1-1مقدمه:

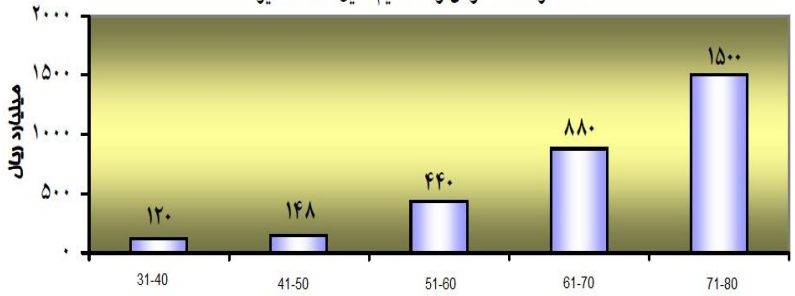
از هنگامی که انسان پا به عرصه حیات در روی کره خاکی گذاشت، طبیعت همواره او را به چالش کشیده است. او برای زیستن در این مکان و به دست آوردن غذا، امنیت وآسایش باید با ناملایمات پیش رو در محیط زندگی مبارزه می کرده و بر آنها چیره می شده است. زمانی برای در امان ماندن از گزند سرما و یخبندان به غارها پناه می برده است و زمانی برای گریز از سیل و بارانهای شدید،زیستگاه خود را تغییر می داده است.
انسان با تمام تلاش و سعی فراوان و تجربیات گرانبهای خود،در طول هزاران سال ستیز با ناملایمات طبیعت،هنوز هم هر از چند گاهی اسیر چنگال طبیعت شده و خشم طبیعت جان و مال او رابه یغما می برد. امروز که عصر انفجار علم است ، در پیشرفته ترین کشورها ، ثروتمندترین انسانها نیز گاهی در مقابل قدرت عظیم نهفته در آشوبهای طبیعی ناچار به تسلیم می باشند. آنچه که با نام طوفان کاترینا در ایالات متحده روی داد ، یا پدیده سونامی در جنوب شرق آسیا و سیل گلستان در شمال ایران تنها نمونه های اندکی از عجز انسان در مقابل نیروی نهفته در محیط است. بشر این حوادث طبیعی که انسان را به مبارزه طلبیده است را ، تحت عنوان مخاطرات طبیعی نام نهاده ، و حدوث آنها را در زندگی خود بحران می داند. دانشمندان و محققین در مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی سراسر دنیا، بی وقفه ، با صرف زمان ، سرمایه و تلاش فراوان بدنبال شناسائی و کشف علل و معلول آنها و بدست آوردن راه هایی برای پیش بینی ، پیش گیری و مقابله با آنها هستند. برخی از این بحران ها نیروی خود را از درون زمین می گیرند و برخی دیگر منشاء در انرژی های نهفته دراتمسفر زمین دارند، دسته اخیر همان بحران های اقلیمی هستند. سیل بزرگترین و مهمترین بحران اقلیمی است ،که همه ساله جان هزاران نفر را می گیرد و خسارات فراوان به جامعه انسانی و محیط زیست او وارد می سازد. این پدیده از گذشته های بسیار دور همواره انسان را به هراس انداخته است. " شواهد نشان می دهد که خسارات ناشی از سیل بیش از سایر سوانح طبیعی است"(*غیور، 1371*). *غیور* (1375) معتقد است که منشاء بیش از نیمی از بلایای طبیعی آب می باشد. وقوع سیلاب های عظیم و مخرب آنچنان زندگی اقوام را دچار تحول و آشفتگی نموده که اثرات وقوع آنها تا به امروز در ذهن بشر نقش بسته است و برخی به شکل اساطیر و افسانه ها در فرهنگ ملل ثبت گردیده است. *کوثر*(1374) به نقل از ملوین به صدها مورد سیلاب که در هزاره گذشته در ایران رخ داده اشاره می کند. در برخی از این سیلابها چون سیل 1668 شیراز یک سوم شهر ویران گردیده، در سیل 1851 قزوین 3000 خانه خراب شده و در 1934 سیلاب 3000 خانه را در شهر تبریز بکُلی ویران می کند. "سیلاب عظیمی در سال 1972 در ایالات متحده رخ داد که خسارتی معادل 3 میلیارد دلار به بار آورد" (*طاهری و بزرگ زاده، 1375 : 65*). هنوز هم هر ساله در اقصی نقاط دنیا شاهد وقوع سیلاب های مخرب هستیم. در برخی مناطق چون

بنگلادش سیل برای مردم پدیده ای عادی تلقی میشود. مطالعه و تحقیقات بسیاری برای شناخت این پدیده در سراسر دنیا صورت گرفته است. با تمام تلاشی که برای مهار این پدیده صورت گرفته، میزان خسارت ناشی از آن همچنان در حال افزایش است." خسارات سالانه سیل در ایالات متحده از 100 میلیون دلار در سال 1900 میلادی به حدود 300 میلیون دلار در سال 1960 رسیده است "(*طاهری و بزرگ زاده، 1375 :65*) و براساس بررسی دیگری روزانه بطور متوسط حدود 3 میلیارد ریال خسارت ناشی از سیل به کشورایران تحمیل می شود(مهدوی،1381).وقوع سیلابهای عظیم بیانگر این واقعیت است که از جاری شدن سیل بطور قطعی نمی توان جلوگیری کرد، بلکه با اقدامات مدیریتی مفید میتوان از ورود تلفات و خسارات ناشی از آن جلوگیری بعمل آورد. یعنی در واقع سیل را باید پذیرفت و اصطلاحا" باید با آن کنار آمد.(به نقل از وبلاگ گروه جغرافیا کنگاور،1389)

1-2 بیان مساله:

مطابق آمارتهیه شده توسط سازمان ملل متحد درمیان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین خسارات را به جوامع بشری وارد آورده اند به گونه ای که تنها دریک دهه میزان خسارت ناشی از سیل و طوفان بالغ بر 21 میلیارد در مقابل 18 میلیارد خسارات ناشی از زلزله بوده است.این امر در کشور ما نیز صادق است و طبق گزارشات منتشر شده از 40 نوع بلایای طبیعی در جهان 31 نوع آن در ایران رخ می دهد، که در این بین سیلاب از اهمیت بالایی برخوردار است بطوریکه حدود 70٪ اعتبارات سالانه طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیرمترقبه صرف جبران خسارات ناشی از سیل شده (*طرح سیل استان قم در محیط GIS،اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری قم ،1388*)

شکل(1- 1) نشان دهنده میزان خسارات سیل در دهه های اخیر و شکل(1-2) نشان دهنده نوع خسارات وارده از طریق سیل در کشورمی باشد.(*گزارش اداره منابع طبیعی و ابخیز داری قم،1388*)

