نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال سیزدهم، شماره ۲۹، تابستان ۹۲

تولید شاخص‌چرخندگی روزانه و اثر آن روی دما و بارش منطقه خراسان در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸

دریافت مقاله: ۹۱/۲/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۱/۸/۲۸

صفحات: ۲۳۶-۲۱۷

حدیث گل‌محمدیان: کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز[1]
Email: golmohammadianhadis@yahoo.com

محمدرضا پیشوایی: استادیار بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
Email: mrpishvaei@gmail.com

چکیده

شاخص چرخندگی بیان‌کننده میزان اثر سامانه چرخندی یا واچرخندی در یک منطقه است. اهداف این پژوهش، تولید شاخص‌های چرخندگی روزانه در استان خراسان متمرکز شده در مشهد با استفاده از نقشه‌های میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال، به تعداد ۲۳۰۱۱ در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸، برآورد فراوانی سامانه‌های فشاری حسب تعداد روز حاکمیت در سال بر منطقه و پاسخ اقلیمی دما و بارش مشهد به شاخص چرخندگی می باشد. پنج نوع مختلف گردش جوی شامل منطقه واقع در حاشیه ناوه، خط ناوه، زین ارتفاعی یا الگوی ناشناخته، حاشیه پشته و خط پشته بر مبنای انحنای تراز ارتفاعی ژئوپتانسیل طبقه‌بندی گردید و درنتیجه سری زمانی شاخص چرخندگی روزانه ساخته شد؛ میانگین‌های فراوانی انواع گردش جوی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به ترتیب برابر ۶۷، ۱۵، ۱۱۱، ۱۰۵ و ۶۶ روز در سال بودند. سامانه‌های کم‌فشار (حاشیه و خط ناوه) در ۲۳٪ و سامانه‌های پرفشار (حاشیه و خط پشته) در ۴۷٪ روزهای سال حاکم بر منطقه بودند. تخمین پوشش مکانی شاخص چرخندگی تا شعاع حدود ۳۰۰ کیلومتر از نقطه‌ی مرکزی و سطحی بالغ بر ۲۸۰ هزار کیلومتر مربع می‌باشد. در نیمه گرم سال به طور مطلق سامانه پرفشار (الگوی پشته) حاکم است که نشان‌دهنده حاکمیت کمربند پرفشار جنب‌گرمسیری بر منطقه است. در نیمه سرد سال فراوانی الگوهای پشته، زین ارتفاعی و ناوه به ترتیب برابر ۴۷٪، ۲۳٪ و ۲۰٪ بودند. میزان همبستگی شاخص چرخندگی و تغییرات دما و بارش در مشهد در مقیاس ماهانه (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) به ترتیب برابر ۰/۸۱- و ۰/۵۰ می‌باشد.

کلید واژگان: الگوی ناوه/پشته، سامانه کم‌فشار/پرفشار، شاخص چرخندگی روزانه، خراسان، گردش جوی

---

[1]. **نویسنده مسئول:** کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، بلوار شهید چمران، کارخانه قند، خیابان شهید حسین باقری، کوچه جنب دبستان مولوی. کدپستی: ۶۷۶۱۱۱۱۳۴۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

اقلیم‌شناسی همدیدی عبارت است از مطالعه همزمان عناصر وضع هوای یک مکان و کشف رابطه آنها با الگوهای پراکندگی فشار یا گردش هوا (علیجانی، ۱۳۸۵: ۲۵۷). شاخص چرخندگی بیان کننده میزان اثر سامانه چرخندی یا واچرخندی در یک منطقه است. سه نوع مختلف شاخص گردش جوی شامل غربی مداری، جنوبی نصف‌النهاری و چرخندگی تولید شد که بیانگر انواع گردش جوی روی اروپای مرکزی بودند (Niedzwiedz, 1993,2000:108,379). از دیدگاه دیگر، شاخص‌های وزشی (مانند غربی مداری و جنوبی نصف‌النهاری) جزء شاخص-های فرارفتی هستند در حالیکه، شاخص چرخندگی یک شاخص غیر فرارفتی است. در انگلستان، هفت نوع اصلی طبقه‌بندی برای وضع هوا انجام گردید: آنتی‌سیکلونی، سیکلونی، جریان‌های غربی، جریان‌های شمال غربی، جریان‌های شمالی، جریان‌های شرقی و جریان‌های جنوبی. همچنین ۱۹ نوع وضع هوا از ترکیب هفت نوع اصلی ارائه شد (Lamb, 1972:85). تغییرپذیری درازمدت سری‌های بارش در اروپای مرکزی توسط الگوهای گردشی مورد بررسی قرار گرفت. الگوهای بارش توسط سه شاخص منطقه‌ای گردش جوی شامل شاخص‌های وزش غربی، وزش جنوبی و چرخندگی با هم مقایسه شدند که شاخص چرخندگی روی ۴۰٪ بارش زمستانه و ۲۴٪ بارش سالانه اثر می‌گذارد (Niedzwiedz et al, 2009:256-268). در مطالعه ای به بررسی خصوصیات بارش اسلواکی با استفاده از کل بارش ماهانه در دوره ۲۰۰۰- ۱۹۰۱ در ۱۰ ایستگاه با استفاده از شاخص‌های گردش جوی شامل شاخص نوسانات اطلس شمالی (NAO)، جریان غربی مداری، جریان جنوبی نصف النهاری و شاخص چرخندگی پرداخته شد. نتیجه آن نشان داد که مهمترین شاخص گردش جوی مؤثر بر بارش در اسلواکی، شاخص غیر فرارفتی چرخندگی است (پیشوایی، ۲۰۰۲: ۵۶۹-۵۶۱). از مدل گردش منطقه‌ای برای ایجاد شاخص‌های چرخندگی ماهانه در جنوب ایران برای هشت نقطه در دو سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال استفاده شد. نتایج بیانگر وجود یک ناوه در شرق مدیترانه در طول همه ماه‌های سال است و در تحلیل پاسخ های اقلیمی برای ایستگاه انتخابی شیراز، شاخص‌های چرخندگی با دما بهتر از بارش برازش می شوند (پیشوایی و همکاران، ۱۳۸۵: ۹۴-۷۹). ایجاد شاخص‌های چرخندگی ماهانه بر اساس گردش جوی در مناطق جنوبی ایران شامل چهار منطقه حول مدار ۳۰ درجه شمالی و چهار منطقه در سواحل خلیج فارس و دریای عمان صورت گرفت و نتایج ارزیابی این شاخص‌ها نشان داد که شاخص‌های سواحل خلیج فارس و دریای عمان به دلیل آنکه مدت بیشتری از سال تحت تأثیر کمربند پر ارتفاع جنب گرمسیری هستند، هویت کمتری را برای شاخص چرخندگی ظاهر می‌سازند (طباطبائیان، ۱۳۸۸: ۲۲۱). با شبیه‌سازی بارش برای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

