نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۵، زمستان ۹۳

شناخت الگوهای همدید بارش های یک روزه در استان کردستان

دریافت مقاله: ۹۲/۱۲/۲۰ پذیرش نهایی: ۹۳/۶/۲
صفحات: ۲۷-۷

بختیار محمدی: استادیار اقلیم شناسی، گروه اقلیم شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان[۱]
Email: b.mohammadi@uok.ac.ir
محمد حسین قلی زاده: استادیار اقلیم شناسی، گروه اقلیم شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
Email: m.gholizadeh@uok.ac.ir
شریفه زارعی: دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه کردستان
Email: sharife.za68@yaho.com

چکیده

از میان ویژگی‌های بارش، تداوم آن به دلیل تاثیراتش بر روی بسیاری از فعالیت‌های انسانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش، با هدف شناخت الگوهای همدید بارش‌های یک روزه در استان کردستان، طی دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۶۱ انجام شد. روز بارشی براساس آستانه میانگین بارش ۱ میلیمتر و بیش از آن در استان کردستان تعیین گردید. هم چنین فراگیر بودن بارش در استان(رخداد بارش در بیش از ۵۰ درصد از استان) به عنوان شاخصی برای تعیین بارش‌هایی با منشأ همدید استفاده شد. برای این رویدادها، الگوهای اصلی فشار تراز دریا و ضخامت جو با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای بدست آمد. برای هر گروه، یک روز به عنوان نماینده انتخاب شد. روز نماینده بالاترین همبستگی را با روزهای همگروه خود داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که بارش‌های همدید یک روزه در استان کردستان تقریباً در تمام طول سال(به استثنای مرداد ماه) رخ می‌دهند. فراوانی این رویدادها در اردیبهشت و بهمن ماه به اوج خود می‌رسند. در نهایت شش الگوی اصلی فشار تراز دریا عامل ایجاد این رویدادها هستند و هم چنین دو الگوی اصلی ضخامت لایه ۵۰۰- ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در رخداد آنها موثر بوده‌اند. الگوی اول ضخامت لایه ۵۰۰ - ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در بارش‌های همدید یک روزه دوره سرد سال و الگوی دوم نیز در رخداد دوره گرم سال آنها موثر است.

کلیدواژگان: بارش، همدید، فشار، ضخامت، کردستان.

---

[۱]. **نویسنده مسئول:** کردستان- سنندج- دانشگاه کردستان- دانشکده منابع طبیعی- گروه اقلیم شناسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

ریزش کم و تغییرپذیری شدید زمانی و مکانی بارش از ویژگی‌های آشکار این متغیر اقلیمی در ایران به‌شمار می‌رود. علاوه بر این، منابع رطوبتی چشم‌گیری در داخل ایران وجود ندارد و دریاچه‌ها و رودهای داخلی ایران اغلب به تنهایی توانایی تامین رطوبت ریزش‌های جوی(به مقدار زیاد و دست‌کم برای مدت طولانی) را ندارند. تفاوت بسیاری در مقدار، شدت و طول دوره بارش به دلیل پراکنش ناهمواری‌ها، نزدیکی و یا دور بودن از منابع رطوبتی و هم چنین قرار گرفتن در مسیر بادهای غربی و عوامل صعود در بخش‌های مختلف ایران وجود دارد. بیشترین تعداد روزهای بارشی ایران در انزلی و رشت به ترتیب به ۱۱۵ و ۱۱۱ روز می‌رسد. ضمن این که در غرب کشور فراوانی روزهای بارشی با ناهمواری مطابقت دارد و به ۶۵ روز می‌رسد و از خرم‌آباد تا سقز را شامل می‌شود(علیجانی، ۱۳۷۹: ۱۳). بنابراین در گستره وسیع جغرافیایی ایران بارش با شدت و تداوم‌های مختلف رخ می‌دهد.

هر تداوم بارش سهمی از روزهای بارشی و مقدار بارش هر مکان را نیز تأمین می‌کند و از این لحاظ میزان اهمیت تداوم بارش در هر مکان قابل ارزیابی است. حتی اگر این تداوم‌ها در آن مکان دارای اهمیت چندانی نباشد، هرگونه نوسان و تغییر در نقش تداوم‌های بارش در هر مکان قابل تأمل خواهد بود(نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۰). اطلاع از میزان بارش یک منطقه و تداوم آن برای کشاورزان و مسئولین تأمین کننده آب شرب و کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است(آقارضی و همکاران، ۱۳۸۶: ۹۵). اهمیت مطالعه پدیده بارش که نسبت به سایر رویدادهای اقلیمی از پیچیدگی رفتاری بیشتری برخوردار است زمانی آشکارتر می‌شود که یک مکان شاهد ریزش ناچیز یا قابل توجه و یا ناگهانی حجم زیادی از بارش در دوره‌های زمانی متفاوت باشد(محمدی، ۱۳۸۸: ۲).

با توجه به اهمیت بارش تاکنون پژوهش‌های بسیاری در این باره انجام شده است. فلوید[1] (۲۰۰۰) توزیع زمانی بارش‌های سنگین را در ایالت ایلینوی بررسی کرد. در این تحقیق، رویدادهای بارشی سنگین از نظر همدید و آماری در چهار گروه با تداوم کمتر از شش ساعت، ۶ تا ۱۲ ساعت، ۱۲ تا ۲۴ ساعت و بیشتر از ۲۴ ساعت تحلیل مطالعه شدند.

پلاوت[2] و همکاران رویداد بارش‌های سنگین نواحی حاشیه آلپ و ارتباط آن با الگوهای گردشی بزرگ مقیاس(سیاره‌ای) را طی سال‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۵ بررسی کردند. آنها ابتدا به

[1]- Floyd
[2]- Plaut

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

کمک توابع متعامد تجربی[۱] گردش‌های بزرگ مقیاس تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را طبقه‌بندی نمودند و سپس از میان آنها، الگوهای مؤثر در بارش‌های سنگین را مشخص کردند. آنها برای الگوهایی که در یک گروه قرار گرفته بودند، یک مرکز تعریف کردند، هم چنین معتقدند که هرگاه گردش بزرگ مقیاس روزانه، به مرکز یکی از این گروهها شبیه باشد، احتمال بارش سنگین بشدت افزایش می‌یافت(پلاوت و همکاران،۲۰۰۱: ۲۸۵).

گریت و دال[۲](۲۰۰۴) در پژوهشی با عنوان طبقه‌بندی خصوصیات بارش‌های گرمسیری، طبقه بندی‌هایی را برای بارش به صورت عمودی در دو منطقه فلوریدا و برزیل انجام دادند و ساختار بارش را در انواع مختلف هوریکان‌ها و بارش‌های سازمان‌دهی شده توصیف کردند.

ویلیام[۳] و همکاران(۲۰۰۴) بارش‌های سنگین انگلستان، را به سه دسته‌ی کوهبارش، جبهه‌ای و همرفتی تقسیم کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که بارش‌های سنگین همرفتی در ماه‌های جون، جولای و اگوست رخ می‌دهند. در حوضه‌هایی که ناهمواری و شیب زیادی داشتند یا در مواقعی که بارش‌های پیشین زمین را خیس کرده بود این بارش‌ها سیلاب‌های خطرناکی را پدید آورده‌اند. کوهبارش‌های سنگین نیز در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه رخ می‌دهند و اغلب همراه با شکل‌گیری پرارتفاع بر روی خلیج بیسکای یا اسپانیا می‌باشند. بارش‌های جبهه‌ای زمانی رخ می‌دهند که رطوبت نسبی هوا به بیش از ۸۰ درصد برسد و یک مرکز کم‌فشار به آرامی از محدوده‌ی ۲۰۰ کیلومتری به طرف جنوب یا شرق محل رویداد بارش سنگین عبور کند.

