

تحلیل الگوهای هم‌دیدگی منجر به بارش‌های زودرس جنوب و جنوب غرب ایران طی دوره آماری (۱۹۷۹-۲۰۱۵)

حسن لشکری^۱
علی اکبر متکان^۲
زینب محمدی^۳

چکیده

دوره شروع بارش‌ها در هر منطقه ای برای برنامه ریزی الگوی کشت و تنظیم برنامه های آبی بسیار مهم می‌باشد. این مساله در منطقه خشک و نیمه خشکی چون ایران اهمیت مضاعف پیدا می کند. در این تحقیق با استفاده از آمار بارش روزانه ۳۰ ایستگاه از ۸ استان جنوب و جنوب غرب ایران در طی دوره آماری ۳۶ ساله و بر اساس معیارهای انتخابی، شروع بارش‌ها محاسبه گردید. در ۱۰ سال بارش‌ها زودتر از شرایط نرمال اتفاق افتاده است. نقشه‌های ارتفاعی و فشاری ترازهای دریا تا ۷۰۰ هکتوپاسکال از اول سپتامبر تا روز شروع بارش با استفاده از داده‌های جوی سایت NCEP/NCAR با نرم‌افزار GRADS ترسیم شد. نتایج بررسی‌های چشمی چندین بار این نقشه‌ها نشان داد که بارش‌های زودرس در جنوب و جنوب غرب ایران در ۳ الگوی کلی شکل می‌گیرد. در الگوی نوع (الف) با حرکت شمال سوی پرفشار آفریقا از روی مدیترانه مرکزی و ادغام زبانه شرقی آن با زبانه واچرخند مهاجر (مستقر بر روی شمال دریاچه خزر) زمینه لازم برای فرارفت

۱- عضو هیات علمی، دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین (نویسنده مسئول)

Email: dr_lashkari61@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی، دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین

۳- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین

سرد را بر روی شمال آفریقا فراهم نموده و سپس با ادغام زبانه واچرخندی مهاجر با زبانه واچرخندی عربستان شرایط بسیار مناسبی برای فرارفت رطوبت به درون سامانه سودانی فراهم می‌شود. در الگوی نوع (ب) از حدود ۳۰ روز قبل از شروع بارش‌ها واچرخند آזור حرکت شمال سو پیدا کرده و از محدوده عرض ۵۰ تا ۶۰ درجه حرکت شرق سو داشته و به تدریج بر روی شمال دریاچه خزر استقرار پیدا کرده و برای مدت ۱۰ تا ۱۵ روز در این مکان متوقف می‌شود. با توقف واچرخند بر روی این منطقه کم‌فشار ایسلند به سمت عرض‌های پایین رانده شده و زبانه آن بر روی مدیترانه و شمال آفریقا گسترش می‌یابد. در الگوی نوع (ج) واچرخندهای آفریقا و آזור ادغام شده و با حرکت شمال سوی غرب اروپا را در برگرفته و با گسترش نصف‌النهاری فرارفت سرد شدیدی را در دامنه شرقی خود بر روی مدیترانه شرقی و شمال آفریقا ایجاد می‌کنند. این فرارفت زودهنگام باعث فعال شدن زودهنگام سامانه سودانی و مدیترانه‌ای شده و بارش‌ها زودتر از موعد شروع می‌شود.

واژگان کلیدی: الگوی همدید، بارش‌های زودرس، جنوب و جنوب غرب ایران

مقدمه

کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و قرارگیری آن در عرض‌های جنب‌حاره‌ای در هم‌جواری کمربند پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان به‌عنوان یکی از عناصر اصلی سازنده گردش عمومی قرار دارد. این موقعیت جغرافیایی سبب شده است بخش اعظم کشور ایران تحت تأثیر مستقیم این سامانه پرفشار دینامیکی قوی قرار گیرد. برخورداری از یک اقلیم خشک و نیمه‌خشک بخش وسیعی از کشور نتیجه این هم‌جواری است؛ بنابراین تأمین آب برای زیست و حیات در این‌گونه اقلیم‌ها یک اصل اساسی برای انسان‌های این منطقه از گذشته‌های دور تاکنون بوده است. این مسئله در سال‌های اخیر به دلیل رشد فزاینده جمعیت و افزایش تقاضا برای آب از یک‌طرف و از بین رفتن منابع آب ذخیره‌شده در طی قرون گذشته به دلیل سوء مدیریت و استفاده بی‌رویه از طرف دیگر بسیار پراهمیت‌تر شده است. این هم‌جواری همچنین سبب شده است پراکنش بارش‌ها در ایران فقط به بخش کوچکی از سال محدود شود و در دوره استیلای این پرفشار بر روی ایران بارش‌ها قطع شده

یا بسیار اندک شود و کنترل‌کننده اصلی این دوره بارشی جابجایی مکانی سلول‌های پرفشار جنب‌حاره‌ای است و نزدیک‌ترین و مؤثرترین سلول پرفشار بر روی کشور ایران سلول پرفشار عربستان است. بخش جنوب و جنوب غربی ایران نزدیک‌ترین موقعیت را نسبت به این سلول پرفشار دارد؛ بنابراین بیشترین تأثیر را در طول سال از این سامانه اقلیمی می‌پذیرد. در نتیجه جابه‌جایی مکانی (طولی و عرضی) این سلول پرفشار چه به صورت مستقل و چه به صورت ترکیبی به شدت در شروع و پایان بارش‌ها در این منطقه مؤثر است، توجه داشته باشیم که این قسمت از کشور ایران به دلیل قرارگیری در عرض‌های پایین‌تر از آب‌وهوای گرم‌تری برخوردار بوده و جزء معدود بخش‌هایی از کشور است که دوره کشت و دوره بارشی برهم منطبق است؛ بنابراین جابجایی در شروع بارش‌ها در این منطقه می‌تواند اثرات قابل‌توجهی در عملکرد، کیفیت و بازدهی محصولات کشاورزی داشته باشد. این بخش از کشور ایران مهم‌ترین بخش‌های کشور می‌باشد که میوه و سبزیجات دوره زمستان کشور ایران و کشورهای هم‌جوار را تأمین می‌کند. در کشورهای گوناگون، تحقیقات بسیاری در زمینه‌ی ارتباط میان زمان آغاز، پایان و طول مدت بارش‌های فراگیر سالانه صورت گرفته است که اکثر تحقیقات در این زمینه مربوط به کشورهای آفریقا، استرالیا و برزیل می‌باشد. علاوه بر تحقیقاتی که بر الگوهای جوی و چگونگی تاثیر آنها در آغاز زودرس بارش‌ها صورت گرفته است، معنی‌داری ارتباط زمان آغاز بارش‌ها و کل بارش دریافتی دوره نیز از زمینه پژوهش‌ها بوده است. هاتفیلد تاریخ شروع بارندگی را با سه شاخص برای مناطق خشک و نیمه‌خشک محاسبه کرده؛ در شاخص اول تاریخ شروع بارندگی اولین روزی است که از اول پاییز جمع بارش به ۱۵ میلی متر برسد، در دومین شاخص، اولین روز از اول پاییز است که جمع بارندگی ۵ میلی متر باشد، به شرط اینکه ۱۵ روز بعد از آن تاریخ، روز خشک نباشد و در سومین شاخص شروع بارندگی، اولین روز از اول پاییز است که جمع بارندگی به ۲۰ میلی‌متر برسد هاتفیلد (به نقل از امینی‌نیا، ۱۳۸۵: ۱۴۹). برای مثال کنری بارش‌های زودرس پاییزه ایالات متحده را نسبت به دیررسی آنها، همگن‌تر و یکنواخت‌تر معرفی کرد (کنری^۱، ۱۹۳۳: ۶۱). اما تحقیقات دار و همکاران و جوزف و همکاران رابطه‌ای