چهار فصل سال و بررسی دوره‌های خشک و تر مشاهده شد انواع وضع هوا حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد دارای تغییرپذیری فصلی با کل بارش هستند. خصوصیات بارش برای هر نوع وضع هوا متفاوت است و انواع چرخندی دارای احتمال بیشتری برای وقوع بارش هستند (Conway and Jones, 1996:348-361). یکی از انواع طبقه‌بندی گردش جوی روش گراسوتر[1] به معنای وضع هوا در مقیاس بزرگ است که توسط (Hess and Brezowsky, 1977:113) در آلمان توسعه پیدا کرد. این طبقه‌بندی از الگوهای فشاری در مقیاس بزرگ استفاده می‌کند و شامل ۲۹ نوع وضع هوای مختلف و یک نوع نامشخص می‌باشد. بررسی تغییرات گردش جوی در اروپای مرکزی در فصل تابستان برای دوره ۱۹۹۸-۱۸۸۱ بر اساس طبقه‌بندی هس و بزوفسکی انجام گرفت. سه شاخص گردش جوی (غربی مداری، جنوبی نصف‌النهاری و چرخندگی) جهت این کار در نظر گرفته شد و نتایج نشان داد در فصل تابستان شاخص غربی مداری کاهش و شاخص جنوبی نصف‌النهاری افزایش پیدا کرده بود (Kaszewski and Filipiuk, 2003:123-130). مطالعه تأثیرات گردش منطقه‌ای شاخص چرخندگی روی نواحی شرقی دریای مدیترانه، نشان-دهنده وجود یک ناوه دائمی در تمامی ماه‌های سال می‌باشد. این ناوه در طول ماه نوامبر ضعیف شده و در ژوئیه قویترین حالت خود را دارا می‌باشد (Pishvaei and Lapin, 2008). بارش‌های آذربایجان جهت تعیین تیپ‌های هوای مؤثر در این منطقه مورد تحلیل آماری و سینوپتیکی قرار گرفت. به این منظور از آمار بارش روزانه ایستگاه تبریز در دوره ۱۹۹۵-۱۹۶۱ میلادی و همچنین آمار فشار ساعت ۱۲ گرینویچ در سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال استفاده شد. در نهایت ۱۱ تیپ هوای مؤثر در بارش‌های آذربایجان مورد شناسایی قرار گرفت که از بین آنها تنها ۳ تیپ ماهیت پرفشاری داشته است (علیجانی و زاهدی، ۱۳۸۱: ۲۱۷-۲۰۲). تغییرات بارش در کراکوف (لهستان) را در ارتباط با الگوهای گردش جوی طی دوره ۱۹۹۷- ۱۸۵۰ میلادی مطالعه شد. مقادیر ضریب همبستگی بین جمع بارش و شاخص‌های چرخندگی نشان داد که در سری داده‌ها تنها در ژانویه و ژولای، بارش روند معنی‌داری داشت. نتایج بیانگر این موضوع بود که تغییرات بارش در کراکوف با نوسان‌های شاخص چرخندگی دارای همبستگی معنی‌داری می‌باشد (Twardosz, 1999:111-133). یک طبقه بندی عینی گردش جوی در پرتغال توسط (Trigo and Dacamara, 2000:1559-1581) صورت گرفت که در آن انواع گردش جوی روزانه با استفاده از تاوایی بررسی و سپس فراوانی انواع گردش جوی بر بارش در دوره ۱۹۸۶-۱۹۵۷ مطالعه شد. نتایج نشان داد که انواع چرخندی، جنوب غربی و غربی در مجموع ۳۲٪ از

[1]- Grosswetter

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

روزهای زمستان را به خود اختصاص می‌دهند که در این شرایط ۶۵ ٪ بارش زمستانه به وقوع می‌پیوندد. ارزیابی انواع وضع هوای سینوپتیکی که باعث بارش‌های سنگین در استونی در دوره ۲۰۰۵-۱۹۶۱ می‌شود با استفاده از آنالیز دستی و طبقه بندی موقعیت چرخندها، جبهه‌ها و ناوه‌ها نشان داد بیشتر اوقات هنگام عبور چرخندها بارش‌های سنگین رخ می‌دهد و رابطه‌ای قوی بین فراوانی چرخندها و شدت بارش در منطقه وجود دارد (Matlik and Post, 2008:195-208). بررسی شاخص‌های ۱۶ ایستگاه آفریقای جنوبی در دو سطح ۸۵۰ و۵۰۰ میلی بار بیانگر وجود یک همبستگی قوی بین گردش جوی و تغییرپذیری بارش می‌باشد (Tyson, 1985:115-130). مطالعه رابطه بین شاخص‌های گردش جوی و تغییرپذیری اقلیم در استونی نشان می-دهد که یک روش ساده برای محاسبه شاخص‌های چرخندگی استفاده از داده‌های متوسط فشار سطح دریا (QFF) است. نتایج نشان داد که بین شاخص‌ها و دمای هوا رابطه معنی‌داری وجود دارد که در ماه‌ها و فصول مختلف تغییر می‌کند (Tomingas, 2002:463-469). شاخص چرخندگی در استان فارس (شیراز) در دوره ۲۰۰۰-۱۹۷۱ میلادی ایجاد شد و نتایج نشان داد که سامانه‌های کم‌فشار در ۱۵٪ و سامانه‌های پرفشار در ۷۲٪ روزهای سال حاکم بر منطقه هستند. آزمون من-کندال کاهش فراوانی سامانه‌های کم‌فشار و افزایش فراوانی سامانه‌های پرفشار را به طور معنی‌داری نشان داد (گل‌محمدیان و پیشوایی، ۱۳۹۱: ۱۵۸-۱۵۴).

با توجه به در دسترس بودن آمار بلند مدت اقلیمی و نقشه‌های همدیدی روزانه فشار از طریق پایگاه‌های جمع آوری اطلاعات اقلیمی، لازم است تا در خصوص طبقه بندی گردش جوی در ایران در مقیاس روزانه مطالعه کافی صورت پذیرد؛ انواع الگوهای فشاری حاکم بر هر منطقه مشخص شوند؛ و فراوانی زمانی و مکانی آنها استخراج گردد. اهداف این پژوهش عبارتند از: ۱) تولید شاخص چرخندگی روزانه در استان خراسان (مشهد) در تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ میلادی ۲) برآورد فراوانی سامانه‌های فشاری حسب تعداد روز حاکمیت در سال بر منطقه ۳) مطالعه اثر شاخص چرخندگی بر دما و بارش در استان خراسان.

داده‌ها

در این پژوهش ایستگاه همدیدی مشهد با مختصات جغرافیایی (۳۶/۱۶ºN, ۵۹/۳۸ºE, ۹۹۹/۲m) انتخاب شده است. جدول (۱) منبع استخراج داده‌ها و پایگاه اینترنتی آن را نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول (۱) منبع داده‌ها، سطح استاندارد انتخابی و دوره آماری

پایگاه اینترنتی	**http://www.esrl.noaa.gov/psd/**
منبع	NCEP/NCAR Reanalysis I
نوع نقشه	Daily mean 500mb
	Daily mean 700mb
دوره آماری	1948-2010
تعداد نقشه	23011

روش کار

نرم افزار گرادز

نرم افزار سامانه نمایش و تحلیل شبکه (GrADS[1]) نرم افزاری هواشناسی است که کاربرد آن بیشتر در رسم نقشه‌های هواشناسی است. در شکل (۱) مشخصات کلی این برنامه آمده است. در این پژوهش از داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل در مقیاس روزانه که در آن ترازهای ارتفاعی حسب متر هستند، استفاده شده است. تفکیک مکانی این داده‌ها ۲/۵ × ۲/۵ درجه (معادل ۲۴۰ ×۲۴۰ کیلومتر) و تفکیک زمانی آنها روزانه و سری زمانی داده‌های به کار برده شده از ژانویه ۱۹۴۸ تا دسامبر ۲۰۱۰ می‌باشد. در پیوست ۱ نمونه ای برنامه نویسی توسط نرم‌افزار گرادز به منظور رسم نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روز اول ژانویه ۱۹۸۰ آمده است.

