

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران

قاسم عزیزی^۱

فاطمه ربانی^۲

چکیده

به نظر می رسد در فصل بهار شرایط صعود همرفتی در منطقه شمال غرب ایران فراهم باشد، هدف این تحقیق، بررسی سهم بارش های همرفتی فصل بهار در این منطقه است. میانگین بارش ماهانه ۱۷۳ ایستگاه سینوپتیک کل کشور از بدو تأسیس، و بارش (۶ ساعته)، مقادیر ساعتی ارتفاع کف ابر پایین، کدهای روزانه هوای حاضر (ww) و داده های skew-t ایستگاه تبریز برای در ماههای مارس، آوریل و می با طول دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۸۶-۲۰۰۵) مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان داد که بیشینه بارش بهاره کشور در ناحیه شمال غرب ایران قرار دارد. همچنین در منطقه مورد مطالعه بیشینه بارش بهاره در جنوب آن مشاهده می گردد و هسته بیشینه بارش در فصل بهار از جنوب به شمال منطقه جابجا می شود. نتایج حاصل از بررسی بارش همرفتی نشان داد که سهم بارش همرفتی بهاره نسبت به کل بارش های بهاری در منطقه کم است. بطوریکه تنها ۱ درصد از میانگین بارش بهاره اما حدود ۱۹ درصد از کل روزهای بارشی را بخود اختصاص می دهد. با این حال بیشینه بارش همرفتی در شمال منطقه قرار دارد و ماه می از سهم بیشتری برخوردار است. بیشترین ساعات وقوع بارش های همرفتی در منطقه مربوط به ساعات ۱۲ تا ۱۸ گرینویچ (۳/۵ تا ۹/۵ به وقت محلی) می باشد.

کلید واژگان: بارش همرفتی، زمین آمار، تحلیل ترمودینامیک.

E_mail: ghazizi@ut.ac.ir

E_mail: f_rabbani@ut.ac.ir

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲

صعود هوای مرطوب برای ایجاد بارش به عوامل متعددی نسبت داده شده است. براساس این عوامل، بارش‌ها به انواع بارش دینامیکی، مکانیکی و بارش همرفتی تقسیم میشوند. (علیجانی، ۱۳۷۸: ۲۳۹) همرفت انتقال گرما از طریق حرکت سیال است (که این حرکت غالباً عمودی است) و به دو شکل ایجاد می‌شود: همرفت آزاد^۱ (حرارتی) که به علت صعود سلول همرفتی (در هوای صاف و آفتابی) ایجاد میگردد (ایان استرانگ، ۲۰۰۷: ۷۷) و همرفت واداشته^۲ که در آن یک عامل خارجی همچون جریان باد باعث انتقال هوای گرم سطح زمین می‌شود. (دونالد اهرنس، ۲۰۱۱: ۵۴) سلولهای همرفتی در فصل گرم در سطح زمین گرم توسعه می‌یابند. بارش‌های حاصل از این نوع صعود غالباً از نوع تندری هستند و اغلب مناطق کوچکی (۲۰ تا ۵۰ کیلومتر مربع) تحت تأثیر این نوع رگبارها قرار میگیرند و معمولاً بین ۳۰ دقیقه تا یک ساعت دوام دارد. (بری و چورلی، ۲۰۰۳: ۱۰۳) ابرهای تشکیل شده ناشی از صعود همرفتی هوا از خانواده کومولوس هستند. (ایان استرانگ، ۲۰۰۷: ۷۷) در مناطق کوهستانی، دامنه‌های آفتابگیر در بهار و پاییز انرژی تابشی بیشتری دریافت می‌کنند و همین امر هوای روی دامنه را گرم و ناپایدار می‌کند. در مناطق حاره ای در بیشتر ایام سال و در عرضهای جغرافیایی بالا، در فصل گرم بیشترین مقدار بارش از صعود همرفتی حاصل می‌شود. (علیجانی، ۱۳۷۸: ۲۴۵) در ایران علیجانی (۱۳۸۵: ۱۰۶) دامنه‌های آفتابگیر آذربایجان و خراسان را برای صعود و بارش همرفتی در فصل بهار مساعد می‌داند. رسولی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی توزیع زمانی بارش‌های رعد و برقی شمالغرب کشور با روش تحلیل خوشه‌ای بیان کردند که باران‌های مذکور در فصول بهار و تابستان و طی ساعات بعد از ظهر و اوایل شب اتفاق می‌افتد. صلاحی (۱۳۸۹) در بررسی آماری و همدیدی طوفان‌های تندری در استان

۱- free convection

۲- forced convection

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۳۷۱۱۱

اردبیل نشان داد که سهم فصل بهار از طوفانهای تندری نسبت به میزان سالانه بیشتر است. میر موسوی (۱۳۸۷) در مقاله ای تحت عنوان مطالعه نوسانات دما و بارش سالانه در منطقه شمالغرب ایران با استفاده از مدل تابع تبدیل مشخص ساخت روند معنی داری مبنی بر افزایش دما و کاهش بارندگی در ایستگاههای منطقه مورد مطالعه مشاهده می گردد. چانگنون (۲۰۰۱) در بررسی تغییرات فصلی و سالانه توفان تندری در ایالات متحده، نحوه روند و نوسانات طولانی مدت فعالیت رعد و برق و بارشهای ناشی از آن را با استفاده از روشهای مختلف آماری مورد بررسی قرار داد. نتایج بررسی روند خطی صد ساله در ۸۶ ایستگاه ایالات متحده نشان می دهد که در مناطق غربی روند صعودی، در دشتهای شمالی روند بدون تغییر و در شرق منطقه روند نزولی وجود دارد. سان چز و همکاران (۲۰۰۳) به تجزیه و تحلیل سیستمهای همرفتی میان مقیاس همراه با بارش تگرگ در دره ابرو (شمال اسپانیا) پرداختند. در این بررسی با استفاده از تصاویر Meteosat شرایط بارش تگرگ بررسی گردید. از ۷۲ مورد بررسی شده، ۲۸ مورد سیستم همرفتی میان مقیاس و ۵ مورد سیستم همرفتی میان مقیاس طولانی مدت و در ۳۶ مورد تودههای هوای همرفتی بارش تگرگ را ایجاد کرده اند. روبرت (۱۹۹۸) رابطه شرایط جو بالا را با رویداد بارش های سنگین تابستان در یوتا بررسی نمود. وی نقش عوامل سینوپتیکی را مهم دانسته و به این نتیجه رسیده که انتقال رطوبت از اقیانوس اطلس در ایجاد این بارش های سنگین اهمیت زیادی داشته است. جی_ یانگ بیون و گی_ یو_ هولیم (۲۰۰۵) در بررسی تغییرات روزانه همرفت حاره ای با استفاده از تصاویر ماهواره ای و شاخص همرفت و میزان بارش، فعالیت همرفتی را براساس میزان صعود، نم و ویژه در تروپوسفر میانی به دو دوره فعال و غیرفعال تقسیم کردند. براساس این بررسی بیشترین فعالیت همرفتی در خشکی بدلیل تابش حرارتی زمین و نسیم دریا_ خشکی در نیمه شب و در روی اقیانوس در دوره های فعال در سپیده دم و در دوره های غیرفعال در بعد از ظهر اتفاق افتاده است. کندال گونکار و تینماکر (۲۰۰۵) با استفاده از میانگین ماهانه تعداد روزهای توفان رعد و برق و مقدار بارش سالانه ۲۶۰

۱۳۸ // فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

ایستگاه در هند مشخص ساختند که تأخیر یک ماهه ای بین حداکثر توفان رعد و برق (ژانویه) و حداکثر بارش ماهانه (مارس) در سال وجود دارد که احتمالاً به علت شروع فعالیت مونسون در جنوب غربی هند می‌باشد. همچنین بررسی فصلی این دو فاکتور افزایش هر دو را در ماه‌های وقوع مونسون نشان می‌دهد. آنها منطقه مورد مطالعه را به ۶ ناحیه تقسیم کرده و نشان دادند که باستان دو منطقه شبه جزیره جنوبی (SPI) و غربی (WPI) همبستگی بین هر دو عامل قوی بوده است.