^۱ -Conroy

بین زمان آغاز و شدت بارش‌های موسمی را نشان نمی‌دهند. آن‌ها همچنین روشن ساختند که بی‌هنجاری‌های بارش فصلی آمازون، همبستگی معنی‌داری بین زمان آغاز بارش‌ها و مقدار آن‌ها ایجاد نخواهد کرد. (دارو همکاران^۱، ۱۹۸۰؛ جوزف و همکاران^۲، ۱۹۸۰؛ ۱۹۹۴). کوتیل در تحقیق خود مشخص نموده که شروع بارش (فصل بارندگی) در فلسطین اشغالی با طول جغرافیایی ایستگاه‌ها، طول فصل بارش با ارتفاع ایستگاه‌ها و پایان بارش از شاخص‌های متفاوتی استفاده شده است دیان و همکاران زودرسی وقوع بارش‌ها، پیش از آغاز فصل سرد در شرق دریای مدیترانه را نتیجه جابه‌جایی جنوب سوی رودباد جنب حاره از عرض‌های ۲۹ درجه شمالی و توسعه ناه ۳۶ درجه شمالی به ۲۸ دریای سرخ است (دیان و همکاران^۳، ۲۰۰۱؛ ۱۰۳). هاشیگوتا و همکاران در تحقیقی به تجزیه و تحلیل تاریخ شروع و طول دوره بارشی در زامبیا پرداختند و نتایج کار ایشان نشان داد که آنومالی گردشی فصول در شروع‌های زودرس در شمال زامبیا شرایط نرمالی ندارد و نسبت به شمال آفریقا و جنوب آفریقای جنوبی یک آنگولای حرارتی کم و افزایش سطح پایین شار رطوبت به زامبیای شرقی از اقیانوس هند می‌رسد و در طول فصل بهار پدیده انسو تحت تأثیر بادهای جنوبی به وجود می‌آیند (هاشیگوتا و همکاران^۴، ۲۰۰۷؛ ۲۲۹). لاکس و همکاران در تحقیقی به پیش بینی شروع فصل بارش در غرب آفریقا پرداختند و نتیجه کار نشان داد که دو استراتژی برای بررسی و ارزیابی پیش‌بینی تاریخ شروع بارش وجود دارد: طبقه‌بندی فصل بارش، فصل خشک و شروع فصل بارش با استفاده از بارش فعلی و مدل‌های رگرسیون خطی به‌منظور برآورد شروع فصل بارش برای برخی از مناطق با استفاده از شروع‌های زودرس (لاکس و همکاران^۵، ۲۰۰۸؛ ۳۲۹). در زمینه شروع زودرس بارش می‌توان به کارهایی از جمله ؛ (لما و همکاران^۶، ۲۰۰۹؛ ۱) ، (کامپلین و همکاران^۷، ۲۰۰۹؛ ۲۳۷) ، (وانگ

¹ -Dhar et al

² - Joseph et al

³ - Dayan et al

⁴ - Hatfield

⁵ - Laux et al

⁶ - Lima et al

⁷ - Camberlin et al

وهمکاران^۱، ۲۰۰۹: ۳۳۰۳)، (فرانسیسکو و همکاران^۲، ۲۰۱۰: ۲۳۷) اشاره کرد. تحقیق در تغییرات زمان آغاز و پایان بارش‌های فراگیر در ایران نیز به لحاظ مستقر بودن کشور در عرض‌های استقرار پرفشارهای جنب‌حاره‌ای و فراهم نبودن شرایط صعود و ریزش‌های جوی در بخش عمده سال اهمیت بیشتری می‌یابد. گسترش امواج غربی و حرکت تاوۀ قطبی به‌سوی عرض‌های پایین‌تر، هم‌زمان با عقب‌نشینی پرفشارهای جنب حاره، زمان آغاز بارش‌های فراگیر در کشور را تعیین می‌کند (علیچانی، ۱۳۷۴: ۴۱). حجازی زاده (۱۳۷۲) در پیش‌بینی طولانی‌مدت زمان آغاز بارش‌های دوره سرد سال الگوی ترازهای 500 و 1000 هکتوپاسکال را بررسی کرد و ضمن بررسی حرکت تاوۀ قطبی و ارتباط آن با پرفشار جنب حاره، مقادیر دریافتی بارش را با عامل‌های پیش‌گفته مرتبط دانسته است. (حجازی زاده، ۱۳۷۲: ۱) کمالی (۱۳۷۶) نیز بارش ۵ میلی‌متر را به‌عنوان شاخص جهت تعیین تاریخ شروع بارندگی در مناطق با کشت دیم غرب کشور مدنظر قرار داده است (کمالی، ۱۳۷۶: ۱۳). نوحی (۱۳۷۹) بهترین شاخص را اولین روز از اول مهر که جمع بارش در طی یک یا دو روز به ۱۰ میلی‌متر برسد، می‌داند. طلویی (۱۳۷۹)، اولین بارندگی مؤثر در مناطق مهم دیم‌کاری ایران را از اول آبان تا اوایل آذر می‌داند (طلویی، ۱۳۷۹) به نقل از امینی نیا). نوحی (۱۳۸۴) با استفاده از توزیع‌های آماری، زمان آغاز بارش‌های زودرس را باهدف عرضه تقویم مناسب کشت موردبررسی قرارداد نتایج کار وی نشان داد که بهترین شاخص اولین روز از اول مهر که بارش در طی یک یا دو روز به ۱۰ میلی‌متر برسد (نوحی، ۱۳۸۴: ۵۸). یزدانی (۱۳۹۳) در بررسی و تحلیل همدیدی الگوها و بی‌هنجاری‌های گردش جو در سال‌های همراه با آغاز زودرس بارش‌ها فراگیری در تراز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بررسی کرد (یزدانی، ۱۳۹۳: ۴۸). در مجموع در زمینه شروع و پایان و همچنین طول دوره بارش در منابع خارجی و داخلی کار سینوپتیکی کمتری انجام شده است و بیشتر تحقیقات در زمینه تأثیر شروع و پایان در بازدهی محصولات کشاورزی بوده است. در این تحقیق سعی شده است الگوهای همدیدی منجر به شروع‌های زودرس در بخش جنوب و جنوب غربی کشور شناسایی و معرفی گردد. به همین منظور تلاش شده است. جابجایی سامانه‌ها از حدود ۲۰ تا

