان ارتفاع آزاد برابر ۰/۳۰ متر و برای کانال های با جریان ۸۵ M/s، ارتفاع آزاد برابر ۱/۲ متر پیشنهاد شده است. استاندارد مذکور فرمول ذیل را برای تخمین ارتفاع آزاد بر اساس عمق جریان در کانال ها نیز پیشنهاد نموده است.

رابطه (۳)

$$F = \sqrt{Cy}$$

که F، میزان ارتفاع آزاد (متر)، y، عمق جریان در کانال (متر)، C، ضریبی که به میزان ظرفیت کانال بستگی دارد و برای کانال های با ظرفیت ۶۰۰ لیتر بر ثانیه برابر ۰/۴۵۷ و برای ظرفیت ۸۵ متر مکعب بر ثانیه برابر ۰/۷۶۲ می باشد. فرمول فوق برای کانال های آبیاری بوده و برای شبکه های جمع آوری آبهای سطحی مقادیر دیگری نیز پیشنهاد شده است . طبق استاندارد میزان ارتفاع آزاد به ابعاد و اندازه کانال، پوشش کانال، سرعت جریان و دبی جریان بستگی دارد. تخمین میزان ارتفاع آزاد

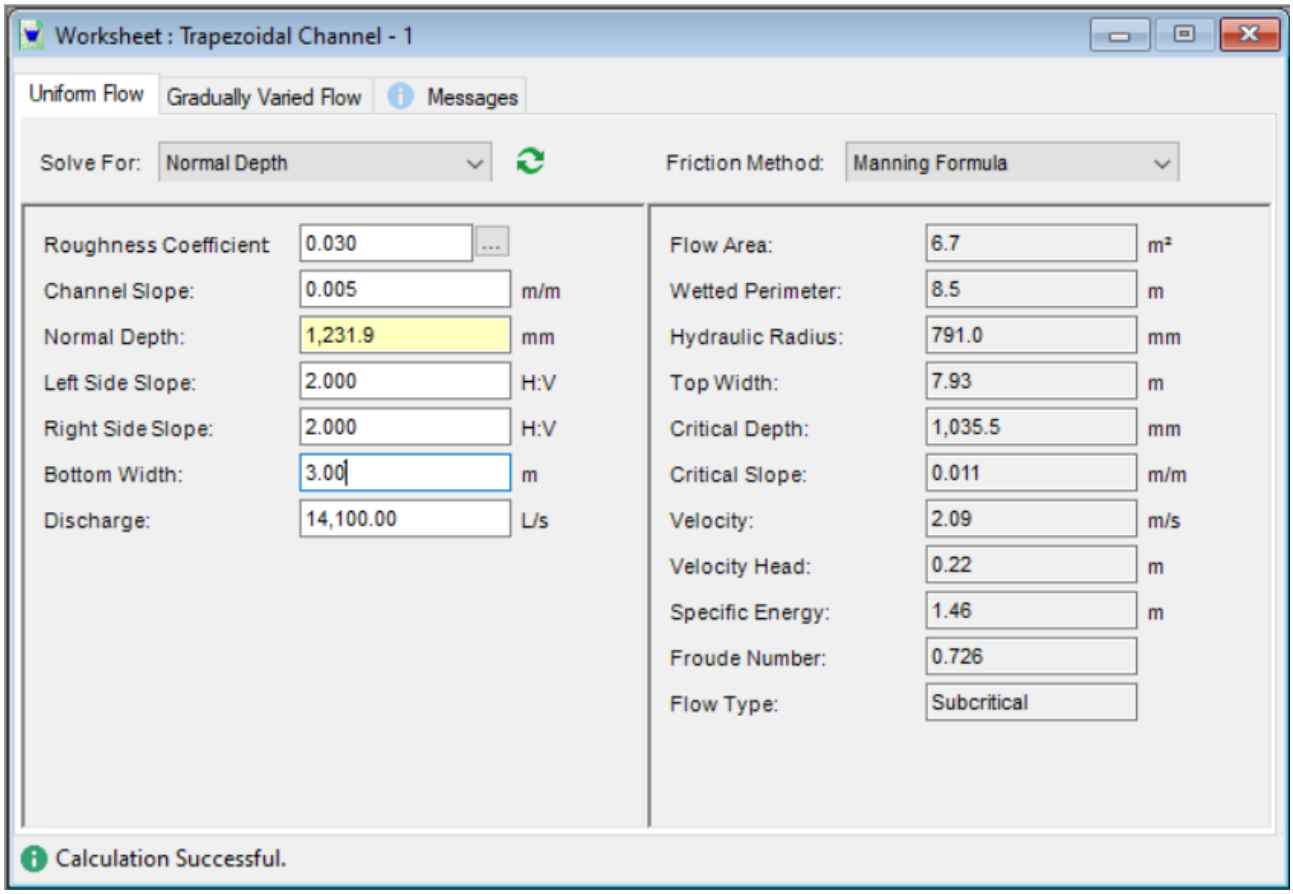
طبق تجربیات گذشته مقادیر رضایت بخشی را بهمراه داشته است. میزان ارتفـاع آزاد بـرای کانال هـای کنترل سیلاب معدن جانجا در جدول شماره ۵-۳ ارائه شده است، لیکن با در نظر گرفتن موارد کارشناسی عمق طراحی کانال ها محاسبه گردید.