به این ترتیب نقشه‌های تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال از داده‌های ژئوپتانسیل در ۱۷ تراز فشاری توسط نرم‌افزار گرادز (GrADS) نسخه 2.0.a7.oga.3 فراهم گردید. برای نمونه به شکل (۲) مراجعه کنید.

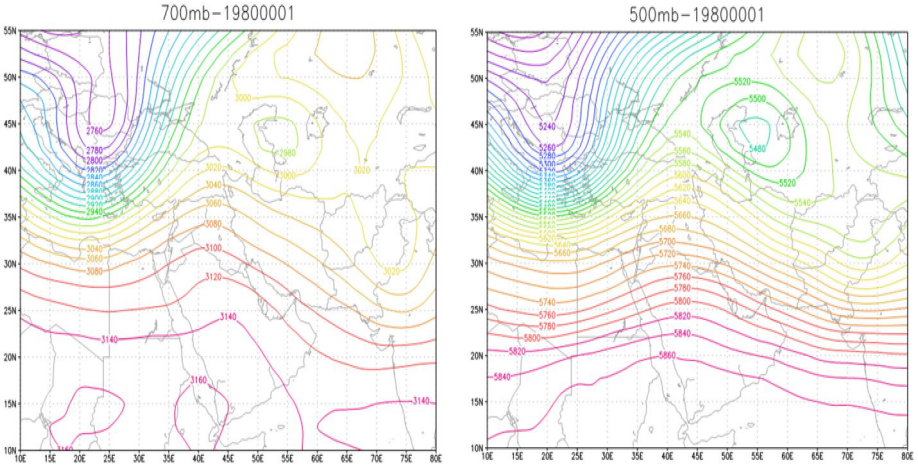
[1] - Grid Analysis and Display System

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Grid Analysis and Display System (GrADS) Version 2.0.a7.oga.3
(grads-2.0.a7.oga.3-win32_superpack.exe)
Copyright (c) 1988-2008 by Brian Doty and the Institute for Global Environment and Society (IGES)

Software:	GrADS-2.0.a7.oga.3 superpack
Source of Data:	hgt.mon.mean.nc
Capacity:	522,858 kb (about 0.5 Giga byte)
Explanation:	Monthly Geopotential height (m)
Space resolution:	2.5×2.5 degree girded for Global scale
Time resolution:	Monthly scale
Start time:	Jan 1948
End time:	May 2010
Downloaded data from:	NCEP/NCAR site : http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/db_search/DBSearch.pl?Variable=Geopotential+Height&group=0&submit=Search.
Date:	Valid on 10 June 2010.

شکل (۱) مشخصات کلی نرم‌افزار گرادز



شکل (۲) نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (الف) و سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال(ب) تاریخ اول ژانویه ۱۹۸۰ میلادی تهیه شده توسط نرم‌افزار گرادز

تولید شاخص چرخندگی روزانه

روش‌های زیادی برای طبقه‌بندی انواع گردش جوی از نظر وضع هوا وجود دارد که یکی از آنها شاخص سازی است. امتیاز چنین روش‌هایی آن است که دارای بنیاد فیزیکی هستند و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

برای منطقه‌ای که به آن اختصاص داده شده‌اند، سازگار است. روش این تحقیق برای طبقه-بندی گردش جوی عینی است اما برای اختصاص امتیاز بر اساس روش دستی (مشاهده) است. نحوه ارزیابی به این صورت است که اگر در منطقه الگوی ناوه وجود داشته باشد و خط ناوه از منطقه عبور کند (خط ناوه: TL) به آن عدد ۲+ و در صورتی که ناوه جلوتر یا عقب‌تر از منطقه باشد ولی به هر حال منطقه تحت تأثیر ناوه باشد (حاشیه ناوه: TE) به آن عدد ۱+ اختصاص داده می‌شود. اگر در منطقه الگوی پشته وجود داشته باشد و خط پشته از منطقه عبور کند (خط پشته: RL) به آن عدد ۲- و در صورتی که پشته جلوتر یا عقب‌تر از منطقه باشد ولی به هر حال منطقه تحت تأثیر پشته باشد (حاشیه پشته: RE) به آن عدد ۱- تعلق می‌گیرد. برای موقعیت‌های بین ناوه و پشته، الگوی زین ارتفاعی است بطوریکه انحنای کنتوری ناچیز باشد (زین ارتفاعی: COL) که عدد صفر آورده می‌شود. الگوی ناشناخته نیز در کنار الگوی زین قرار می‌گیرند. لذا پنج نوع مختلف گردش جوی مطابق جدول (۲) تشخیص داده می‌شوند. دامنه تغییرات این شاخص بین ۲- تا ۲+ است. عدد مثبت بیانگر وجود الگوی ناوه و عدد منفی بیانگر الگوی پشته در منطقه است.

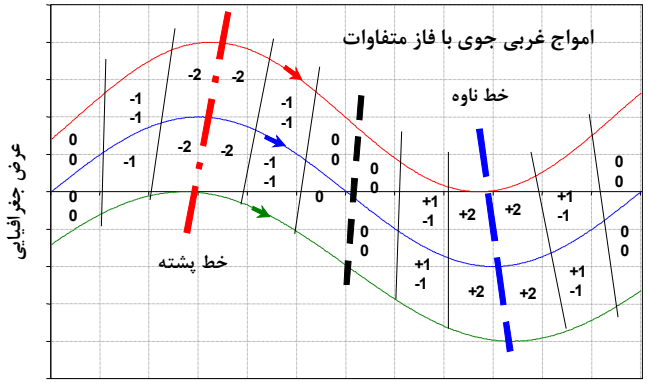
جدول (۲) انواع الگوی گردش جوی در نقشه جو بالا برای محاسبه شاخص چرخندگی روزانه

امتیاز DCI	فاصله اعداد تشخیص داده شده	نوع الگو	نشانه
۲-	۲- تا ۱/۵-	خط پشته	RL
۱-	۱/۴- تا ۰/۵-	حاشیه پشته	RE
صفر	۰/۴- تا ۰/۴+	ارتفاع ضعیف	COL
۱+	۰/۵+ تا ۱/۴+	حاشیه ناوه	TE
۲+	۱/۵+ تا ۲+	خط ناوه	TL

شکل ۳ طرحواره امواج غربی جوی در منطقه معتدله به همراه اعداد اختصاص یافته برای شاخص DCI را نشان می‌دهد که دارای فازهای مختلف هستند در این حالت خطوط ناوه و پشته بر نصف‌النهارها انطباق ندارند و به صورت اریب (متمایل به یک طرف) در آمده‌اند. در بررسی نقشه‌های سینوپتیکی این حالت بیشتر مشاهده می‌شود که در آن فاصله خط ناوه و پشته در عرض‌های جغرافیایی بالا و پایین با هم متفاوت است. هرچه عرض جغرافیایی به سمت قطب جابجا شود، محیط مداری کمتر شده و در نتیجه آن طول موج نیز کوچکتر خواهد شد. این در حالی است که هر چه به سمت استوا برویم محیط مداری بیشتر شده و طول موج بزرگتر می‌شود. پوشش مکانی DCI بر اساس طول موج (برای مثال حدود ۴۰۰۰ کیلومتر)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

دست‌کم تا شعاع ۳۰۰ کیلومتر از نقطه مرکزی (مساحت ۲۸۰۰۰۰ کیلومتر مربع) معتبر است (پیشوایی و همکاران، ۱۳۸۵؛ طباطبائیان، ۱۳۸۸).



