

تحليل آماری مقادیر حدی باد سالانه در خراسان بزرگ

فرهاد خام چین مقدم^(۱) حجت رضایی پرند^(۲) محبوبه فرزند^(۳)

(۱) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه عمران، مشهد، ایران*

(۲) کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

(۳) کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

Extreme value frequency analysis of annual wind for grate Khorasan

Farhad Khamchin moghadam¹hojat Rezaee Parand², Mahboobeh Farzandi³

1 Assistant Professor, Islamic Azad University – Mashhad Branch, Mashhad, Iran

2 Assistant Professor, Islamic Azad University – Mashhad Branch

3 M.S Degree Of Civil Engineering, Ferdosi University, Mashhad

^۱ عهده دار مکاتبات

نشانی: دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، دانشکده فنی و مهندسی، مشهد، ایران
تلفن: ۰۹۱۵۳۱۰۳۰۶۶ پست الکترونیک: F.khamchin@gmail.com

¹Corresponding Author:

Address: Islamic Azad University – Mashhad Branch-Faculty of engineering-Mashhad_Iran

Tel:09153103066

Email: F.khamchin@gmail.com

تحلیل آماری سریعترین بادسالانه یکی از نیازهای مهم در طراحی سازه‌های بلند، سدسازی و غیره است. سریعترین بادهای سالانه ایستگاه‌های همدیدخراسان بزرگ انتخاب و تحلیل آماری شدند. غربال داده‌ها و آزمون‌های پایه (تصادفی-بودن، همگنی، استقلال و...) بررسی شد. چهار ایستگاه داده‌پرت و غیرتصادفی و پنج ایستگاه نایستا و ناهمگن بودند. هفت تابع توزیع گامیل نوع ۱، گامای ۲ پارامتری، لوگ‌نرمال ۲ و ۳ پارامتری، پارتوی تعمیم‌یافته، حدی تعمیم‌یافته و پیرسون نوع ۳ با پنج روش برآوردی گشتاورهای معمولی، حداکثر درست‌نمایی، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی، حداکثر آنتروپی و گشتاورهای اصلاح شده بر داده‌ها برازش داده شد. آزمون نیکویی برازش KS برای تعیین مناسب بودن توزیع و انتخاب توزیع برتر استفاده شد. سه اولویت توزیع مناسب برای هر ایستگاه در نظر گرفته شد تا رفتار فیزیکی این پدیده نیز قابل توجه باشد. توزیع پارتوی تعمیم‌یافته ۲۱ بار و توزیع حدی تعمیم‌یافته ۱۱ بار در سه اولویت توزیع برتر شناخته شدند. روش گشتاورهای وزن‌دار احتمالی روش غالب برآورد پارامترها در اکثر توزیع‌هاست. وازه های کلیدی: سریعترین باد سالانه، خراسان بزرگ، تحلیل آماری، پارتوی تعمیم یافته، حدی تعمیم یافته.

Extreme value frequency analysis of annual wind for grate Khorasan

Abstract:

The annual fastest wind analysis of the important requirements in the design of tall building, Dams, etc. The annual fastest winds of grate Khorasan province synoptic stations selected for statistically analysis. The data were screened and the basic tests (randomness, homogeneity, independence, etc.) were investigated. The data of four station have outliers and not random. Five stations were not stationery and heterogeneous. The seven distribution functions Gumble type 1, gamma 2 parameters, lognormal 2 and 3 parameters, Generalized Pareto, generalized Extreme values and Pearson type 3 with five estimation methods (conventional moments, maximum likelihood, probable weighted moments, maximum entropy and modified moments) were fitted. The Ks goodness of fit test applied to determine the suitability of the chosen distribution and superior distribution. Three priorities for each station were established. Because of the physical behavior of this phenomenon is well justified. Generalized Pareto 21 times and General Extreme value 11 times were the best fitted distributions. Probability weighted moments were the best estimation methods in all distributions.