¹ - Wang et al

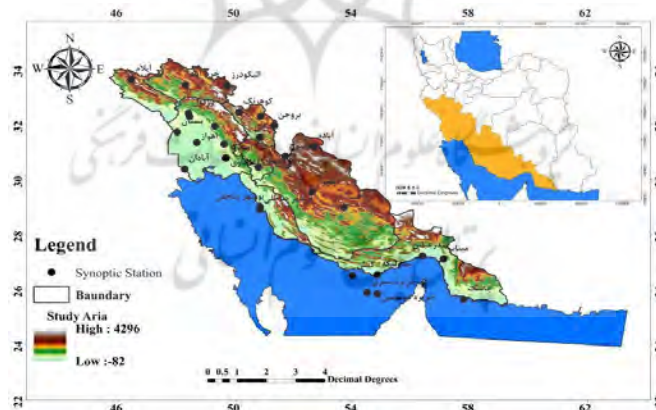
² . Franchito et al

۳۰ روز قبل از شروع بارش از غرب اقیانوس اطلس تا چین و از استوا تا قطب مورد بررسی قرار گیرد. تفاوت دیگر این تحقیق با تحقیقات قبلی بررسی چندین باره حدود ۲۴۴۰ نقشه همدیدی به صورت چشمی می‌باشد. و در بررسی توالی حرکت سامانه‌ها سه الگوی کلی شناسایی گردید.

همانطور که بیان شد سلول‌های پرفشار جنب حاره‌ای نقش بسیار مهمی در شروع، پایان و طول دوره بارشی مناطق همجوار دارند. منطقه جنوب و جنوب غرب کشور بدلیل نزدیکی به سلول پرفشار عربستان بیش از سایر نقاط کشور از جابجایی سالانه این پرفشار متاثر می‌شود. این پرفشار یک سامانه مهم با مکانیسم دینامیکی قوی می‌باشد که جابجایی طولی و عرضی آن علاوه بر امکان ورود سامانه‌های بارشی به منطقه نقش بسیار مهمی در فرارفت رطوبتی به درون سامانه‌های ورودی دارد.

مواد و روش‌ها

سرزمین پژوهش جنوب و جنوب غرب کشور ایران می‌باشد که شامل استان‌های خوزستان، بوشهر، هرمزگان، فارس، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال بختیاری، لرستان و ایلام می‌باشد.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

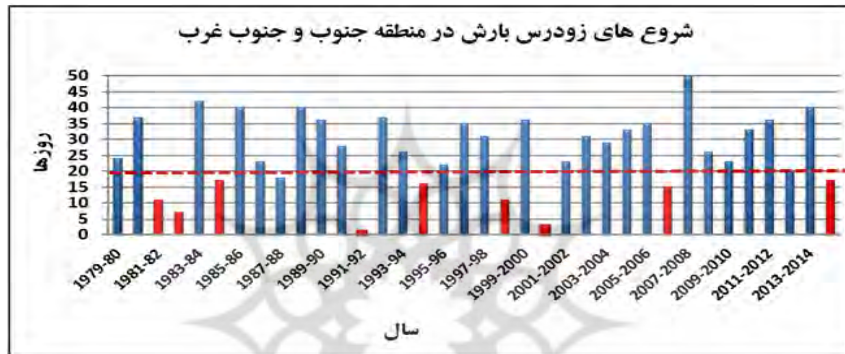
گام اول در این پژوهش استخراج داده‌های بارشی روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک جنوب و جنوب غرب ایران در یک دوره آماری ۳۶ ساله و تهیه بانک اطلاعاتی بود. سپس با استفاده از روش‌ران تست داده‌های ناقص و مشکوک بازسازی و اصلاح شده و سال پایه مشترک که تمام ایستگاه‌ها دارای بارش بوده‌اند، انتخاب شده است.

گام دوم برای تعیین شروع بارش در ایستگاه‌های جنوب و جنوب غرب ایران (با توجه به این نکته که در منطقه مورد مطالعه هیچ معیاری برای شروع بارش‌ها ثبت نشده بود) مطالعه وضعیت منطقه سه معیار تعریف شد؛

- ۱- حداقل ۵۰ درصد ایستگاه‌های انتخابی در منطقه مطالعاتی درگیر بارش بوده‌اند.
- ۲- حداقل در یکی از ایستگاه‌های انتخابی بیش از ۵ میلی‌متر بارش ثبت شده باشد.
- ۳- بارش بیش از یک روز طول کشیده باشد.

به این ترتیب شروع بارش زمانی انتخاب شد که یک سامانه بارشی وارد کشور شده و بارش‌های محلی و پراکنده به‌عنوان شروع قلمداد نشده است. با توجه به اینکه دوره بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران عموماً در فصول پاییز، زمستان و بهار متمرکز می‌باشد و شروع دوره بارشی (فصل آبی کشور ایران) از مهر تا مهر محاسبه می‌شود. مبنای شروع بارش‌ها اول اکتبر انتخاب گردید. به‌عنوان مثال اگر بارشی در ۱۰ نوامبر (۲۰ آبان) اتفاق افتاده بود، شروع بارش را ۴۱ روز محاسبه کرده‌ایم. بر این اساس و با توجه به سه معیار گفته‌شده در بالا شروع بارش‌ها در تمام سال‌ها از سال (۱۹۷۹-۲۰۱۵) محاسبه شده است. در گام بعد شروع‌های زودرس انتخاب گردید. شروع‌هایی که فاصله آن‌ها کمتر از ۲۰ روز از اول اکتبر بوده است. به‌عنوان شروع زودرس انتخاب گردید. شکل (۲) شروع‌های زودرس انتخابی را نشان می‌دهد. در گام پایانی نقشه روزانه تمام شروع‌های زودرس از اول سپتامبر تا روز شروع بارش در ترازهای دریا، ۱۰۰۰، ۹۲۵، ۸۵۰، ۷۰۰ هکتوپاسکال از سری داده‌های بازکاوی شده NCEP/NCAR در محدوده ۶۰- تا ۱۰۰ درجه طول شرقی و ۰ تا ۸۰ درجه عرض شمالی با تفکیک افقی 2.5×2.5 درجه، استخراج گردید. بررسی‌های انجام‌شده بر روی ۲۴۴۰ نقشه نشان داد که هسته مرکزی پرفشار عربستان در ترازهای دریا، ۱۰۰۰ و

۹۲۵ هکتوپاسکال به خوبی قابل تشخیص نبود بلکه در این ایام از سال در این ترازها به وسیله زبانه کم فشار پاکستان اشغال شده بود ولی در ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال هسته مرکزی پرفشار عربستان به خوبی مشهود بوده و قابل تعقیب و پیگیری بود. در نهایت با بررسی چشمی چندین باره تمام نقشه های ترازهای مختلف در سالهای با بارش زود رس سه الگوی کلی شناسایی گردید.