شکل (۳) طرحواره امواج غربی جوی در منطقه معتدله

بحث و نتایج

نتایج تولید شاخص چرخندگی روزانه: سری زمانی ایجاد شده DCI در تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ میلادی هر کدام با ۲۳۰۱۱ نمونه روزانه ساخته شد. میانگین DCI در مقیاس کل سالانه، نیمه سرد سال (اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه، مارس) و نیمه گرم سال (آوریل، می، ژوئن، ژولای، آگوست، سپتامبر) در دوره ۲۰۱۰- ۱۹۴۸ میلادی بترتیب برای سطح ۵۰۰ (و ۷۰۰) میلی‌بار برابر ۰/۳۸- ، ۰/۰۳ و ۰/۷۸- (۰/۶۱- ، ۰/۱۳- و ۱/۰۸-) می‌باشد (جدول ۳).

مقادیر این جدول حاکمیت سامانه‌های پرفشار بر منطقه در هر دو نیمه سرد و گرم سال را نشان می‌دهند. در نیمه گرم سال سامانه پرفشار حاکمیت مطلق دارد و بندرت نشانی از سامانه کم‌فشار دیده می‌شود. در نیمه سرد سال نیز سامانه‌های پرفشار بیشتر از سامانه‌های کم‌فشار (خط ناوه و حاشیه ناوه) حاکمیت دارند که منجر به کمی بارش می‌گردد. اثر پرفشار جنب حاره در تابستان و وجود کم‌فشارهای دینامیکی در زمستان نیز هویدا است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول (۳) میانگین DCI در مقیاس سالانه، نیمه گرم سال[1](WHY) و نیمه سرد سال[2] (CHY) برای مشهد در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ میلادی (سمت راست: ۷۰۰ میلی‌بار، سمت چپ: ۵۰۰ میلی‌بار)

میانگین نیمه گرم سال	میانگین نیمه سرد سال	میانگین سالانه	سال		میانگین نیمه گرم سال	میانگین نیمه سرد سال	میانگین سالانه	سال
-۰,۸۷	-۰,۱۶	-۰,۵۱	۱۹۴۸		-۰,۷۹	۰,۰۱	-۰,۳۹	۱۹۴۸
-۰,۸۵	-۰,۱۸	-۰,۵۱	۱۹۴۹		-۰,۸۲	-۰,۰۲	-۰,۴۲	۱۹۴۹
-۱,۰۴	-۰,۰۵	-۰,۵۵	۱۹۵۰		-۱,۰۴	۰,۱۰	-۰,۴۷	۱۹۵۰
.....	.....	.....	.....		.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....		.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....		.....	.....	.....	.....
-۱,۳۹	-۰,۲۹	-۰,۸۴	۲۰۰۸		-۰,۹۲	۰,۲۴	-۰,۳۴	۲۰۰۸
-۱,۳۳	-۰,۰۷	-۰,۷۰	۲۰۰۹		-۰,۶۹	۰,۲۲	-۰,۲۳	۲۰۰۹
-۱,۲۰	-۰,۵۰	-۰,۸۵	۲۰۱۰		-۰,۵۹	-۰,۱۷	-۰,۳۸	۲۰۱۰
-۱,۰۸	**-۰,۱۳**	**-۰,۶۱**	میانگین		**-۰,۷۸**	**۰,۰۳**	**-۰,۳۸**	میانگین

چنانچه داده‌های DCI بصورت روزانه در دوره اقلیمی ۲۰۱۰-۱۹۴۸ میلادی میانگین‌گیری شوند (برای مثال میانگین ۶۳ نمونه اول ژانویه در سطح ۵۰۰ میلی‌بار برابر ۰/۱۶)، آنگاه جدول‌های(۴) و (۵) نتایج را برای ۳۶۵ روز سال نشان می‌دهد. برای یکسان‌سازی تاریخ، روز ۲۹ فوریه در سال‌های کبیسه حذف شده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال میانگین اقلیمی داده‌های DCI در ماه ژولای مقدار ۱/۲۶- (کمترین) و در ماه فوریه ۰/۱۲ (بیشترین) را دارا می‌باشد. همچنین در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز کمترین و بیشترین مقدار میانگین شاخص چرخندگی روزانه در دوره ۶۳ ساله به ترتیب در ماه ژولای و دسامبر برابر ۱/۲۵- و ۰/۱۶ است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی سامانه‌های پرفشار در نیمه گرم سال بیشتر از سامانه-های کم‌فشار بوده و مقادیر منفی میانگین شاخص چرخندگی در ماه‌های گرم سال این مطلب را تأیید می‌کنند.

[1]- Warm Half Year
[2]- Cold Half Year

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول (۴) میانگین اقلیمی داده‌های DCI برای کل روزهای سال روی خراسان (مشهد) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (مقدار ۰/۱۶ در اول ژانویه میانگین ۶۳ نمونه اول ژانویه در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ است)

روز	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۱	۰,۱۶	۰,۲۱	-۰,۰۶	۰,۱۰	-۰,۳۲	-۰,۵۷	-۱,۱۹	-۱,۱۱	-۱,۰۸	-۰,۵۲	-۰,۲۴	۰,۱۷
۲	۰,۲۴	۰,۰۶	۰,۰۸	۰,۱۴	-۰,۰۸	-۰,۶۳	-۱,۳۳	-۱,۱۹	-۰,۹۸	-۰,۴۶	-۰,۱۳	۰,۲۴
۳	۰,۱۷	۰,۲۱	۰,۲۱	۰,۰۲	-۰,۱۶	-۰,۷۶	-۱,۲۵	-۱,۲۴	-۱,۰۵	-۰,۴۹	-۰,۴۶	۰,۲۲
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
۲۹	۰,۱۷	---	۰,۱۱	-۰,۳۳	-۰,۷۸	-۱,۲۹	-۱,۳۰	-۰,۹۵	-۰,۵۴	-۰,۱۷	۰,۰۸	۰,۳۸
۳۰	۰,۲۹	---	۰,۰۳	-۰,۳۳	-۰,۶۲	-۱,۴۰	-۱,۳۵	-۰,۹۲	-۰,۴۸	-۰,۲۷	۰,۰۳	۰,۲۵
۳۱	۰,۲۵	---	۰,۰۶	---	-۰,۴۴	---	-۱,۲۷	-۰,۹۴	---	-۰,۳۰	---	۰,۱۹
میانگین	**۰,۱۸**	**۰,۱۲**	**۰,۰۴**	**-۰,۱۴**	**-۰,۴۹**	**-۰,۹۰**	**-۱,۲۶**	**-۱,۱۶**	**-۰,۷۵**	**-۰,۲۸**	**-۰,۰۳**	**۰,۱۳**