هر چند پژوهش‌های فراوانی درباره ویژگی‌های بارش در ایران و شمال غرب ایران صورت گرفته با این حال کمتر به سهم بارش‌های همرفتی از کل بارش‌های بهاری پرداخته شده است. با توجه به ناهموار بودن منطقه شمال غرب و عرض جغرافیایی نسبتاً بالاتر این منطقه در این مقاله تلاش شده است تا سهم بارش‌های همرفتی از کل بارش‌های بهاره در منطقه شمال غرب کشور مشخص گردد.

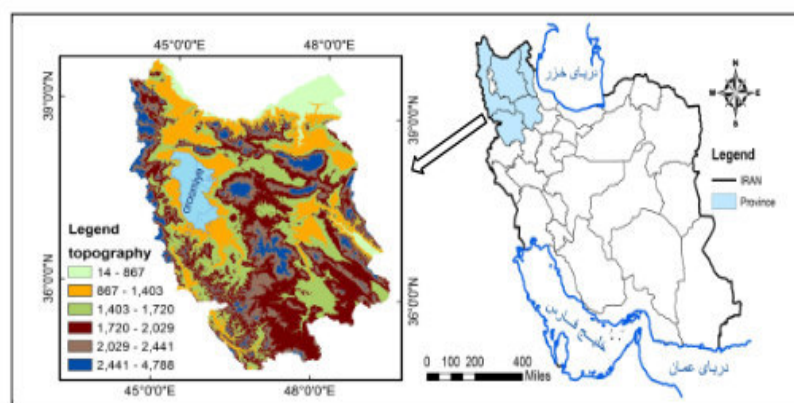
مواد و روش‌ها:

- موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه نواحی شمال غربی ایران و شامل استانهای اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان و زنجان می‌شود. در برخی تقسیم‌بندی‌ها این منطقه با نام واحد شمال غربی معرفی شده که شامل مجموعه ناهمواریهایی است که در محدوده آذربایجان، کردستان و زنجان تا حدود مدار ۳۵ درجه شمالی گسترده شده‌اند. (طالقانی، ۱۳۸۸: ۷۵) رشته کوه‌های البرز و زاگرس با ساختمانهایی متفاوت در این ناحیه به هم می‌رسند. بخش میانی این فلات فرو افتاده (چاله ارومیه) است و بوسیله فرورفتگی مزبور به دو بخش نامساوی شرقی و

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۳۹۱۱۱

غربی تقسیم می شود. (طالقانی، ۱۳۸۸: ۷۸) شکل شماره (۱) نقشه توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان میدهد.



شکل (۱) توپوگرافی و موقعیت جغرافیایی منطقه

ب: مواد پژوهش

داده‌های استفاده شده در این مقاله عمدتاً با هدف تعیین معیار جهت تفکیک بارش‌های همرفتی از سازمان هواشناسی کشور و مرکز ژرفاسنجی دانشگاه ایومینگ^۱ تهیه شده و شامل:

- میانگین بارش ماهانه ۱۷۳ ایستگاه سینوپتیک کشور با طول دوره آماری متفاوت (از بدو تأسیس تا سال ۲۰۰۵) جهت بررسی اولیه تفاوت‌های فصلی بارش در شمال غرب کشور نسبت به کل ایران.

- میانگین بارش ماهانه ۱۷ ایستگاه سینوپتیک در شمال غرب کشور در ماه‌های مارس، آوریل و می طی یک دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶) با توجه به اصل همزمانی سال‌های آماری جهت بررسی چگونگی بارش در منطقه مورد مطالعه. جدول (۱)

^۱-Sounding of Wyoming university

۱۴۰//دوفصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

- بارش روزانه ۱۵ ایستگاه سینوپتیک منطقه با فواصل زمانی ۶ ساعته (۱۸، ۱۲، ۰۶، ۰۰، UTM) در ماه‌های مارس، آوریل و می طی یک دوره آماری ۲۰ ساله جهت تشخیص تداوم و فراگیر بودن بارش‌ها (ایستگاه‌های سراب و خرمدره بدلیل کامل نبودن داده‌های آماری حذف شده اند).
- ارتفاع (۳ ساعته) کف ابر پایین در ۱۵ ایستگاه سینوپتیک جهت شناسایی ارتفاع پایه ابر.
- کدهای روزانه (۳ ساعته) هوای حاضر (WW) برای ایستگاه‌های فوق در طول دوره با تأکید بر پدیده بارش.
- نمودار skew-t جهت بررسی وضعیت ناپایداری جو در روزهای وقوع بارش همرفتی ایستگاه تبریز به عنوان ایستگاه نمونه و تنها ایستگاه دارای نمودار مذکور در منطقه.

جدول شماره (۱) موقعیت جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه‌های منطقه

<input checked="" type="checkbox"/>	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
	اردبیل	۴۸ ۱۷	۳۵ ۱۵	۱۳۳۲	خرمدره	۴۸ ۳۵	۳۶ ۷	۱۵۷۵
	ارومیه	۴۵ ۵	۳۷ ۳۲	۱۳۱۳	زنجان	۴۸ ۲۹	۳۶ ۴۱	۱۶۶۳
	اهر	۴۷ ۴	۳۸ ۲۶	۱۳۹۰/۵	سقز	۴۶ ۱۶	۳۶ ۱۵	۱۵۲۲/۸
	تبریز	۴۶ ۱۷	۳۸ ۵	۱۳۶۱	سندج	۴۷ ۰	۳۵ ۲۰	۱۳۷۳/۴
	تکاب	۴۷ ۷	۳۶ ۲۳	۱۷۶۵	سراب	۴۷ ۳۲	۳۷ ۵۶	۱۶۸۲
	پارس آباد	۴۷ ۵۵	۳۹ ۳۹	۳۱/۹	مراغه	۴۶ ۱۶	۳۷ ۲۴	۱۴۷۷/۷
	پیرانشهر	۴۵ ۸	۳۶ ۴۰	۱۴۵۵	مهاباد	۴۵ ۴۳	۳۶ ۴۶	۱۳۸۵
	جلفا	۴۵ ۴۰	۳۸ ۴۵	۷۳۶/۲	ماکو	۴۴ ۲	۳۹ ۲۰	۱۴۱۱/۳
	خوی	۴۴ ۵۸	۳۸ ۳۳	۱۱۰۳				

ج: روش شناسی پژوهش

جهت بررسی ویژگی‌های بارش بهاره در منطقه شمال غرب، ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه به گونه‌ای انتخاب گردید که پراکندگی مناسبی در سطح منطقه داشته و سال‌های آماری مشترک و داده‌های آماری کاملی را دارا باشند. توزیع ماهانه بارش‌ها با مقایسه نمودارها و توزیع مکانی