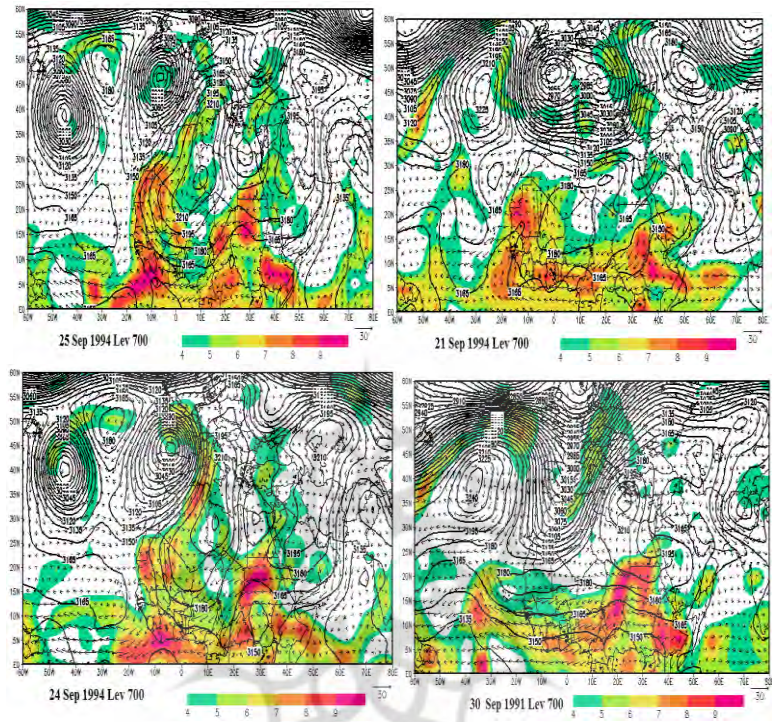
شکل ۲- نمودار شروع بارش های زودرس در منطقه جنوب و جنوب غرب

یافته‌ها و بحث

بررسی‌های انجام شده بر روی شروع بارش‌ها در دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۷۶) نشان داد که در ۱۱ سال بارش‌ها در فصل پاییز زودتر از شرایط نرمال رخ داده است. شکل (۲) شروع بارش‌ها را در یک دوره آماری ۳۶ ساله نشان می‌دهد. برای تعیین الگوهای منجر به بارش‌های زودرس نقشه‌های ترازهای دریا، ۸۵۰، ۱۰۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال از سایت مرکز ملی اقیانوس‌شناسی و جو آمریکا از اول سپتامبر استخراج شده و تمام این نقشه‌ها برای چندین بار به صورت چشمی مورد بررسی قرار گرفت و جابجایی مکانی این سامانه‌ها (پرفشار آزور، آفریقا، سبیری، عربستان و کم‌فشار سودانی، مدیترانه و کم‌فشار ایسلند) مورد دقت قرار گرفت نتیجه این بررسی چشمی منجر به شناخت ۳ الگوی کلی در شروع‌های زودرس بارش‌ها در بخش جنوب و جنوب غرب ایران بوده است.

الگوی نوع الف: (الگوی هلالی واچرخند آفریقا، مهاجر و عربستان)

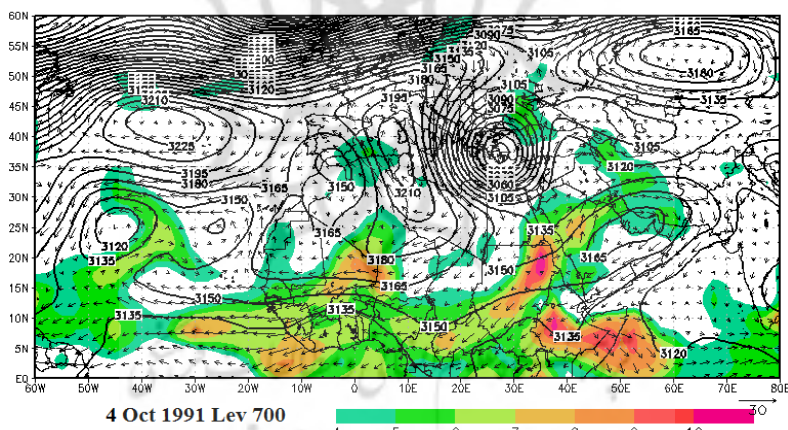
در این الگو از میان سه سلول واچرخندی آזור، عربستان و آفریقا، واچرخند آفریقا نقش غالب‌تری دارد. سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۹۱، ۱۹۸۱ از این الگو پیروی می‌کردند. در این الگو از حدود ۱۵ تا ۲۰ روز قبل از شروع بارش‌ها در جنوب غرب ایران، پرفشار آفریقا حرکت شمال سو پیدا کرده در محدوده طول‌های ۱۰ تا ۳۰ درجه شرقی (لیبی، الجزایر و مدیترانه مرکزی) به سمت شمال حرکت کرده و هسته مرکزی آن بر روی ایتالیا و یونان قرار می‌گیرد. در این حالت زبانه پرفشار با خمیدگی به سمت شرق دریای سیاه و شرق اروپا را در برمی‌گیرد شکل ۳ به ترتیب موقعیت واچرخند آفریقا و عربستان و آזור را قبل از حرکت شمال سوی آفریقا (در ۲۱ سپتامبر ۱۹۹۴) و شروع حرکت شمال سوی آفریقا (۲۴ سپتامبر ۱۹۹۴) و جابجایی شمال سوی آفریقا و ادغام زبانه آن را با پرفشار مهاجر مستقر بر روی شمال شرق دریای خزر (۲۵ سپتامبر ۱۹۹۴) و درنهایت الگوی تقویت سامانه سودانی و حرکت شمال سوی آن را نشان می‌دهد (۳۰ سپتامبر ۱۹۹۱). در این شرایط با فرارفت سرد عرض‌های شمالی بر روی شمال شرق آفریقا جریانات بر روی منطقه نصف النهاری شده و سبب تزریق تاوایی مثبت بر روی منطقه می‌شود. تداوم این شرایط منجر به شکل‌گیری جریانات بسته چرخندی و ایجاد مرکز کم ارتفاع بریده بر روی شرق مدیترانه شده و همچنان بر تاوایی سامانه می‌افزاید. این مرکز کم ارتفاع بریده سبب حرکت کند سامانه شده است و فرصت کافی برای تقویت چرخندهای سطحی می‌شود. به تدریج شیو حرارتی و شیو فشاری بر روی منطقه خاورمیانه و آفریقای شمال شرقی تشدید شده است. به این ترتیب زبانه کم‌فشار سودانی گسترش شمالی قابل‌توجهی پیدا می‌کند. این سامانه اصولاً یک سامانه حاره‌ای با منشاء حرارتی می‌باشد که با فرارفت سرد از عرض‌های بالاتر و دریافت رطوبت از دریاهای گرم عرب، عمان و سرخ فعال شده و خصوصیت ترمودینامیکی پیدا کرده و گسترش شمال سوی قابل‌توجهی پیدا می‌کند.