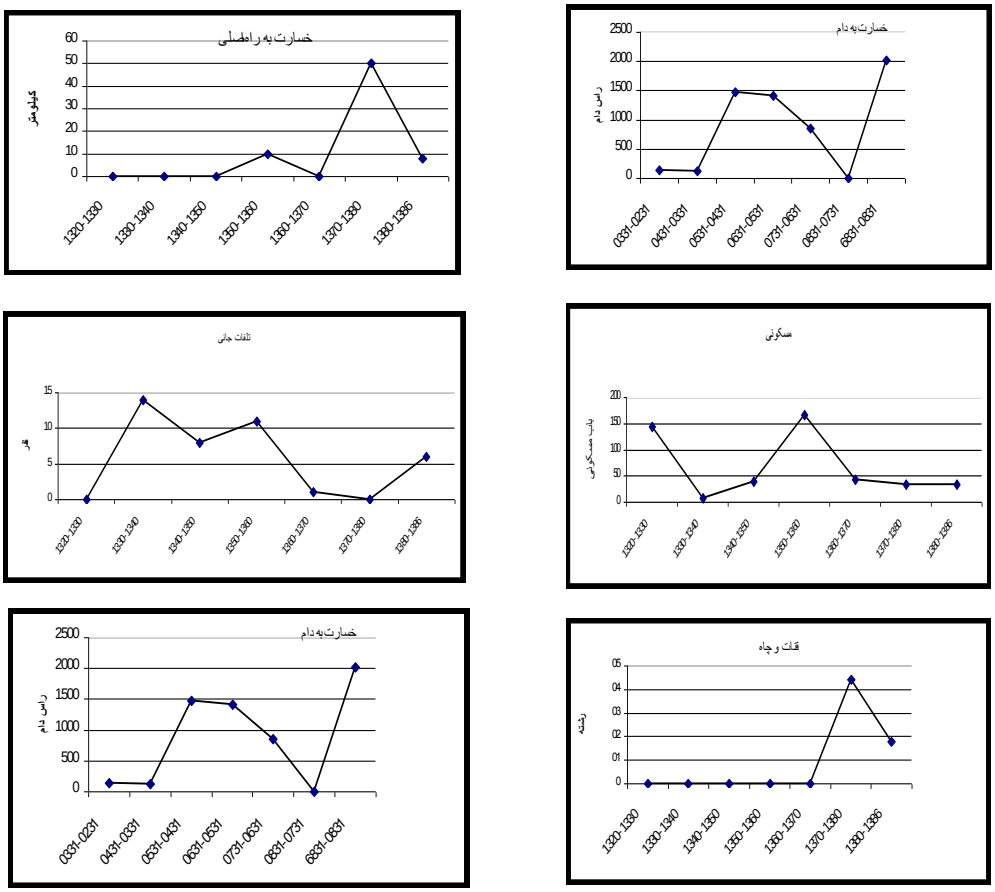


شکل(1- 1): میزان حسارات محسوس و مستقیم سیل از نظر ریالی در دهه های احیر در دشور(ماحد:ادراه منابع طبیعی استان قم)

جدول(1-1)انواع خسارات وارده ازطریق سیل(ماخذ:اداره منابع طبیعی استان قم)

بخش خسارت دیده	خسارت مستقیم	خسارت غیر مستقم	خسارت نامحسوس
مناطق مسکونی	- هزینه های ایجاد مسکن موقت - پاکساز منطقه مسکونی واحداث مجدد		- احساس ناامنی - ایجاد آشفتگی های اجتماعی
کشاورزی	- احیای سیستم خدماتی مانند آب وبرق - از بین رفتن کامل اراضی کشاورزی - از بین رفتن محصولات زراعی و باغی	- هزینه احیاء اراضی و راه ها - هزینه عدم تولید وباتاخیر در تولید - خسارات منابع و خدمات وابسته - تخریب مراتع	- فرسایش خاک - ایجادعدم امنیت در سرمایه گذار
تاسیسات زیر بنایی	- تخریب انهار و شبکه های آبیاری و زهکشی	- هزینه لایروبی	- پرشدن مخازن ازرسوب
کشاورزی	- تخریب قنوات - آسیب دیدگی ایستگاه های پمپاژ - آسیب دیدگی سرریزوسد وبند انحرافی	- تاخیردرآبیاری اراضی و کاهش تولید	
دامداری	تلفات دامی	- شیوع بیماری - کاهش بازدهی محصولات دامی - کاهش تولید	- ایجادعدم امنیت
صنعت	- کارخانه ها - ایستگاه های پست آب و برق - ضایعات مربوط به مواد اولیه		- اختلال در چرخه محیط زیست
خدماتی	- خسارت به شبکه راه ها و پلها وراه آهن - تخریب ساختمان های خدمات عمومی - تخریب خطوط انتقال نیرو - وتلفن - خسارت های وادە به شبکه آب آشامیدنی	- اختلال درحمل ونقل - احداث راه های موقت - پاکسازی راه ها	- ایجاد رعب و وحشت
بهداشتی	- بازساز واحد های بهداشتی - هزینه درمان و واکسیناسیون - هزینه حمل مجروحین - احداث درمانگاه های اضطراری	- شیوع بیماری - تلفات جانی - سالم سازی	- زیان های دراز مدت بهداشتی - ضایعات روانی
زیست محیطی	- تغییرات شرایط فیزیکی حوضه -ایجاد باتلاق های جدید - شیوع بیماری ها	- فرسایش خاک - تغییر ویژگیهای بیولوژیکی آب - تغییر در زیست گاه های آبی - بایر شدن زمین ها	-فزایش اوج دبی سیل های بعدی - مهاجرت روستاییان - ازبین رفتن تالاب ها

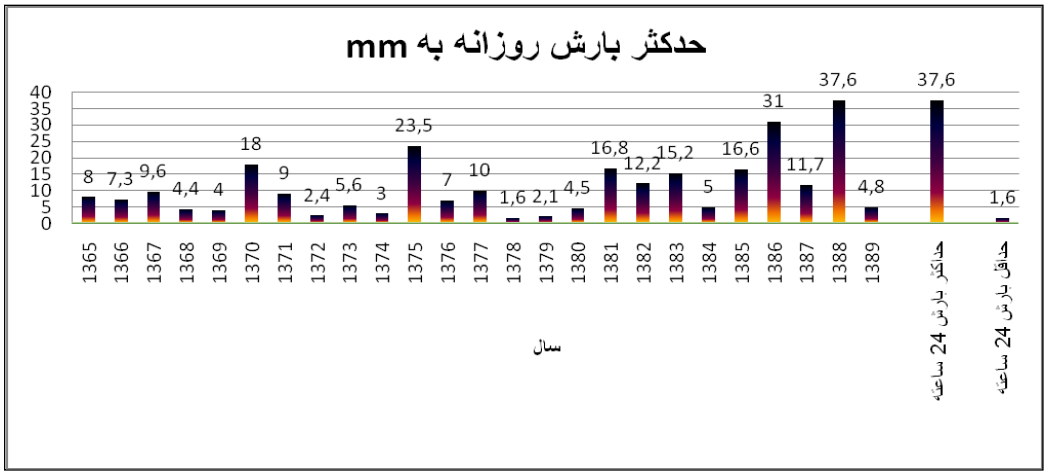
بعداز خشکسالی و زلزله ،سیل یکی از مخاطرات جدی در استان قم می باشد. در ذیل به بخشی از خسارات سیل در سالهای گذشته در قم اشاره میشود *(اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قم،طرح سیل استان قم در محیط GIS، 1388)*