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۴۱۱۱۱

بارش در ماه‌های مارس، آوریل و می در نقشه‌های تهیه شده با روش زمین آمار (کریجینگ) مورد تحلیل قرار گرفتند. همچنین جهت شناسایی توزیع فصلی بارشها از میانگین‌های ماهانه بارش و شاخص تمرکز بارش (PCI) استفاده شده است. شاخص PCI در سال ۱۹۸۰ توسط اولیور بصورت رابطه (۱) پیشنهاد شده است:

$$\text{PCI} = \frac{\sum_{i=1}^p p_i^2}{(\sum_{i=1}^p p_i)^2} \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

جهت تفکیک و تحلیل بارش همرفتی در منطقه، از روش‌های آماری و تحلیل ترمودینامیکی استفاده شده است. در بررسی‌های آماری سعی گردید با توجه به ویژگی‌های بارش همرفتی روزهای وقوع این نوع بارش‌ها در هر یک از ایستگاه‌های منطقه در فصل بهار مشخص و سپس سهم بارش همرفتی، توزیع مکانی و زمانی و همینطور ساعات وقوع آن بررسی گردد. بدین ترتیب ابتدا با توجه به ویژگی‌هایی همچون فراگیر نبودن، عدم تداوم و کوتاه مدت بودن بارش‌های همرفتی، روزهای وقوع این نوع بارش براساس آمار روزانه بارش ۶ ساعته در هر یک از ایستگاه‌های منطقه متمایز گردید. در مرحله بعد، با استفاده از آمار ۳ ساعته ارتفاع کف ابر پایین، روزهایی که ارتفاع پایه ابر بیش از ۲۰۰۰ متر بود، حذف گردیدند (ایان استرانگ، ۲۰۰۷: ۷۷). داده‌های ۳ ساعته هوای حاضر (WW) در روزهای مورد بررسی به عنوان شاخص کمکی مورد استفاده قرار گرفته است (کدهای ۲۵ تا ۲۹ مخصوص بارندگی‌های رگباری و ۸۰ تا ۹۹ مخصوص بارندگی‌های رگباری همراه با رعد و برق). در آخر بارش‌هایی که فاقد معیارهای فوق بودند بعنوان بارش‌های غیر همرفتی شناخته شدند. همچنین نمونه قابل دسترسی از نمودار skew-t که برای یک روز همراه با بارش همرفتی برای ایستگاه تبریز نسبتاً مناسب تشخیص داده شد جهت تحلیل ترمودینامیک مورد استفاده قرار گرفت. ایستگاه تبریز در بین ایستگاه‌های فوق بدلیل دارا بودن نمودار skew-t و آمار بارش ۵۵ ساله به عنوان ایستگاه نمونه انتخاب گردید. نمودارهای skew-t جهت بررسی وضعیت ترمودینامیکی جو تنها برای ساعت ۰۰ و ۱۲ گرینویچ در دسترس می‌باشند که البته در بسیاری از روزها این

دوفصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

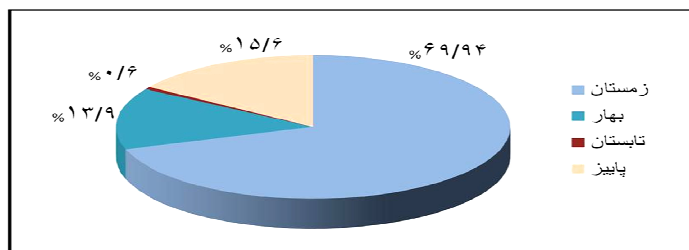
نمودارها در ساعات فوق تولید نشده‌اند. بدلیل محدودیت دسترسی تنها نمودار skew-t، روز ۲۲ مارس ۲۰۰۳ به عنوان روز نمونه امکان بررسی یافت که با استفاده از دو شاخص CAPE و K وضعیت ناپایداری و نوع بارش در این روز مشخص گردید.

یافته های تحقیق

در این قسمت ابتدا چگونگی بارش فصلی و ماهانه در شمال غرب کشور مورد تحلیل قرار گرفته و سپس بارش های همرفتی براساس معیارهای مورد نظر در هر یک از ایستگاه های منطقه شمال غرب بررسی می شود.

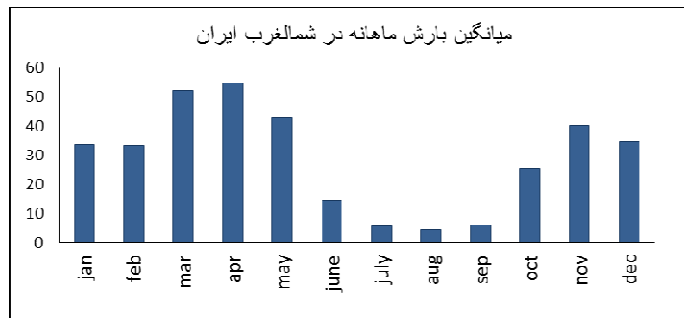
تحلیل آماری بارش فصلی و ماهانه در ایستگاه های منطقه شمال غرب

جهت شناسایی وضعیت بارش در منطقه مورد مطالعه، ابتدا میانگین های بارش ۱۷۳ ایستگاه سینوپتیک کشور مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی توزیع فصلی پربارش ترین ماه در ایران نشان می دهد که در ۶۹/۹ درصد از ایستگاه های کشور پر بارش ترین ماه در فصل زمستان، ۱۵/۶ درصد در فصل پاییز، ۱۳/۹ درصد در فصل بهار و ۰/۶ درصد در تابستان واقع شده است. (شکل ۲). بررسی توزیع مکانی پربارترین فصل در ایران نشان می دهد که مرطوبترین فصل در اکثر ایستگاه های کشور مربوط به زمستان است. تنها نواحی شمال (استان های مازندران و گیلان) و شمال غرب کشور تفاوت دیده می شود. در ناحیه شمال فصل پاییز و در ناحیه شمال غربی ایران فصل بهار مرطوبترین می باشد. شکل شماره (۳) میانگین بارش های ماهانه در شمال غرب ایران را نشان میدهد.



بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۴۳۱۱۱

شکل شماره (۲) توزیع فصلی بارش در ایران



شکل شماره (۳): میانگین بارش ماهانه در منطقه شمال غرب

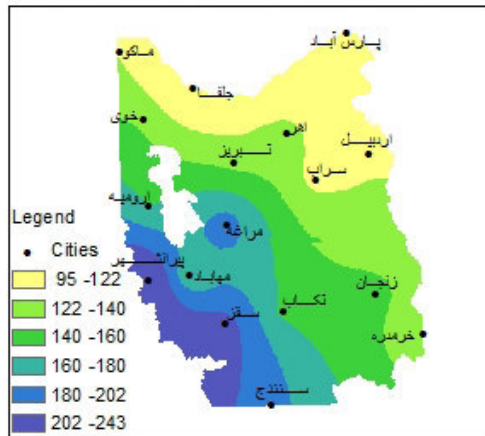
همچنین در بررسی مرطوبترین ماه در فصل بهار مشخص گردید که از کل ایستگاه‌های مورد مطالعه حدود ۲۴ ایستگاه سینوپتیک ایران مرطوبترین ماه را در فصل بهار دارند که از این تعداد حدود ۲۲ ایستگاه مربوط به ایستگاه‌های نواحی شمال غرب کشور، یعنی استانهای اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان و کردستان می‌باشند. بنابراین بیشینه بارش بهاره ایران، در ایستگاه‌های نواحی شمال غربی کشور متمرکز می‌باشد.