Keywords: Fastest wind speed, grate Khorasan, statistical analysis, Generalized Pareto, General Extreme value.

۱- مقدمه

باد یک پدیده برداری است. راستا، جهت و اندازه آن (سرعت باد) هریک به تنهایی یا به طور مشترک کاربردهای زیادی در رشته های مهندسی دارد [۱، ۲ و ۳]. متوسط سرعت و فراوانی آن در طراحی نیروگاه های بادی استفاده می شود [۴ و ۵]. سرعتهای حدی باد که به سریعترین باد مشهور است در طراحی سازه های بلند مانند برج ها و آسمان خراش ها، دودکش های بلند کارخانجات، انبار های سوله، سدسازی، فرودگاه ها و غیره به کار می رود [۶، ۷ و ۸]. مولفه سرعت باد عامل اصلی تشکیل طوفانها است [۱، ۲، ۳ و ۹]. تخمین سرعت باد در مقیاسهای زمانی مختلف مانند: سالانه، ماهانه و غیره با دوره های بازگشت مختلف یکی از موارد مورد نیاز طرح های مهندسی است [۱۰، ۱۱، ۵ و ۸]. این تخمین را تحلیل فراوانی سریعترین باد نیز می نامند.

چوبی و همکاران (۲۰۱۲) داده های ۴۱ سال سریعترین باد سالانه (متوسط اندازه گیری های ده دقیقه ای) مربوط به ایستگاه فرودگاه پیزا ایتالیا را تحلیل فراوانی کردند. این محققان سه توزیع حدی را برای داده ها مناسب تشخیص دادند [۶]. البجیری (۲۰۰۶) داده های چهار سال سریعترین باد ماهانه شهر تعز یمن را تحلیل کرد [۴]. او دو توزیع ویبول دو پارامتری و رایلی را به داده ها برازش و تحلیل کرد. دربندی و همکاران (۲۰۰۶) چهار توزیع گاما، لگ نرمال، مقادیر حدی و توزیع لجستیک را به سریعترین باد سالانه ایستگاه همدید تبریز برازش دادند. پارامترهای توزیع به روش حداکثر درستنمایی و گشتاورها برآورد شده اند. این محققان توزیع گاما را با معیارهای نیکویی برازش برگزیدند [۱۲].

هولمز و همکاران (۱۹۹۹) توزیع پارتوی تعمیم یافته را بر سریعترین باد سالانه برازش و آن را جانشین مناسبی برای توزیع مقادیر حدی به دست آوردند [۱۳]. رجیبی و همکاران (۲۰۰۸) داده های حداکثر سرعت باد حاصل از فاصله زمانی- های ۱۵ تا ۱۲۰ دقیقه مربوط به ایستگاه شرق اصفهان (فاصله زمانی ۱۹۹۸-۱۹۸۳) با قانون گامبل نوع یک تحلیل فراوانی کردند. این محققان نتایج تحلیل فراوانی را به همراه متوسط فاصله های فوق ترسیم نمودند. می توان سرعت باد را در

دوره های زمانی مورد نظر با دوره های بازگشت مختلف از این ترسیم ها به دست آورد [۱۴].

مرور مقالات فوق و مقالات مشابه نشان می دهد که تحلیل فراوانی باد اغلب محدود به تعداد اندکی ایستگاه است. هم چنین قوانین احتمالی محدودی برای این تحلیل فراوانی به کار رفته است. روش های برآورد پارامترها نیز به طور عمده حداکثر درستنمایی و گشتاوری معمولی است. اگر قوانین احتمالی متنوعی به همراه روش های برآورد بیشتری اتخاذ شود، نتایج دقیق تری می توان از تحلیل فراوانی باد به دست آورد. افزایش این دقت خود سبب بهینه شدن هزینه طراحی- های مورد نیاز در پروژه ها و تحقیقات مختلف می شود.