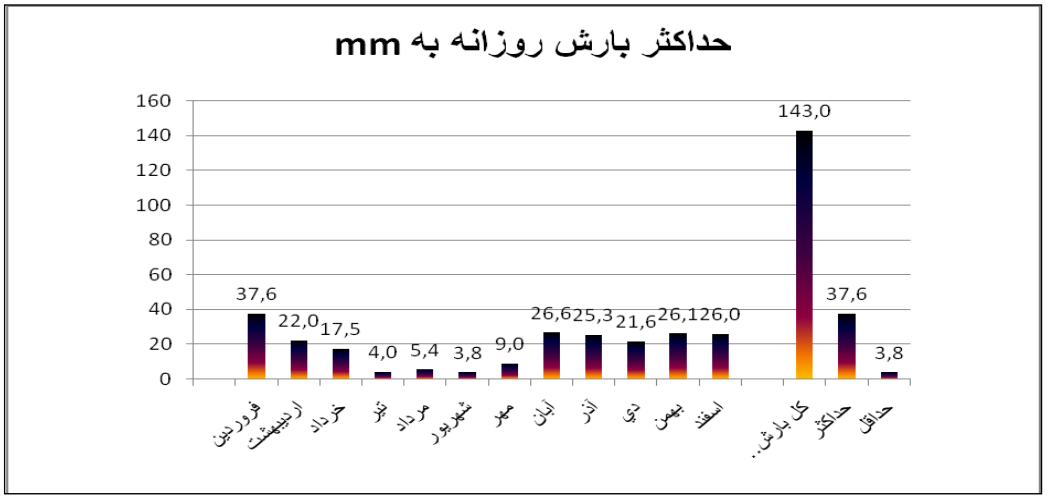
شکل(1-2) خسارات سیل دراستان قم دوره آماری(1330 - 1380)(ماخذ : اداره منابع طبیعی و آبخیزداری قم)

در روز10فروردین سال 1388 بارانی در استان شروع به باریدن کرد و در روز 11 فروردین به اوج بارش خود رسید و باعث ایجاد سیلی در استان قم شد. این مقدار بارش روزانه به گفته مسولین هواشناسی در 40 سال اخیر بی سابقه بوده است.

در ذیل مقایسه بارش حداکثر روزانه این روز را با سالهای قبل نمایش داده میشود:



شکل(1-3) مقایسه حداکثربارش روزانه فروردین ماه های ایستگاه سینوپتیک قم طی دوره آماری 89-1365



شکل (1-4) حداکثر بارش روزانه درماهاه های مختلف ایستگاه سینوپتیک قم طی دوره آماری 89-1365

3-1اهمیت موضوع وضرورت انجام مساله:

استان قم از بین 40 نوع بلایای طبیعی درجهان و 31 مورد در ایران از حدود 15 نوع بلا و حوادث طبیعی تاثیر می پذیرد که هر از چند گاهی موجب خسارات مالی و تلفات جانی می شود. سیل در استان قم پس از خشکسالی وزلزله سومین مخاطره طبیعی است که رخ می دهد اما در سیل مذکور ویژگی هایی دیده می شود که اهمیت آن را آشکار می کند. (وبلاگ ستاد مدیریت بحران ، 1390).

- خصوصیات بارز سیل مورخه 88/1/11 استان قم(گزارش آب منطقه ای قم ،1388)

الف) خصوصیات استثنایی بارندگی :

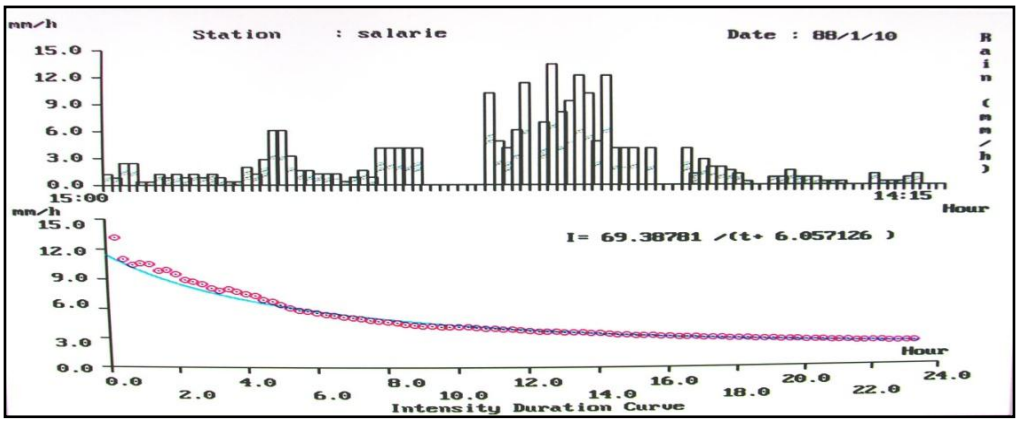
بررسی نمودار باران سنج ثبات ایستگاه سالاریه قم بیانگر آنست که :

- مقدار بارندگی 24 ساعته ایستگاه مذکور (60 میلی متر) در طول دوره آماری چهل ساله آن بی سابقه بوده است.

- شدت بارندگی حداکثر در ایستگاه مذکور(13 میلی متر در ساعت، حدود ساعت4 صبح روز 88/1/11) بوده که در طول دوره آماری کم سابقه می باشد.

ب) بالا بودن رسوب :

با توجه به خشکسالی های چند ساله اخیر منطقه به ویژه عدم وقوع بارندگی در نیمه اول سال آبی 88-87 پس از وقوع بارندگی ، سیلاب همراه با رسوب بالا جاری شد که باعث افزایش حجم سیلاب و هنچنین بالا رفتن قدرت تخریبی آن گردید.



شکل(1-5) نمودار شدت بارندگی در ایستگاه تبخیر سنجی سالاریه در روز 11فروردین 1388 (ماخذ: آب منطقه ای استان قم)

همچنین با توجه به اینکه بارش متوسط سالانه ایستگاه سینوپتیکی قم در دوره آماری 89-1365 برابر143 میلیمترمی باشد این مقدار بارش روزانه 26/29درصد آن راشامل میشود که رقم بسیار بالایی می باشد.

علاوه بر این دراین سیل متاسفانه 4 نفر کشته شدند، تعداد 1550 اماکن مسکونی در شهر قم خسارت دیده ،تعداد 1250 اماکن خسارت دیده روستایی،مبلغ 30 میلیارد ریال معیشتی و لوازم خانگی،تعداد 20 وسیله نقلیه آسیب دیده در رودخانه قمرود،میزان 710 میلیون ریال خسارت وارده به شبکه برق،میزان 5170 میلیون ریال خسارت وارده به آب روستایی،میزان 12500

میلیون ریال خسارت وارده به تاسیسات راه و...(گزارش اداره کل منابع طبیعی و آبخیز داری استان قم ،1388)

درجدول (1-6) به بخشی از این خسارات که آب منطقه ای قم در گزارشی تدوین کرده اشاره شده است.

جدول (1-2) میزان خسارات ناشی از سیل فروردین 1388 (ماخذ: آب منطقه ای استان قم)

ردیف	بخش	رودخانه	روستا/شهر	خسارات وارد شده
1	کهک	فردو	فردو	قنات آب نوآقا/ دیواره باغات و مزارع
		وشنوه	وشنوه	مزارع(50 هکتار) / یک کیلومتر راه آسفالته/ 5 کیلومتر راه خاکی/ 5 دهنه پل محلی/ 5 قنات/ 6 آبگیر
			مزرعه دولئون	دیوار 5 باب خانه
			امامزاده اسماعیل	دیوار 8 واحد مسکونی/ 60 تا 70 درصد باغات/ 8 کیلومترراه/ چاه آبفا/ 3 آبگیر
2	سلفچگان مرکزی	سلمان	سنجگان	باغات و مزارع/ راه/ 3رشته قنات
		قمرود	نیزار	مزارع(50 هکتار)/ 6 راس دام/ یک کیلومتر راه خاکی
			طایقان	2 واحد مسکونی (در اثر سیل، مسیل منتهی به قمرود)/ 3 مزرعه
		مسیل پردیسان	شهرک پردیسان	3 واحد مسکونی/ 5 کیلومتر راه
		مسیل مهدیه	شهرک مهدیه	3 کیلومترراه/ قنات ناصری
		قمرود	شهر قم	دیواره رودخانه/ 20 دستگاه اتومبیل/ کف کنی پای پل ها و بستر رودخانه/ راه آسفالته داخل بستر
3	خلجستان	موجان	موجان	4رشته قنات
		مروارید	نایه	یک رشته قنات
4	جعفریه	وزوا	آوه	30 راس دام/ تعدادی طیور

پیش آگاهی از بلایای جوی قبل از وقوع و آمادگی دستگاه های اجرایی و نیروی عملیاتی و مردم می تواند از میزان خسارات بکاهد.لازمه پیش آگاهی و پیش بینی برای هر یک از بلایای جوی ،شناخت و بررسی کامل بلایای جوی اتفاق افتاده در هر منطقه است.