بررسی چگونگی توزیع بارش با استفاده از شاخص تمرکز بارش در طول سال نشان می‌دهد که بارش در منطقه دارای توزیع فصلی می‌باشد. مقدار بدست آمده براساس رابطه (۱) در منطقه ۱۱/۲ درصد می‌باشد. براساس طبقه بندی اولیور مقادیر کمتر از ۱۰ بیانگر توزیع یکنواخت بارش، مقادیر ۱۱ تا ۱۵ بیانگر توزیع فصلی، مقادیر ۱۶ تا ۲۰ نشان‌دهنده توزیع نامنظم و مقادیر بیشتر از ۲۰ تغییرات بسیار شدید و تمرکز بارش در چند ماه را نشان می‌دهد. (اولیور نقل از دلویس و همکاران، ۲۰۱۱)

جهت تجزیه و تحلیل بارش بهاره در منطقه شمال غرب ایران، همگن بودن داده‌های بارش بهاره در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه در سطح ۹۵ درصد اثبات گردید.

دوفصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

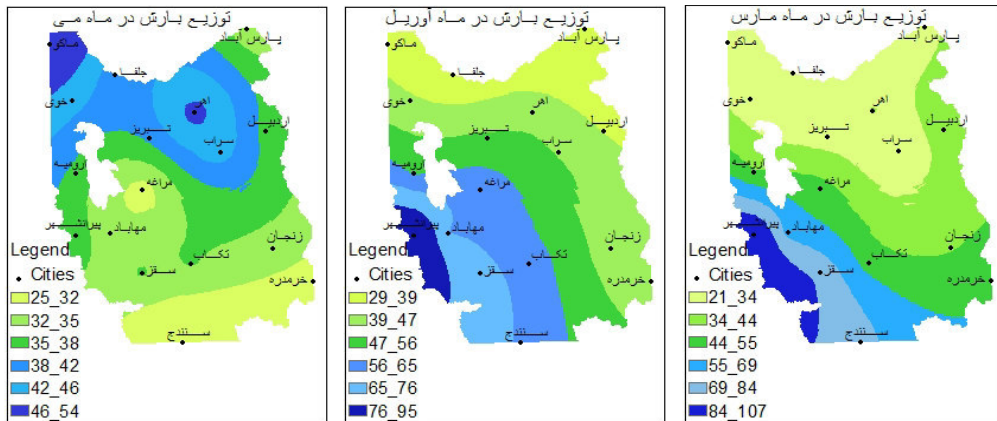
بررسی توزیع بارش در ماههای مارس، آوریل و می در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که اولاً در کل منطقه بیشترین بارش در فصل بهار مربوط به ماه آوریل و کمترین آن مربوط به ماه می می‌باشد ثانیاً در فصل بهار بیشینه بارش مربوط به نواحی جنوبی و کمینه بارش مربوط به نواحی شمالی منطقه می‌باشد. (شکل ۴). از طرفی ترسیم نقشه‌های بارش ماهیانه نشان می‌دهد که هسته بیشینه بارش در طول فصل بهار از نواحی جنوب غربی به سمت عرض‌های شمالی منطقه منتقل شده است.



شکل شماره (۴): توزیع مکانی بارش بهاره در شمال غرب ایران

همانطور که ملاحظه می‌شود هسته بیشینه در ماه‌های مارس و آوریل در جنوب غربی منطقه واقع شده است با این تفاوت که در ماه آوریل منحنی‌های حداکثر بارش نسبت به ماه مارس به سمت عرض‌های بالاتر کشیده شده ولی در ماه می هسته بیشینه بارش کاملاً به عرض‌های شمالی منطقه واقع شده است. (شکل شماره ۵)

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۴۵۱۱۱



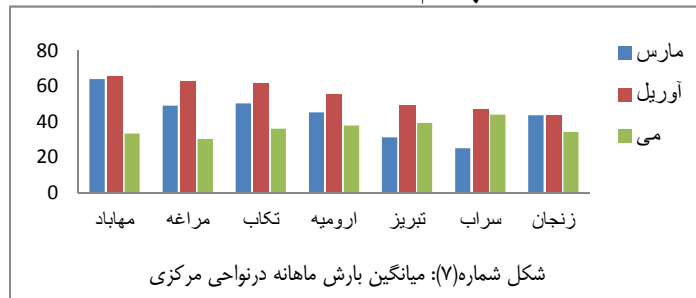
شکل شماره (۵): توزیع بارش ماهانه در ایستگاه‌های منطقه شمال غرب

بررسی آماری مرطوبترین ماه در فصل بهار نشان داد که منطقه شمال غرب از نظر وقوع حداکثر بارش بهاری به سه ناحیه جنوبی، مرکزی و شمالی تقسیم می‌گردد:
الف_ ایستگاه‌های منطقه جنوبی که حداکثر بارش را در ماه مارس داشته اند از غرب به شرق شامل پیرانشهر، سقز، سنندج و خرمدره می‌باشند. (شکل شماره ۶)

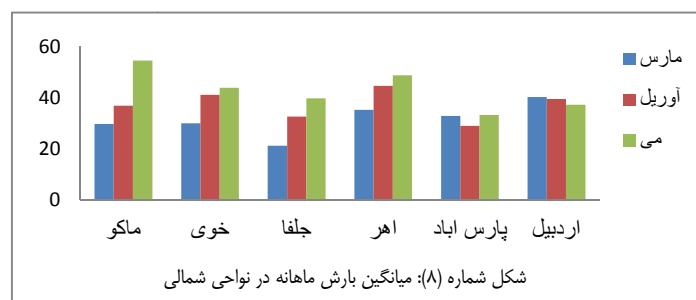


ب_ ایستگاه‌های نواحی مرکزی که حداکثر بارش را در ماه آوریل داشته اند به ترتیب شامل ارومیه، مهاباد، مراغه، تبریز، سراب و زنجان می‌باشند. (شکل شماره ۷)

۱۳۹۲ فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان



ج_ ایستگاه‌های نواحی شمالی که حداکثر بارش را در ماه می داشته‌اند به ترتیب شامل ماکو، اهر، خوی، جلفا، اردبیل و پارس آباد می‌باشند. (شکل شماره ۸)



در هر سه ناحیه میانگین حداکثر بارش از غرب به شرق منطقه کاهش یافته است. کاهش بارش از غرب به شرق بدلیل قرار گرفتن ایستگاه‌های نیمه غربی در دامنه غربی ارتفاعات زاگرس میباشد. ناهمواری‌ها بر توده هوای وارد شده تأثیر مکانیکی دارند و ضمن صعود سبب تقویت آنها نیز می‌گردند (عزیزی، ۱۳۸۹: ۴۹)

تحلیل آماری و ترمودینامیکی بارش همرفتی در منطقه مورد مطالعه

براساس بررسی‌های آماری فوق مشخص گردید که بیشترین بارش بهار در منطقه شمال-غرب کشور بوقوع می‌پیوندد. با توجه به اینکه به نظر می‌رسد در فصل بهار شرایط برای صعود همرفتی در دامنه‌های آفتاب‌گیر باید فراوان‌تر باشد، داده‌های بارش روزانه ۱۵ ایستگاه سینوپتیک منطقه شمال غرب به منظور شناسایی بارش‌های همرفتی در فصل بهار مورد بررسی

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۴۷۱۱۱

قرار گرفتند. بدین جهت بارش همرفتی در منطقه مورد مطالعه براساس ویژگی های آن تحلیل شده است. این ویژگی ها عبارتند از: ۱_ فراگیر نبودن بارش همرفتی ۲_ عدم تداوم و کوتاه مدت بودن بارش همرفتی ۳_ پایین بودن ارتفاع ابر ۴_ شدت بارش (رگباری بودن) براساس ویژگی های فراگیر نبودن، عدم تداوم و کوتاه مدت بودن بارش های همرفتی، در ابتدا تعداد ۳۶۷ روز از کل روزهای بارش در منطقه تشخیص داده شد. همانطور که در جدول شماره (۲) ملاحظه می شود تعداد این روزها از ماه مارس تا ماه می افزایش داشته است. جدول شماره (۲): تعداد روزهای بارش براساس فراگیر نبودن، عدم تداوم و کوتاه مدت بودن

بارش / ماه	مارس	آوریل	می
تعداد روزهای بارش	۹۱	۱۰۶	۱۷۰
جمع کل	۳۶۷		

از آنجائی که ابرهای حاصل از صعود همرفتی از خانواده کومولوس و از نوع ابر پایین می باشند (ایان استرانگ، ۲۰۰۷: ۷۷) و ارتفاع این نوع ابرها کمتر از ۲۰۰۰ متر هستند، (جداول شماره ۳ و ۴) در روزهای بارشی که براساس این ویژگی تفکیک شده اند ارتفاع پایه ابر پایین را بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر نشان می دهد.