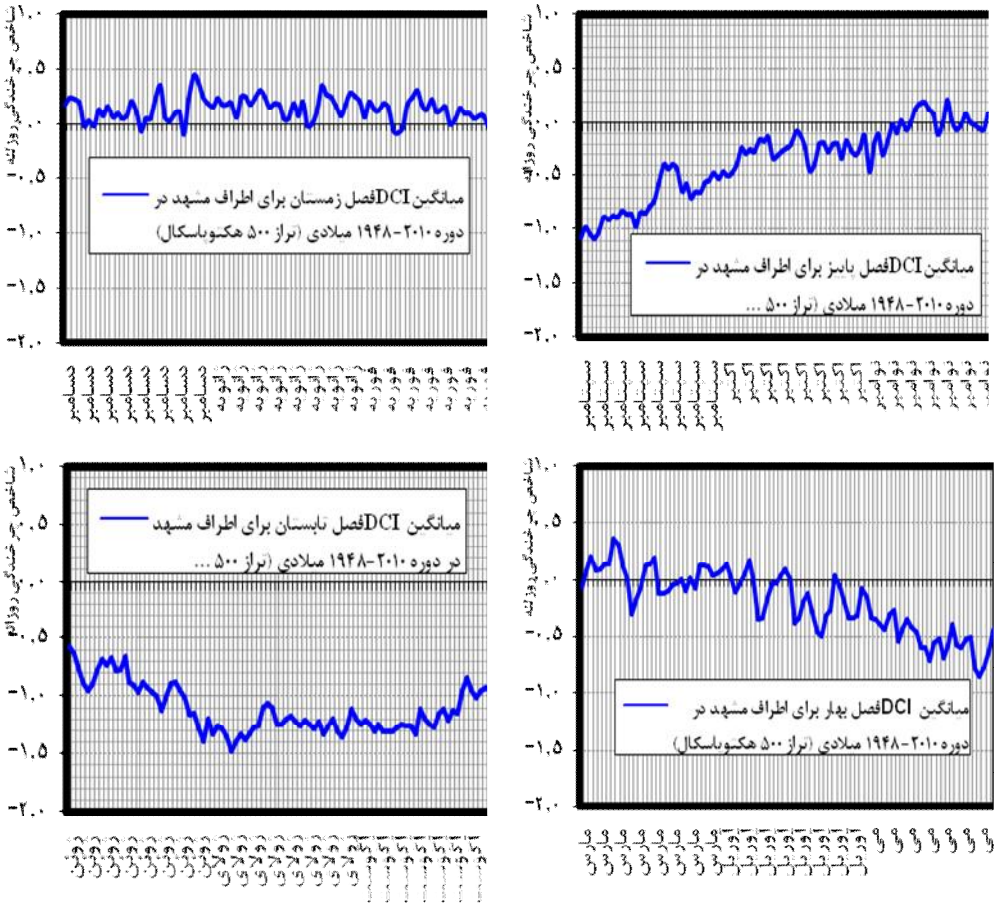
جدول (۵) میانگین اقلیمی داده‌های DCI برای کل روزهای سال روی خراسان (مشهد) در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (مقدار ۰/۴ در اول ژانویه میانگین ۶۳ نمونه اول ژانویه در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ است)

روز	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۱	۰,۴۰	۰,۲۵	-۰,۰۸	-۰,۰۲	-۰,۴۱	-۱,۲۷	-۱,۱۱	-۱,۱۳	-۱,۴۶	-۱,۳۸	-۰,۷۶	۰,۰۸
۲	۰,۳۸	۰,۱۹	۰,۰۳	۰,۰۰	-۰,۳۲	-۱,۵۲	-۱,۲۲	-۱,۲۱	-۱,۶۲	-۱,۴۱	-۰,۹۰	۰,۱۷
۳	۰,۱۴	۰,۲۷	۰,۰۶	-۰,۱۴	-۰,۲۷	-۱,۴۸	-۱,۳۲	-۱,۴۰	-۱,۵۷	-۱,۲۹	-۱,۰۶	۰,۰۶
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
۲۹	۰,۳۵	---	-۰,۰۸	-۰,۵۷	-۱,۱۶	-۱,۴۰	-۱,۱۶	-۱,۳۷	-۱,۳۷	-۱,۱۱	۰,۰۰	۰,۳۰
۳۰	۰,۴۳	---	-۰,۱۰	-۰,۵۷	-۱,۰۵	-۱,۲۹	-۱,۲۵	-۱,۳۳	-۱,۴۰	-۰,۹۰	۰,۱۷	۰,۱۹
۳۱	۰,۲۹	---	-۰,۰۵	---	-۱,۱۶	---	-۱,۲۵	-۱,۳۸	---	-۰,۸۴	---	۰,۱۴
میانگین	**۰,۲۹**	**۰,۲۰**	**۰,۰۳**	**-۰,۳۳**	**-۰,۸۹**	**-۱,۲۳**	**-۱,۲۵**	**-۱,۳۱**	**-۱,۴۶**	**-۱,۱۲**	**-۰,۳۵**	**۰,۱۶**

در شکل (۴) تغییرات اقلیمی روزانه DCI در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در چهار فصل بهار (میانگین ۰/۱۹-)، تابستان (میانگین ۱/۱۱-)، پائیز (میانگین ۰/۰۶-) و زمستان (میانگین ۰/۱۴) دیده می‌شود. هر چه به سمت ماه‌های آخر بهار پیش می‌رویم و به فصل تابستان نزدیک می‌شویم، سامانه‌های پرفشار تقویت می‌شوند و از شدت اثر سامانه‌های کم‌فشار کاسته می‌شود. این موضوع بیانگر تغییر فصل هواشناسی در منطقه و آشکار شدن تأثیر پرفشار جنب حاره می‌باشد. در طول فصل تابستان سامانه‌های پرفشار بیشترین فراوانی را دارند و منطقه تحت حاکمیت مطلق پرفشار جنب حاره است. در تابستان بیشتر سامانه‌های کم فشار ماهیت حرارتی دارند. در فصل پاییز در ماه نوامبر نسبت به اکتبر و سپتامبر تمایل به کم‌فشار بیشتر شده و فراوانی سامانه‌های کم فشار نیز بیشتر از پرفشار می‌باشد و فصل پاییز به عنوان تغییر فصل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

اقلیم‌شناسی سینوپتیکی به شمار می‌آید. در فصل زمستان فراوانی سامانه‌های کم فشار بیشتر از پرفشار است و مقادیر DCI نیز مثبت‌تر می‌باشند.