شکل ۳- موقعیت و اچرخند آفریقا و عربستان و آזור را قبل از حرکت شمال سوی آفریقا (در ۲۱ سپتامبر ۱۹۹۴) و شروع حرکت شمال سوی آفریقا (۲۴ سپتامبر ۱۹۹۴) و جابجایی شمال سوی آفریقا و ادغام زبانه آن را با پرفشار مهاجر مستقر بر روی شمال شرق دریاچه خزر (۲۵ سپتامبر ۱۹۹۴) و در نهایت الگوی تقویت سامانه سودانی و حرکت شمال سوی آن را نشان می‌دهد (۳۰ سپتامبر ۱۹۹۴).

در نقشه ۴ الگوی مناسبی از تقویت این سامانه و حرکت شمال سوی آن را مشاهده می‌کنید. در این چنین الگویی سامانه سودانی در ترازهای زیرین تقویت شده و گسترش شمال سو پیدا می‌کند. همچنان که دیده می‌شود با گسترش زبانه جنوبی و اچرخند مهاجر که در این شرایط بر روی شمال شرقی دریاچه خزر قرار دارد و از طریق نیمه شرقی ایران با گردش و اچرخندی رطوبت دریاهای گرم عرب و عمان را بر روی غرب عربستان و چرخند سودانی فرارفت می‌کند. با گسترش شمال سوی یک ناوه وارون از روی کم فشار سودانی، و اچرخند عربستان حرکت شرق سو قابل توجه پیدا می‌کند و با استقرار این سامانه

واچرخندی بر روی دریا‌های عمان و عرب زمینه لازم برای فرارفت رطوبت را به درون سامانه سودانی فراهم می‌کند. در ترازهای ۷۰۰ هکتوپاسکال و بالاتر حرکت شرق سوی پرفشار عربستان قابل ملاحظه تر بوده و جابجایی شرق سو زمینه لازم را برای نفوذ ناوه شرق اروپا بر روی مدیترانه شرقی و آفریقای شمال شرقی فراهم می‌کند. با استقرار این سامانه واچرخندی بر روی دریا‌های گرم عرب و عمان و حاکمیت جریانات، فرونشینی در ضخامت زیادی از جو و گرمایش بی دررو حاصل از آن پتانسیل رطوبت پذیری جو را در لایه زیرین وردسپهر افزایش داده و رطوبت قابل توجهی را به درون چرخند سودانی فرارفت می‌کند. شکل ۴ این الگوی سینوپتیکی را نشان می‌دهد. در شرایط ایده آل محور واچرخند عربستان در ترازهای ۷۰۰ هکتوپاسکال و بالاتر راستای جنوب غربی - شمال شرقی پیدا می‌کند.

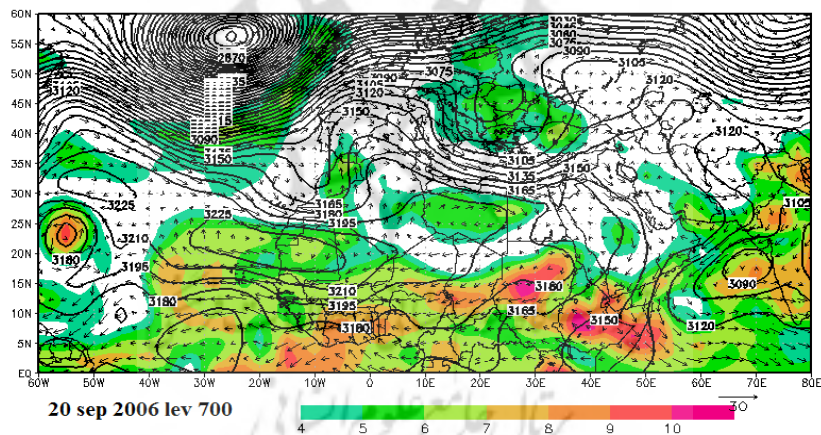


شکل ۴- جابجایی شرق سوی واچرخند عربستان در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال

الگوی نوع ب: (الگوی آזור - آفریقا-ور تکس قطبی)

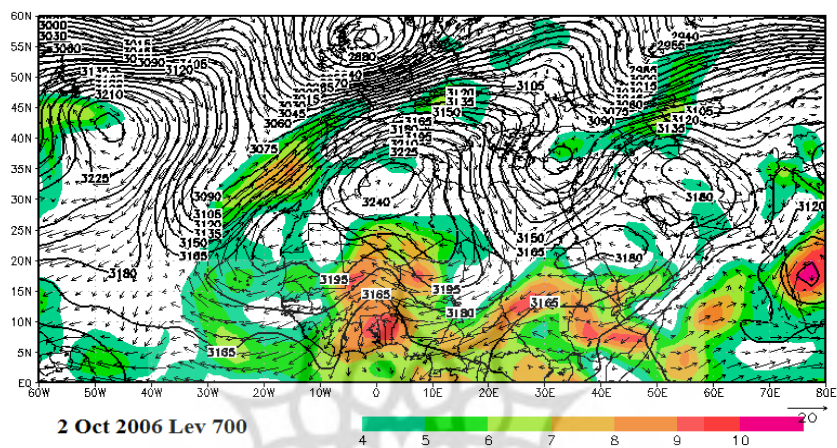
در این الگو نقش اصلی را قبل از شروع بارش ورتکس قطبی ایفا می‌کنند. نمونه از شروع‌های زودرس از این الگو پیروی کرده‌اند. در این الگو از حدود ۳۰ روز قبل از شروع بارش ورتکس قطبی در محدوده طول های ۱۲۰ درجه شرقی تا ۶۰ درجه غربی و عرض

