

یادداشتی در حوزه مطالعات میان مقیاس و اقلیم شناسی کوهستان

«به بهانه ی طرح یک پرسش»

طرح بحث

مهرماه گذشته جناب آقای اورک کارشناس آب منطقه ای استان خوزستان سؤالاتی را در رابطه با بارش های منطقه زاگرس طرح فرمودند که به نظرم رسید این سؤالات از دو جنبه در خبرنامه انجمن قابل طرح و بحث باشند. نخست آن که اظهار نظر شما سروران دریافت پاسخی کامل تر را برای سؤالات طرح شده به ارمغان خواهد آورد و دوم آن که با توجه به محتوی، سؤالات طرح شده توسط ایشان حائز نکاتی است که می تواند پایه اولیه طرح یک بحث علمی در رابطه با برخی از حوزه های مطالعاتی اقلیم شناسی که از یک پایه نظری قوی برخوردارند، باشد. حوزه هایی که متأسفانه تاکنون کمتر مورد توجه اقلیم شناسان ایران قرار گرفته اند.

متن سؤال

لطفاً تشریح و تفسیر فرمایید:

شکل های زیر توده کوهستانی مونگشت یکی از تاقدیس های اصلی رشته کوه زاگرس را نشان می دهد. شکل الف مقطع عرضی این توده کوهستانی به همراه ایستگاههای باران سنجی که در دامنه های غربی و شرقی آن قرار دارند و جدول زیر نیز ارتفاع ایستگاه ها و میانگین باران سالانه آنها را نشان می دهد. شکل ب مقطع طولی همین رشته کوه را به طول حدود ۶۰ کیلومتر از شرق ایذه تا شمال دیشموک در استان کهگیلویه و حدفاصل بین ایستگاه های مال آقا و بیدستان تا پل شالو می باشد. همانطوری که ملاحظه می فرمایید متوسط ارتفاع توده کوهستانی بیش از ۲۵۰۰ متر است و طول آن هم قابل ملاحظه می باشد. جهت کوهستان در شکل ب شمال غرب - جنوب شرق می باشد. در جهت شمالغرب به توده مافارون متصل می شود که توسط رودخانه کارون بریده می شود و در جهت جنوب شرق هم به توده نیل وصل می گردد. یعنی اینکه توده مونگشت همانند یک توده منفرد و کوتاه نمی باشد. بلکه بصورت مجموعه ای از رشته کوه ها تا بیش از ۱۰۰ کیلومتر امتداد می یابد.

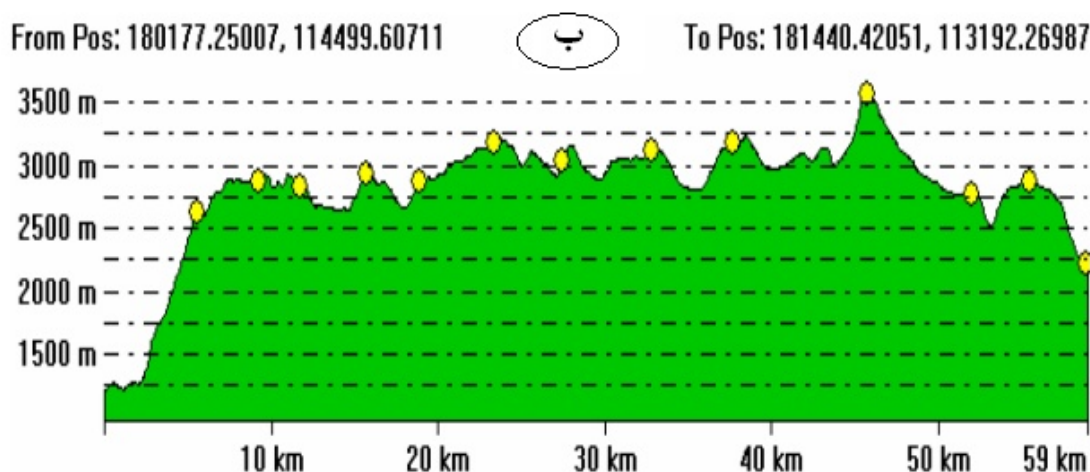
بر اساس آنچه در مورد رشته کوه زاگرس خواندیم ابرهای باران زا بعد از برخورد با دامنه های غربی زاگرس بیشتر رطوبت خود را به شکل باران یا برف فرو می ریزند و در دامنه های شرقی مقدار نزولات جوی کاسته می شود. اگر دقت کرده باشید در این شکل ها این قاعده نقض شده است. به گونه ای که میزان باران ایستگاه پل شالو با وجود آنکه ارتفاع آن از ایستگاه های باغملک، مال آقا و بیدستان کمتر می باشد ولی مقدار بارش آن بیشتر است. در بسیاری از مقالات و پایان نامه ها حتی کتابها نوشته شده که دامنه های غربی زاگرس بارندگی بیشتری دریافت می دارند. البته به لحاظ تئوری کاملاً صحیح می باشد اما همیشه صادق نیست.

سرخون	دهدز	رکت	پل شالو	بیدستان	مال آقا	باغملک	ماشین	نام ایستگاه
1552	1500	841	700	2020	1200	675	354	ارتفاع به متر
658	531	653.7	784	783	778	582.8	388.9	میانگین باران سالانه میلیمتر

آیا در نوشته های پیشین زاگرس را فقط به عنوان یک تیغه به هم پیوسته می دانند که از شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده که چنین نتیجه گیری می نمایند یا خیر؟ در حالیکه رشته کوه زاگرس بصورت یک سیستم تاقدیس - ناودیس می باشد.