کاتو و آرانامی[۴] (۲۰۰۵) الگوهای همدید مؤثر در شکل‌گیری بارش‌های سنگین نیگاتا-فوکوشیما و فوکویی[۵] را مطالعه کردند. تحقیق آنها نشان داد که رویداد بارش‌های سنگین در نتیجه تقویت ناپایداری همرفتی بر روی منطقه جبهه‌ای بایو[۶] است؛ و این رویدادها توسط جریان‌های هوای مرطوب تراز پایین و هوای خشک تراز میانی تحریک شده بودند.

لنا[۷] و همکاران(۲۰۰۷) الگوهای جوی بوجودآورنده بارش‌های سنگین روزانه جزایر بالریک[۸] را مطالعه کردند. آنها پس از انجام تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر روی پایگاه داده(۲۰۰۴-۱۹۹۵)

---

[1]- Empirical Orthogonal Functions(EOFs)
[2] - Geerts and Dawel
[3]- William
[4]- Kato and Aranami
[5]- Niigata-Fukushima and Fukui
[6]- Baiu
[7]- Lana
[8]- Balearic

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

مربوط به تراز ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال و تحلیل خوشه‌ای بر روی مؤلفه‌های اصلی بدست آمده هشت الگوی گردشی اصلی بدست آوردند. بیشتر الگوها ارتباط قوی را بین رویداد بارش سنگین و چرخندها نشان می‌دادند. در این پژوهش مجموع بارش روزانه بیش از ۶۰ میلیمتر در ۲۱۶ ایستگاه باران‌سنجی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ به عنوان معیار بارش سنگین انتخاب شده بود. علیجانی و همکاران(۲۰۰۷) نیز معتقدند که بارش‌های سنگین کوتاه مدت سهم کمی از تعداد روزهای بارشی کشور را شامل می‌شوند با این حال، این رویدادها منبع اصلی تأمین آب کشور ایران هستند.

عربی(۱۳۸۵) الگوهای همدید بوجود آورنده بارش‌های تابستانه ایران را بررسی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که گسترش و نفوذ سیستم کم فشار مونسون از سمت جنوب و جنوب شرق و سیستم‌های پرفشار مهاجر از طرف شمال باعث وقوع بارندگی در این دوره شده است. در مطالعه ای دیگر کاویانی و همکاران(۱۳۸۶) الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرتبط با بارش‌های حوضه مُند بررسی شد؛ نتایج نشان داد که الگوهای گردشی شماره ۲، ۷، ۱ و ۳ بیشترین ارتباط را بارش‌های این حوضه نشان داده‌اند و بیش از ۹۵ درصد از بارش‌های مورد بررسی آنان، از الگوهای یاد شده تبعیت کرده است.

عزیزی و حنفی(۱۳۸۹) الگوهای همدید حداکثر بارش‌های محتمل در حوضه آجی‌چای را شناسایی کردند. آنها معتقدند که سامانه امگا شکلی که از اقیانوس اطلس تا قلب روسیه کشیده شده، ناوه‌ای را در روی دریای خزر ایجاد می‌کند. پس از تقویت آن شمال و شمال غرب ایران تحت تاثیر آن قرار می‌گیرند.

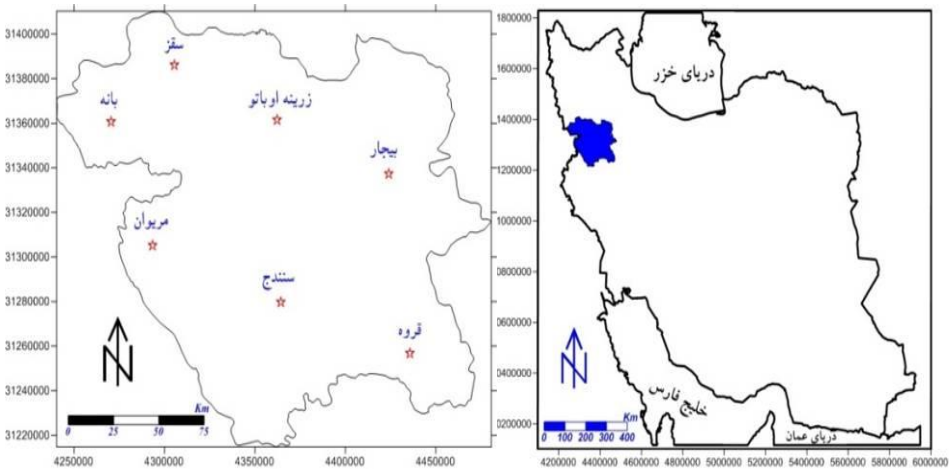
قادری و علیجانی(۱۳۸۹) الگوهای سینوپتیکی موثر بر رخداد بارش‌های شدید لارستان را شناسایی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ورود سیکلونهای غربی، کم فشار سودانی در فصل سرد و نفوذ کم فشار مونسون، عقب نشینی پرفشار جنب حاره، استقرار کم فشار حرارتی در فصل گرم سال از عوامل اصلی بوجود آورنده این رویدادها هستند. تحقیقات بسیاری در زمینه بارش با دیدگاههای مختلف انجام شده است. برخی از آنها نواحی بارشی و شرایط همدید بوجود آورنده آنها را مورد توجه قرار داده‌اند. اگرچه استان کردستان نسبت به بسیاری از مناطق ایران از بارش نسبتاً مناسب‌تری برخوردار است اما این موضوع دلیل بر نداشتن مشکلات ناشی از کمیت و کیفیت بارش نیست. شناخت ویژگی‌های بارش(نوع، میزان، شدت، توزیع زمانی و تداوم بارش) در هر مکان با توجه به نقش مهمی که به طور مستقیم و غیرمستقیم در زندگی و فعالیت‌های انسانی(صنایع، کشاورزی، بخش شرب خانگی) و برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

دارد از اهمیت فراوانی برخوردار است. بنابراین هر پژوهشی که در راستای شناخت ما نسبت به هر کدام از این ویژگی‌های بارش انجام گیرد حائز اهمیت و قابل توجه است.

مواد و روش‌ها

در انجام این پژوهش از داده‌های بارش روزانه و هم چنین برخی از متغیرهای جـو بالا(ارتفـاع ژئوپتانسیل و فشار تراز دریا) استفاده شد. داده‌های بارش روزانه(برحسب میلیمتر) ایسـتگاههای همدید استان کردستان از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. بـا توجـه بـه پدیـده محیطـی مورد مطالعه(بارش)، محدوده پـژوهش اولیـه شـامل اسـتان کردسـتان(هفت ایسـتگاه همدیـد سنندج، سقز، زرینه اوبـاتو، قـروه، بیجـار، مریـوان و بانـه) اسـت. ایسـتگاههای همدیـد اسـتان کردستان دارای طول دوره آمـاری برابـری نیسـتند. برخـی از آنهـا جـزو ایسـتگاههای قـدیمی ایران(سنندج و سقز) بشمار می‌آیند و البته از عمر تعدادی نیز حدود یک دهه(بانـه) مـی‌گـذرد (شکل۱).