با توجه به اینکه شهر قم یکی از مراکز توریست پذیرایران وجهان اسلام محسوب می شودوبه سبب موقعیت خاص ارتباطی آن با مراکز صنعتی بزرگ ایران و روند روبه رشد این شهر و سرمایه گذاری هایی که درسال های اخیر دراین شهر انجام شده ،لازم است وقوع چنین حوادثی را ازقبل پیش بینی کرده و مسئولین اقدامات لازم را انجام دهند.

براساس روش متداول هیدرولوژیست ها ، پیش بینی سیلاب ها پس از شروع رگبار امکان پذیر است که معمولا وقت کافی برای عملیات آمادگی وجوندارد و در هرصورت خسارات سیلاب غیر قابل اجتناب می شود. اما اگر الگو های گردشی بوجود آورتنده شناسایی شوند می توان از حداقل یک یا دو روز قبل با رویت آغاز توالی الگوهای همدیدی مختوم به ایجاد سیل ، وقوع سیلاب را پیش بینی کرد(علیجانی ،1381 :210) .

بررسی این سیل در سازمان آب منطقه ای قم و اداره هواشناسی واداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان قم بصورت بسیار جزیی ودرحد گزارش پرداخته شده است.همچنین در هیچ کدام از موارد بالا و نیز در هیچ مقاله علمی و پژوهشی هم تحلیل سینوپتیکی این بارش بررسی نشده، بنابراین باتوجه به ویژگی های خاص سیل و خساراتی که در پی داشت، در این پایان نامه به بررسی و تحلیل سینوپتیکی این سیل پرداخته می شود.

1-4اهداف تحقیق

1-4-1 هدف کلی

هدف کلی، مطالعه وتحلیل سینوپتیکی سیل قم در فروردین 1388 است.

1-4-2اهداف مرحله ای

1- تحلیل آماری بارش قم

2- تعیین آستانه بارش سنگین قم

3- بررسی همبستگی بارش و دبی قم

4- تعیین دوره های باز گشت بارش های مختلف قم

5- تحلیل سینوپتیکی سیل 31 مارس 2009 قم

1-5 مواد و روش های تحقیق:

دراین پژوهش برای کشف وتحلیل موضوع از مواد و ابزارهایی استفاده شده است ،که درذیل به معرفی آنها پرداخته میشود:

1-5-1- مواد تحقیق

1- داده های ایستگاه دبی سنجی وتبخیر سنجی درحوضه آبریز قمرود میانی و ایستگاه سینوپتیکی قم.

2- برای دستیابی به الگوهای گردش جوی از تراز 500 هکتوپاسکال به عنوان تراز معرّف ورد سپهر میانی استفاده کرده اند (علیجانی، 1378,2002 ؛ حجازی زاده، 1372 ؛ خوش اخلاق، 1377)، در این پژوهش نیز از داد ه های این تراز استفاده شده است و همچنین از نقشه های فشارسطح دریا .

3- نرم افزار های عمومی تجزیه و تحلیل آماری (SMADAوSPSS,EXEL).

1-5-2روش کار

برای تحلیل سینوپتیکی دقیق تر بارش سنگین مارس 2009 قم و با توجه به حجم سنگین بارش باران و خسارات وارده به شهر و روستاهای قم ، الگوهای سیل برای استان قم تعیین گردید.

- به منظور تعیین روزهای سیل ، آمار دبی حداکثر و بارندگی روزانه ایستگاه های هیدرومتری و تبخیرسنجی در حوضه آبریز قمرود میانی طی دوره آماری (1365-1388) از آب منطقه ای قم تهیه شد. همچنین امار بارش 24 ساعته طی دوره آماری (2009-1987) ایستگاه سینوپتیکی قم از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد.

- سپس روند سالانه ، فصلی و ماهانه بارش باران و دبی طی دوره آماری موجود بررسی شد.

- برای تحلیل الگوی همدیدی گردش باران سنگین سیل،ازتصاویر ماهواره ای یک روز قبل از سیل تا یک روز بعد ازآن و نقشه های هوای ترازسطح دریا و 500 هکتوپاسکال از4 روز قبل از سیل مورد نظر تا یک روز پس از سیل (از 27 مارس تا 1 آوریل 2009) بصورت روزانه و ساعتی ازسازمان هواشناسی کشور تهیه شدو نقشه های دمای هوا ترازسطح دریا ، میانگین امگا(Omega)ترازهای سطح دریا و 500 هکتوپاسکال ونقشه رطوبت نسبی تراز سطح زمین برای روزهای مذکور ازمرکز پیش بینی اقلیمی آمریکا (NCEP/NCAR) بصورت روزانه ساعتی دریافت شد و به روش چشمی(دستی) تجزیه و تحلیل شد. با بررسی تمامی نقشه ها وداده ها برای

سیل مورد نظر و بدنبال آن مقایسه شرایط همدیدی حـاکم در تمـامی دوره هـای بارشـی سـیل ، الگوی همدید وقوع سیل مورد نظر شناسایی شد.

1-6پیشینه تحقیق در جهان و ایران

آب و هوا یکی ازاجزای مهم محیطی و تاثیر گذارترین آن ها در زندگی و فعالیت انسان مـی باشـد. اقلیم شناسان با بکار بردن روش ها و مدل های مختلف سعی دارند که عـلاوه بـر شـناخت فرآینـد های جوی با بکار بردن آن ها در جنبه های مختلف خویش به این علم جنبه کاربردی دهند.

یکی از روش هایی که امروزه درحیطه علم اقلیم شناسی مطرح بوده و امکان درک فرآینـدهای جوی را فراهم می کنند ،روش سینوپتیکی است . اصطلاح اقلیم شناسی سینوپتیک برای اولین بار در دهه ی 1940 در نیروی هوایی آمریکا به کار بـرده شـد. هـدف از ایـن روش بررسـی فراوانـی گذشته عناصر اقلیمی و پیش بینی آینده بر اساس محاسبات بوده اسـت (***Jacobs،1947***). بـه نظـر جاکوبس اقلیم شناسی سینوپتیک یک علم کاربردی است ،زیرا با کشف رابطه بین تغییرات ویژگی های محیط زیست با الگو های فشار حدوث آن ها را پیش بینی و از بروز خسـارات جلـوگیری مـی کند .

مطالعات دهه 1940 و 1950 این تصور را بوجود آورد که شناخت ماهیت،تغییرات روزمره ی هوا و الگوهای غالب آن در دراز مدت از طریق استناد به تغییرات تابش خورشـیدی قابـل توجیـه و تبیین نیست.فقط بررسی فراوانی الگوهای فشار و جریان های گردشی هواست که می تواند چنـین تغییراتی را توجیه کند . بدین دلیل در اقلیم شناسی سینوپتیک تمام تغییرات هوا یا اقلیم بر اساس حرکات اتمسفری تبیین و توجیه می شود. با این نگرش می تـوان تمـام تغییـرات شـرایط محـیط زیست را مانند آلودگی ،سیلاب ،آتش سوزی ها و غیره تبیین کرد(یارنال،1993).