سؤالات:

- آیا دامنه های شرقی بخشی از آن تیغه است در این صورت الزاماً می بایست مقدار باران آنها همیشه کمتر باشد
- چرا بارش ایستگاه پل شالو از ایستگاه های دامنه غربی و یا ایستگاه های با ارتفاع بلندتر، بیشتر است؟
- آیا لازم نیست در گفته ها و نوشته ها تجدید نظری صورت بگیرد و علیرغم کمبود داده ها مطالعه بیشتری در این زمینه انجام دهیم؟



بخش پاسخ:

با سلام خدمت جناب آقای اورک

خیلی ممنون از طرح سوالات جالب و ارزشمند شما

سوالات شما بر نکاتی اشاره دارد که سال های سال است در ایران زمین مورد غفلت جدی اقلیم شناسان و هواشناسان واقع گردیده است. واقعیت امر این است که علیرغم آن که سرزمین ما یک سرزمین به شدت کوهستانی است و ما در زندگی روزمره خود بطور محسوسی مواهب و مضرات وجود رشته کوه ها و کوهستان های مرتفع را به نظاره نشسته ایم، اما بطور غیرقابل باور و تعجب انگیزی اطلاعات ما از اقلیم شناسی کوهستان و ویژگی های دینامیکی زمین ها و عوارض پیچیده (Complex Terrain) بسیار اندک است. شواهد بسیار زیادی وجود دارد که نقش برجسته و ممتاز رشته کوه های مرتفع فلات ایران را در مقیاس های مختلف بر اقلیم منطقه ای و محلی آشکار می سازد. اگر بخواهیم برای تنوع و پیچیدگی اقلیم ایران چند عامل را به عنوان مهمترین عوامل برشماریم، به نظر

می رسد می بایست مهمترین و تأثیرگذارترین عامل را فلاتی بودن ایران و یا به تعبیری توپوگرافی پیچیده این سرزمین بنامیم. بارش های بهاری مناطق واقع در شمال غرب ایران، بارش های زمستانه بخش های وسیعی از جنوب، جنوب غرب و غرب ایران، بارش های منطقه خزری، باد منجیل، باد سیستان، باد شمال، باد فون در دامنه های شمالی البرز، پرش و محو شدن سامانه های چرخندی ورودی به ایران در گذر از رشته کوه های مرتفع، شکل گیری سامانه های چرخندی در مناطق داخلی ایران و یا در منطقه خزری، مهم تر از آن علت خشکی خاورمیانه و ایران در تابستان و همگی بر نقش برجسته کوه ها در شکل گیری خصوصیات اقلیمی این سرزمین کوهستانی پهناور حکایت دارند. در طول یکی دو دهه گذشته ما به دفعات (هرچند بسیار ناکافی) جنبه هایی از نقش کوه ها بر اقلیم منطقه ای را مورد توجه قرار داده ایم، اما آنچه مسلم است محققان در بطن این مطالعات از ارائه ساز و کارهای دینامیکی حاکم بر وقوع رخدادهای اقلیمی و جوی بازمانده و عمدتاً از مرحله توصیف و یا تحلیل های کلی و بزرگ مقیاس فراتر نرفته اند. برای مثال چند دهه ای می شود که ما می دانیم رشته کوه های مرتفع زاگرس نقش چرخندزایی را در منطقه خاورمیانه ایفاء می کنند، اما واقعیت امر این است که علیرغم گذشت زمان بسیار زیاد، هنوز ما اطلاعات کافی در رابطه نحوه وقوع چرخندزایی و یا کیفیت وقوع آن نداریم. سوال شما دقیقاً این مشکل را نشانه رفته است. به عبارتی، فراهم نمودن یک پاسخ جامع برای سوالات شما در گرو انجام مطالعات خاصی از اقلیم شناسی است که متأسفانه اقلیم شناسان و هواشناسان ایران زمین تاکنون بسیار از آن غافل مانده اند. در واقع مطالعات «اقلیم شناسی میان مقیاس» یا چنان که بیشتر مورد اشاره و استفاده است «هواشناسی میان مقیاس» به جز در برخی موارد خاص و پراکنده، در میان ما اقبالی برای آزمون پیدا ننموده و علیرغم آن که اقلیم شناسی کوهستان یکی از پرجذبه ترین بسترهای مطالعاتی در حوزه مطالعات میان مقیاس به حساب می آید، در میان اندیشمندان اقلیم شناسی فلات مرتفع ایران، حوزه ای بسیار غریب و ناشناخته محسوب می گردد. در حقیقت پاسخ به سوال شما نه با یک مطالعه توصیفی-آماری و نه با یک مطالعه مقیاس همدید بلکه با انجام مطالعه میان مقیاس قابل تبیین و توضیح خواهد بود. آنچه شما به آن اشاره دارید (افزایش بارش با ارتفاع در دامنه های غربی زاگرس و کاهش عمومی آن در دامنه های شرقی) یک نتیجه کلی و عمومی در رابطه با برهمکنش جریان ها با کوه های مرتفع است که در دید اول و در یک مقیاس گسترده به چشم خواهد آمد. اما بایستی تفاوت در مقیاس وقوع پدیده ها را باور داشت و به این باور داشت که اقلیم شناسی و هواشناسی همدید با توجه به چارچوب، تکنیک و روش شناسی قادر به فراهم نمودن یک پاسخ دقیق برای سوالاتی از این دست نمی باشد. آن چه شما طرح نموده اید در حوزه مطالعاتی و محدوده حکمروایی هواشناسی و اقلیم شناسی میان مقیاس جای می گیرد. بدین جهت سوالات شما را بهانه ای قرار داده ام تا ضمن به شراکت گذاشتن این سوالات در وبلاگ انجمن اقلیم شناسی جهت دریافت یک پاسخ کامل تر، در عین حال برای آن دسته از پژوهشگران و دانشجویانی که موضوعی با پایه های نظری بکر، پرجذبه و در عین حال همراه با مابه ازای خارجی ارزشمند را در حوزه اقلیم شناسی ایران جستجو می کنند به گستره عظیم اقلیم شناسی کوهستان نیم نگاهی داشته باشند شاید که مقبول طبع افتد و انشاءالله این یادداشت منشأ خدماتی گردد. اجازه دهید با چنین نگاهی به سراغ سوالات طرح شده توسط شما برویم و از صاحب نظران بخواهیم در این زمینه اظهار نظر نمایند.