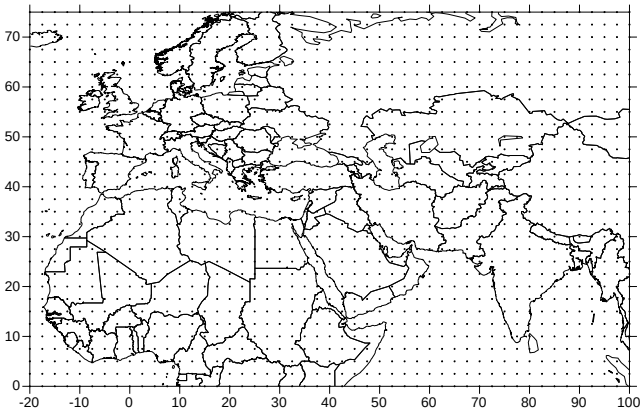
شکل(۱) الف) موقعیت جغرافیایی استان کردستان ب) پراکنش ایستگاههای همدید استان کردستان

داده‌های جو بالا نیز از پایگاه داده وابسته به سازمان ملی جو و اقیانوس‌شناسی ایالات متحده[1] فراهم شد. تحلیل همدید بارش با استفاده از متغیرهای جو بالا در محـدوده وسـیع جغرافیـایی ۲۰ درجه جغرافیایی طول غربی تا ۱۰۰ درجه جغرافیـایی طـول شـرقی و صـفر تـا ۷۵ درجـه جغرافیایی عرض شمالی انجام شد. دلیل انتخاب این گستره جغرافیایی نمایش کامـل الگوهـای

[1] -www.esrl.noaa.gov

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

گردشی موثر بر رخداد بارش‌های همدید یک روزه در استان کردستان بود. در این محدوده، ۱۵۱۹ یاخته در اندازه ۲/۵ در ۲/۵ درجه جغرافیایی وجود دارد و کشور ایران نیز بخشی از این پهنه مطالعاتی است.



شکل (۲) شبکه‌بندی منظم گستره مطالعاتی با ابعاد ۲/۵x۲/۵ درجه جغرافیایی

متغیرهای جو بالا که در این پژوهش استفاده شدند عبارتند از ۱- ارتفاع ژئوپتانسیل(برحسب متر m)؛ ۲- فشار تراز دریا(برحسب هکتوپاسکال hPa). طول دوره آماری این متغیرها متناسب با طول دوره آماری بارش(۲۰۱۱-۱۹۶۱) است. در این پژوهش از رویکرد محیطی به گردشی استفاده شد. به کمک داده‌های بارش روزانه ایستگاههای همدید استان کردستان، پایگاه داده‌ای از این متغیر در نرم‌افزار متلب[1] ایجاد شد. برای تعیین و تشخیص بارش‌های همدید یک روزه استان، دو شرط مورد توجه قرار گرفت. براساس شرط اول میانگین بارش استان باید ۱ میلیمتر و بیشتر از آن باشد. آستانه روز بارشی از سوی محققان بسیاری تعیین شده است. به عنوان مثال علیجانی(۱۳۷۲) و رسولی(۱۳۸۳) بارش بیش از ۱ میلیمتر را به عنوان آستانه روز بارش پیشنهاد کرده‌اند. هم چنین جهانبخش و ذوالفقاری(۱۳۸۱) ۰/۱ میلیمتر را برای تشخیص روز بارانی و غیر بارانی انتخاب نمودند. در این پژوهش آستانه روز بارشی ۱ میلیمتر و بیش از آن انتخاب شد و روزهایی که میانگین بارش کمتر از این مقدار بود به عنوان روز بدون بارش مشخص شدند.

شرط دوم در ارتباط با جنبه همدیدی بودن بارش‌ها بود. به نظر می‌رسد بارش‌هایی که در گستره وسیعی رخ می‌دهند اغلب علت همدید داشته باشند و بارش‌هایی که کوتاه مدت و در

[1]. MatLab

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

محدوده کوچکی ریزش می‌کنند تحت تاثیر عوامل محلی(غیر همدید) شکل می‌گیرند. در این پژوهش روزهایی که بیش از ۵۰ درصد استان کردستان بارش ۱ میلیمتر و بیش از آن را ثبت کرده بوند به عنوان بارش‌های فراگیر جهت مطالعه انتخاب شد. بنابراین پایگاه داده روزهای بارشی و فراگیر استان تهیه گردید. در مرحله بعد پایگاه داده جو بالا نیز برای بارش‌های یک روزه فراگیر استان کردستان فراهم شد و بر روی آنها تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد انجام شد. با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار تراز دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل لایه ۱۰۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکال الگوهای اصلی هر کدام از آنها در زمان بارش‌های همدید یک روزه بدست آمد.

در تحلیل‌های همدید، به‌ندرت از تحلیل خوشه‌ای به‌تنهایی استفاده شده و اغلب این روش در کنار روش‌های دیگری چون، تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌کار برده می‌شود. اگرچه مطالعاتی نیز وجود دارد که فقط از تحلیل خوشه‌ای استفاده کرده‌اند. تحلیل خوشه‌ای عمل طبقه‌بندی را با استفاده از روابط ریاضی انجام می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت تحلیل خوشه‌ای اصولی‌ترین روش برای برآورد شباهت بین افراد در یک مجموعه است(فرشاد فر، ۱۳۸۱). برای محاسبه درجه همانندی یا ناهمانندی مشاهدات از روش فاصله اقلیدوسی[1] استفاده شد. براساس فاصله اقلیدوسی بین نقاط مکانی یا زمانی(مشاهدات)، ماتریس فاصله‌ها به‌دست می‌آید. ماتریس فاصله، ماتریس متقارنی است که اعداد قطر آن صفر و دو نیمه راست و چپ آن قرینه همدیگرند. براساس فاصله‌های این ماتریس، خوشه‌ها یا گروه‌های مکانی و زمانی تعیین می‌شوند(علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۷۳). پس از اندازه‌گیری درجه همانندی، برای گروه‌بندی مشاهدات(داده‌های جو بالای در زمان بارش‌های یک روزه) براساس فاصله بین آنها(مقدار داده-های جو بالا در هر یاخته)، از روش پیوند وارد استفاده شد. در این روش بین تمام خوشه‌ها یا مشاهده‌ها، زوجی با هم ترکیب می‌شوند که مجموع مربعات انحراف‌های اعضای خوشه ادغامی آنها از میانگین مربوطه کمترین باشد. در روش پیوند وارد دو گروه در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آنها، نسبت به ادغام هریک از آنها با دیگر گروه‌ها کمینه باشد. در مطالعات اقلیمی، اغلب از روش ادغام وارد استفاده می‌شود؛ زیرا در این صورت میزان پراش درون‌گروهی کمینه و همگنی گروه‌های حاصله، بیشینه خواهد شد(فرشادفر، ۱۳۸۱).

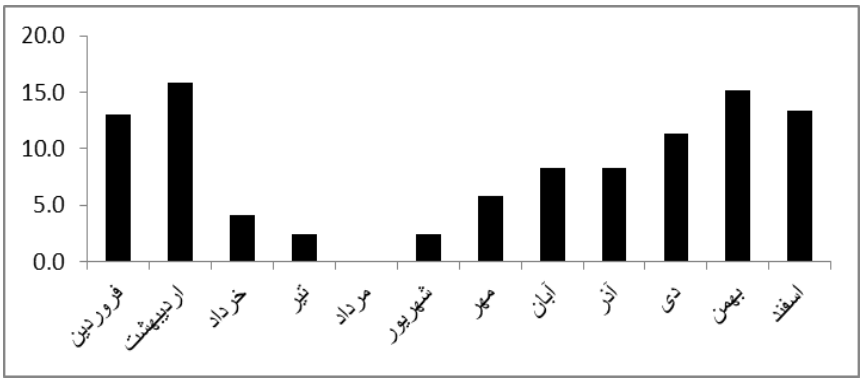
یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، الگوهای اصلی بوجود آورنده بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان

[1]. Euclidean

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شناسایی شد. از نظر زمانی این رویدادها تقریباً در تمام طول سال توزیع شده‌اند. با این حال در ماههای خاصی از سال فراوانی بیشتری را نشان داده‌اند. فراوانی بارش‌های همدید یک روز استان کردستان را در شکل ۳ می‌توان دید.