های بالای ۵۵ درجه شمالی در یک الگوی مداری با گسترش جنوب سوی جابجایی سلول های پرفشار جنب حاره‌ای به عرض های جنوبی دو ناوه سرمای عمیق را بر روی اقیانوی اطلس و اروپای شرقی ایجاد می نماید. شیو حرارتی حاصل از این دو زبانه سرد و تعمیق جریانات نصف النهاری سبب تزریق تاوایی مثبت و گسترش قابل توجه پشته های پرفشار آرزو و آفریقا به عرض های جیب قطبی گردیده است. این پشته های عمیق ضمن کندی و مسدود کردن جابجایی شرق سوی ناوه ها باعث تداوم فرارفت سرمای بر روی شمال شرق آفریقا گردیده است. در این دوره زمانی بدلیل غلبه کم فشار پاکستان و جریانات مونسونی با توجه به شرایط دمایی منطقه سلول پرفشار عربستان از قوام لازم برخوردار نیست. بلکه پدیده غالب بر روی دریاهای گرم عرب، عمان و شرق عربستان و جنوب شرق ایران زبانه های کم فشار پاکستان است. شکل شماره ۵ نمادی از آرایش سامانه ها قبل از شروع بارش ها در جنوب و جنوب غرب ایران است.



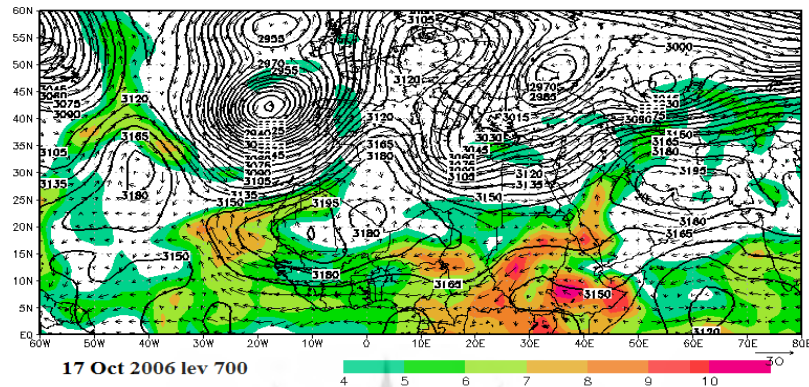
شکل ۵- شرایط تکامل سامانه ها بر روی منطقه و ایجاد شرایط مناسب برای زمان ورود سامانه های بارشی بر روی منطقه را نشان می دهد. با تداوم فرارفت سرد جنب قطبی بر روی شمال شرق آفریقا و تعمیق ناوه های شرق مدیترانه و اطلس شرقی شرایط بسیار مناسبی را برای چرخد زایی و تقویت سامانه های حاره‌ای بخصوص بر روی سودان و شمال غرب آفریقا فراهم نموده است. پرفشار عربستان نسبت به روزهای قبل بطور قابل توجهی تقویت شده و با راستایی جنوب غربی - شمال شرقی تمام پهنه ایران را در برگرفته است. ای پشته عمیق با گردش واچرخندی بسیار مناسب سبب فرارفت رطوبتی بدون سامانه سودانی گردیده و انرژی پتانسیلی خوبی را برای سامانه های بارشی روزهای بعد فراهم می نماید. هسته های رطوبتی

شکل گرفته بر روی سودان، اتیوپی و دریای سرخ نتیجه این فرارفت رطوبتی از روی دریاها ی گرم عرب و عمان می باشد.



شکل شماره ۶ الگوی همدیدی حاکم در منطقه قبل از شروع بارش ها

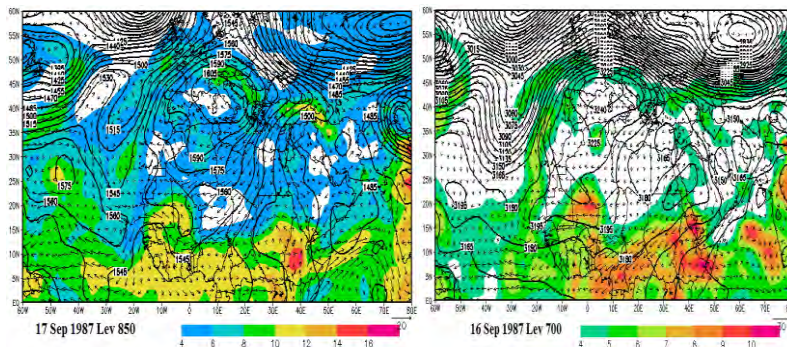
شکل شماره ۷ مناسب ترین الگوی شروع بارش ها را در جنوب و جنوب غرب ایران می باشد. ملاحظه می شود ناوه های عمیق اطلس و شرق اروپا و مدیترانه شرقی با راستایی کاملا نصف النهاری تاوایی بسیار مناسبی برای توسعه ناپایداری بر روی منطقه را فراهم نموده اند. در عین حال پشته های پرفشار های آזור و آفریقا همچنان با گسترش شمال سوی زیاد موجب تداوم فرارفت سرد جنب قطبی بر روی منطقه گرم جنب حاره و ایجاد شیو حرارتی مناسب بر روی منطقه هستند. همچنان که ملاحظه می شود این الگو چندین روز (بیش از ۲۵ روز) بر روی منطقه حاکمیت دارد. در این روز پرفشار عربستان با حرکت شرق سو سبب شده است زبانه کم فشار سودانی در لایه زیرین وردسپهر و ناوه مدیترانه‌ای در لایه های میانی وردسپهر بر روی جنوب غرب ایران گسترش پیدا کرده و بارش ها از جنوب غرب آغاز گردد. زبانه رطوبتی در بخش غربی پرفشار عربستان بخوبی فرارفت رطوبتی بوسیله گردش واچرخندی این سامانه را نشان می دهد.



شکل ۷ مناسب‌ترین الگوی ترازهای میانی را برای ایجاد یک بارش مناسب در جنوب و جنوب غرب ایران

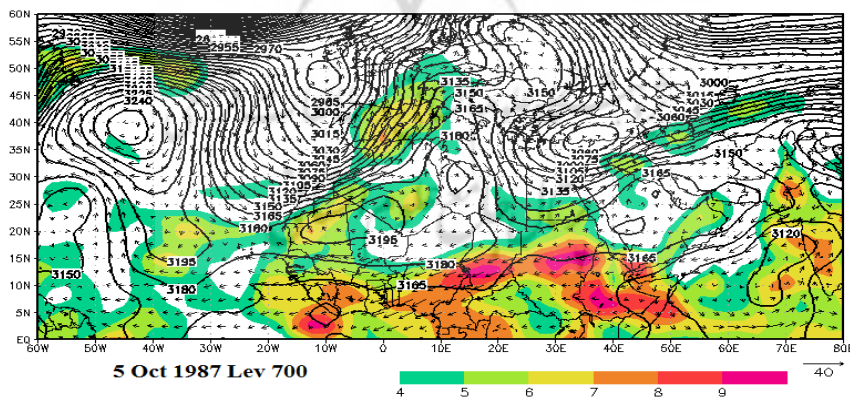
الگوی نوع ج: (الگوی ادغامی آזור - آفریقا)