جدول شماره (۳): برگرفته از کتاب بری و چورلی (۲۰۰۳، ص ۹۷)

<i>Height of cloud base</i>		
Genus	Etage	Cloud base (feet)
Stratocumulus	low	1000–4500
Cumulus		1000–5000
Cumulonimbus		2000–5000
1 foot = 0.305 m.		

۱۳۹۲ فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان

جدول شماره (۴): برگرفته از کتاب ایان استرانگ (۲۰۰۷، ص ۷۴)

Cloud base height (in 000s m)			
	Tropics	Middle Latitudes	High Latitudes
High cloud	Above 6	Above 5	Above 3
Medium cloud	2-7.5	2.7	2-4
Low cloud	Below 2	Below 2	Below 2

با توجه به اینکه بارش‌های همرفتی از نوع بارش‌های رگباری می‌باشند، وضعیت هوا در روزهای استخراج شده براساس کدهای هوای حاضر نشان داد که نوع بارش در اکثر روزها همراه با رگبار باران (کد ۲۵)، رگبار تگرگ (کد ۲۷)، رعد و برق با بارندگی و یا بدون بارندگی (کد ۲۹)، رگبار ملایم باران (کد ۸۰)، رگبار تگرگ با باران یا بدون باران (کد ۸۹)، رعد و برق ملایم (کد ۹۵) و یا شدید (کد ۹۷) بوده است. در برخی ساعات بارشی کدها بصورت رشد ابر (۰۳) و رعد و برق_ بدون بارندگی در هنگام دیده بانی (۱۷) می‌باشند. در هر مرحله از بررسی معیارهای فوق روزهای فاقد این معیارها به عنوان بارش غیر همرفتی در نظر گرفته شده است. با توجه به بررسی انجام شده در طول دوره آماری مورد مطالعه و براساس تحقیق در معیارهای فوق مشخص گردید که در فصل بهار میانگین بارش همرفتی در منطقه مورد مطالعه ۰/۴ میلیمتر است که این مقدار حدود ۱ درصد از میانگین بارش بهاره منطقه شمال غرب (۴۷/۲ میلیمتر) را شامل می‌شود. جدول شماره (۵) و (۶)

جدول شماره (۵): میانگین ماهانه و فصلی بارش کل، غیر همرفتی و همرفتی

بارش / ماه	مارس	آوریل	می	فصل بهار
میانگین مجموع بارش	۴۸/۹۴	۵۳/۳۵	۳۹/۲۶	۴۷/۱۸
میانگین مجموع بارش غیر همرفتی	۴۸/۷۲	۵۳/۱۴	۳۸/۵۹	۴۶/۸۲
میانگین مجموع بارش همرفتی	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۶۶	۰/۴

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۴۹۱۱۱

جدول شماره (۶): میانگین بارش همرفتی بهاره (به میلیمتر) در ایستگاه های منطقه

ردیف	ایستگاه / ماه	مارس	آوریل	می
۱	تکاب	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۴
۲	خوی	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۴۹
۳	ماکو	۰/۱۸	۰/۵۵	۲/۸۵
۴	مهاباد	۰	۰/۰۱	۰/۱۰
۵	ارومیه	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۳۷
۶	اهر	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۹۴
۷	تبریز	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲۲
۸	جلفا	۰/۷۴	۰/۶۳	۱/۲۳
۹	مرآغه	۰/۸۲	۰/۰۳	۰/۰۵
۱۰	پارس آباد	۰/۳۹	۰/۳۴	۲/۵
۱۱	اردبیل	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۴۲
۱۲	زنجان	۰/۱۷	۰/۳۹	۰/۲۳
۱۳	سقز	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۰۹
۱۴	سنندج	۰/۱۸	۰/۱	۰/۰۹
۱۵	پیرانشهر	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲۱
	میانگین ماهانه	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۶۶
	میانگین کل		۰/۴	

هر چند مقدار بارش های همرفتی در منطقه ناچیز است اما بررسی سهم روزهای همراه با بارش همرفتی نسبت به کل روزهای بارشی منطقه، نشان می دهد که در فصل بهار تعداد روزهای همراه با بارش همرفتی حدود ۱۹ درصد از کل روزهای بارشی را بخود اختصاص می دهد که سهم قابل توجهی است. بنابراین با حذف مقادیر بارش همرفتی در ایستگاه های مورد مطالعه، باز هم بیشینه بارش در منطقه شمال غرب مربوط به فصل بهار می باشد. بررسی میانگین بارش همرفتی نشان می دهد که در منطقه شمال غرب مقدار بارش همرفتی در ماه های مارس و آوریل تقریباً مساوی بوده ولی در ماه می ۳ برابر افزایش می یابد. همچنین تعداد روزهای بارش همرفتی در فصل بهار روند افزایشی را از ماه مارس تا می نشان می دهد. بنابراین حداکثر

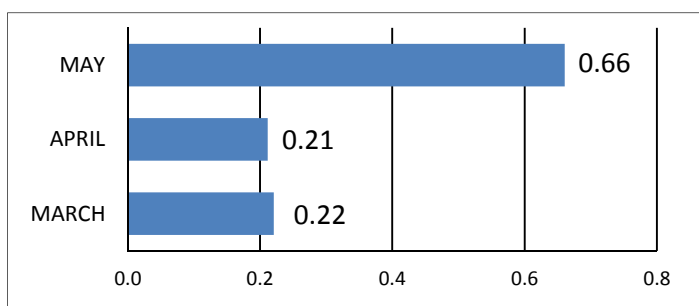
۱۵۰ فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

بارش همرفتی در منطقه مورد مطالعه مربوط به ماه می است. شکل شماره (۹) و جدول شماره

(۷)