شکل(۳) فراوانی رخداد بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان در طول سال(برحسب درصد)

با انجام تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فشار تراز دریا در زمان بارش‌های یک روزه استان کردستان شش الگوی همدید برای این رویدادها مشخص شد. برای هر کدام از این الگوها یک روز به عنوان روز نماینده انتخاب گردید. انتخاب روز نماینده با توجه به میزان همبستگی آن روز با دیگر اعضای گروه بود. به عبارت دیگر هر روزی که بالاترین همبستگی را با سایر اعضای گروه خود داشت به عنوان روز نماینده انتخاب شده و نقشه آن روز به عنوان نماینده همان الگو ترسیم گردید. در این پژوهش سعی شد هر کدام از الگوهای فشار متناسب با سامانه‌های فشار موثر بر منطقه مورد مطالعه نامگذاری شوند.

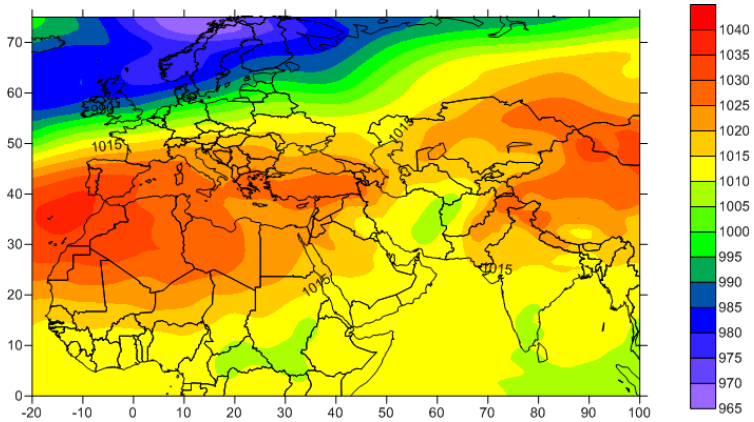
تحلیل الگوهای اصلی فشار تراز دریا

الگوی ۱ (پرفشار سیبری- پرفشار شمال غرب آفریقا/ زبانه کم فشار سودان)

در زمان رخداد این الگو، هسته پرفشار قوی بر روی شمال مغولستان شکل گرفته است. از این مرکز پرفشار محققان مختلف(علیجانی، ۱۳۶۹ و کاویانی و همکاران، ۱۳۸۶) با عنوان پرفشار سیبری یاد کرده‌اند. در این الگو، پرفشار سیبری به سمت ایران گسترش یافته است. هم چنین بر روی شمال غرب آفریقا و سواحل اقیانوسی آن پرفشار دیگری دیده می‌شود که زبانه-ای از آن بر روی مدیترانه تا شمال غرب ایران و دریای خزر گسترش یافته است. از سوی دیگر بر روی بخش‌هایی از شرق ایران و سودان سامانه کم فشاری حاکم است. اگرچه فشار مرکزی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

هر دو کانون یاده شده کمتر از ۱۰۱۰ هکتوپاسکال است اما به نظر می‌رسد کم‌فشاری که بر روی ایران دیده می‌شود، می‌تواند زبانه‌ای از کم فشار سودان باشد(لشکری، ۱۳۷۵). بنابراین گسترش کم فشار سودان از یک سو و دو پرفشاری که ایران را از سمت شرق(پرفشار سیبری) و سمت غرب(زبانه پرفشار شمال غرب آفریقا) تحت تاثیر قرار داده‌اند، شرایط دگرفشار شدیدی را در شمال غرب و غرب ایران ایجاد کرده‌اند. گرادیان شدید فشار در این منطقه(حدود ۲۰ هکتوپاسکال) می‌تواند ناپایداری‌های منطقه و بویژه استان کردستان را توجیه نماید(شکل ۴). این الگو عامل ایجاد ۹ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۸۰ درصد همبستگی نشان داده است(جدول ۲). بنابراین با توجه به همبستگی بالای روز نماینده، این الگو(شکل ۴) به مقدار قابل توجهی واقعیت گروه خود را نشان داده است.



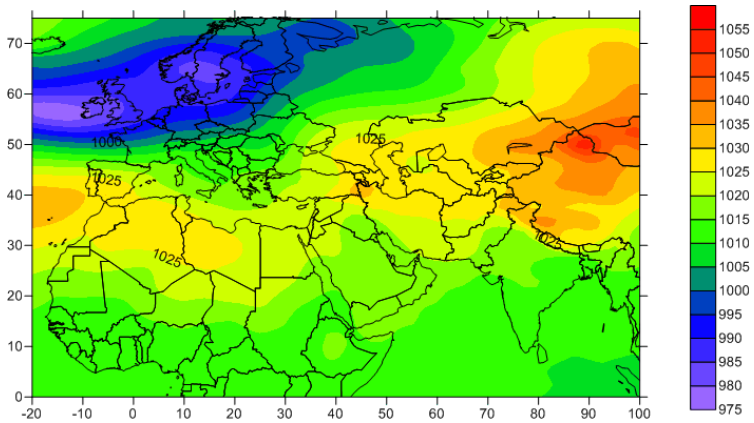
شکل(۴) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی اول(روز ۱۳۷۸/۱۱/۱۸)

الگوی ۲ (پرفشار سیبری- پرفشار شمال غرب ایران/ کم فشار خلیج فارس)

در الگوی دوم پرفشار سیبری و پرفشاری در شمال غرب ایران دیده می‌شوند. در این الگو پرفشار سیبری به سمت شمال ایران گسترش یافته است. در واقع نیمه شمالی ایران تحت حاکمیت این سامانه فشار قرار دارد. به نظر می‌رسد در شمال غرب ایران شرایط محلی، زبانه پرفشار سیبری را تقویت کرده باشد. زیرا در انتهای این زبانه پرفشار، هسته پرفشار نسبتاً قوی شکل گرفته است. در این زمان نیمه جنوبی ایران زیر حاکمیت جریان‌های کم فشاری قرار دارد. با این حال از خلیج فارس به سمت جنوب استان کردستان، شرایط کم فشارتری دیده می‌شود. برخی از محققان(مسعودیان، ۱۳۸۷) در مطالعات خود به از این کم فشار با نام کم فشار خلیج فارس یاد کرده‌اند. رویارویی زبانه پرفشار سیبری، پرفشار شمال غرب ایران و کم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

فشار خلیج فارس گرادیان فشار قابل توجهی(۱۵ هکتوپاسکال) را در غرب ایران و بویژه استان کردستان ایجاد کرده‌اند که این امر زمینه ایجاد ناپایداری‌های بارش‌های استان را توجیه می-نماید. از نکات قابل توجه در این الگو، مانع شدن زبانه پرفشار سیبری برای ورود زبانه کم فشار ایسلند است. به نظر می‌رسد کم فشار ایسلند حرکت شمال غرب به جنوب شرق دارد اما گسترش زبانه پرفشار سیبری مانع از ورود زبانه کم فشار ایسلند به ایران شده است(شکل ۵). این الگو عامل ایجاد ۱۵ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۷۱ درصد همبستگی نشان داده است(جدول ۱).