هدف مقاله حاضر تحلیل آماری داده های حدی باد (سریعترین باد سالانه) کلیه ایستگاه های خراسان بزرگ با ۷ قانون احتمالی مناسب به همراه روش های متنوع برآورد پارامترهاست. هفت توزیع احتمالی گامبل نوع یک (GU1)، گامای دو پارامتری (GA2)، لوگ نرمال دو و سه پارامتری (LN2, LN3)، پارتوی تعمیم یافته (GPA)، پیرسون نوع سه (PT3) و حدی تعمیم یافته (GEV) به کار گرفته شده اند. پارامترها نیز با پنج روش گشتاوری معمولی (MOM)، تصحیح شده (MdoM) و وزن دار احتمالی (PWM)، حداکثر درستنمایی (MML) و حداکثر آنتروپی (ENT) برآورد شده اند. آزمون های پایه نیز برای بررسی برقراری فرض های پایه انجام شده است.

۲- مواد و روش ها

۱-۲- موقعیت و داده ها

خراسان رضوی در شمال شرقی ایران به مساحت ۱۲۸۴۲۰ کیلومترمربع و ۱۰ ایستگاه همدید هواشناسی دارد. خراسان شمالی در شمال و شمال شرقی ایران به مساحت ۲۸۴۳۴ کیلومتر مربع دارای ۵ ایستگاه همدید هواشناسی است. خراسان جنوبی واقع در شرق و جنوب شرقی ایران به مساحت ۹۵۳۸۵ کیلومترمربع دارای ۷ ایستگاه همدید است [۱۵]. شکل (۱) موقعیت سه استان فوق را در ایران نشان می-

بجزورد آمار قابل توجهی نداشته و تحلیل آماری سری‌های کوتاه مدت نمی‌تواند پاسخ قابل اطمینانی ارائه کنند [۱۷].

دهد. مشخصات و طول دوره‌آماری ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی، شمالی و جنوبی به ترتیب در جداول (۱) تا (۳) ارائه شده است. این ایستگاه‌ها زیر نظر سازمان هواشناسی قرار دارند [۱۶]. ایستگاه‌های استان خراسان شمالی به جز



شکل (۱) موقعیت سه استان خراسان رضوی، شمالی و جنوبی در ایران

جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های همدید استان خراسان رضوی

ردیف	نام ایستگاه	سال تاسیس	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
۱	مشهد	۱۹۵۱	۳۶ ۱۶	۵۹ ۳۸	۹۹۹
۲	گناباد	۱۹۸۷	۳۴ ۲۱	۵۸ ۴۱	۱۰۵۶
۳	نیشابور	۱۹۹۱	۳۶ ۱۶	۵۸ ۴۸	۱۲۱۳
۴	سبزوار	۱۹۵۵	۳۶ ۱۲	۵۷ ۴۳	۹۷۸
۵	تربت حیدریه	۱۹۵۹	۳۵ ۱۶	۵۹ ۱۳	۱۴۵۱
۶	تربت جام	۱۹۹۳	۳۵ ۱۵	۶۰ ۳۵	۹۵۰
۷	قوچان	۱۹۸۴	۳۷ ۴	۵۸ ۳۰	۲۸۷۱
۸	کاشمر	۱۹۸۷	۳۵ ۱۲	۵۸ ۱۲	۱۱۱۰
۹	سرخس	۱۹۸۴	۳۶ ۱۲	۶۱ ۱۰	۲۳۵
۱۰	گلمکان	۱۹۸۷	۳۶ ۲۹	۵۹ ۱۷	۱۱۷۶