سؤال اول: درنوشته های پیشین آیا زاگرس را فقط به عنوان یک تیغه به هم پیوسته می دانند که از شمالغرب به جنوب شرق کشیده شده که چنین نتیجه گیری می نمایند یا خیر؟ در حالیکه رشته زاگرس بصورت یک سیستم تاقدیس - ناودیس می باشد.

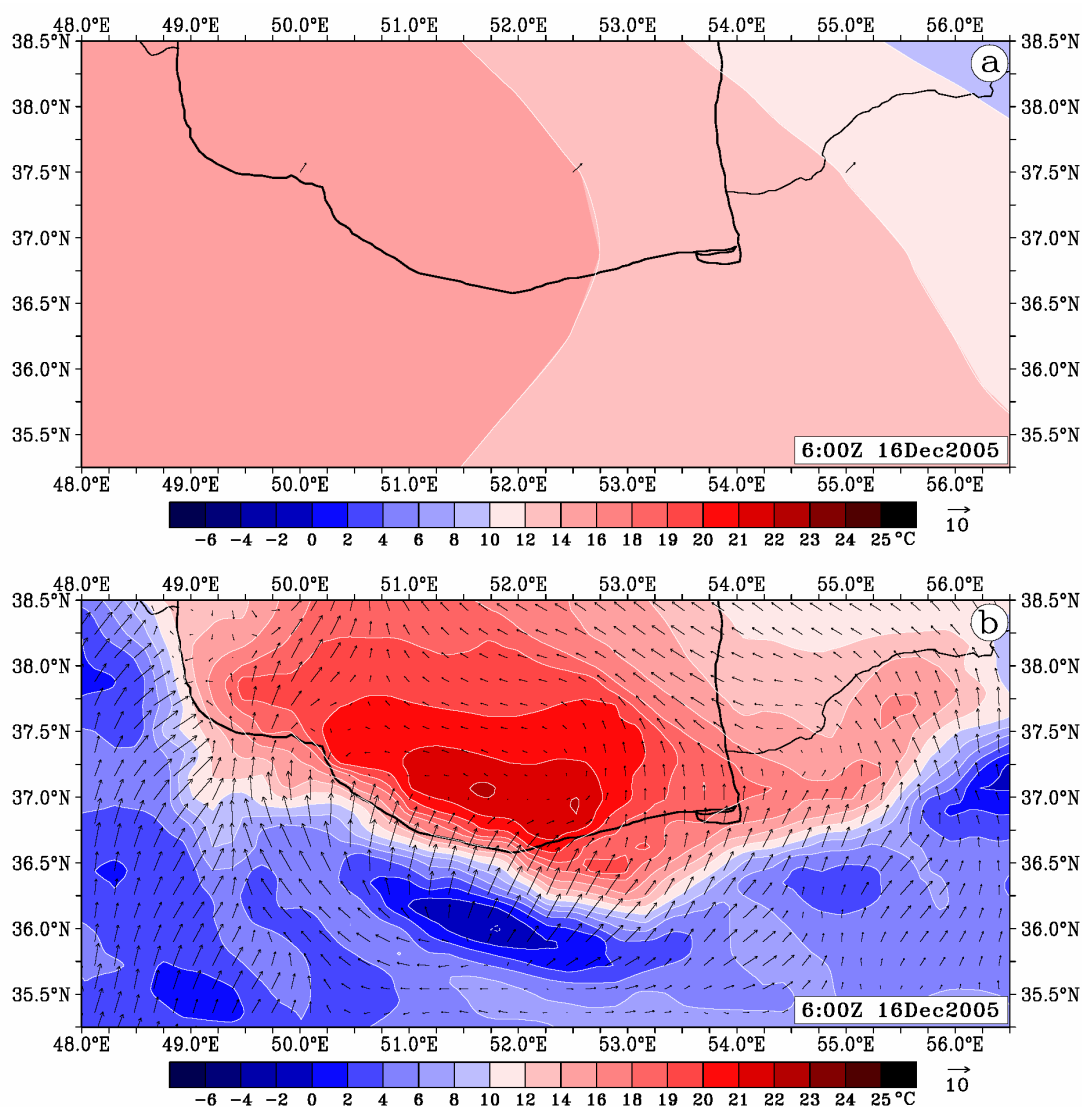
همانطوری که در یادداشت بالا به آن اشاره شد، عمده محققانی که در صدد اظهار نظر در رابطه با سازوکار وقوع