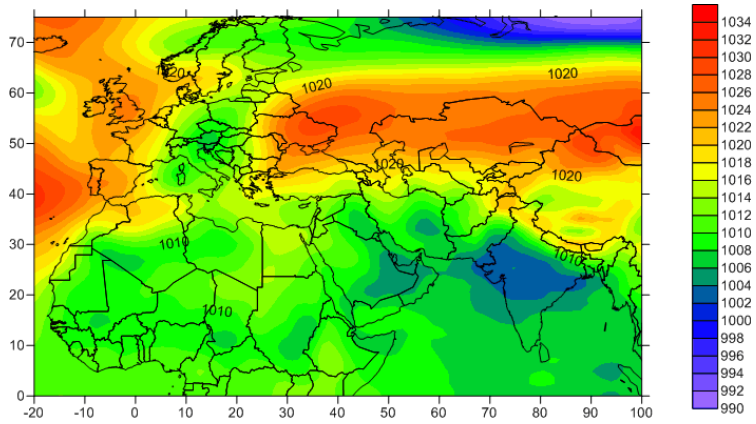
شکل(۵) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی دوم(روز ۱۳۷۲/۹/۱۷)

الگوی ۳ (پرفشار سیبری- غرب روسیه/ کم فشار خلیج فارس)

در زمان حاکمیت این الگو، پرفشاری سیبری به سمت شرق گسترش بیشتری پیدا کرده است. این پرفشار منطقه وسیعی از سیبری تا غرب روسیه و کشورهای مجاور آن را در بر گرفته است. بر روی غرب روسیه نیز هسته پرفشار دیگری دیده می‌شود که میزان فشار آن(حدود ۱۰۳۰ هکتوپاسکال) با پرفشار سیبری برابری می‌کند. در مطالعات دیگر(محمدی، ۱۳۸۸) از این پرفشار با نام پرفشار غرب روسیه یاد شده است. بنابراین شاید بتوان ماهیت مستقلی برای آن قایل شد و آن را با نام پرفشار غرب روسیه و از زبانه پرفشار سیبری متمایز نمود. این دو پرفشار نوار باریکی از شمال شرق به سمت شمال غرب ایران را فرا گرفته‌اند. در عرض‌های پایین‌تر دو زبانه کم فشار دیده می‌شوند. یکی از آنها از شبه قاره هند به سمت ایران مرکزی و دیگر از نیمه شرقی شبه جزیره عربستان و خلیج فارس تا جنوب غرب ایران گسترش یافته‌اند. رویارویی این دو زبانه کم فشار با پرفشارهایی که نوار شمالی کشور را در بر گرفته بودند، نوید

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

ناپایداری‌هایی را از غرب تا شرق ایران می‌دهد. بنابراین در این الگو بارش‌های استان کردستان که در دل این ناپایداری‌ها دیده می‌شود، قابل توجیه است(شکل ۶). بیشترین بارش‌های یک روزه استان کردستان (۳۹درصد) در زمان استقرار این الگو رخداده است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۳۶ درصد همبستگی نشان داده است. یکی از دلایل پایین بودن همبستگی روز نماینده این گروه این است که تعداد روزهایی که در این الگو قرار داشتند زیاد بوده و طبیعی است که هر چه تعداد اعضای یک گروه بیشتر باشد همبستگی درون‌گروهی آنها پایین می‌آید. علاوه بر این، این گروه از بارش‌ها را می‌توان با انجام تحلیل خوشه‌ای به چند الگوی دیگر تقسیم نمود اما به دلیل محدودیت در حجم مقاله و پیچیده شدن به دلیل زیاد شدن تعداد الگوها این کار انجام نشد(جدول ۱).



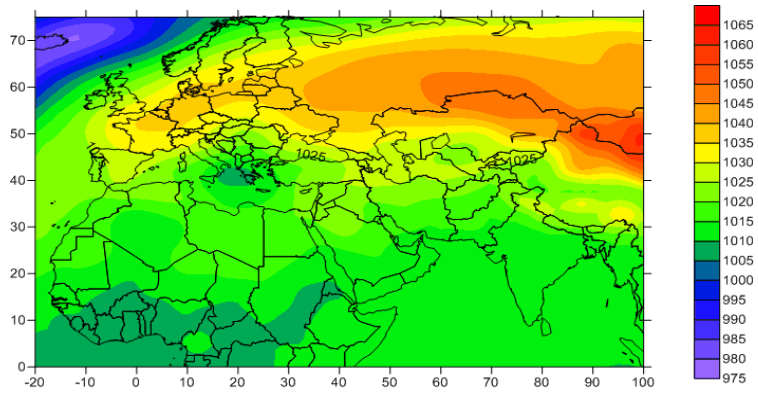
شکل(۶) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی سوم(روز ۱۳۸۱/۲/۱۴)

الگوی ۴ (پرفشار سیبری- کم فشار مدیترانه)

در الگوی چهارم فشار تراز دریا، پرفشار سیبری با فشار مرکزی بیش از ۱۰۶۵ هکتوپاسکال بر روی شمال مغولستان شکل گرفته است. این سامانه فشار به سمت غرب تا سواحل اقیانوس اطلس گسترش یافته است. از طرف دیگر این پرفشار تنها بخش‌های شمالی ایران را تحت تاثیر خود قرار داده است. بر روی میانه دریای مدیترانه کم فشاری حاکم است که البته در همان میانه دریای مدیترانه نیز محدود شده است و امکان حرکت شرق سوی(به سمت سوریه، عراق و ایران) را ندارد. دلیل این امر کشیده شدن زبانه پرفشار سیبری تا سواحل شرقی مدیترانه و بخش‌های شمالی عربستان است. از سوی دیگر بر روی نیمه جنوبی کشور شرایط کم فشار حاکم است و البته از خلیج فارس به سمت غرب ایران یک فرود مشاهده می‌شود. گسترش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

فرود خلیج فارس به سمت استان کردستان از یک طرف و نفوذ زبانه پرفشار سیبری تا شمال غرب ایران از سوی دیگر باعث شده است که استان کردستان و مناطق مجاور آن محلی برای رخداد ناپایداری‌های جوی باشد. بنابراین به نظر می‌رسد این بخش از بارش‌های یک روزه استان کردستان را می‌توان با نفوذ زبانه پرفشار سیبری به شمال غرب ایران و گسترش کم فشار خلیج فارس منطقه مورد به سمت غرب ایران در ارتباط دانست(شکل ۷). حدود ۱۳ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان در زمان حاکمیت این الگو بوده است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۶۲درصد همبستگی نشان داده است(جدول ۱).



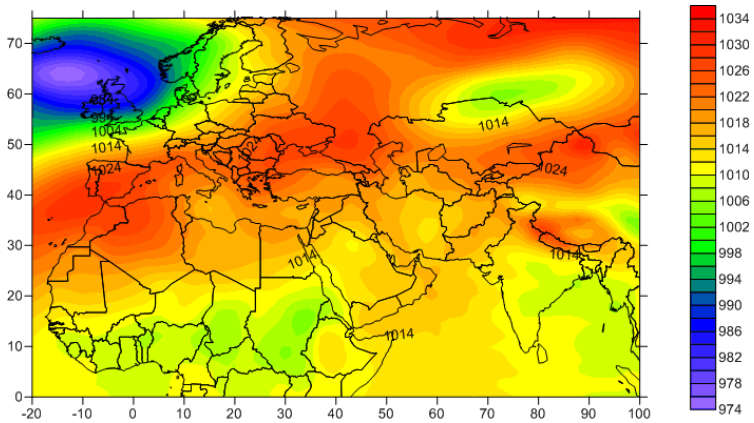
شکل(۷) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی چهارم(روز ۱۳۷۲/۸/۲۵)

الگوی ۵ (پرفشار غرب روسیه/ کم فشارهای ایران مرکزی و شمال عربستان)

در الگوی پنجم فشار تراز دریا، پرفشار سیبری به شدت تضعیف شده است(فشار مرکزی آن در حدود ۱۰۲۴ هکتوپاسکال است). در این الگو غرب روسیه و مناطق مجاور آن(شمال کوههای قفقاز، دریای سیاه) کانون شکل‌گیری یک پرفشار قوی است. در غرب این پرفشار، پرفشار شمال غرب آفریقا دیده می‌شود که البته بر روی منطقه مورد مطالعه اثری از آن دیده نمی‌شود. مرز جنوبی گسترش پرفشار غرب روسیه به سمت ایران، نوار باریکی از شمال غرب تا خلیج فارس را در بر می‌گیرد. در این زمان ایران مرکزی به عنوان کانون شکل‌گیری یک کم فشار آشکار است. هم چنین بر روی شمال عربستان نیز هسته دیگر کم فشاری دیده می‌شود. البته به نظر می‌رسد هسته کم فشار شمال عربستان، زبانه‌ای از کم فشار قوی سودان باشد که تا این منطقه نفوذ کرده است. بهرحال وجود دو هسته کم فشار یاد شده(ایران مرکزی و شمال عربستان) از یک سو، و نفوذ زبانه پرفشار غرب روسیه در نوار غربی ایران از سوی دیگر، گرادیان شدید فشار را در غرب ایران و بویژه استان کردستان ایجاد نموده است. این شرایط بدون شک

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

عاملی برای فراهم نمودن ناپایداری‌های لازم برای رخداد بارش‌های یک روزه استان کردستان بوده است(شکل ۸). این الگو عامل ایجاد ۱۳ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۵۹ درصد همبستگی نشان داده است(جدول ۱).