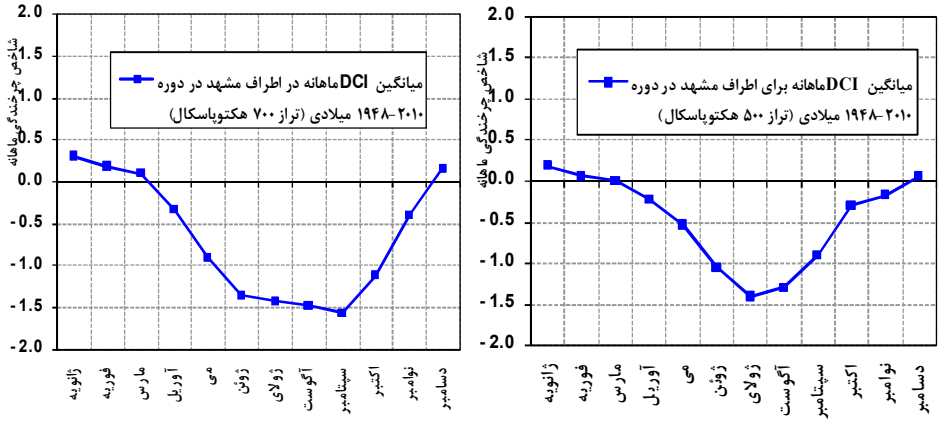


شکل(۴) تغییرات DCI در چهار فصل سال میانگین گیری شده در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸

از شکل (۴) استنباط می‌شود که در یک سال هر چه کم فشارهای دینامیکی زودتر به منطقه وارد شوند، فصل پاییز زودتر شروع می‌شود و دوره اثر پرفشار جنب حاره نیز کوتاه‌تر می‌شود. در تابستان سامانه‌های حرارتی بیشتر دیده می‌شوند اما در زمستان بیشتر سامانه‌ها از نوع دینامیکی و همراه با پدیده جوی هستند. در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال نیز برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان میانگین DCI به ترتیب برابر ۰/۳۹- ، ۱/۲۷- ، ۰/۴۵- و ۰/۲۱ به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

دست آمد. شکل ۴ تغییرات اقلیمی ماهانه DCI را نشان می‌دهد. مقادیر در جدول (۴) و (۵) قبلا ذکر شده است.



شکل (۵) تغییرات ماهانه DCI میانگین‌گیری شده برای اطراف مشهد در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸

برای نمونه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در اول بهار مقدار DCI از کمی کمتر از صفر (وجود سامانه های دینامیکی پی‌درپی کم‌فشار و پرفشار) روند کاهشی داشته تا در آخر بهار به حدود ۱/۰۵- (حاکمیت پرفشار جنب‌گرمسیری) می‌رسد و بخوبی تغییر فصل هواشناسی را نشان می‌دهد. در تابستان منحنی DCI تحت تأثیر پرفشار جنب‌گرمسیری مقادیر پایستار زیر ۱/۰۵- را دارا است (میانگین اقلیمی ۱/۱۱-) و دارای روند ویژه‌ای نیست. با شروع پائیز مقدار DCI از حدود ۱/۱۱- روند افزایشی داشته تا اینکه در آخر پائیز به کمی کمتر از صفر (وجود سامانه-های دینامیکی پی‌درپی کم‌فشار و پرفشار) می‌رسد و تغییر فصل هواشناسی آشکار است. در زمستان مقادیر مثبت DCI (میانگین اقلیمی ۰/۱۴) نشان می‌دهد که سامانه‌های پرفشار کمی بر سامانه‌های کم‌فشار غلبه دارند و نیز منحنی آن دارای روند ویژه‌ای نیست اگر چه تغییرات آن که نشان دهنده تغییر وضع هوا در اثر عبور سامانه‌های دینامیکی پی‌درپی کم‌فشار و پرفشار (بدلیل عبور امواج کژفشار غربی شامل پشته و ناوه در منطقه معتدله) است، بیشتر از فصل تابستان می‌باشد.

نتایج فراوانی انواع گردش جوی: فراوانی الگوهای فشاری انواع گردش جوی تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال روی استان خراسان (مشهد) در جدول (۶) و (۷) نشان داده شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول (۶) فراوانی پنج نوع گردش جوی در مقیاس سالانه حسب روز بر سال برای استان خراسان در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال

سال	خط ناوه	حاشیه ناوه	حالت نامشخص	حاشیه پشته	خط پشته	الگوی ناوه	الگوی پشته
۱۹۴۸	۷	۶۱	۱۲۱	۸۷	۸۸	۶۸	۱۷۵
۱۹۴۹	۱۰	۴۸	۱۲۵	۱۰۸	۷۴	۵۸	۱۸۲
۱۹۵۰	۱۳	۷۰	۸۶	۹۵	۱۰۱	۸۳	۱۹۶
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
۲۰۰۸	۵	۴۴	۹۹	۶۹	۱۴۶	۴۹	۲۱۵
۲۰۰۹	۱۰	۴۶	۱۱۶	۶۳	۱۳۰	۵۶	۱۹۳
۲۰۱۰	۳	۳۶	۱۱۵	۶۷	۱۴۴	۳۹	۲۱۱
میانگین	**۸**	**۵۵**	**۱۱۰**	**۹۰**	**۱۰۲**	**۶۳**	**۱۹۲**

جدول (۷) فراوانی پنج نوع گردش جوی در مقیاس سالانه حسب روز بر سال برای استان خراسان در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

سال	خط ناوه	حاشیه ناوه	حالت نامشخص	حاشیه پشته	خط پشته	الگوی ناوه	الگوی پشته
۱۹۴۸	۱۴	۶۵	۱۰۵	۱۲۵	۵۶	۷۹	۱۸۱
۱۹۴۹	۱۵	۵۲	۱۱۸	۱۲۴	۵۶	۶۷	۱۸۰
۱۹۵۰	۱۴	۵۶	۱۱۷	۹۷	۸۰	۷۰	۱۷۷
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
۲۰۰۸	۲۸	۶۲	۱۰۷	۹۴	۷۴	۹۰	۱۶۸
۲۰۰۹	۲۴	۷۱	۱۲۷	۷۹	۶۴	۹۵	۱۴۳
۲۰۱۰	۱۲	۶۴	۱۲۸	۹۵	۶۶	۷۶	۱۶۱
میانگین	**۱۵**	**۶۷**	**۱۱۱**	**۱۰۵**	**۶۶**	**۸۳**	**۱۷۱**

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال استان خراسان با درنظرگیری میانگین دوره‌ای در ۶۶ (۱۰۵) روز از سال تحت تأثیر خط پشته (حاشیه پشته) است در حالیکه تنها در ۱۵ (۶۷) روز از سال تحت تأثیر خط ناوه (حاشیه ناوه) است. در ۱۱۱ روز از سال نیز حاکمیت زین ارتفاعی تقریباً بدون انحنای تراز ارتفاعی (و یا بندرت حالت نا مشخص) می‌باشد. فراوانی سامانه‌های پرفشار برابر ۱۷۱ (۴۷٪) روز از سال در مقابل فراوانی سامانه‌های کم‌فشار برابر ۸۳ (۲۳٪) روز از سال است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

از اینجا روشن می‌شود که وضعیت اقلیم‌شناسی همدیدی حاکم گرایش به الگوی پشته یا سامانه پرفشار دارد و بنظر می‌رسد که از دلایل اقلیم خشک و نیمه‌خشک منطقه حکایت دارد.

پاسخ‌های اقلیمی دما و بارش به تغییرات شاخص چرخندگی در دراز مدت: شاخص چرخندگی اثر قابل ملاحظه ای بر بارش و دما دارد. یعنی اگر در تراز فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال الگوی ناوه (چرخند در سطح زمین) داشته باشیم، در این صورت احتمالاً شاهد افزایش بارش و کاهش دما در منطقه مورد مطالعه خواهیم بود.