بارش های منطقه زاگرس برآمده اند، بنا به ماهیت مطالعه خود عمدتاً رشته کوه های زاگرس را به شکل یک کل در نظر گرفته اند تا مبانی و تکنیک های ارزیابی شان که همانا از مقیاسی فراتر از میان مقیاس برخوردار بوده (عمدتاً از مقیاس همدید استفاده نموده اند) از کارآمدی لازم برخوردار باشد. به عبارتی، علیرغم آنکه در برخی موارد داده ها امکان آشکارسازی تفاوت ها را مهیا ساخته اند، در مقابل، روش های تحلیل اجازه تحلیل و تبیین پدیده ها با قدرت تفکیک بالا را برای محققان فراهم ننموده اند. به همین علت رشته کوه های زاگرس عمدتاً به شکل یک کل (به تعبیر شما یک تیغه) در نظر گرفته شده اند. چند مثال می آورم تا بحث تفاوت مقیاس ها (و ناکارآمدی روش ها و تکنیک های تحلیل پدیده ها) آشکارتر گردد. هنگامی که به برخی از نخستین پایان نامه های همدید انجام شده در کشور که در مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زیر نظر اندیشمندانی چون کوتسوارام، قائمی و خیر اندیش در دهه های ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ شمسی به انجام رسید، نظری بیافکنیم، در بررسی سامانه های ورودی به ایران (برای مثال عبدالحسینی ۱۳۵۸) به این مسئله بر می خوریم که پژوهشگران در مسیریابی سامانه های چرخندی به داخل ایران به یکباره در گذر سامانه ها از منطقه زاگرس برای مدتی امکان مشاهده و ردیابی سامانه ها را به جهت ناپدید شدن آنها از روی نقشه های هوا از دست داده اند و سپس در روزهای بعد، سامانه ها مجدداً در مناطق داخلی ایران و یا شمال و شمال شرق کشور پدیدار گردیده اند. آنها این ویژگی را با عبارت **jump** سامانه ها بر روی زاگرس توضیح داده اند. اما واقعیت این است که همین سامانه ها در گذر از زاگرس بارش های قابل ملاحظه ای ایجاد نموده اند، در حالی که در نقشه های هوا و در مقیاس همدید بررسی تکوین سامانه ها در زمان وقوع بارش ها با دشواری همراه گردیده است. از جمله موارد دیگری که می توان در این رابطه به آن اشاره نمود بررسی چرخندزایی در بادپناه رشته کوه های زاگرس است که توسط یکی از بزرگواران در سال ۱۳۸۱ به عنوان رساله دکتری به انجام رسید. اگرچه برای رساله مورد اشاره زحمات زیادی کشیده شد و یافته های ارزشمند متعددی را نیز به همراه داشت، اما چنان که نویسنده رساله خود اذعان داشته اند، متأسفانه پژوهش در بررسی چرخندزایی در بادپناه رشته کوه های زاگرس به نتایج در خور و ارزشمندی دست نیافت. با توجه به این که اینجانب بطور مستقیم در جریان مطالعه ایشان بوده ام و به قدرت تحلیل بالای ایشان و استاد راهنمای ایشان ایمان دارم، به اعتقاد بنده دست نیافتند به یک نتیجه مطلوب در رابطه با چرخندزایی بیش از هر چیزی به مقیاس مطالعه و به شیوه و روش تحلیل پدیده مورد مطالعه یعنی پدیده چرخندزایی در بادپناه زاگرس باز می گردد. به نظر می رسد چرخندزایی در بادپناه رشته کوه زاگرس از یک چارچوب میان مقیاس تبعیت نموده و بنابراین روش شناسی، مفاهیم و تکنیک های خاص خود را طلب می نماید. طرح این مقدمه از این جهت بوده است که در تفکیک مقیاس ها پاسخگویی به سوالات شما نیازمند بکارگیری تکنیک ها و روش های تحلیل میان مقیاس می باشد، این در حالی است که شما یافته های مقیاس همدید را مبنای پرسش خود قرار داده اید.