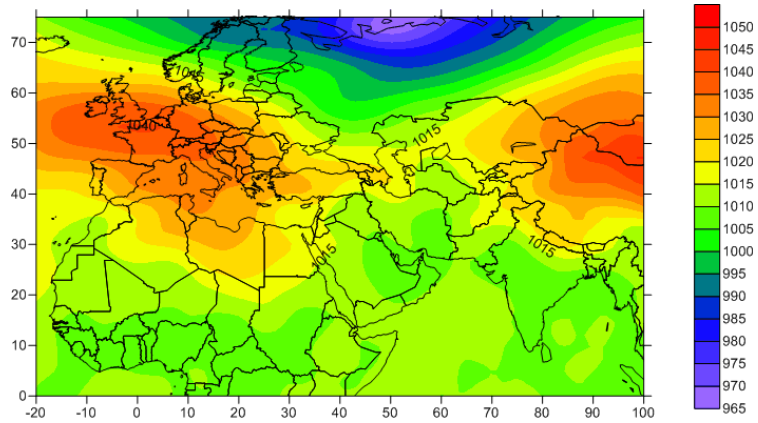


شکل(۸) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی پنجم(روز۱۳۶۹/۱۲/۲۸)

الگوی ۶ (پرفشار غرب اروپا / کم‌فشار خلیج فارس)

در زمان رخداد این الگو، در شرق ایران پرفشار سیبری حاکم است. در غرب ایران نیز پرفشار اروپا دیده می‌شود. در این الگو هر و سامانه فشار به سمت ایران در حال گسترش هستند. به طوری که هر کدام از آنها تا مرزهای شرقی و غربی ایران امتداد پیدا کرده‌اند. در شمال ایران نیز دریای خزر به عنوان حایل بین این دو سامانه پرفشار قرار گرفته است. به طور مشترک زبانه‌ای از این دو پرفشار از شمال و شمال غرب ایران به طرف منطقه مورد مطالعه گسترش یافته‌اند. در طرف دیگر سامانه های کم فشاری بر روی شبه قاره هند و سودان و دریای عمان و خلیج فارس و نواحی مجاور آنها دیده می‌شوند. به نظر می‌رسد کم فشاری که بر روی جنوب ایران و دریاهای آن قرار دارد حاصل نفوذ زبانه‌هایی از کم فشارهای شبه قاره هند و سودان باشد. بنابراین کم فشار جنوب ایران میان زبانه‌های دو پرفشار سیبری و اروپا که به سمت ایران نفوذ کرده‌اند قرار گرفته است. بنابراین وجود مراکز فشار متفاوت در کنار یکدیگر در تقویت ناپایداری‌های این گروه از روزهای بارشی استان کردستان موثر بوده است(شکل ۹). در زمان ۱۱ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان این الگو حاکم بوده است. روز نماینده این گروه با دیگر اعضای گروه حدود ۶۷ درصد همبستگی نشان داده است(جدول ۱).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل(۹) فشار تراز دریا در روز نماینده الگوی ششم(روز ۱۳۹۰/۱/۳)

جدول(۱) ویژگی‌های الگوهای اصلی فشار تراز دریا در زمان بارش‌های همدید یک روزه

الگوهای اصلی فشار تراز دریا	روز نماینده هر الگو	همبستگی روز نماینده با روزهای دیگر گروه(درصد)	بارش‌های یک روزه متأثر از هر الگو(درصد)
الگوی ۱	۱۳۷۸/۱۱/۱۸	۸۰	۹
الگوی ۲	۱۳۷۲/۹/۱۷	۷۱	۱۵
الگوی ۳	۱۳۸۱/۲/۱۴	۳۶	۴۰
الگوی ۴	۱۳۷۲/۸/۲۵	۶۲	۱۳
الگوی ۵	۱۳۶۹/۱۲/۲۸	۵۹	۱۳
الگوی ۶	۱۳۹۰/۱/۳	۶۷	۱۱

تحلیل الگوهای اصلی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال

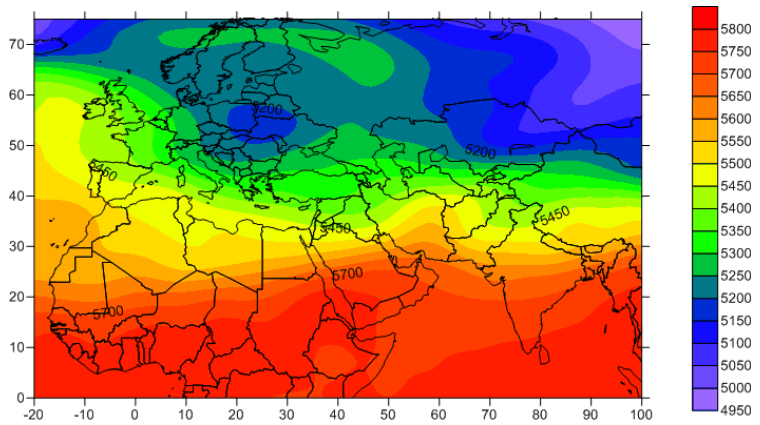
با انجام تحلیل خوشه ای بر روی داده‌های ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال در بارش-های همدید یک روزه استان کردستان، این رویدادها در دو گروه اصلی مشخص شدند. برای هر کدام از گروه‌ها روز نماینده با توجه به میزان همبستگی روزهای هر گروه مشخص شد. و در نهایت برای هر روز نماینده الگوی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال ترسیم شد.

الگوی ۱(محور فرود عراق – شمال خلیج فارس)

در الگوی اول ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال یک پر ارتفاع بر روی سودان دیده می-شود. در مقابل کم ارتفاع‌هایی هم بر روی سیبری و اروپا شکل گرفته‌اند. در این میان کم ارتفاع اروپا باعث شکل گیری فرودی بر روی دریای مدیترانه شده است که البته این فرود در امتداد

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

عراق به سمت شمال عربستان عمیق‌تر شده است. در این حالت نیمه شرقی فرود به طور کامل بر روی ایران حاکم شده است. با توجه به گسترش زبانه پرارتفاع سودان به سمت شمال شرق(ایران)، بخش‌های زیادی از ایران، محل برخورد دو توده هوای گرم و سرد هستند. خطوط هم ارتفاع، گسترش هوای گرم و تا حدودی مرطوب را از دریای سرخ و خلیج فارس به سمت غرب و جنوب غرب ایران نشان می‌دهند. در سمت دیگر خطوط هم ارتفاع جریان هوای سرد و نسبتاً مرطوب را از روی دریای مدیترانه به سمت شمال غرب و غرب ایران(بویژه استان کردستان) نشان می‌دهند. برخورد این جریانات سرد و گرم بر روی نوار غربی ایران شرایط دگرفشار را ایجاد نموده است و بدین صورت ناپایداری‌های موثر بر روی این گروه از بارش‌های یک روزه استان کردستان توجیه می‌شوند(شکل ۱۰). در بیش از ۳۵ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان این الگو حاکم بوده است. علاوه بر این، روز نماینده این الگو نیز با سایر روزهای همگروه خود بیش از ۹۴ درصد همبستگی نشان داده است(جدول۲). این الگو، الگوی غالب بارش‌های همدید یک روزه دوره سرد سال(از آبان تا فرودین) است، زیرا هیچ کدام از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان در دوره گرم سال(به استثنای فروردین و تا حدودی اردیبهشت) در زمان حاکمیت این الگو رخ نداده است(شکل ۱۲).