در این الگو پرفشار آזור و آفریقا بر روی شرق اروپا ادغام شده است و با فرارفت سرد هوای جنب قطبی بر روی شمال آفریقا سبب فعال شدن زود هنگام کم‌فشار سودان می‌گردد. شکل ۸ شرایط اولیه شکل‌گیری این الگو را نشان می‌دهد. در این شرایط از حدود ۲۰ روز قبل پرفشار آזור و آفریقا به صورت یک سامانه ادغام شده شمال غرب آفریقا و جنوب غرب اروپا را در بر گرفته و زبانه شرقی آن با گسترش شمال و شرق سو شرایط لازم برای فرارفت سرد عرض‌های جنب قطبی را بر روی مدیترانه شرقی و شمال شرق آفریقا فراهم می‌نماید. ملاحظه می‌شود در این الگو واچرخند حاکم بر روی دریاچه خزر بسیار ضعیف‌تر بوده و در مقابل پرفشار سیبری در موقعیتی جنوبی‌تر بر روی فلات تبت قرار دارد و پرفشار عربستان نیز به صورت سلول ضعیف‌تری بر روی شمال عربستان قرار دارد. تداوم این شرایط فعال شدن زودرس کم‌فشار سودان را فراهم نموده است. در این روزها کشور ایران هنوز تحت تسلط کم‌فشارهای حرارتی محلی قرار دارد و تداوم این شرایط الگویی شبیه الگوی زیر را ایجاد می‌کند.



شکل ۸- شرایط اولیه شکل‌گیری الگوی نوع ج ۹- موقعیت قرارگیری پرفشار عربستان و تقویت کم‌فشار سودان

شکل ۹ این شرایط را نمایش می‌دهد. پرفشار عربستان با تقویت زبانه کم‌فشار سودانی حرکت شرق سو پیدا کرده و بر روی جنوب تنگه هرمز قرار دارد. درحالی‌که کم‌فشار سودان با گسترش شمال سوی خود بخش غربی عربستان، مدیترانه شرقی، عراق و ترکیه را در برگرفته است. در این شرایط گسترش شرق سوی زبانه واچرخند عربستان بر روی دریاهای عمان و عرب شرایط مناسبی را برای فرارفت رطوبت به درون زبانه کم‌فشار سودانی فراهم نموده است.



شکل شماره ۱۰ الگوی مناسب برای شروع بارش

در ترازهای بالاتر نیز الگویی شبیه الگوی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال حاکم است. گسترش قابل توجه زبانه پرفشار آفریقا و تداوم این شرایط فرارفت سرد قابل ملاحظه‌ای را بر روی مدیترانه مرکزی و گسترش قابل توجه ناوه را بر روی مدیترانه شرقی و شمال شرق آفریقا نشان می‌دهد. با گسترش قابل ملاحظه این ناوه سرد بر روی منطقه پرفشار عربستان حرکت شرق سوی سریع داشته و بارش‌های زود هنگام را برای جنوب و جنوب غرب ایران فراهم نموده است. شکل شماره ۱۰ شرایط حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد

نتیجه‌گیری

بررسی انجام‌شده بر روی ۱۰ سامانه بارشی زودرس در دوره آماری ۳۶ ساله نشان داد که شروع‌های زودرس در جنوب و جنوب غرب ایران تابع یک اصل اساسی است.

۱- در هر شرایط الگویی باید حاکم شود که سامانه سودانی زودتر از شرایط نرمال فعال شود. به عبارت دیگر مهم‌ترین سامانه تأثیرگذار در شروع بارش‌ها در بخش جنوبی ایران سامانه سودانی است. و ملاحظه شد که در هر سه الگو سامانه سودانی بر روی منطقه گسترش داشته است. این نتایج با تحقیقات لشکری ۱۳۷۵، مفیدی انطباق دارد.

۲- وجود یک فرارفت سرد از ۵ تا ۱۰ روز قبل از بارش شرط مهم در فعال شدن سامانه سودانی بوده است. این فرارفت سرد گاهی با حرکت شمال سوی سامانه‌های واچرخندی آزور و آفریقا و گاهی با گسترش جنوب سوی ناوه سامانه چرخندی ایسلند حاصل شده است.

۳- در هر سه الگو واچرخند عربستان می‌بایست حرکت شرق سوی قابل توجهی داشته باشد. با حرکت شرق سوی واچرخند عربستان نه تنها امکان گسترش سامانه سودانی به عرض‌های شمالی‌تر فراهم می‌شود بلکه شرایط بسیار خوبی برای فرارفت رطوبت بر روی جنوب ایران و سامانه سودانی فراهم می‌شود. وجود یک واچرخند با گسترش عمودی قابل ملاحظه بر روی دریاهای گرم عرب و عمان و حاکمیت جریانات فراهنج، و گرمایش بادرو حاصل از آن پتانسیل رطوبت پذیری واچرخند را در لایه زیرین وردسپهر افزایش می‌دهد. این هوای گرم و مرطوب از طریق شار واگرا و جریانات شرقی ملایم به درون سامانه سودانی فرارفت شده و به وسیله جریانات جنوبی جلو ناوه به سمت ایران منتقل می‌شود.

ابره‌های کومه‌ای شکل به تدریج پس از عبور از دریای سرخ به تدریج به وسیله جریان‌ات فروهنج جلو ناوه توسعه پیدا کرده است و در بخش‌های جنوبی و جنوب غربی کشور بارش‌های همرفتی شدیدی ایجاد می‌کند. این نتایج با تحقیقات کریمی ۱۳۸۸، لشکری ۱۳۸۲، خلیلیان ۱۳۹۱ و قائمی و پرک ۱۳۹۲، لشکری و همکاران، ۱۳۹۶ همخوانی دارد.

۴- نقشه‌های وزش رطوبتی به‌خوبی نشان‌دهنده نقش دریا‌های عمان و عرب در تأمین رطوبت سامانه‌های ورودی از جنوب است. این نتایج با تحقیقات رفیعیانی و همکاران مغایرت دارد و در عین حال با نتایج تحقیقات کریمی ۱۳۸۸، لشکری ۱۳۸۲، امینی و همکاران ۱۳۹۲، لشکری و آغاسی، ۱۳۹۲، لشکری و محمدی ۱۳۹۴ همخوانی دارد.

۵- در هر سه الگو شرایط به گونه بوده است که عرض‌های جنب قطبی و قطبی تحت تأثیر سامانه‌های واچرخندی قرار داشته است. به این ترتیب دیده می‌شود در سال‌های شروع زودرس سامانه‌های ناپایدار و به عبارتی امواج غربی به عرض‌های جنوبی‌تر رانده می‌شوند.