کورت (***court,1957***) معتقد است که اقلیم شناسی سینوپتیک از روش استنتاجی استفاده مـی کند، یعنی در پی آن است تا بر اساس مسلمات پذیرفته شده و قضـایای کلـی ،بـه نتـایج جدیـدی برسد.

در سال های اول اقلیم شناسی سینوپتیک ، منظور از همزمانی عناصر اقلیم مطالعه همه عناصر اقلیم بود. معمولا در این مطالعه همه عناصر تک تک و جدا جدا بررسی می شـد.امابعد هـا چنـین مطرح شد که هوا یک کلیت غیر قابل تجزیه است . یعنی هوا درصـورت اجتمـاع همـه عناصـر آن معنی و مفهوم پیدا می کند . بنابراین منظور از مطالعه همزمان اقلیم شناسـی سـینوپتیک و اصـل کلیت شناسی علم جغرافیا ،بررسی هوا به عنوان یک محموعه واحد است.

مطالعات اقلیم شناسی سینوپتیک ابتدا به صورت کیفی و به عبارت دیگر بصورت دسـتی انجـام مـی شـد . از نمونـه هـای معـروف دسـتی میتـوان از کـار اسـتارک (***Stark,1965***) و هارمـان (***Harman,1971***) نام برد.استارک محل فرودها و فرازها ی نیم کره شمال راتعیین کرد و هارمـان از

روی محاسبه میانگین های دراز مدت ارتفاع سطح 500 هکتوپاسکال بـرای هرکـدام از مـاه هـای سال را ترسیم کرده است . درکاری مشابه گومل (***Gommel,1963***) الگوی متوسـط زمـین را بـرای ماههای ژانویه و ژوئیه نیم کره شمالی ترسیم کرده است.کار معروف لمب (***Lamb,1972***) در زمینه شناسایی هوای انگلستان جزء این روش قرار می گیرد . پس از ورود رایانه (از اوایل دهه 1970) به حیطه علم اقلیم شناسی بعضی از محققان توانستند همه نقشه های هوا را در روی زمین و در سطح بالا را به صورت یک واحد یا الگوی گردشی در نظر بگیرند و با پردازش های رایانـه ای کـه عمـدتا بصورت کمی انجام می گیرد الگوهای متفاوتی راشناسایی و فراوانی زمانی و مکانی هـر الگـو راهـم محاسبه کند. نتایج حاصل از این روش در مجموع تیپ هوا نامیده می شود . کار بسیار معروف لوند (***Lund, 1963***) جزء این کارها محسوب می شود،وی پراکندگی فشار هر روز در شمال شرق ایالات متحده را یک تیپ هوا نامیده در روش همبستگی این روزها را گروه بنـدی و تیـپ هـای غالـب را شناسایی کرد.

در مورد منشأ سیلاب ها و بررسی الگوهای چرخشی منجر به سیل نیز مطالعات گسترده ای در دنیا صورت گرفته و نتایج مطالعات سینوپتیک در مدیریت سیل و سامانه های هشـدار سـیل انکار ناپذیر است . ازجمله مطالعات مرتبط می توان به موارد زیراشاره کرد:

روبرت (***Robert,1993***)62 سیل را در غرب ایالات متحده آمریکا اتفاق افتاده را مـورد بررسـی قرار می دهد که تعداد 41 سیل در اثر وضعیت حرکت کند امواج کوتاه سطح 500 هکتوپاسـکال رخ داده است و چهار الگو را برای ایجاد این سیل ها ارائه نموده است . داکستاین و همکاران (***1993 Duckstein. et al ،: 421***) الگوهای گردشی مولّد سیلاب را برای ایالت آریزونای امریکا را شناسایی کردند.روبرت (***Robert ،1998***) رابطه شرایط جوی بالا را با رخداد بارش هـای سـنگین تابسـتان در یوتا بررسی کرده است . وی نقش عوامل سینوپتیکی را چه مستقیم و چه غیر مستقیم مهم دانسته و همچنین به این نتیجه رسید که انتقال رطوبت از اقیانوس در ایجاد بارش هـای سـنگین اهمیـت فوق العاده دارد. کنراد (***Konrad,1997***) در بررسی بارندگی های سنگین جنوب شرق ایالات متحد امریکا با مطالعه 312 بارش سنگین، 14 پارامتر و ویژگی سـینوپتیکی مـرتبط بـا وقـوع بـارش سنگین را شناسایی کرده و برمبنای این پارامترها یک طرح خودکار سـینوپتیکی را بـرای طبقـه بندی وقوع بارش های سنگین ارائه داده است .لاکمن وگیاکـام (***Lackman and Gyakam ،1994***) تأثیرات سینوپتیکی و سیاره ای سامانه های بارش بر روی حوضه آبریز مکنـزی را از روی نمونـه های 28 ساله بررسی می کنند .این رخدادهای بارش به عنوان روزهایی تعریف شد ه اند که در آنها 5 یا بیشتر از 12 ایستگاه سطح زمین، حداقل 2/5 میلیمتربارش دریافت کرده باشند، بعـد سامانه های سینوپتیکی را که باعث ایجاد بارش در این حوضه شده اند، توضیح می دهند .یارنال و فراکس (***Yarnal, 1997***) معتقدند طوفان هایی که از اقیانوس اطلس تغذیه مـی شـوند، نقـش

مهمی در طغیان رودخانه ساسکوانا دارند . همچنین می توان به کاربرد اطلاعات سطح زمین و جو در تعیین آب و هوای سینوپتیکی و متغیرهای سطح زمین(***Kidson,1997***)اشاره کرد .در اکثر این مطالعات، تحلیل سینوپتیکی بارش های ماهانه و فصلی مناطق مورد توجه بوده است . از بین کارهای انجام شده در این زمینه تحقیق هارناک و همکارانش (***Harnack, 1998***) درباره رگبارهای تابستانی ایالت یوتا مورد توجه است . معیار آنان برای مطالعهٔ رگبارهای شدید، ریزش بیشتر از 50میلی متر در مدت 3 تا 24 ساعت بود و برای هرکدام از رگبارهای شدید متغیرهای متعددی را در سطح زمین و سطح 250 تا 800 هکتوپاسکال بررسی کردند، در این مطالعه 81 مورد بارش سنگین شناسایی شد و هرگونه پارامتر جوی که گمان می رود می تواند در میزان بارندگی تاثیر گذار باشد هنگام وقوع بارشهای سنگین بسیاربالا بوده 1- رطوبت موجود بین سطوح 850-400 هکتوپاسکال ،2- همگرایی رطوبت در لایه های پایین اتمسفر، 3- همگرایی سطوح زیرین اتمسفر و واگرایی بالایی، 4- فرا رفت مثبت رطوبت در مکان موردمطالعه، 5- فرارفت حرارتی در اتمسفرپایین ،6- دمای بالا در اکثر سطوح اتمسفری.کاهانا و همکاران (***Kahana et al،2002***) در تحقیق خود با عنوان پیش بینی جوی سیل های مهم در صحرای نقب اسرائیل ، سیل های مهم صحرای نقب را مطالعه کردند. از 52 سیل مهمی که طی سال های 1994-1965 رخ داده اند، 37 مورد از آنها با دو الگوی سینوپتیکی مهم در ارتباط بودند: الگوی نوع اول ناوه فعال دریای سرخ می باشد که بین دریای سرخ و مدیترانه در طول نصف النهار 30 درجه شرقی کشیده شده است و الگوی نوع دوم کم فشار سوریه است که 17 مورد از سیل ها از این الگو پیروی می کنند.