در نیمه گرم سال که میانگین شاخص چرخندگی منفی‌تر است و در منطقه تحت تأثیر سامانه پرفشار است، در منطقه حداقل بارش رخ می‌دهد. این در حالی است که در نیمه سرد سال که مقادیر شاخص چرخندگی مثبت‌تر است، مقدار بارش ماهانه افزایش پیدا می‌کند که بیانگر فراوانی سامانه‌های دینامیکی چرخندی می‌باشد. در نیمه گرم سال میانگین شاخص چرخندگی ماهانه نسبت به نیمه سرد سال منفی‌تر است که بیانگر فراوانی سامانه‌های پرفشار در این دوره می‌باشد و در این حالت میانگین دمای هوا بیشترین مقدار را دارد. می‌توان نتیجه گرفت که میانگین ماهانه شاخص چرخندگی (در ۶۳ سال) در نیمه سرد سال دارای بیشترین مقدار است که نشان دهنده فراوانی سامانه های چرخندی می باشد. در بیشتر موارد با افزایش ضریب چرخندگی (مقادیر مثبت و سامانه چرخندی) در یک منطقه، کاهش دما و افزایش بارش روی می‌دهد.

به منظور بررسی ارتباط بین میانگین دمای ماهانه و شاخص چرخندگی ماهانه (تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) از محاسبه ضریب همبستگی پیرسون بین این دو فاکتور استفاده شد. در این محاسبات تعداد نمونه‌ها ۶۳ بود که شامل دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۴۸می‌باشد. P- مقدار نیز برای هر کدام از ماه‌های سال محاسبه شد. جدول (۸) نتایج این همبستگی را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر این جدول ضریب همبستگی بین میانگین دمای ماهانه و شاخص چرخندگی در نیمه سرد سال یعنی ماه‌های دسامبر تا می بسیار بالا بود و در این موارد P- مقدار نیز به صفر میل می‌کرد که نشان‌دهنده وجود ارتباط قوی بین MMT[1] و MCI[2] می‌باشد.

[1]- Mean Monthly Temperature
[2]- Monthly Cyclonicity Index

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

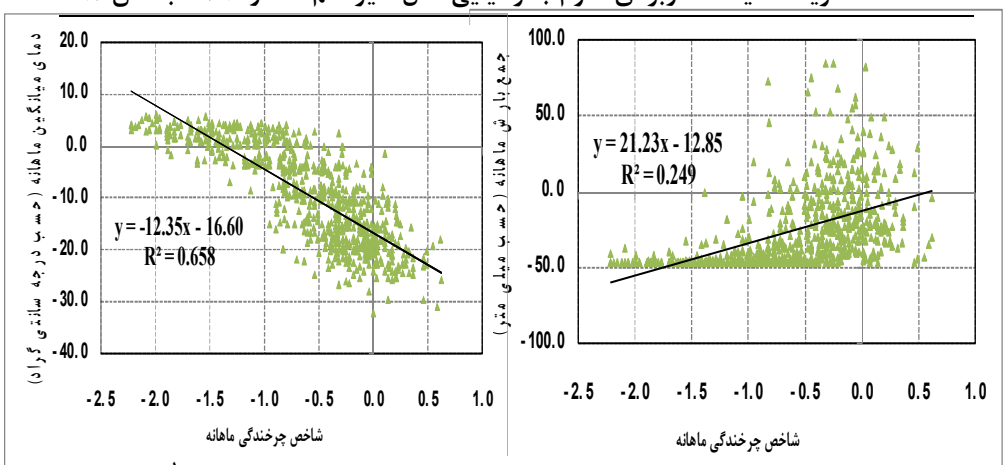
جدول (۸) همبستگی بین دمای میانگین ماهانه (MMT) و شاخص چرخندگی ماهانه (MCI) برای مشهد در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸

ماه	همبستگی پیرسون	P - مقدار	تعداد نمونه
ژانویه	-۰,۵۳	۰,۰۰۰	۶۳
فوریه	-۰,۲۳	۰,۰۸۵	۶۳
مارس	-۰,۴۱	۰,۰۰۲	۶۳
آوریل	-۰,۵۰	۰,۰۰۰	۶۳
می	-۰,۵۷	۰,۰۰۰	۶۳
ژوئن	-۰,۳۶	۰,۰۰۶	۶۳
ژولای	-۰,۴۷	۰,۰۰۰	۶۳
آگوست	-۰,۵۰	۰,۰۰۰	۶۳
سپتامبر	-۰,۵۳	۰,۰۰۰	۶۳
اکتبر	-۰,۵۹	۰,۰۰۰	۶۳
نوامبر	-۰۵۱	۰,۰۰۰	۶۳
دسامبر	-۰,۴۴	۰,۰۰۱	۶۳

شکل ۶ پراکندگی نقاط شاخص چرخندگی ماهانه و میانگین دمای ماهانه با تعداد ۶۶۰ نمونه را نشان می‌دهد. در اینجا شیب خط رگرسیون ۱۲/۳۵- می‌باشد که بیان می‌کند هر چه مقادیر شاخص به اعداد مثبت نزدیک شوند، میانگین دمای ماهانه کاهش می‌یابد. ضریب تعیین (R^2) در این نمودار معادل ۰/۶۶ به دست آمد که از نظر آماری مقدار قابل قبولی است و نشان‌دهنده وجود ارتباط قوی بین شاخص چرخندگی و دما می‌باشد.

نمودار پراکندگی نقاط شاخص چرخندگی ماهانه و کل بارش ماهانه نیز در شکل ۶ آمده است. شیب معادله رگرسیونی در این حالت برابر ۲۱/۲۳ می‌باشد و بیانگر افزایش مقدار بارش همزمان با مثبت‌تر شدن میانگین شاخص چرخندگی ماهانه است. به این مفهوم که هر چه مقادیر شاخص به سمت اعداد مثبت پیش می‌روند (سامانه کم فشار) بارش افزایش پیدا میکند. ضریب تعیین (R^2) در این معادله ۰/۲۵ محاسبه شد که نشان می‌دهد فراوانی سامانه‌های فشاری همبستگی بسیار بالایی را با مقادیر بارش دارا می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل (۶) نمودار پراکندگی نقاط شاخص چرخندگی ماهانه (MCI) با جمع بارش ماهانه (MPT)[1] و میانگین دمای ماهانه (MMT) در مشهد با تعداد ۶۶۰ نمونه در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش شناخت الگوهای غالب فشاری جو بالا در مقیاس روزانه در استان خراسان می‌باشد. بدین منظور شاخص چرخندگی روزانه (DCI) متمرکز شده در اطراف مشهد بر اساس نقشه‌های میانگین روزانه تراز ۵۰۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال مستخرج از داده‌های تحلیل مجدد NCEP توسط نرم‌افزار GrADS در دوره ۲۰۱۰-۱۹۴۸ میلادی براساس معیار انحنای تراز ارتفاعی تولید شدند. مطابق DCI، پنج نوع گردش جوی شامل خط ناوه، حاشیه ناوه، زین ارتفاعی، حاشیه پشته و خط پشته شناخته شدند. آنگاه فراوانی سامانه‌های فشاری عبوری از روی استان خراسان در اطراف مشهد مشخص شدند. در مقیاس سالانه فراوانی الگوی خط پشته (۶۶ روز در سال) بیشتر از الگوی خط ناوه (۱۵ روز در سال) است. همچنین تعداد روزهایی که استان خراسان در حاشیه پشته قرار می‌گیرد (۱۰۵ روز در سال) نیز بیشتر از حاشیه ناوه (۶۷ روز در سال) است. در مجموع فراوانی روزهای همراه با سامانه پرفشار معادل الگوی پشته (۱۷۱ روز بر سال برابر ۴۷٪) بیشتر از سامانه کم‌فشار معادل الگوی ناوه (۸۳ روز بر سال برابر ۲۳٪) می‌باشد. در مقیاس درون‌سالی نیمه گرم سال تعداد سامانه‌های کم‌فشار (۲۳ روز بر سال برابر ۶٪) در مقابل سامانه‌های پرفشار (۱۱۴ روز بر سال برابر ۳۱٪) می‌باشد. لذا الگوی پشته حاکمیت مطلق دارد که معرف ظهور کمربند پرفشار جنب‌گرمسیری روی منطقه است و در نتیجه مشهد در نیمه گرم سال دارای اقلیم گرم و خشک است. این مسئله در نیمه سرد سال