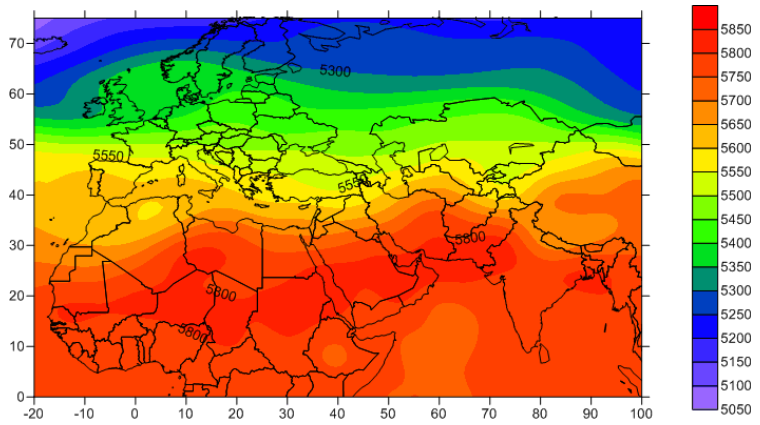
شکل (۱۰) الگوی اول ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال در روز نماینده(۱۳۸۳/۱۰/۱۴)

الگوی ۲(محور فرود دریای سیاه- شمال خلیج فارس)

در الگوی دوم رویارویی دو سامانه پرارتفاع و کم ارتفاع از شمال غرب آفریقا در امتداد شرق تا افغانستان وجود دارد. بنابراین دگرفشاری شدیدی در مناطق واقع در این محدوده جغرافیایی(الجزایر، لیبی، مصر، نیمه شمالی دریای سرخ و مناطق مجاور آن، عراق و ایران)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شکل گرفته است. شباهت بسیار زیادی میان الگوی اول و الگوی دوم ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال وجود دارد. یکی از این موارد شکل گیری فرود نسبتاً عمیقی است که محور آن از دریای سیاه شروع و تا نیمه شمالی خلیج فارس امتداد دارد. در این حالت بیشتر بخش‌های ایران در محدوده جبهه گرم قرار گرفته‌اند، اما نوار غربی ایران(از جمله استان کردستان) در جلو جبهه سرد- جایی که ریزش بارش‌ها نسبتاً شدید و کوتاه مدت است- واقع شده است. در واقع با ورود نیمه غربی فرود به منطقه مورد مطالعه این بارش‌ها به پایان خواهد رسید(شکل ۱۱). این الگو عامل ایجاد بیش از ۶۴ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان است. روز نماینده این الگو با سایر روزهای همگروه خود بیش از ۹۵ درصد همبستگی نشان داده است(جدول۲). این الگو، الگوی غالب بارش‌های همدید یک روزه دوره گرم سال(از فروردین تا آبان) است. به نظر می‌رسد می‌توان این الگو را عامل ایجاد بارش‌های اردیبهشت و مهرماه دانست(شکل ۱۲).

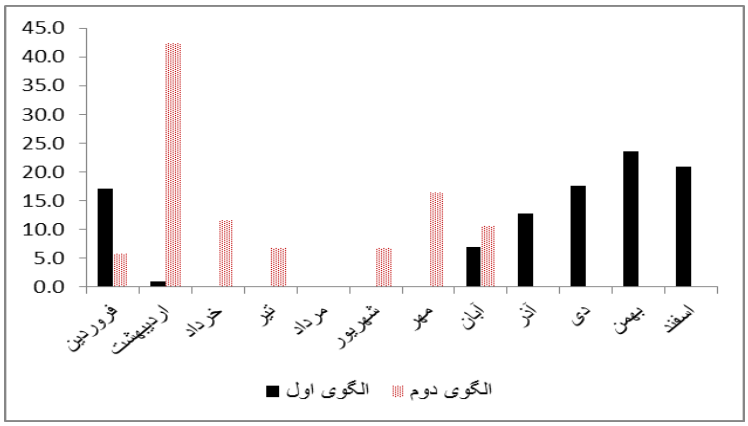


شکل(۱۱) الگوی دوم ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال در روز نماینده(۱۳۸۷/۷/۱۰)

جدول(۲) ویژگی‌های الگوهای اصلی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال در زمان بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان

الگوهای اصلی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال	روز نماینده هر الگو	همبستگی روز نماینده با روزهای دیگر گروه(درصد)	بارش‌های یک روزه متأثر از هر الگو(درصد)
الگوی ۱	۱۳۸۳/۱۰/۱۴	۹۵	۶۴/۳
الگوی ۲	۱۳۸۷/۷/۱۰	۹۳	۳۵/۷

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل (۱۲) فراوانی رخداد بارش‌های یک روزه استان کردستان در زمان حاکمیت الگوهای اصلی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال

نتیجه‌گیری

بارش‌های یک روزه در هر مکانی می‌تواند ناشی از عوامل محلی و یا سامانه‌های همدید باشد. بارش‌های ناشی از عوامل محلی اغلب کوتاه مدت و تا حدودی نیز به صورت رگباری و شدید بوده و هم چنین در منطقه محدودی(حتی کمتر از ۱۵ کیلومتر مربع) ریزش می‌کنند. در این حالت این رویدادها اغلب به دلیل سازوکار همرفت محلی ایجاد می‌شوند. اما به نظر می‌رسد اگر بارش‌های یک روزه در پهنه وسیعی رخ دهند، عامل و یا عوامل ایجاد آنها را باید در سامانه‌های همدید مقیاس جستجو کرد. این پژوهش با هدف مطالعه و شناخت الگوهای جوی بوجود آورنده بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان انجام شد. برای این منظور ابتدا روز بارشی براساس آستانه میانگین بارش بیش از ۱ میلیمتر استان تعیین گردید. هم چنین از فراگیر بودن بارش در استان به عنوان شاخصی برای تعیین بارش‌هایی با منشأ همدید نیز استفاده شد. در بخشی از نتایج تحقیق مشخص شد که این رویدادها(بارش‌های همدید یک روزه) از نظر زمانی تقریباً در تمام طول سال ریزش می‌کنند. با این حال در ماههای خاصی از سال رخداد آنها از فراوانی بیشتری برخوردار است. بیشینه رخداد این رویدادها عمدتاً در اردیبهشت و بهمن و کمینه آن از خرداد تا مهرماه(به طوری که در مرداد بارش‌های همدید یک روزه دیده نمی-شوند) است. در ادامه این پژوهش، در جهت شناخت الگوهای همدید موثر بر رخداد بارش‌های یک روزه استان کردستان، فشار تراز دریا و ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال در محدوده جغرافیایی صفر تا ۱۲۰ درجه شرقی و صفر تا ۷۵ درجه شمالی تحلیل شد. با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای شش الگوی اصلی فشار تراز دریا و دو الگوی اصلی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

هکتوپاسکال در محدوده مورد مطالعه مشخص گردید.

برای هر کدام از این الگوها یک روز به عنوان روز نماینده انتخاب شد. انتخاب روز نماینده براساس میزان همبستگی بالای آن روز با دیگر اعضای گروه بود. در واقع هر روزی که بالاترین همبستگی را با سایر اعضای گروه خود داشت به عنوان روز نماینده آن گروه انتخاب شده و نقشه آن روز به عنوان نماینده همان الگو ترسیم گردید. هر الگو متناسب با سامانه‌های موثر در رخداد بارش‌های یک روزه نامگذاری شد و نقش آنها در رخداد این رویدادها به صورت زیر مشخص گردید.