فراریس (***Ferraris, 2001***) در تحقیق خود با عنوان تحلیل سینوپتیکی و هیدرولوژیکی بارشها ی سیل زا، به مطالعه بارش های منجر به سیل در منطقه شمال شرقی ایتالیا در اکتبر 1998پرداخت. این مطالعه در 4 مرحله انجام شده است . اولین مرحله در این تحلیل سینوپتیکی تعیین میزان رطوبتی بوده که از بخش حاره ای اقیانوس اطلس سرچشمه گرفته است و به وسیله سیستم های حاره ای به سوی دریای مدیترانه حمل می شوند. مرحله دوم در این تحلیل پیش بینی عددی است که به وسیله روش $NCEP$ در یک محدوده کوچک تر انجام شده است.مرحله سوم تهیه مدل $Multiracia$ بارش ها برای دو شبیه سازی متفاوت می باشد .در مرحله چهارم آثار هیدرولوژیکی بارشهای پیش بینی شده با آثار مشاهده ای مقایسه شده است.

رزاکووا و همکاران (***Rezacova.et al ,2005***) به مطالعه بارش های سیل زا در اگوست 2002 بعنوان شدیدترین بارش منجر به سیل درکشور چک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ریزش بارش های سنگین در منطقه بوسیله گرادیان قابل ملاحظه افقی در بخش سیکلون که با حرکت خیلی کند به سمت شمال شرقی اروپای مرکزی پیشروی می کند صورت می گیرد.تیکسر و سایتا مورتی (***Teixeria.et al, 2005***)ویژگی های سینوپتیکی و دینامیکی همزمان با بارش های سنگین

جنوب برزیل مورد بررسی قرار داده اند که نتایج آن ها عبارتند از : 1- شکل گیری یک ناوه عمیق در تروپوسفر میانی سه روز قبل از وقوع بار ش های سنگین که از سمت اقیانوس آرام به قاره آمریکای جنوبی نزدیک می شود 2- کم فشار سطحی ایجاد شده در شمال آرژانتین یک روز قبل از وقوع بارش سنگین در برزیل3- جت استریم با جهت شمالی – جنوبی تشکیل شده بر روی پاراگوئه دو روز قبل از وقوع بارش سنگین 4- همگرایی رطوبتی شدید ایجاد شده در جنوب برزیل یک روز قبل از وقوع بارش سنگین .در رویداد بارش های سنگین شمال غربی ایتالیا و رابطه آن با الگوهای جوی بزرگ مقیاس که مورد مطالعه قرار گرفته است، نتایج پژوهش نشان داد که شکل جریان های بزرگ مقیاس جوی درارتباط با توپوگرافی منطقه ای درایجاد بارش های سنگین محلی نقش مهمی را ایفا می کند(روداری و همکاران ***Rudari and et al ,2004 :601***).

سیبرت و همکاران (***Seibert.et al, 2005***) الگوهای منطقه ای وهمدیدی بارش های سنگین روزانه طی سال های(1993- 1979) شناسایی شده در استرالیا را با استفاده از روش خوشه بندی وتحلیل هفت سطح جوی در زمانهای مختلف در هر روز و در مکان های متفاوت با یکدیگر تلفیق کرده و هفت الگوی همدیدی که مسئول ایجاد این بارش ها بودند شناسایی کرد .در ادامه هفت منطقه که دارای بارش های روزانه یکسانی بودند شناسایی و عوامل ایجاد آنها بررسی گردید. مطالعات سینوپتیکی انجام شده بر روی الگوهای جوی همزمان با بارش دوره سرد استرالیا منجر به شناسایی دو الگوی سرد چال بالایی و الگوی جبهه ای که دارای بیشترین فراوانی در هنگام رخداد بارش در منطقه مذکور شده است.(ریسبی و همکاران ، ***Risbey,2008***).

در منطقه اروپای شرقی پیچک و گلاسنویچ ***(Picek and glasnovic,2002***) با بررسی الگوهای جوی در مقیاس سینوپتیک و متوسط مقیاس در هنگام رخ داد بارش بسیارشدید 9 اکتبر 1999 منطقه مرزی اسلونی و کرواسی متوجه شکل گیری منطقه همگرایی دو جریان ناشی از دو جریان شمالی و جنوبی بر روی منطقه مورد مطالعه شد که از شرق آلپ و دامنه های جنوبی آن منشاء گرفته بود ضمن آن که رطوبت این بارش بسیارشدید ، از طریق فرا رفت رطوبت دریای مدیترانه تامین شده است. فلد و رو(***Feld and Roe,2010***) در مطالعه ای بر روی الگوی سینوپتیکی همراه بارش شدید پرداخته اند، که همزمان با آن لانینا در منطقه رخ داده است .نتایج نشان می دهند که ارتباط معناداری بین بارش های شدید دوره زمستان (ماهانه) و پدیده طبیعی لانینا می باشد،علاوه بر آن با انجام این مطالعه مشخص می شود که در اکثر بارش های شدید جنوب شرق ایالات متحده در هنگام وقوع لانینا ، ناوه ساحلی شکل گرفته ،که به واسطه آن هوای گرم و مرطوب خلیج مکزیک وارد منطقه شده و بارش های شدیدی به همراه دارد .

کومار(***Kumar, 2008***)بارش سنگین 26 جولای 2005 در بمبئی هندوستان راکه در مدت 24 ساعت به 994 میلی متر رسیده بود را به کمک مدلWRF بررسی کرد و به این نتیجه رسید که

این بارش نتیجه تعامل سامانه آب و هوایی در مقیاس همدید با سامانه متوسط مقیاس و نیز اشکال موجود در سواحل و عوارض سطحی است.

کامپینز (***Campins.et al ,2006:76***) همبستگی قوی بین بار شهای سیل آسا ، باد ها ی قوی و سیکلون ها را بر فراز جزایر بالاریک را بدست آورد.

بوچوا (***Bocheva, 2006:15***) بارش های شدید را بر روی چهار ناحیه بلغارستان در نیمه گرم سال بررسی و بارش های شدید را با فراوانی وقوع بالا تشخیص داد.

ای، لانا (***Lana, 2007***) دربارۀ بارش های سنگین نواحی مدیترانه و بالیاریک ایسلند مطالعه کرده و برای پیش برد مطالعات خود ، سازوکار پویای الگوهای جوی را در این ناحیه خوشه بندی کرده است .ترویوکی کاتو (***Kato, 2004***) بارش های ناحیۀ نیاگاتا فوی کوشیما را در روزهای سیزدهم و هجدهم جولای 2004 بررسی کرد ه و نتیجه گر فته که عامل اصلی این بار شها تشدید ناپایداری همرفتی ناشی از هو ای مرطوب سطح پایین و هوای خشک سطح بالا بوده است.

کوترونی و همکاران (***Kotroni,1998***) بارش رگباری یازدهم و دوازدهم ژانویۀ 1997 را - که بر روی یونان و در ارتباط با جبهۀ سرد رخ داده بود - با استفاده از مدل WRF مطالعه کردند و از تحلیل این مدل نتیجه گرفتند که در ظهور همرفت های عمیق، سه عامل مؤثر است :ناپایداری، منبع رطوبت و تاوایی قائم بالا رو که قبل از ورود جبهۀ قطبی در محل موجودند.

بارش شدید از جمله موضوعاتی محسوب می شود که در داخل کشور به آن نیز توجه خاصی شده است و در مقیاس زمانی و مکانی گوناگون مورد بررسی قرار گرفته است.