جدول (۲) مشخصات ایستگاههای همدید استان خراسان شمالی

ردیف	نام ایستگاه	سال تاسیس	طول جغرافیایی	عرض	ارتفاع
۱	بجنورد	۱۹۵۹	۵۷:۱۶:۳۳	۳۷:۲۸:۱۳	۱۱۱۲
۲	جاجرم	۲۰۰۵	۵۶:۲۰	۳۶:۵۷	۹۸۴
۳	اسفراین	۲۰۰۵	۵۷:۲۹	۳۷:۰۳	۱۲۱۶
۴	مانه و سملقان	۲۰۰۵	۵۶:۵۱	۳۷:۳۰	۸۹۰
۵	فرودگاه بجنورد	۲۰۰۵	۵۷:۱۸	۳۷:۲۹	۱۰۷۰

جدول (۳) مشخصات ایستگاههای سینوپتیک استان خراسان جنوبی

ردیف	نام ایستگاه	سال تاسیس	طول جغرافیایی	عرض	ارتفاع
۱	بیرجند	۱۹۵۵	۵۹:۱۲	۳۲:۵۲	۱۴۹۱
۲	قائن	۱۹۸۷	۵۹:۱۰	۳۳:۴۳	۱۴۳۲
۳	فردوس	۱۹۸۵	۵۸:۱۰	۳۴:۰۱	۱۲۹۳
۴	نهبندان	۱۹۸۶	۶۰:۰۲	۳۱:۳۲	۱۲۱۱
۵	بشرویه	۱۹۸۸	۵۷:۲۷	۳۳:۵۴	۵۵۸
۶	خوربیرجند	۱۹۹۰	۵۸:۲۶	۳۲:۵۶	۱۱۱۷
۷	طبس	۱۹۶۱	۵۶:۵۷	۳۳:۳۶	۷۰۷

۲-۲- تحلیل آماری مقادیر حدی

نمودارهای مختلف، مشاهدات چشمی، واریسی با قاعده سه زیگمای معمولی و استوار انجام می‌شود [۱۹].

تحلیل آماری (تحلیل فراوانی) تخمین قانون احتمالی حاکم بر متغیر تصادفی مورد مطالعه از روی نمونه مشاهداتی است. موارد زیر در تحلیل آماری مقادیر حدی مانند باد سالانه رعایت می‌شود: غربال داده‌ها، آزمون‌های پایه (شامل استقلال، همگنی و...)، انتخاب توزیع‌های مناسب، برآورد پارامترها، آزمون‌های نیکویی برازش و محاسبه چندک‌ها با دوره‌های بازگشت مختلف از روی توزیع برتر [۱۸ و ۹ و ۱۹].

۲-۲-۲- آزمون‌های پایه

نمونه‌های مورد بحث در علم آمار و احتمال با یک طرح نمونه‌گیری مانند تصادفی، سیستماتیک و غیره انتخاب می‌شوند. این نمونه خصوصیات ریاضی لازم (تصادفی بودن، استقلال، همگنی، ایستایی، داده پرت و غیره) را برای تعمیم به جامعه دارد. این خواص ما را مطمئن می‌کند که نمونه انتخابی استنباط درستی از جامعه ارایه می‌دهد. اما داده‌هایی که در آب و هواشناسی در اختیار قرار می‌گیرد، اطلاعات عددی است که بدون یک طرح نمونه‌گیری انتخاب شده‌اند. بنابراین باید بررسی شود که آیا داده‌ها خواص فوق را دارد یا خیر؟ اگر این خواص را دارا باشد، آنگاه می‌توان آن را یک نمونه

۲-۲-۱- غربال داده‌ها

مبنای تحلیل آماری نمونه‌ایست که آن را مشاهدات می‌نامند. اگر داده‌ای مشکوک، نادرست یا نادقیق باشد، نمونه را آلوده می‌نامند [۲۰]. تعمیم خصوصیات نمونه به جامعه به درستی انجام نمی‌شود [۲۰ و ۲۱]. بنابراین اولین گام بررسی دقت، صحت، داده‌های مشکوک و غیره است. این کار با رسم

مناسب تشخیص و استنباط جامعه را به سامان رساند. در غیر این صورت تحلیل به روش‌های معمول کارایی لازم را ندارد. وجود این خواص با آزمون‌های آماری مناسب تأیید یا رد می‌شود [۹ و ۱۸]. آزمون‌های معروف عبارت‌اند از: آزمون گردش (تشخیص تصادفی بودن)، من-ویتنی (تشخیص همگنی و نداشتن جهش)، والد- وولفویتز (تشخیص استقلال ایستایی)، گرویز- بک و سه زیگمای استوار (تشخیص داده پرت) [۹، ۱۸، ۱۹ و ۲۰].