الگوی اول(پرفشار سیبری- پرفشار شمال غرب آفریقا/ زبانه کم فشار سودان)در ایجاد ۹ درصد، الگوی دوم(پرفشار سیبری- پرفشار شمال غرب ایران/ کم فشار خلیج فارس) ۱۵ درصد، الگوی سوم(پرفشار سیبری- غرب روسیه/ کم فشار خلیج فارس) ۳۹ درصد، الگوی چهارم(پرفشار سیبری- کم فشار مدیترانه) ۱۳ درصد، الگوی پنجم(پرفشار غرب روسیه/ کم فشارهای ایران مرکزی و شمال عربستان) ۱۳ درصد و الگوی ششم (پرفشار غرب اروپا / کم- فشار خلیج فارس) ۱۱ درصد از بارش‌های همدید یک روزه استان کردستان موثر بوده‌اند. هم چنین از میان دو الگوی ضخامت لایه ۵۰۰-۱۰۰۰ هکتوپاسکال که برای روزهای مورد مطالعه مشخص شد می توان گفت که الگوی اول(محور فرود عراق- شمال خلیج فارس) عامل ایجاد بارش‌های دوره سرد سال استان کردستان است. این بارش‌ها از آبان ماه شروع و تا اواخر فروردین ادامه دارند. الگوی دوم(محور فرود دریای سیاه- شمال خلیج فارس) نیز در زمان رخداد بارش‌های دوره گرم سال حاکم است و اوج این بارش‌ها در اردیبهشت و مهرماه اتفاق می‌افتد. تفاوت آشکار دو الگوی ضخامت در عمق فرودی است که در نهایت نوار غربی ایران را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. این پژوهش بخشی از تحقیق جامعی بود که در ارتباط با تحلیل آماری- همدیدی تداوم‌های مختلف بارش بر روی استان کردستان انجام شده بود. متاسفانه به دلیل محدودیت در حجم مقاله، امکان تدوین تمام آن در این تحقیق فراهم نبود. در تحقیقات دیگری که توسط نویسندگان در ارتباط با این موضوع انجام شده، نقش و سهم تداوم‌های مختلف بارش در تامین منابع آب استان کردستان و عوامل همدید موثر بر رخداد هر کدام از آنها به طور کامل بررسی شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

منابع و ماخذ

۱. آقا رضی، حشمت اله؛ تلوری، عبدالرسول؛ داوودی راد علی اکبر(۱۳۸۶). **ترسیم منحنی-های عمق، مساحت و تداوم بارش در استان مرکزی**، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۴، صص۱۰۰-۹۴.

۲. جهانبخش اصل، سعید؛ ذوالفقاری، حسن.(۱۳۸۱). **بررسی الگوهای سینوپتیک بارش های روزانه در غرب ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره مقاله: ۵۳۶، صص ۲۵۸-۲۳۴.

۳. رسولی، علی اکبر.(۱۳۸۳). **مدل سازی بارش رعدو برقی محدوده شهر تبریز از دیدگاه ریسک وقوع سیلاب**، کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی ۷-۵ مهر ۱۳۸۳، دانشگاه تبریز.

۴. عربی، زهرا (۱۳۸۵). **تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران**، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۶، صص ۱۵-۱.

۵. عزیزی، قاسم؛ حنفی، علی(۱۳۸۹). **برآورد حدکثر بارش محتمل(PMP) حوضه آجی-چای به روش سینوپتیکی**، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال اول، شماره دوم، صص ۷۱-۵۵.

۶. علیجانی، بهلول(۱۳۷۲). **مکانیزم‌های صعود بارندگی‌های ایران**، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دوره جدید سال اول، شماره اول، تابستان ۱۳۷۲، صص۱۰۰-۵۸.

۷. علیجانی، بهلول (۱۳۶۹). **چگونگی تشکیل فرابار سیبری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۷، صص.۲۵۱-۲۴۱.

۸. علیجانی، بهلول (۱۳۷۹). **آب و هوای ایران**، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور، صص۲۲۱.

۹. فرشادفر، عزت اله (۱۳۸۱)، **اصول و روشهای آماری**، انتشارات طاق بستان، چاپ اول. جلد ۲، صص ۷۳۴.

۱۰.قادری، حیدر؛ علیجانی، بهلول(۱۳۸۹). **تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید لارستان**، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال سوم، شماره ۸، صص ۳۶-۱۷.

۱۱.کاویانی، محمدرضا؛ مسعودیان، سید ابوالفضل و شبانکاری، مهران(۱۳۸۶). **شناسایی رفتار زمانی مکانی پُرفشار سیبری در تراز دریا**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۷، صص. ۴۸-۲۷.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱۲.کاویانی، محمدرضا؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ نجف پور، بهرام(۱۳۸۶). **بررسی رابطه الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال با بارشهای حوضه‌مند**، مجله علوم‌انسانی دانشگاه اصفهان، ج ۲۴، شماره ۳، صص۱۲-۱.

۱۳.لشکری، حسن(۱۳۷۵). **الگوهای سینوپتیکی بارش‌های شدید جنوب غرب ایران**، رسالهٔ دکترای اقلیم‌شناسی، تهران، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۴.محمدی، بختیار(۱۳۸۸). **تحلیل همدید بارش‌های ابرسنگین ایران**، رسالهٔ دکترای اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، استادان راهنما: مسعودیان، سید ابوالفضل و کاویانی، محمدرضا، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات.

۱۵.محمدی، بختیار(۱۳۹۱). **تحلیل روند بارش استان کردستان**. مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۸-۲۶ اردیبهشت، صص ۲۱۵-۲۱۲.

۱۶.محمدی، بختیار؛ مسعودیان، ابوالفضل(۱۳۸۹). **تحلیل همدید بارش‌های سنگین ایران**، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۷۰-۴۷.

۱۷.مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۸۷). **شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران**، سومین کنفرانس مدیریت منابع ایران، ۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۷۸، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران.

۱۸.نظری‌پور، حمید؛ خسروی، محمود؛ مسعودیان، سید ابوالفضل(۱۳۹۰). **الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک**، شماره ۳، صص۵۸-۳۷.

Alijani. B, O'Brien. J, Yarnal. B. (2007). ***Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran***, Theor. Appl. Climatol. DOI 10.1007/s00704-007-0344-y.

Floyd. A. (1990). ***Time Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois***. Department Of Energy and Natural Resources, pp: 1-18.

Geerts B, Dawel Y. (2004). ***Classification and Characterization of Tropical Precipitation Based On High-Resolution Airborne Vertical Incidence Radar.*** University of Wyoming, September 6, pp: 1554-1566.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Kato. Teruyuki, Aranami. Kohei . (2005). ***Formation Factors of 2004 Niigata-Fukushima and Fukui Heavy Rainfalls and Problems in the Predictions using a Cloud-Resolving Model***, SOLA, Vol. 1, 001-004.

Lana. A, Campins. J, Genoves. A, and Jans. A. (2007). ***Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands***, Advances in Geosciences, 12, 27-32.

Plaut. Guy, Schuepbach. Evi, Doctor. Marut (2001) ***Heavy precipitation events over a few Alpine sub-regions and the links with large-scale circulation, 1971–1995***, CLIMATE RESEARCH, Vol. 17: 285–302.

William H. Hand, Neil I. Fox, Christopher G. Collier (2004) ***A study of twentieth-century extreme rainfall events in the United Kingdom with implications for forecasting***, Meteorol. Appl, 11, 15-31.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]