جدول شماره (۷): تعداد روزهای بارشی و روزهای همراه با بارش همرفتی

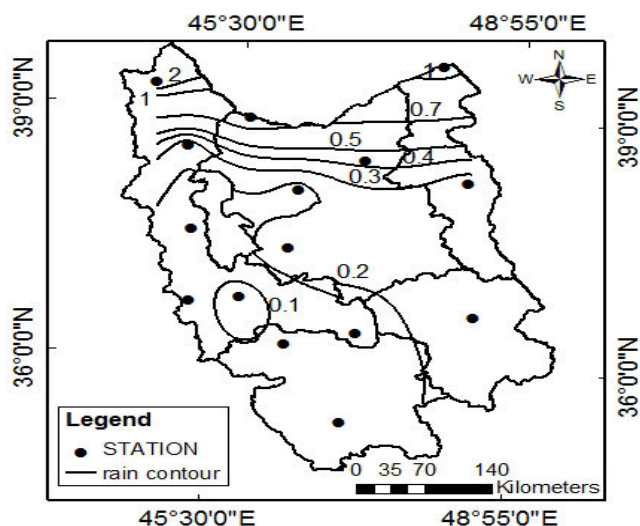
سال / ماه	تعداد روزهای بارشی در منطقه			تعداد روزهای همراه با بارش همرفتی در منطقه		
	مارس	آوریل	می	مارس	آوریل	می
۱۹۸۶	۲۸	۲۸	۳۰	۳	۷	۷
۱۹۸۷	۲۷	۱۹	۱۷	۵	۳	۸
۱۹۸۸	۲۱	۲۵	۲۵	۱	۳	۳
۱۹۸۹	۲۶	۲۲	۲۴	۴	۶	۱۲
۱۹۹۰	۲۴	۲۴	۱۵	۳	۴	۷
۱۹۹۱	۲۵	۲۰	۲۶	۰	۵	۱۱
۱۹۹۲	۲۰	۲۲	۳۰	۵	۱	۴
۱۹۹۳	۱۹	۲۳	۲۷	۱	۴	۴
۱۹۹۴	۲۳	۱۹	۲۴	۱	۲	۶
۱۹۹۵	۱۸	۲۴	۲۴	۲	۳	۶
۱۹۹۶	۲۴	۲۶	۲۷	۰	۴	۸
۱۹۹۷	۲۴	۱۹	۲۸	۱	۳	۹
۱۹۹۸	۲۸	۲۰	۲۵	۲	۴	۴
۱۹۹۹	۲۱	۲۳	۱۹	۳	۸	۷
۲۰۰۰	۱۵	۲۴	۲۶	۱	۷	۹
۲۰۰۱	۱۷	۲۴	۲۸	۴	۵	۵
۲۰۰۲	۲۰	۲۸	۲۴	۱	۴	۵
۲۰۰۳	۲۴	۲۳	۲۳	۲	۱	۴
۲۰۰۴	۲۴	۲۲	۲۷	۵	۲	۶
۲۰۰۵	۱۹	۱۷	۲۵	۴	۴	۴
مجموع	۴۴۰	۴۵۱	۴۹۴	۴۸	۸۰	۱۲۹
جمع کل		۱۳۸۵			۲۵۷	



بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۵۱۱۱۱

شکل شماره (۹): توزیع ماهانه میانگین بارش همرفتی بهاره در منطقه مورد مطالعه

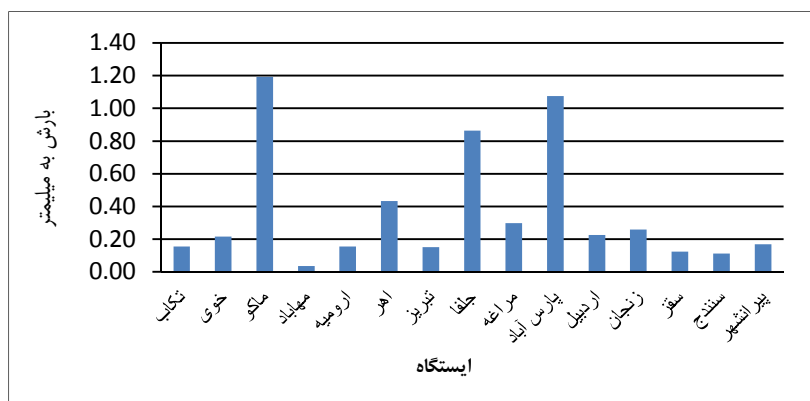
الگوی مکانی میانگین بارش همرفتی در فصل بهار نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه کمینه بارش همرفتی در نواحی جنوبی و بیشینه آن در نواحی شمالی منطقه قرار دارد. به عبارتی دیگر میزان بارش همرفتی از جنوب به شمال منطقه در فصل بهار افزایش می‌یابد. شکل شماره (۱۰)



شکل شماره (۱۰): الگوی مکانی میانگین بارش همرفتی بهاره در منطقه شمال غرب

شکل شماره (۱۱) میانگین بارش همرفتی بهاره را در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به شکل بیشترین بارش همرفتی در فصل بهار به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ماکو، پارس آباد و جلفا واقع در نواحی شمالی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در هر ۳ ایستگاه این حداکثر مربوط به ماه می بوده است.

۵۲// دو فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲



شکل شماره (۱۱): میانگین بارش همرفتی بهاره در منطقه شمال غرب

بررسی زمان وقوع بارش همرفتی در طی روز برای ساعات ۰۰، ۰۶، ۱۲ و ۱۸ گرینویچ نشان می‌دهد که دفعات وقوع بارش همرفتی در تمام ساعات دیدبانی از ماه مارس تا می افزایش می‌یابد و در مجموع ساعات ۰۶ و ۱۸ امکان دریافت بارش همرفتی بیشتر است (بالاترین فراوانی در ساعت ۱۸ حادث شده است).

جدول شماره (۸): فراوانی بارش همرفتی در ساعات (۰۶ و ۱۲ و ۱۸) گرینویچ

ماه / ساعت	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸
مارس	۸	۱۷	۱۲	۱۷
آوریل	۱۲	۳۲	۱۶	۲۶
می	۲۴	۳۱	۳۷	۵۱
مجموع	۴۴	۸۰	۶۵	۹۴

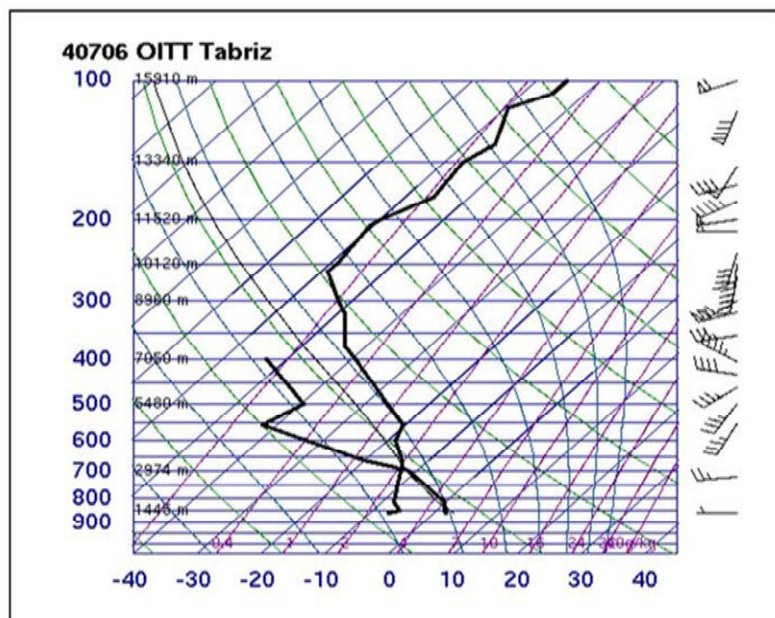
شرایط در ایستگاه نمونه:

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۵۳۱۱

جهت بررسی شرایط جو در روزهای وقوع بارش همرفتی، ایستگاه تبریز در روز ۲۲ مارس ۲۰۰۳ بررسی گردید. جدول شماره (۹) مقادیر بارش ۶ ساعته همین روز را در تمام ایستگاه-های مورد مطالعه نشان می دهد. همانطور که ملاحظه میگردد بارش ایستگاه تبریز در ساعت ۰۰:۰۰ گرینویچ تداوم نداشته و در روز نمونه فراگیر نیز نبوده است. شکل شماره (۱۲) نیز نشان دهنده نمودار skew-t در ساعت ۰۰:۰۰ روز ۲۲ مارس ۲۰۰۳ در ایستگاه تبریز است. ارتفاع کف ابر پایین در این روز ۱۰۰۰ متر و وضعیت جو براساس کدهای هوای حاضر بصورت رشد کامل ابرها و رگبار باران طی ساعات گذشته ثبت شده است. از آنجائیکه داده‌های بارش روزانه مقادیر بارش را بصورت ۶ ساعته نشان میدهد بارش ثبت شده مجموع بارشی است که از ساعت ۱۸ تا ۰۰ گرینویچ ریزش داشته است. در حالیکه نمودار skew-t قابل دسترس تنها وضعیت جو را برای ساعت ۰۰ گرینویچ نشان می دهد که به ناچار از نمودار این ساعت برای بررسی وضعیت ترمودینامیکی جو طی ساعات ۱۸ تا ۰۰ گرینویچ استفاده گردید.