۲-۲-۳- قوانین احتمالی و روش‌های برآورد پارامترها

سریعترین باد سالانه یک متغیر حدی است. لذا قوانین احتمالی مناسب برای تحلیل آن عبارت‌اند از: گامبل نوع ۱ (GU1)، گامای ۲ پارامتری (GA2)، لوگ‌نرمال ۲ و ۳ پارامتری (LN2, LN3)، پارتوی تعمیم یافته (GPA)، پیرسون نوع ۳ (PT3) و حدی تعمیم یافته (GEV) [۹، ۲۲].
توابع چگالی قوانین فوق مطابق روابط (۱) تا (۷) است.

$$\text{GU1: } f(x) = f(x; m, \alpha) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-m}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-m}{\alpha}\right)\right] \quad \alpha > 0 \quad (1)$$

$$\text{GA2: } f(x) = \frac{|\alpha| e^{-\alpha x} (\alpha x)^{\lambda-1}}{\Gamma(\lambda)} \quad \lambda > 0 \quad (2)$$

$$\text{LN2: } f(x) = \frac{1}{x\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2} \quad x > 0, y = \ln x \quad (3)$$

$$\text{LN3: } f(x) = \frac{1}{(x-m)\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-m) - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2}, \quad x > m \quad (4)$$

$$\text{GPA: } f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \frac{k}{\alpha}(x - \varepsilon)\right]^{\frac{1}{k}-1}, \quad k = 0 \quad \& \quad \varepsilon \leq x \leq \varepsilon + \alpha/k \quad (5)$$

$$\text{PT3: } f(x) = \frac{\alpha^\lambda}{\Gamma(\lambda)} \cdot (x-m)^{\lambda-1} \cdot e^{-\alpha(x-m)} \quad \alpha, \lambda > 0, \quad x \geq m \quad (6)$$

$$\text{GEV: } f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \lambda \left(\frac{x-m}{\alpha}\right)\right]^{\frac{1}{\lambda}-1} \cdot \exp\left\{-\left[1 - \lambda \left(\frac{x-m}{\alpha}\right)\right]^{\frac{1}{\lambda}}\right\} \quad \lambda \neq 0 \quad (7)$$

روش‌های برآورد پارامترها: برآورد پارامترهای قوانین (۱) تا (۷) مطابق زیر است [۹، ۲۰].

۱- پارامترهای توزیع گامبل نوع ۱ به چهار روش گشتاورهای معمولی (MOM)، حداکثر درست‌نمایی (MML)، حداکثر آنتروپی (ENT)، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی (PWM) برآورد می‌شوند.

۲- پارامترهای توزیع‌های گامای دو پارامتری و لوگ‌نرمال ۲ پارامتری به سه روش MOM، MML و PWM برآورد می‌شوند.

۳- پارامترهای توزیع لوگ نرمال ۳ پارامتری به دو روش MOM و PWM برآورد می‌شوند.

۴- پارامترهای توزیع پارتوی تعمیم‌یافته به چهار روش MOM، PWM، MML و گشتاورهای اصلاح شده (ModM) برآورد می‌شوند.

۵- پارامترهای توزیع پیرسون نوع ۳ به سه روش MOM، PWM و ModM برآورد می‌شوند.

۶- پارامترهای توزیع حدی تعمیم یافته نیز با دو روش PWM و MML برآورد می‌شوند.