منابع

- امینی نیا، کریم، (۱۳۸۵)، بررسی ویژگی‌های زمانی و مکانی شروع و پایان بارش در آذربایجان شرقی، *مجله فضای جغرافیایی*، شماره ۱۵، صص ۱۵۶-۱۴۹.
- امینی، میترا، لشکری، حسن، کریمپور، مصطفی، حجتی، زهرا، (۱۳۹۲)، تحلیل سینوپتیک سامانه های همراه با بارش سنگین و سیل زا در حوضه رودخانه کشکان برای دوره آماری (۱۳۸۴-۱۳۵۰)، *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱۷(۴۳)، صص ۱-۲۰.
- حجازی زاده، زهرا، (۱۳۷۲)، *بررسی سینوپتیکی نوسانات فشار زیاد جنب حاره، پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.*
- دین‌پژوه، یعقوب، موحد دانش، علی‌اصغر، (۱۳۷۵)، *تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به بارش ماهانه، نیوار، انتشارات سازمان هواشناسی، شماره ۳ صص ۱۴-۱.*
- طلیعی، علی، (۱۳۷۹)، الگو و احتمالات ریزش بارندگی و تاثیر آن بر عملکرد دیم زارها، *نیوار، انتشارات سازمان هواشناسی کشور، شماره ۳۷، صص-.*
- علیجانی، بهلول، (۱۳۷۴)، *آب‌وهوای ایران*، نوبت اول، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- فرج زاده اصل، منوچهر، کریمی احمد آبادی، مطصفی، قائمی، هوشنگ، مباشری، محمد رضا، (۱۳۸۸)، چگونگی انتقال رطوبت در بارش زمستانه غرب ایران (مطالعه موردی ۳-۷ ژانویه ۱۹۹۶)، *مجله مدرس علوم انسانی*، شماره ۶۰، صص ۲۱۷-۱۹۳.
- قائمی، هوشنگ، پرک، فاطمه، (۱۳۹۲)، تحلیل رژیم بارندگی منطقه جنوب و جنوب غرب کشور، *مجله سپهر*، شماره ۸۵، صص ۶۱-۵۷.
- کمالی، غلامعلی، (۱۳۷۶)، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کشت گندم در مناطق دیم خیز غرب کشور با استفاده از داده‌های اقلیمی و شروع بارندگی، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۴۵، صص ۲۴-۱۳.
- لشکری، حسن، (۱۳۸۲)، مکانیسم تکوین و توسعه کم فشار سودان و اثر آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۴۶، صص ۱۷-۱.

- لشکری، حسن، آقاسی، نوشین، (۱۳۹۲)، تحلیل سینوپتیکی توفان‌های تندری تبریز در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۹۶)، *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱۷(۴۵)، صص ۲۰۳-۲۳۴.
- لشکری، حسن، خلیلیان، ویدا، (۱۳۹۱)، تحلیل سینوپتیکی پهنه بارش سامانه ادغامی سودانی مدیترانه‌ای بر روی ایران، *مجله سپهر*، شماره ۲۱، صص ۱-۲۱.
- لشکری، حسن، زارعی، یوسف، مرادی، محمد، (۱۳۹۶)، تحلیل هم‌مدیدی - ترمودینامیکی مکانیسم ابر در منطقه آذربایجان، *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۱(۵۹)، صص ۲۰۱-۳۰۱.
- لشکری، حسن، محمدی، زینب، (۱۳۹۴)، اثر موقعیت استقرار پرفشار جنب حاره‌ای عربستان بر سامانه‌های بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، دوره ۴۷، شماره ۱، صص ۷۳-۹۰.
- مفیدی، عباس، زرین، آذر، (۱۳۸۴)، بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران، *تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۷، صص ۱۳۶-۱۱۳.
- نوحی، کریم، (۱۳۸۴)، تحلیل بارندگی کرج به‌منظور تعیین، تاریخ کاشت گندم دیم، *مجله نیوار*، شماره ۵۸، صص ۹۳-۱۰۳.
- یزدانی، محمدرضا، علیجانی، بهلول، رفیعی، ارغوان، (۱۳۹۳)، تحلیل هم‌مدیدی آغاز بارش‌های فراگیر زودرس دوره سرد سال در ایران (به‌جز سواحل خزری)، *مجله ژئوفیزیک ایران*، جلد ۸، شماره ۳، صص ۳۶-۴۸.
- Camberlin, P. Moron, V. Okoola, R. Philippon, N. 2009 Components of rainy seasons variability in Equatorial East Africa: onset, cessation, rainfall frequency and intensity hal-00334542 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00334542> Submitted on 3 Jun 2009.
- Conroy, C. C. 1933, the relative distribution of early and late seasonal rainfall in southern California: *Mon. Wea. Rev.* 61, 15-16
- Dhar, O. N. Rakhecha, P. R. and Mondal, B. N. 1980, Does the early or late onset of monsoon provide any clue to subsequent rainfall during the monsoon season? *Mon. Wea. Rev.* 108, 1069-1072

- Dayan, U. Ziv, B. Margalit, A. Morin, E. and Sharon, A. 2001, A severe autumn storm over the middle-east: Synoptic and mesoscale convection analysis: *Theoretical and Applied Climatology*, 69, 103-122.
- Franchito, S. H. Brahmananda Rao, V. Gan and M. A. Santo C. M. E. 2010, Onset and end of the rainy season and corn yields in São Paulo State, Brazil. *Geofísica internacional versión impresa*, ISSN 0016-7169. February.
- Hatfield, J.L. 1990, (Agroclimatology of semiarid lands), *Advances in Soil Science*: (13) 9-23.
- Joseph, P. V. Eischeid, J. K. and Pyle, R. J. 1994, Inter annual variability of the onset of the Indian Summer Monsoon and its association with atmospheric features, El Niño, and Sea Surface Temperature anomalies: *Journal of Climate*, 7, 81-105.
- Kutiel, H. 1988, ((Rainfall variation in the Galilee)), *Journal of Hydrology*, (99) 179-185.
- Conroy, C. C. 1933, the relative distribution of early and late seasonal rainfall in southern California: *Mon. Wea. Rev.* 61, 15-16.
- Lima, C. H. R. and U. Lall. 2009, Hierarchical Bayesian modeling of multisite daily rainfall occurrence: Rainy season onset, peak, and end. *Water Resources Research*, VOL. 45, W07422, doi:10.1029/2008WR007485, 2009.
- Wang, B. Ding, Q. and Joseph, P. V. 2009, Objective definition of Indian Summer Monsoon onset: *Journal of Climate*, 22, 3303-3316.