جدول شماره(۹): مقادیر بارش ۶ ساعته روز ۲۲ مارس ۲۰۰۳ در ایستگاههای منطقه

ایستگاه	تبریز				اهر				اردبیل				جلفا				خوی			
ساعت	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸
۲۰۰۳/۰۳/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ایستگاه	مهاباد				ماکو				مراغه				ارومیه				پارس آباد			
ساعت	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸
۲۰۰۳/۰۳/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ایستگاه	پیرانشهر				سقز				سنندج				تکاب				زنجان			
ساعت	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸	۰۰	۰۶	۱۲	۱۸
۲۰۰۳/۰۳/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل شماره (۱۲): نمودار skew-t نمودار ۲۲ مارس ۲۰۰۳ در ایستگاه تبریز

در نمودار فوق خط سمت راست نیمرخ دمای هوا و سمت چپ نیمرخ دمای نقطه شبنم و خط مشکی بین آنها افت محیطی دما را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در این ساعت نیمرخ دمای بسته هوای صعودگر تا تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال در سمت راست خط افت محیطی دما قرار دارد. در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال دمای توده هوا به دمای نقطه شبنم نزدیک شده است. این امر به معنی اشباع و تراکم توده هوای صعودی در این سطح می‌باشد. از این سطح به بعد توده هوا بدلیل طی کردن مسیر افت آدیاباتیک اشباع از نیمرخ نقطه شبنم و افت محیطی دما فاصله گرفته است. جهت مطالعه شرایط جوی در این ساعت از شاخص های $CAPE^1$ برای بررسی وضعیت ناپایداری و از شاخص K برای نشان داده نوع بارش استفاده گردید. شاخص $CAPE$

^۱-Convective Available Potential Energy

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۵۵۱۱۱

حداکثر انرژی جنبشی بسته هوای در حال صعود را نشان می دهد. (نورث، ۲۰۰۹: ۱۸۱) مقدار محاسبه شده (۰/۲۸) برای شاخص CAPE در این ساعت نشان می دهد که میزان ناپایداری حادث شده جزئی می باشد. شاخص k که بوسیله جورج در سال ۱۹۶۰ پیشنهاد گردید (نقل از سان چز، ۲۰۰۳: ۵۸۲) فرمولی برای اندازه گیری پتانسیل توفان تندری براساس افت محیطی دما و صعود عمودی آن است. در این روز شاخص K در ایستگاه تبریز ۲۰/۷۰ محاسبه گردید که نشانهنده تندر همراه با بارش شدید می باشد. این شاخص براساس معادله زیر و جدول شماره (۱۰) تعریف شده است:

$$K = T(۸۵۰ \text{ mb}) + Td(۸۵۰ \text{ mb}) - T(۵۰۰ \text{ mb}) - DD(۷۰۰ \text{ mb})$$

T = temperature, Td = dewpoint temperature, DD= dewpoint depression at ۷۰۰ mb

جدول شماره (۱۰): نحوه تفسیر شاخص k

K below 30	تندر همراه با بارش شدید
K over 30	پتانسیل زیاد برای تندر همراه با بارش شدید
K = 40	پتانسیل بسیار زیاد برای تندر همراه با بارش خیلی شدید

بحث و نتیجه گیری

بارش همرفتی در مقیاس های محلی و در نتیجه ناپایداری صورت می گیرد. بارش حاصل از این نوع صعود غالباً از نوع تندری هستند و معمولاً بین ۳۰ دقیقه تا یک ساعت دوام دارند. از آنجائیکه به نظر می رسد در فصل بهار شرایط برای صعود همرفتی در منطقه شمال غرب فراهم می باشد، هدف این تحقیق، بررسی سهم بارش های همرفتی در منطقه شمال غرب ایران در فصل بهار می باشد.

۵۶ // دو فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

در بررسی آماری داده‌های بارش ماهانه ۱۷۳ ایستگاه سینوپتیک کشور مشخص گردید که شمال غرب ایران بیشینه بارش خود را در فصل بهار دریافت می‌کنند. بدین جهت ابتدا ویژگی‌های مکانی و ماهانه بارش بهاره در منطقه با استفاده از داده‌های ماهانه ۱۷ ایستگاه سینوپتیک مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق نشان داد که در فصل بهار جنوب منطقه بیشتر از مناطق شمالی آن بارش دارند. نقشه‌های ماهانه تهیه شده با روش کریجینگ گویای تغییر مکانی هسته بیشینه بارش در طول فصل بهار از جنوب به شمال منطقه می‌باشد. هسته بیشینه بارش در دو ماه مارس و آوریل در جنوب غرب منطقه (ایستگاه پیرانشهر) قرار دارد با این تفاوت که در ماه آوریل منحنی حداکثر بارش به سمت عرض‌های میانی منطقه کشیده می‌شود. در حالیکه در ماه می این هسته در عرض‌های شمالی منطقه ملاحظه می‌گردد. همچنین منطقه شمال غرب به لحاظ مرطوبترین ماه در فصل بهار به سه منطقه تقسیم گردید: در ماه مارس بیشترین بارش در ایستگاه‌های نواحی جنوبی، در ماه آوریل در نواحی مرکزی و در ماه می در نواحی شمالی منطقه مورد مطالعه اتفاق افتاده است. بعلاوه اینکه مقادیر بارش در هر سه ناحیه از غرب به شرق منطقه کاهش یافته است. شرایط فوق الذکر با توجه به تحلیل سینوپتیکی شرایط جوی و موقعیت رودباد جنب حاره که از اواخر فصل سرما تا شروع فصل تابستان به سمت عرض‌های بالا عقب نشینی می‌کند و سامانه‌های عرض‌های میانی که بتدریج تا پایان فصل بهار از منطقه خارج می‌شوند، قابل توجه می‌باشد. همچنین کاهش بارش از غرب به شرق بدلیل قرار گرفتن ایستگاه‌های نیمه غربی در دامنه غربی ارتفاعات زاگرس است. بدین جهت که ناهمواری‌ها بر توده هوای وارد شده تأثیر مکانیکی دارند و ضمن صعود سبب تقویت آنها نیز می‌گردند.