۵_۱_۴ ضریب مقاومت جریان سطحی

ضریب مقاومت جریان سطحی (n) مشابه ضریب زبری مانینگ است اما مقادیر معمول ضریب زبری مانینگ که برای مجاری آب بر استفاده می شود، نباید در محاسبات مربوط به جریان ورق های استفاده شود. میزان ضریب مقاومت جریان سطحی ۰.۰۳۰ در کانال های کنترل سیلاب با فرض بدترین شرایط در دوران بهره برداری فرض گردید.

۵_۱_۵ طراحی کانال جمع آوری آب های سطحی

با استفاده از نرم افزار Flowmaster و بر اساس نتایج محاسبه سیلاب با بازگشت ۵۰ ساله ابعاد کانال کنترل سیلاب محاسبه گردید. میزان شیب کناره ها یک به دو و ضریب مانینگ ۰.۰۳ در نظر گرفته شد.



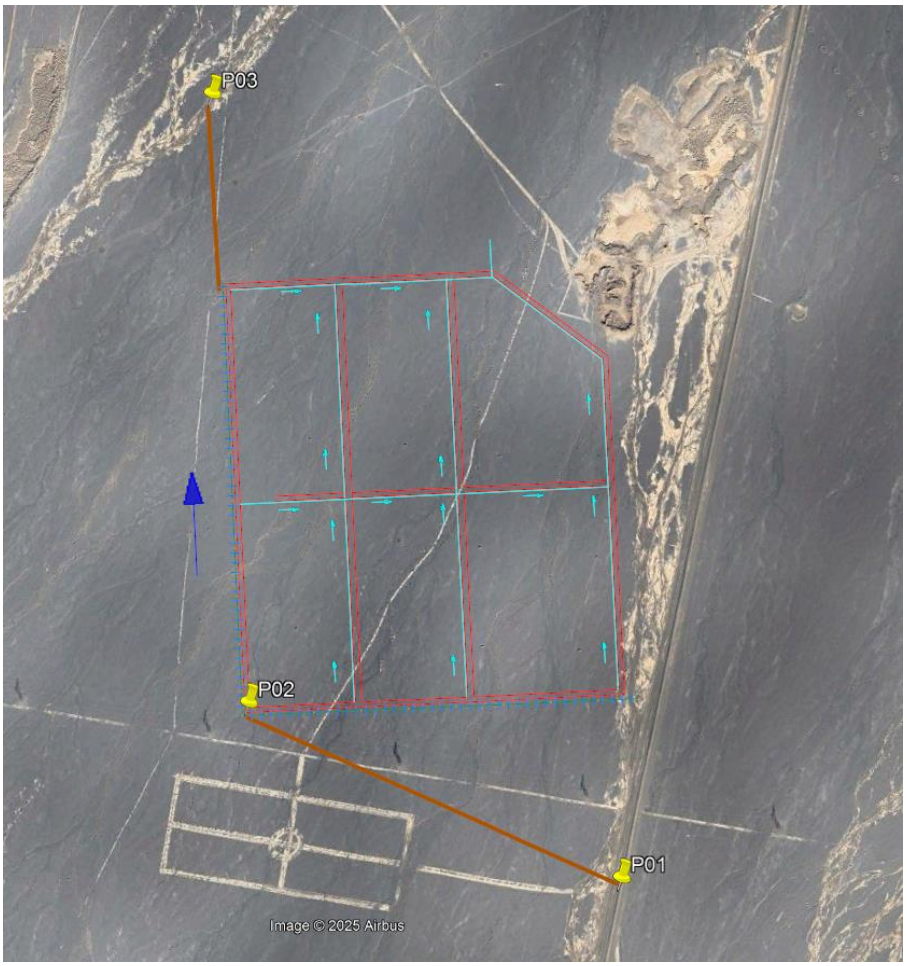
شکل ۵- ۹ - بررسی ظرفیت عبوری از کانال کنترل سیلاب با افزونه Flowmaster