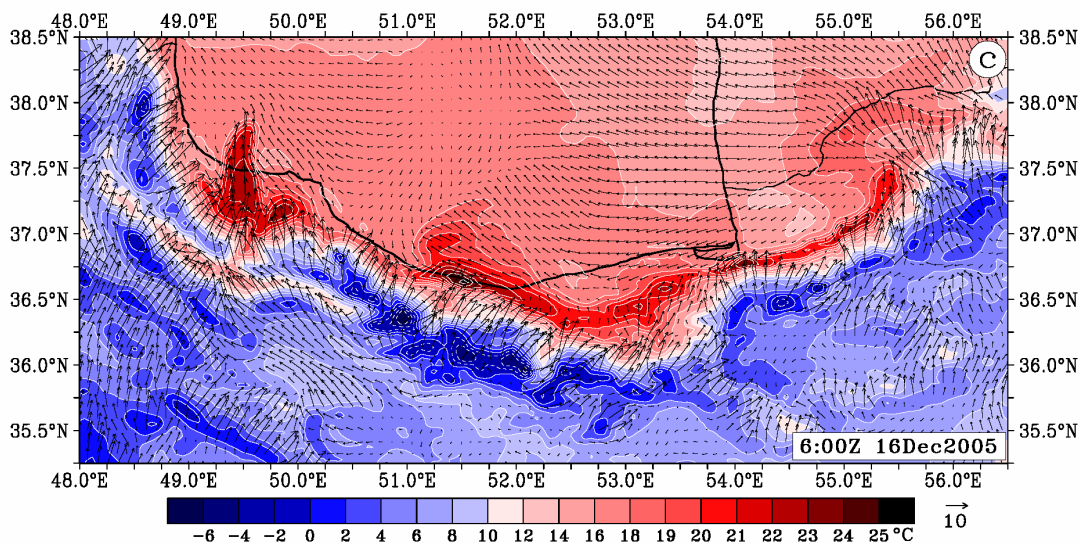
شاید مثال های عینی زیر بتوانند به شکل مناسب تری مسئله تفاوت مقیاس ها، ناکارآمدی برخی روش ها در مطالعه برخی پدیده ها و لزوم بکارگیری داده ها، تکنیک ها و روش های مناسب در تحلیل پدیده های میان مقیاس را روشن سازند.

مثال اول: فون جنوب که با نام محلی «گرمیج» در شمال ایران شناخته می شود هر از چند گاهی سبب آتش سوزی های گسترده و مهارنشده در دامنه های شمالی رشته کوه البرز می گردد. علیرغم مطالعات انجام شده (که تقریباً همگی از مقیاس مطالعه و تحلیل های همدید استفاده نموده اند)، هنوز سازوکار وقوع این پدیده در شمال ایران شناخته نشده است. شاید شکل های زیر بتوانند دلایل نبود شناخت دقیق و عمیق از این پدیده را به نحو بهتری بازگو نمایند. شکل های ۱-الف تا ۱-ج به ترتیب دمای هوا را در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ساعت ۶ گرینویچ روز ۱۶ دسامبر ۲۰۰۵ در محدوده رشته کوه های البرز و سواحل جنوبی دریای خزر با قدرت تفکیک افقی

مختلف نشان می دهند. در روز ۱۶ دسامبر بواسطه شکل گیری پدیده فون جنوب، تقریباً تمامی دامنه های شمالی البرز از گیلان تا گرگان آتش سوزی های گستره ای را تجربه نموده اند. در شکل ۱ وضعیت دمای هوا در داده های NCEP/NCAR با قدرت تفکیک افقی ۲/۵ درجه (۱-الف) با خروجی های دو مدل دینامیکی، یکی طراحی شده برای مطالعات منطقه ای (۱-ب با تفکیک افقی ۲۰ کیلومتر) و دیگری طراحی شده برای مطالعات میان مقیاس (۱-ج با تفکیک افقی ۵ کیلومتر) مقایسه گردیده است. آنچه که مسلم است نه وضعیت دما در داده های NCEP/NCAR و نه وضعیت آن در خروجی های مدل RegCM4 برای تبیین و یا تحلیل پدیده فون جنوب در دامنه های شمالی البرز و منطقه خزری مناسب نیستند. حال آنکه غالب مطالعات انجام شده در رابطه با پدیده فون در شمال ایران از تحلیل های مقیاس همدید و داده ها و یا نقشه های هوا با قدرت تفکیک افقی پایین (مشابه شکل ۱-الف) استفاده نموده اند.



شکل ۱: دمای هوا در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در منطقه خزری برای ساعت ۶ گرینویچ روز ۱۶ دسامبر ۲۰۰۵. (الف) دما با استفاده از داده های NCEP/NCAR. (ب) خروجی مدل RegCM4 با تفکیک افقی ۲۰ کیلومتر. (ج) خروجی مدل WRF با تفکیک افقی ۵ کیلومتر (با اجرای لانه گزینی ۴۵، ۱۵ و ۵ کیلومتر).