پژوهش های انجام شده در زمینه شناسایی الگوهای گرد ش جو در ایران را نیز میتوان به دو دسته تقسیم کرد: دسته اول پژوهش هایی هستند که براساس داده ها و نقشه های موجود در سازمان هواشناسی به تهیه الگوهای گردش جو پرداخته اند؛ و گروه دوم آنهایی هستند که پس از ورود رایانه و با بهر ه گیری از نر م افزارهای رایانه ای و داده های شبکه بندی شده مراکز پژوهشی هواشناسی و اقلیم شناسی جهان (مانند NCEP/NCAR)به انجام رسیده اند. استفاده از داده های محدود در دوره های زمانی کوتاه مدت از ویژگی های پژوهش های گروه نخست به شمار می آید (رضیئی و همکاران ،1389). بررسی ساز وکارها و گستره تأثیر سامانه های باران آور (فرجی، 1360 ؛ ایزد نگهدار، 1370 ؛ خوشحال دستجردی، 1376; لشکری ،1382 ;عزیزی ، 1386) وسامانه های مولد سیل(سبزی پرور، 1370 ؛ لشکری، 1375 ؛ نصیری، 1378؛ حجتی زاده، 1380 ؛ مفیدی و زرین، 1384) درایران از جمله پژوهش های گروه نخست به شمار می روند که در آنها الگوهای سینوپتیکی وابسته به رویدادهای مهم بارش و یا سیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند .همچنین مطالعه نقش پرفشار سیبری بر آ ب و هوای

شرق ایران(علیجانی، 1369)، مطالعه اثر پرفشار جنب حاره بر تغییر فصل ایران(حجـازی زاده، 1372)، چگونگی تشکیل پدیده بلوکینگ و نقش آن در آب و هـوای ایران(عزیـزی،1375) و نقش پرفشارها در ایجاد بارش در ناحیه خزری(جهانبخش و کرمی، 1378)از این دسته پژوهش ها هستند.

به طور کلی در پژوهش های گروه نخست، الگوهای گردش جوی شناسایی شده برای ایران یا بر اساس داده ها و رویدادهای ویژه جوی چون بارش های سیل زا (لشکری، 1375 ، علیجانی و زاهدی، 1381 ، مفیدی و زرین، 1384) و یا با استفاده از داده هـای میـانگین ماهانـه جـو (خوش اخلاق، 1377) تهیه شده اند.

درپژوهش های گروه دوم با پردازش داده های بلند مدت و با استفاده از روشهای خوشه بندی و تحلیل عاملی ، الگوهای سینوپتیکی غالب در فرآیند مورد نظر شناسایی می شود.(رضیئی،1388؛ رضیئی،1389؛ رحیمی و همکاران،1389)

در پـژوهش هـای گـروه دوم نیـز گـاه ،الگوهـای شناسـایی بارشـهای سـنگین (حمیـدیان پـور و همکاران،1389؛ جانبازقبادی و همکاران ،1390 ؛ باعقیده و همکاران ،1391) و سامانه های ایجاد سیل (حجازی زاده و همکاران،1386؛ رضایی، 1388) و گاهی الگوی گردش جوی در ماه یا فصل خاصی ازسال مد نظر است .(رضیئی ، 1389؛ علیجانی ، 1378;1380ب،2002).

در ارتباط با بارش و سیل گاهی مطالعه موردی در یک یا چند روز خاص مطالعه میشود (کرمـی و همکاران،1389؛ قادری، 1389؛پرنده خوزانی و لشکری، 1390؛ علیجانی و همکـاران ، 1389) و گاهی همانطور که اشاره شد در دوره زمانی طولانی تری (چند سال) الگوی غالبی که منجـر بـه بارش های سنگین و یا معمولی می شود بررسی می شود.

الگوهای گردش جوی شناسایی شده در پژوهش های گروه دوم نیز اغلب براساس داده های میانگین ماهانه جو تهیه شده اند. از این رو پی گیری و تکمیل چنین پژوهش هایی بـه ویـژه در مقیاس روزانه و برای ترازهای مختلف جو بسیار ضروری است، چرا که در بیشتر موارد رخدادهای جوی همچون بارش در کسر کوچکی از روزهای یک مـاه بـه وقـوع مـی پیوندنـد و در واقـع در بسیاری از موارد بررسی الگوهای گردشی ماهانه تبیین سـاز و کـار حـاکم بـر وقـوع بسـیاری از رخدادهای جوی ازجمله بارش را در منطقـه خاورمیانـه میسـر نمـی سـازد .بنـابراین شناسـایی الگوهای روزانه گردش جو برای فصل های مختلف و بررسی ارتباط آنها با پدیـده هـای محیطـی مانند سیل، خشکسالی و آلودگی هوا در کشور بسیار اهمیت دارد.(رضئیی و همکاران ،1389) در سالهای اخیر مطالعات زیادی در ارتباط با بارشهای سنگین و سیل آسا درکشـورهای مختلـف از

جمله به وسیله اقلیم شناسان و هواشناسان به روش سینوپتیکی و با استفاده از نقشه های سطوح مختلف جو، صورت گرفته است .

بارش ها و سیل های نقاط مختلف ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. ازجمله ایـن مطالعـات میتوان مطالعه بارش های شمال ایران (مرادی ،1381؛ یار احمـدی، 1390؛ لشـکری ،1387)، بارش های شمال شرق ایران(حمیدیان پور و همکاران ، 1389؛مرادی، 1385؛کاشکی و همکاران، 1390) ، بارش های شمال غرب ایران(غفاریان و همکـاران ،1389) بـارش هـای جنـوب شـرق ایران(سلیقه 1377، 1380، 1385؛لشکری،1387) اشاره کرد.

خوشحال دستجردی (1376) در رساله خود، با عنوان (تحلیل و ارائـه مـدل‌هـای سـینوپتیک کلیماتولوژی برای بارش‌های بیشتر از صد میلیمتر در سواحل جنوبی دریای خزر) یکصـد و پـانزده سامانه سینوپتیکی از سطح زمین ما تراز 200 هـ پ در طـی دوره 20 سـاله (1970 ـ 1989) بررسی کرده است. او نتیجه گرفت که باران‌های بیشتر از 100 میلیمتـر در اثـر ورود جبهـه‌هـای تقویت شده نسیم دریا به وسیله سیستم‌های سینوپتیکی و اثر اوروگرافیک البرز بوجود می‌آید.

تحلیل الگوهای سینوپتیکی و دینامیکی بارش در حوزه‌های کرخه و دز، به این نتیجه رسید که تفاوت بارندگی از نظر شدت، تداوم و فراوانی وقوع سیلاب مربوط به تفاوت سامانه سینوپتیکی است که این دو حوضه را متأثر می‌سازد. (نصیری، 1378)

در تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره 21 تا 26 تیرماه ایران که توسط عربـی (1379) انجـام شد مشخص شد که نفوذ و گسترش سیستم کم‌فشار مونسون که از سمت جنوب و جنوب شـرق و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع این بارندگی شده است.

همچنین مطالعه تیپ‌های هوای باران‌آور تهران با بارش بـیش از 1 میلیمتـر کـه در یـک دوره 1990 تا 1995 نشان داد که استفاده از محاسبات چرخندگی دقیق‌تر از روش‌های دیگر اسـت و در بین سطوح اتمسفری سطح 500 هکتوپاسکال مهم‌تر از سایر سطوح است (علیجانی، 1380).

تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین در غرب ایران که نشان داد سیسـتم کـم فشـار دریـای مدیترانه و زبانه کم فشار سودانی باعث بارندگی‌های این دوره شده که دریای مدیترانه، دریای سیاه و دریای سرخ در تقویت این سیستم‌ها در سطح زمین نقش داشته‌اند (عزیزی، 1388).