بررسی بارش همرفتی بهاره با توجه به ویژگی‌های این نوع بارش و براساس تفکیک روزانه و ساعتی روزهای همراه با بارش همرفتی در هر یک از ایستگاه‌ها گویای آن است که اولاً سهم این نوع بارش نسبت به کل بارش‌های بهاره در منطقه کم است به گونه‌ای که میانگین بارش

بررسی و تحلیل بارش همرفتی در شمال غرب ایران..... ۵۷۱۱

همرفتی در منطقه تنها ۱ درصد از میانگین بارش بهاره و تعداد روزهای بارش همرفتی یک پنجم از کل روزهای بارشی را در منطقه شامل می‌گردد. بنابراین با کسر بارش‌های همرفتی از بارش ماهانه در هر یک از ایستگاه‌های منطقه، باز هم مرطوب‌ترین فصل در منطقه شمال غرب مربوط به فصل بهار می‌باشد. همچنین الگوی مکانی میانگین بارش همرفتی نشان می‌دهد که برعکس میانگین بارش بهاره، در فصل بهار بیشینه بارش همرفتی در شمال و کمینه آن در نواحی جنوبی منطقه قرار دارد در حالیکه توزیع بارش بهاره نشان داد که در این فصل بیشینه بارش در نواحی جنوبی و کمینه آن در نواحی شمالی منطقه قرار دارد. از طرف دیگر هم میانگین بارش همرفتی و هم تعداد روزهای بارش همرفتی در منطقه از ماه مارس تا می افزایش یافته است. به عبارتی بیشترین بارش همرفتی در منطقه مربوط به ماه می می‌باشد. بنابراین قرار داشتن بیشینه بارش همرفتی از نظر مکانی در عرضهای شمالی منطقه و از نظر زمانی در ماه می می‌تواند بدلیل افزایش شدت تابش در ماه می و وجود رطوبت حاصل از سامانه‌های عرض‌های میانی باشد که هنوز از عرض‌های شمالی منطقه در ماه می خارج نشده‌اند. همچنین بررسی توزیع زمانی وقوع بارش‌ها همرفتی نیز نشان می‌دهد در تمام ساعات مورد مطالعه (۱۸، ۱۲، ۰۶، ۰۰) بارش همرفتی حادث شده ولی بیشترین ساعات وقوع بارش‌های همرفتی منطقه مربوط به ساعات ۱۲ تا ۱۸ گرینویچ (۳/۵ تا ۹/۵ به وقت محلی) می‌باشد. در بررسی وضعیت ترمودینامیکی جو در روزهای دارای بارش همرفتی، ایستگاه تبریز به جهت دارا بودن نمودار skew-t بعنوان ایستگاه نمونه انتخاب گردید. بدلیل محدودیت‌های دسترسی به نمودارهای ترمودینامیکی، وضعیت جو در ساعت ۰۰:۰۰ برای روز ۲۲ مارس ۲۰۰۳ مطالعه گردید. در این روز بزرگتر بودن دمای هوای در حال صعود نسبت به دمای محیط، جوی ناپایدار را نشان می‌دهد. با استفاده از دو شاخص CAPE و K وضعیت ناپایداری و نوع بارش مشخص گردید. براساس شاخص CAPE در این روز ناپایداری حادث شده اما میزان آن کم است. همچنین شاخص K نوع بارش را شدید و همراه با تندر نشان داده است. بررسی

۵۸//دوفصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

شرایط جوی در روز نمونه، همرفتی بودن بارش در روزهای انتخاب شده براساس معیارهای ذکر شده را نشان می دهد. البته به نظر می رسد که در نبود شرایط مناسب امکان صعود همرفتی منجر به ریزش بارش دور از ذهن بوده و هر صورت پدیده همرفت را نمی توان مستقل در نظر گرفت. و آخر اینکه در پژوهش حاضر سهم بارش همرفتی بهاره در منطقه شمال غرب ایران، با توجه به معیارهای ذکر شده در مقاله و آمارهای موجود تحلیل شده است. قطعاً بررسی های بعدی پژوهش حاضر را کاملتر خواهد نمود.

بررسی و تحلیل بارش بمرقتی در شمال غرب ایران..... ۵۹۱۱۱

منابع:

- ۱- رسولی، علی اکبر و ج. بوداق جمالی و ا. جلالی (۱۳۸۶): توزیع زمانی بارش رعد و برق منطقه شمالغرب ایران، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، صص ۱۵۵-۱۷۰.
- ۲- صلاحی، برومند (۱۳۸۹): بررسی ویژگی های آماری و همدیدی طوفانهای تندری استان اردبیل، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۷۲، صص ۱۴۱-۱۲۹.
- ۳- عزیزی، قاسم، ر. عباس پور و ط. صفرراد (۱۳۸۹): مدل تغییرات مکانی بارش در زاگرس میانی، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹، صص ۵۱-۳۵.
- ۴- علایی طالقانی، م (۱۳۸۸): ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس، چاپ ششم، صص ۳۶۰.
- ۵- علیجانی، بهلول و م. کاویانی (۱۳۷۸): مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت.
- ۶- علیجانی، بهلول، آب و هوای ایران (۱۳۸۵): انتشارات پیام نور، صص ۲۲۱.
- ۷- فرج زاده، م و م. کریمی و ه. قائمی و م. مباحثی (۱۳۸۸): چگونگی انتقال رطوبت در بارش زمستانه غرب ایران، فصلنامه علوم انسانی مدرس، شماره ۱، صص ۲۱۷-۱۹۳.
- ۸- نجار سلیقه، م (۱۳۸۵): مکانیسم بارش در جنوبشرق ایران، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۵، صص ۱۳-۱.

- ۹- changnon, A.S. and D. changnon (۲۰۰۱): long term fluctuation in thunderstorm activity in the United states, Climate change, Vol ۵۰, ۴۸۹-۵۰۳.
- ۱۰- De Luis, M., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Brunetti, M., and Longares, L.A. (۲۰۱۱): Precipitation concentration changes in Spain ۱۹۴۶-۲۰۰۵, Natural Hazards and Earth System Sciences, Sci., ۱۱, ۱۲۵۹-۱۲۶۵.
- ۱۱- Donald Ahrens, C. (۲۰۱۱): Essentials of meteorology (an invitation to the atmosphere), Cengage learning, ۴۵۴pp.
- ۱۲- North, G.R., Erukhimove, T.L. (۲۰۰۹): atmospheric thermodynamics, Cambridge University Press, pp:۲۶۷.
- ۱۳- George, J.J. (۱۹۶۰): Weather Forecasting for Aeronautics, Academic Press, San Diego, ۴۱۱ pp.

۶۰//دو فصلنامه جغرافیا، شماره بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۲

- ۱۴- Ian Strangeways (۲۰۰۷): precipitation Theory, Measurement and Distribution, Cambridge University Press.
- ۱۵- Kandalgaonkar, S.S., Tinmaker, M.I.R., Nath, A., Kulkarni, M.K., Trimbake, H.K.(۲۰۰۰): Study of thunderstorm and rainfall activity over the Indian region, Atmosfera, vol.۱۸, no.۲:۹۱-۱۰۱.
- ۱۶- Roger G. Barry and Richard J. Chorley (۲۰۰۳): Atmosphere, Weather and Climate, Eight editions, British Library Cataloguing in Publication Data, by Routledge.۴۲۱.
- ۱۷- Robert P., Harnack D., jensan D., and joseph R (۱۹۹۸): investigation of upper-air conditions occurring with heavy summer rain in Utah, international journal of climatology int, ۱۱:۱۱۲-۱۳۰.
- ۱۸- Sanchez,J.L., Fernandez, M.V., J.T. Fernandez,J.T.,E. Tuduri,E., C. Ramis,C (۲۰۰۳): Analysis of mesoscale convective systems with hail precipitation, Atmospheric Research: Vol: ۶۷-۶۸,pp:۵۷۳- ۵۸۸.
- ۱۹- Young Byoun, j. and G. HoLim (۲۰۰۵): Diurnal variation of Tropical convection during TOGA COARE IOP, Advanced in atmospheric sciences, Vol. ۲۲, NO. ۵, ۶۸۵_۷۰۲.