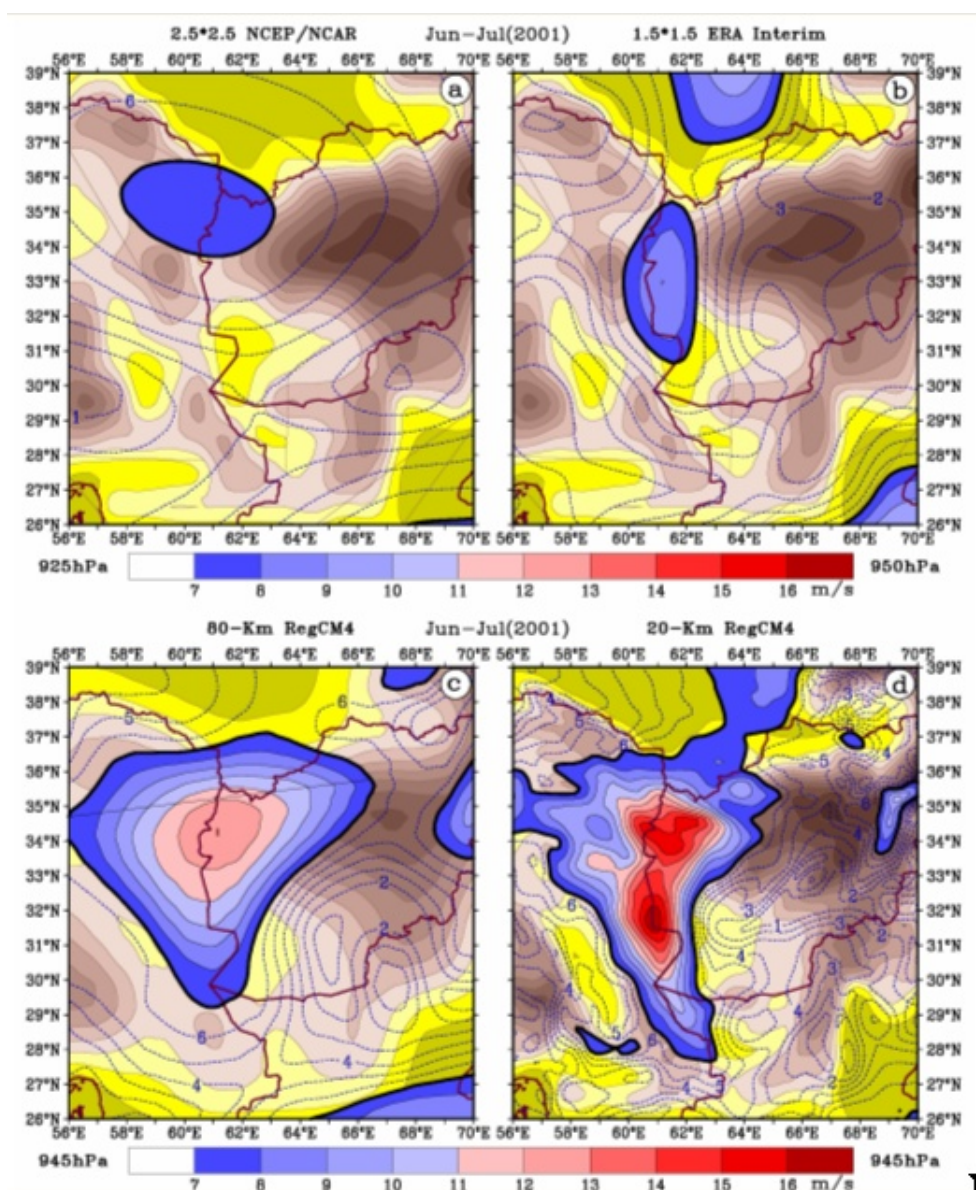
ادامه شکل ۱: شکل ۱-ج

مثال دوم: باد سیستان برجسته ترین جریان ترازهای زیرین جو در فلات ایران قلمداد می گردد. می توان گفت، علیرغم انجام مطالعات متعدد و بی شمار، هنوز هم سازوکار وقوع این پدیده به خوبی شناخته نشده است. شکل ۲ شدت وزش باد را در شرق فلات ایران نشان می دهد. برای روشن ساختن ساختار کلی وزش باد در مرز ایران و افغانستان از چهار دسته داده برای یکدوره زمانی مشابه (ماه های جون و جولای ۲۰۰۱) استفاده شده است. شکل ۲-الف شدت وزش باد را در داده های NCEP/NCAR (تفکیک افقی ۲/۵ درجه)، شکل ۲-ب وضعیت را در داده های ERA Interim (تفکیک افقی ۱/۵ درجه)، و شکل های ۲-ج و ۲-د شدت باد را در خروجی های مدل RegCM4 به ترتیب با قدرت تفکیک افقی ۸۰ و ۲۰ کیلومتر نشان می دهند. آنچه مسلم است بکارگیری داده های NCEP/NCAR و ERA Interim نمی تواند آنچه را که به عنوان باد سیستان در محدوده دشت سیستان شناخته می شود نشان دهد. با توجه به این نکته که مطالعاتی که تاکنون در رابطه با ساز و کار حاکم بر وقوع باد سیستان به انجام رسیده اند عمدتاً با بهره گیری از نقشه ها و داده های مقیاس همدید و مبتنی بر تحلیل های مقیاس همدید صورت گرفته اند (شکل ۲-الف و ۲-ب)، می توان به خوبی به این راز که چرا ما تاکنون از شناخت دقیق و عمیق ویژگی های فیزیکی و دینامیکی باد سیستان به دور مانده ایم واقف گردید.

سؤال دوم: آیا دامنه های شرقی بخشی از آن تیغه است در این صورت الزاماً می بایست مقدار باران آنها همیشه کمتر باشد؟