جدول ۵- ۳- ابعاد کانال کنترل سیلاب

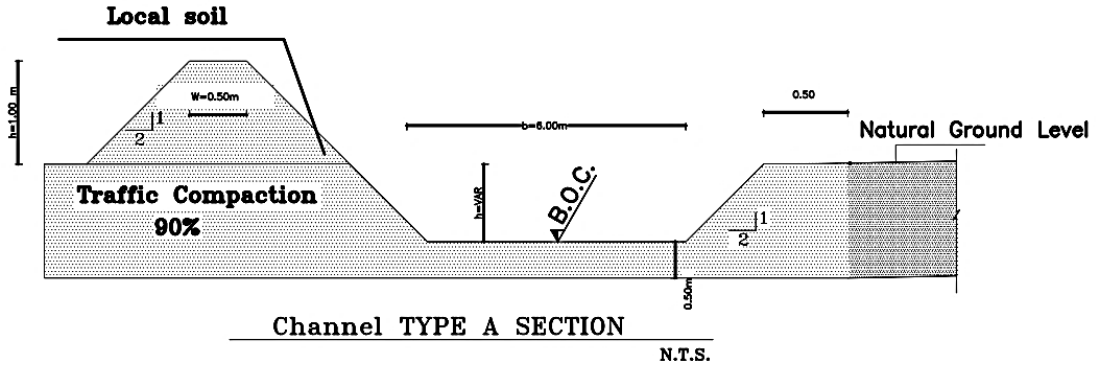
نام	ظرفیت جریان (متر مکعب بر ثانیه)	ابعاد کانال انحراف سیلاب							
		عرض کف	شیب کناره	شیب	عمق محاسباتی سطح آب (متر)	ارتفاع آزاد محاسباتی	عمق طراحی کانال (متر)	سرعت جریان (متر بر ثانیه)	کیلومتراژ
MC۱	۱۴.۱۰	۳	۲	۰.۰۰۵۴	۱.۲۳	۰.۶۳	۱.۵۰	۱.۶۳	۰+۹۵۰ to ۲+۲۲۲

۵_۱_۶ موقعیت سیستم کنترل سیلاب

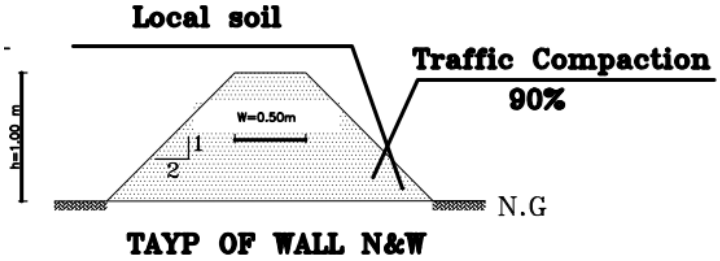
دیواره کنترل سیلاب ضلع جنوبی به ارتفاع متوسط ۱.۰ متر از نقطه P۰۱ تا نقطه P۰۲ امتداد می یابد. همچنین کانال کنترل سیلاب به عمق ۱.۵ متر از نقطه P۰۲ تا نقطه P۰۳ در شکل ۵–۱۰ الی **شکل ۵–۱۱** جزئیات اجرایی دیواره و کانال کنترل سیلاب ارائه شده است.