بررسی و شناسایی الگوی سینوپتیکی تراز 500 هکتوپاسکال مولد سیلاب‌های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه که نشان داد هنگام وقوع سیلاب محور تراف به سمت عرض‌هـای جغرافیایی پایین عمیق‌تر شده و موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه نسبت به اغتشاشات سطح بالا به گونه‌ای بود که در زیر منطقه واگرایی بالایی جلوی تراف‌های موج کوتاه بادهای غربی قرار گرفته،

یا در زیر قسمت جلوی سیستم سینوپتیکی سردچال بالایی واقع شده ویا اینکه در زیر قسمت جلوی بادهای غربی مسیر جنوبی، سیستم مانع قرار گرفته است. در این بین الگوی سینوپتیکی تراف موج کوتاه بادهای غربی مولد 67/3٪ از کل سیلاب‌ها می‌باشد. (حجازی‌زاده و همکاران، 1386).

عزیزی (1386) در تحلیل الگوهای سینوپتیکی سیل 28 مهر 1382 استان گیلان و مازندران توضیح داد که وجود ناوه عمیق در شمال شرق و امتداد محور بر روی دریای خزر موجب فرا رفت هوای سرد قطبی از عرض‌های شمالی بر روی دریای خزر گردیده است. حضور آنتی سیکلون مهاجر با کشیدگی شمال غرب به جنوب در غرب ناوه، در نتیجه هم جهت شدن حرکت آنتی سیکلونی آن با حرکت سیکلون جلوی ناوه نیز باعث تقویت آن گردیده است.

پیش‌بینی سیلاب‌ها براساس موقعیت‌های سامانه همدیدی شمال شرق ایران نشان داد که 4 الگو در ایجاد بارش‌ها شناسایی شد که: 1. کم فشار مهاجر قطبی اروپایی، که از حوالی اسکاندنیاوی منشاء می‌گیرند؛ 2. کم فشارهای مدیترانه‌ای؛ 3. کم فشارهای سودانی و دریای سرخ که از جنوب غرب وارد منطقه می‌شوند؛ 4. کم فشار مهاجر قطبی سیبری که از مناطق در شمال سیبری منشاء گرفته و از طریق دریاچه آرال و شمال شرق ایران یا شمال منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (مرادی، 1385)

تحلیل همدیدی رخداد سیلاب در حوضه‌های ماسوله که توسط رضایی (1388) انجام شد به نتایج زیر رسید. سیلاب‌های ماسوله به مدل‌های چرخندی یا دریای مدیترانه و سیاه وابسته‌اند و مدل واچرخندی عمدتاً از دریای خزر و بندرت از دریای سیاه است. و از نظر توزیع زمانی نیز بیشترین سیل‌ها در فاصله سپتامبر (شهریور) تا اکتبر (مهر) و در اواخر زمستان تا اوایل بهار به ثبت رسیده است.

اردکانی (1387) در مطالعه همدید بارندگی سنگین سواحل جنوبی دریای خزر نتیجه گرفت که یگانه سامانه هایی که در سواحل دریای خزر سبب بارندگی شدید می شوند واچرخند هایی با هسته سرد هستند که منشاء آن ها اروپا و یا کشورهایی اسکاندیناوی است.

پرنده خوزانی ولشکری در مطالعه بررسی سینوپتیکی بارش های سنگین در جنوب ایران)مطالعه موردی بارش31 دسامبر 1984 لغایت 4 ژانویه 1985 حوضه آبریز رودخانه دالکی به این نتیجه رسیدند که بر روی نقشه سطح زمین، نقش اصلی و کنترل کننده با پر فشار سیبری،پر فشار دینامیکی آزور و حالت ادغام شده دو سیستم کم فشار سودان و مدیترانه می باشد .در ترازهای

بالاتر نیز سیستم های اصلی کنترل کننده، مرکز ارتفاع زیاد آزور در پشت سیستم و مرکـز ارتفـاع زیاد عربستان در جلو سیستم و تراف عمیق شمال آفریقا می باشد.

در بررسی بار ش های شدید لارستان مشخص شد بارش های شدید فصل سرد ، در سطح زمین ورود سیکلون های غربی ، کم فشار سودانی و در فصل گرم ، نفوذ کم فشار مونسون ، عقب نشینی پرفشار جنب حاره ، استقرار کم فشار حرارتی و ایجاد ناپایداری شدید است . در سـطوح بـالا نفـوذ بادهای غربی ، ورود فرود عمیق به همراه ریزش هوای مرطوب می باشد(قادری و علیجانی،1389).

در تحلیل منطقه ای سیلابهای لارستان ، مهمترین عامل وقـوع سـیلابهای لار، شـدت و مـدت بارش و سپس توپوگرافی منطقه معرفی شده است(کردوانی و همکاران ، 1388).

علیجانی و همکاران(1389) بارش سنگین در جنوب شرق ایران را، با استفاده از رویکرد محیطی به گردشی، شرایط همدیدی در ششم ژانویه 2008 میلادی بررسی کردند و نشان دادند کـه رخـداد بارش سنگین مورد مطالعه در جنوب شرق کشور با مهیایی شرایطی نظیر وجود رطوبت زیاد در تراز پایین جو بخصوص تخلیه رطوبتی شدید از خلیج فارس، ناهنجاری های منفی شـدید در ترازهـای میانی جو و استقرار رودباد جنب حاره ای در غرب منطقه مرتبط می باشد.

در مورد سیلاب ها و بارش های استان قـم متاسـفانه مطالعـات چنـدانی صـورت نگرفتـه . از تحقیقاتی که دراین زمینه است می توان به طرح جامع سیل که در سـال 1380 (آب منطقـه ای استان قم)و تحلیل سینوپتیکی سیل قم (رئوفی ،1376) اشاره کرد. رئوفی در پایان نامه خـود بـا روش حداکثر بارش محتمل (pmp) غیر کوهستانی ؛ سه طوفان شدید سیل زا طی 74-1362 هجری شمسی در استان قم بررسی و مطالعه کرد . نتایج کار نشان داد که طوفـان 13 اردیبهشـت 1365 هجری شمسی (3 می 1986 میلادی) که دارای PMP بهینه در منطقه مـورد مطالعـه بوده است دارای شاخص رطوبت 1.18 و تندی باد 2.01 و در پارامتر های زمانی 24؛ 48 و 72 ساعته دارای بیشینه رطوبت به مقیاس میلیمتری به ترتیـب 48.8 و 61.6و 66.2 و نیـز دارای درون شارش رطوبت به میلی متر در پارامتر هـای زمـانی مـذکور 98.1 و 123.7 و 133 بـوده است . در بررسی سینوپتیکی طوفانهای شدید استان قم ملاحظه کرد که این طوفا ها نتیجه تقویت و تشدید فعالیت مرکز کم فشار مونسونی سودان بوده و با ادغام این با مرکز کم فشار مدیترانه ای و تاثیر منطقه همگرایی دریای سرخ روی آنها ؛ تبدیل به سیستم دینامیکی و ترمودینامیکی گردیـده اند با عوامل دخیل زیر در فعالیت سیستم های مذکور :

1- وجود مرکز کم ارتفاع در غرب کشور یا تراف عمیق تا عرض 15 درجه شمالی و با محوری در طول های جغرافیایی 27 تا 40 درجه شرقی در تراز 500 هکتـو پاسـکال در زمان بارندگی های ماکزیمم منطقه .

2- وجود یک مرکز فشار زیاد بر روی اروپا و مرکز مشابهی در شرق عربستان در تـراز 500 هکتو پاسکال برای ریزش هوای سرد پشت مرکز کم ارتفاع یا تراف عمیق و تغذیـه هوای گرم و مرطوب در جلوی آنها .