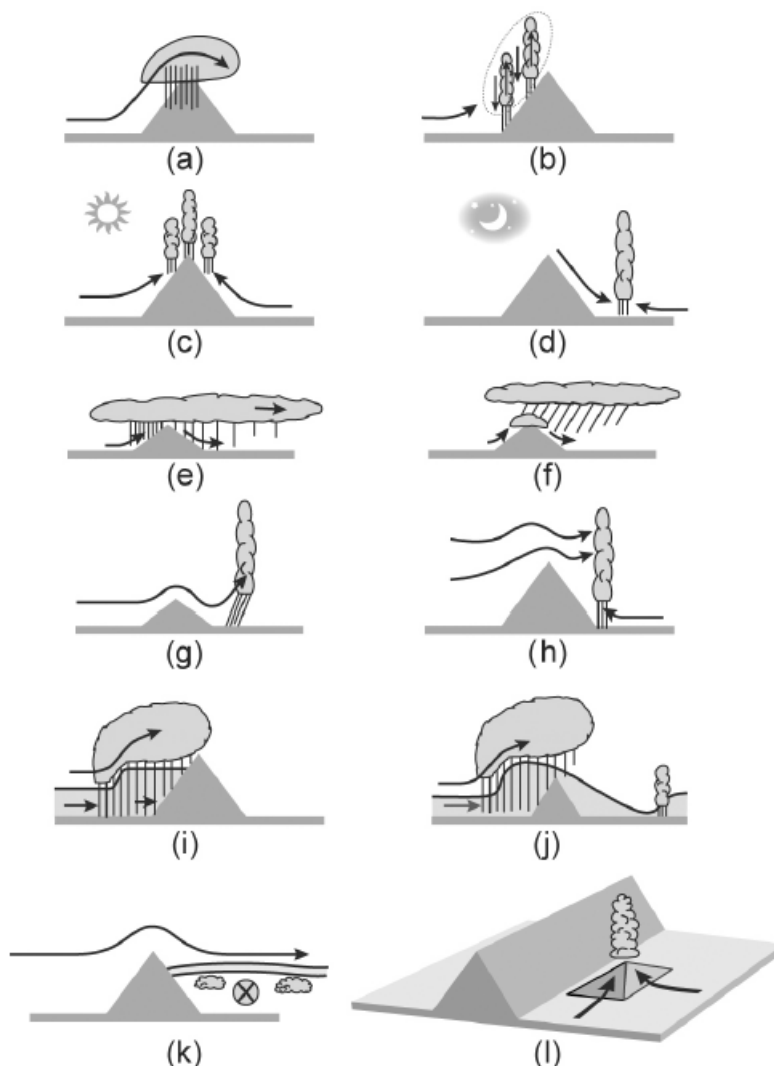
در همه جای دنیا هنگامی که از بارش در مناطق کوهستانی سخن به میان می آید، ابتدا پژوهشگر در صدد شناسایی ساختار جریان هوا در دامنه رو به باد و پشت به باد بر می آید. در این میان آن چه روشن و مبرهن است دامنه های رو به باد به جهت صعود هوای مرطوب از بارش های بیشتری در قیاس با دامنه های بادپناه که محل نزول هواست برخوردار خواهند بود. اما این در صورتی است که کوهستان به شکل منفرد فرض گردد و در عین حال از ارتفاع زیادی برخوردار باشد. هنگامی که ما با رشته کوه ها و یا نوارهای متعددی از کوه ها در یک امتداد (در اینجا شمالغربی-جنوب شرقی) مواجه هستیم، وقوع بارش از پیچیدگی بیشتری برخوردار خواهد گشت. برای مثال، وجود رشته های کوه های متعدد و موازی در منطقه زاگرس می تواند سبب شکل گیری یک سری امواج گرانی

متوالی بر روی کوهها در امتداد جریان هوا گردد، این امواج در گذر از منطقه کوهستانی سبب شکل گیری مناطق صعود و نزول متوالی در مسیر جابجایی خود بر روی کوهستان می گردند که در صورت وجود رطوبت می توان توزیع متفاوت بارش را در مناطق داخلی کوهستان نیز انتظار داشت. حقیقت امر بحث دینامیک جریان بر روی عوارض پیچیده و مناطق کوهستانی و پدیده های جوی و اقلیمی حاصل از آن (از جمله بارش های کوهستانی، توفان های دامنه بادپناه، فون، روتورها، پرش هیدروکلیک در دامنه بادپناه، چرخندهای میان مقیاس در دامنه بادپناه، شکست امواج کوهستان و) از بحث های روز و زنده در حوزه مطالعات میان مقیاس محسوب می گردند که با تئوری پردازای های جالب و پرجذبه ای همراه گردیده اند. از جمله پروژه معروف (MAP) Mesoscale Alpine Programme (Experiment) در آلپ (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۷) و پروژه در حال انجام (T-REX) Terrain-induced Rotor Experiment (گروسیسک و همکاران، ۲۰۰۷؛ کوهن و همکاران، ۲۰۱۰) میدان زورآزمایی اندیشمندان این حوزه و آزمون تئوری های به غایت پیچیده آنها در سال های اخیر بوده است.



شکل ۲: وضعیت متوسط شدت باد (متر بر ثانیه) در شرق فلات ایران در طول ماه های جون و جولای ۲۰۰۱ در تراز بیشینه سرعت باد سیستان. (الف) NCEP/NCAR با تفکیک افقی ۲/۵ درجه در تراز ۹۲۵ ه. پ. (ب) ERA Interim با تفکیک افقی ۱/۵ درجه در تراز ۹۵۰ ه. پ. (ج) و (د) خروجی مدل RegCM4 به ترتیب با تفکیک افقی ۸۰ و ۲۰ کیلومتر در تراز ۹۴۵ ه. پ.