شکل ۵–۱۰–موقعیت سیستم کنترل سیلاب



شکل ۵-۱۱-جزئیات اجرایی کانال غربی



شکل ۵- ۱۲ - جزئیات اجرایی دیواره جنوبی

۵_۲ مدیریت ساخت و ساز در سیلاب دشت

سیلاب دشت از نظر ساخت و ساز به دو قسمت شهری و غیرشهری تقسیم می شود. تعیین حریم و بستر رودخانه در داخل شهر با وزارت نیرو و سازمان تابعه آن، شرکت های سهامی آب منطقه ای است. ولی اجرای آن با شهرداری ها وبخش داری هاست. به عبارت دیگر وزارت نیرو تعیین می کند که بستر و حریم رودخانه کجاست ولی نحوه اجرای رپرگذاری و دادن مجوز برای ساخت در خارج از بستر و حریم رودخانه و آبراهه با شهرداری‌ها و بخش داری هاست. در مورد اراضی سیلاب دشت در خارج از مناطق شهری، سه وزارت خانه نیرو، راه و شهرسازی و جهاد کشاورزی دخیل هستند. اراضی واقع در داخل بستر و حریم رودخانه کاملا در اختیار وزارت نیرو می باشد. در مورد سایر اراضی نیز پیشنهادهای زیر ارائه می گردد.

پیشنهاد می شود نقشه های پهنه های سیلاب دشت (پهنه‌های با دوره بازگشت‌های مختلف سیل) توسط وزارت نیرو تهیه گردد و طی یک تفاهم نامه با وزارت راه و شهرسازی این نقشه ها از طرف شورای عالی شهرسازی در طرح های جامع، تفضیلی و هادی لحاظ شوند.

همچنین در مورد اراضی که تحت اختیار منابع طبیعی است، پیشنهاد می شود یک تفاهم نامه بین وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و وزارت راه و شهرسازی امضا شود که طی این تفاهم نامه اگر بخواهند یک قطعه زمین از منابع طبیعی را تغییر کاربری دهند، ابتدا نقشه های تعیین حریم و بستر و پهنه بندی سیل را روی آن همپوشانی کنند و سپس با توجه به طرح جامع، تفضیلی

و هادی منطقه، نوع کاربری مجاز برای آن را تعیین کنند.

همچنین با توجه به شکل ۵-۱۰ محدوده سایت در مسیر آبراهه ها قرار می گیرد، بنابراین لازم است از روش های مدیریت سازه ای جهت مدیریت و انحراف سیلاب و انتقال آن به مسیل های مجاور استفاده کرد. همانطور که پیشتر گفته شد می توان با احداث دیواره آب ناشی از سیلاب های طرح در حوضه های موثر را در زمان ساخت و ساز به مسیل های مجاور منتقل نمود.

٦ منابع

[۱] "راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، نشریه شماره ۵۱۹"، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۸.

[۲] م. و. ه. بنی حبیب, "راهنمای مدیریت سیلاب دشت نشریه شماره ۴۱۰," تهران, ۲۰۱۵.

[۳] بنی حبیب, م و همکارن. "راهنمای مهـار سـیلاب رودخانه (روش‌های سازه‌ای) نشریه شماره ۲۴۲," تهران, ۲۰۰۲.

[۴] بنی حبیب, م و همکارن. "راهنمای طراحی، ساخت و نگه داری گوره ها نشریه شماره ۲۱۴," تهران, ۲۰۰۰.

[۵] اسفندیارنژاد, الف و همکارن, "راهنمای طراحی، ساخت و بهره برداری سامانه هـای انحـراف سیلاب – نشریه شماره ۵۲۷," تهران, ۲۰۱۲.