[1]- Monthly Precipitation Total

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

دیده نمی‌شود. میانگین ماهانه شاخص چرخندگی (۶۳ سال) در نیمه سرد سال دارای بیشترین مقدار است که نشان دهنده فراوانی سامانه های چرخندی می باشد. در بیشتر موارد با افزایش ضریب چرخندگی (مقادیر مثبت و سامانه چرخندی) در یک منطقه، کاهش دما و افزایش بارش رخ می‌دهد. شاخص چرخندگی روزانه در توجیه شرایط اقلیم‌شناسی همدیدی استان خراسان توانایی دارد تا زمان ابتدای ظهور، حاکمیت و افول الگوی ناوه یا پشته (دینامیکی و حرارتی) را معلوم سازد. لذا چنین پژوهشی از نوع زیربنایی تلقی می‌گردد.

پیوست (۱) برنامه اجرایی (با پسوند gs.*) در نرم افزار گرادز (GrADS)

نمونه‌ای از برنامه‌ی کابردی تولید نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل در روز اول ژانویه ۱۹۸۰(تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال) در اینجا نشان داده می‌شود.

```
1980.gs file contains as follow:
'sdfopen D:\Gradsall\data\DailyH\hgt.1980.nc'
root='D:\Gradsall\data\DailyH500.pdf\1980500.pdf'\
ii=19800001
*hfile =root"ii'.pdf'
zz=6
'set z 'zz
et=1
endt=365
while(et<=endt)
'set t 'et
'set lat 10 55'
'set lon 10 80'
'set mpdset hires'
'set cint 20'
'd hgt'
'gxyat 'root"ii'-500mb.pdf'
ii=ii+1
et=et+1
endwhile
say ok
```

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

منابع و مأخذ

۱. پیشوایی، محمد رضا. انصاری بصیر، ارمغان. فرزانه، محمد رضا. (۱۳۸۵) **مدل گردش منطقه‌ای برای ایجاد شاخص‌های چرخندگی در جنوب ایران**. مجموعه مقالات ششمین همایش پیش بینی عددی وضع هوا، تهران.، ص ۷۹ تا ۹۴.

۲. سازمان هواشناسی کشوری (۱۳۹۰) آمار داده‌های بارش، پایگاه www.waether.ir، معتبر به تاریخ ۲۰ آذر ۱۳۹۰.

۳. طباطبائیان، علی. (۱۳۸۸) **ایجاد شاخص‌های چرخندگی بر اساس گردش جوی منطقه‌ای در جنوب ایران**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۲۲۱ ص.

۴. علیجانی، بهلول. (۱۳۸۵) **اقلیم‌شناسی سینوپتیک.** چاپ دوم، تهران: سازمان سمت. ۲۵۷ ص.

۵. علیجانی، بهلول. زاهدی، مجید. (۱۳۸۱) **تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان**. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.، شماره ۶۶-۶۵، ص. ۲۱۷-۲۰۲.

۶. گل‌محمدیان، حدیث. پیشوایی، محمد رضا. (۱۳۹۱) **تولید شاخص چرخندگی روزانه و ارزیابی فراوانی سامانه‌های فشاری در استان فارس**. مجموعه مقالات پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۸-۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱، بخش هواشناسی، صفحه ۱۵۸-۱۵۴.

Climate Diagnostics Center. (2008) ***CDC derived NCEP/NCAR AMIP-II Reanalysis for pressure level data***. Published by NOAA. << www.cdc.noaa.gov, *Valid on 12 Dec 2008.*

Conway, D. Jones, P. D. (1996) ***the use of weather types and air flow incices for GCM downscaling.*** Journal of hydrology 212-213 (1998) 348 – 361.

Hess, P. Brezowsky, H. (1977) ***Katalog der Grosswetterlagen Europas.*** 3. Aufl–Berichtes der Deutschen Wetterdienst, 113.

Holton, J. R., (2004**)** ***an Introduction to Dynamic Meteorology***. Fourth edition, 553 pp (electronic pdf file).

Kaszewski, M. Filipiuk, E. (2003) ***Variability of atmospheric circulation in Central Europe in the summer season 1881–1998 (on***

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

the basis of the Hess-Brezowski classification). Meteorologische Zeitschrift., vol. 12. No. 12, pp. 123-130.

Lamb, H. H., (1972***) British Isles Weather types and a register of daily sequence of circulation patterns 1861-1971.*** Geophysical Memoir, vol.116, HMSO, London, 85pp.

Matlik, O. Post, P. (2008) ***Synoptic weather types that have caused heavy precipitation in Stonia in the period 1961-2005.*** Estonia Journal of Engineering, pp. 195-208.

Niedzwiedz, T. Twardoz, R. Walanus, A. (2009) ***Long-term variability of precipitation series in east central Europe in relation to circulation patterns.*** Journal of Theoretical and Applied Climatology., vol. 98, No. 3-4, pp. 256-268.

Niedźwiedź, T., (1993) ***Changes of atmospheric circulation (using the P, S, C, M indices) in the winter season and their influence on air temperature in Cracow.*** Early Meteorological instrumental Records in Europe-Methods and Results, Cracow, no. 95, pp 107-113.

Niedźwiedź, T., (2000) ***Variability of the Atmospheric Circulation above Central Europe in the light of Selected Indices.*** Prage Geograficzne, 107. pp. 379-389.

Pishvaei, M. R., (2002) ***Study of Precipitation Characteristics in Southern Slovakia during last century, XIVth Czech-Slovakia Bioclimatology Conference at Lednice na Moravě.*** 2-4 Sep. 2002, Czech Republic, ISBN 80-85813-99-8, pp 561-569.

Pishvaei, M. R. Lapin, M. (2008) ***Regional Circulation Effects Reflected by Cyclonicity Indices over Eastern Mediterranean Sea.*** Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU General Assembly, held at Vienna, 13-18 Apr. 2008.

Tomingas, O. (2002) ***Relationship between atmospheric circulation indices and climate variability in Estonia.*** Boreal environment research., Vol. 7, pp. 463-469.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Trigo, M. Dacamara, C. (2000) ***Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal.*** Int. J. Climatol, pp. 1559-1581.

Twardosz, R. (1999) ***Precipitation variability and tendency in Kraków for the period 1850-1997 related to circulation patterns.*** Acta Geophysica Polonica., Vol, 47, No1, pp. 111-133.

Tyson, P. D. (1981) ***Atmospheric circulation variation and the occurrence of extended wet and dry spells over southern Africa.*** Journal of Climatology 1, 115-130., Trough/Ridge pattern.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]