سؤال سوم: چرا بارش ایستگاه پل شالو از ایستگاههای دامنه غربی و با ارتفاع بلند تر ، بیشتر است؟ اجازه بدهید نگاهی به ساز و کارهای بارش زا در مناطق کوهستانی داشته باشیم. شکل ۳ ساز و کارهای متفاوتی را که در آنها، مناطق کوهستانی در وقوع بارش نقش دارند نشان می دهد. رابرت هوز (۲۰۱۲) سازوکارهای مختلف بارش زا در مناطق کوهستانی را در این شکل خلاصه نموده است. سوای ساز و کارهای متعددی که عمدتاً وقوع بارش را در دامنه های رو به باد کوه ها موجب می گردند، به نظر می رسد با توجه به ارتفاع زیاد دامنه های رو به باد کوه های زاگرس، سازو کار مشاهده شده در شکل ۳-h نقش قابل توجهی در افزایش بارش در مناطقی چون پل شاتو که در بخش های داخلی رشته کوه زاگرس جای گرفته اند داشته باشد. با توجه به شکل ۳ شاید بتوان افزایش مقادیر بارش در مناطقی چون پل شاتو را به بارش های همرفتی ناشی از شکل گیری امواج گرانی در بخش های داخلی رشته کوه زاگرس (h-۳) مربوط دانست. این امواج علیرغم آن که از جابجایی افقی اندکی برخوردارند و از این منظر به امواج ساکن شهرت یافته اند، اما در صورت شکل گیری، حرکات قائم شدیدی را در محیط کوهستان در پی خواهند داشت. بدون شک اثبات این مدعا نیازمند به کارگیری روش ها، تکنیک ها و تحلیل های میان مقیاس خواهد بود. شکل ۴ شکل گیری امواج گرانی در یک محیط کوهستانی با عوارض پیچیده (کوه های آلپ) و وقوع بارش و نحوه توزیع آن را به نمایش گذاشته است.



شکل ۳- سازوکارهای وقوع بارش در مناطق کوهستانی (هوز، ۲۰۱۲).

سؤال چهارم: آیا لازم نیست در گفته ها و نوشته ها تجدید نظری صورت بگیرد و علیرغم کمبود داده ها مطالعات بیشتری در این زمینه انجام دهیم؟

انجام مطالعات میان مقیاس می تواند به نحو شایسته ای نحوه وقوع و توزیع بارش در مناطق کوهستانی را به تصویر بکشد. اما انجام موفق و مطلوب این دسته از مطالعات مستلزم طرح مباحث بنیادی مربوط به این حوزه از مطالعات، همچنین بهره گیری از روش ها و تکنیک های مناسب در این زمینه است.

Houze: OROGRAPHIC EFFECTS ON PRECIPITATION

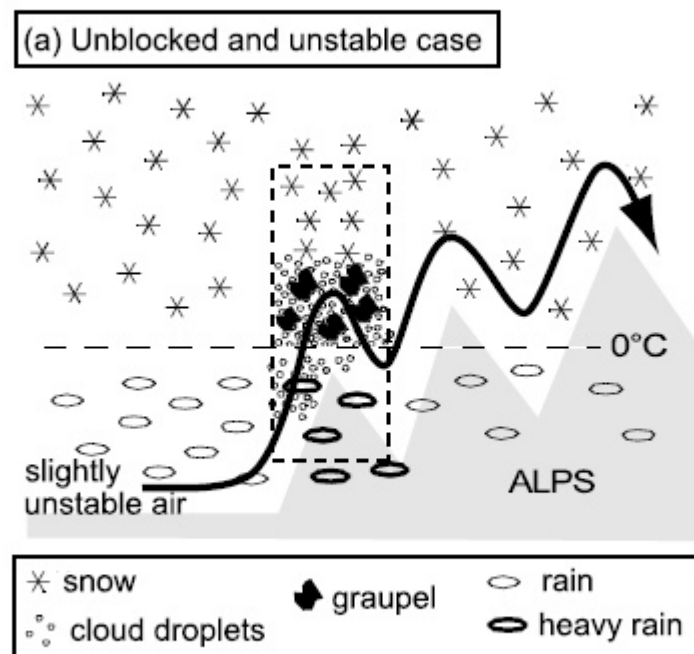


Figure 7. Conceptual model of the airflow and microphysics of orographic precipitation mechanisms in MAP cases of (a) unstable unblocked low-level flow

شکل ۴: یک مدل مفهومی از شکل گیری موج گرانی در مناطق کوهستانی مرتفع آلپ و اثر آن بر توزیع بارش (هوز، ۲۰۱۲).

منابع:

عبدالحسینی، م.ع.، ۱۳۵۸: مسیر و اثرات کم فشارها بر روی ایران در زمستان، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

Cohn, Stephen A., Vanda Grubišić, William O. J. Brown, 2011: Wind Profiler Observations of Mountain Waves and Rotors during T-REX. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **50**, 826–843.

Grubišić, V., and Coauthors, 2008: The Terrain-Induced Rotor Experiment: A field campaign overview including observational highlights. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **89**, 1513–1533.

Houze, R. A., Jr., 2012: Orographic effects on precipitating clouds. *Rev. Geophys.*, **50**, RG1001, 47pp., doi:10.1029/2011RG000365.

Smith, RB; Doyle, JD; Jiang, QF; Smith, SA, 2007: Alpine gravity waves: Lessons from MAP regarding mountain wave generation and breaking. *J. R. Meteorol. Soc.*, **133**, 917-936 Part B.