۳- نتایج و بحث

سریعترین بادهای سالانه ایستگاه‌های همدید خراسان بزرگ (۱۸ ایستگاه) برای مطالعه موردی انتخاب و تحلیل فراوانی

شد (جدول ۱ تا ۳). غربال اولیه و آزمون‌های پایه (تصادفی- بودن، همگنی، استقلال و...) انجام و هفت توزیع گامبل نوع ۱، گامای ۲ پارامتری، لوگ نرمال ۲ و ۳ پارامتری، پارتوی تعمیم- یافته، حدی تعمیم یافته و پیرسون نوع ۳ با پنج روش برآوردی گشتاورهای معمولی، حداکثر درست‌نمایی، گشتاورهای وزن- دار احتمالی، حداکثر آنتروپی و گشتاورهای اصلاح شده بر داده‌ها برآزش داده شد. آزمون **ks** برای برآزش و برتری روش های برآورد استفاده شد. برنامه‌ای در محیط نرم افزاری **MATLAB2009** برای نیل به این هدف تهیه و تنظیم و مطابق مراحل زیر اجرا شد.

۳-۱- آزمون‌های پایه

داده‌ها با آزمون‌های پایه تحلیل شد. بررسی ایستگاه‌های هیجده گانه فوق موارد زیر را نشان می‌دهد. ایستگاه‌های بیرجند، خوربیرجند و تربت جام دارای داده پرت بالایی و گناباد یک داده پرت پایینی دارد. بررسی های انجام شده نشان داد که داده‌های پرت به علت چولگی زیاد آمار این ایستگاه- هاست و تولید داده پرت از خصوصیات این داده‌هاست و مشکلی ایجاد نمی‌کند. علاوه براین ضرایب چولگی و

کشیدگی این ایستگاه ها نیز نشان از خصوصیت ذاتی تولید داده پرت است. مثلا ضرایب چولگی و کشیدگی بیرجند: **Skew=1.007** و **Kurt=6.285** بوده که نشان از تولید ذاتی داده پرت است.

آزمون گردش در بررسی اولیه نشان داد داده‌های ایستگاه‌های نهبندان، کاشمر، سبزوار و تربت حیدریه غیرتصادفی‌اند. نتیجه آزمون در بیشتر موارد با تغییر در مقدار n_1 و n_2 نیز تغییر کرده و نشان می‌دهد نمونه تصادفی است.

نتیجه آزمون والد ولفویز نشان داد ایستگاه‌های نهبندان، بجنورد، کاشمر، سبزوار و تربت حیدریه وابسته و نایب‌است. نتیجه آزمون من-ویتنی نشان از ناهمگنی یا جهش نمونه ایستگاه‌های نهبندان، بجنورد، گل‌مکان، سبزوار و سرخس است. اگر این دو مورد را چشم پوشی نکنیم تعداد ایستگاه- های استان اندک خواهد شد. به همین دلیل از این نتایج صرف نظر می‌شود. چون ارایه آزمون‌های پایه کلیه ایستگاه‌ها پرحجم است، لذا فقط آزمون‌های پایه مربوط به ایستگاه مشهد در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴- بررسی آزمون های پایه برای ایستگاه همدید مشهد

آماره ها									
n	mean	sd	cv	skew	kurt	tow	tow3	tow4	
۶۱	۳۰/۴	۶/۶۹	۰/۲۲	۰/۶۵۳	۲/۵۳۵	۰/۱۲۷	۰/۱۷۴	۰/۰۹۳	
آزمون های پایه									
آزمون گردش									
nruns=۳۱			Zvalue=۰/۲۳۲			n1=۲۳		n2=۳۸	
نتیجه آزمون نشان دهنده تصادفی بودن نمونه است.									
آزمون داده پرت گروپز-بک									
Kn=۲/۸۴۲۴			Uperband=۵۴/۴			Lowerband=۱۶/۲			
داده پرت بالایی وجود ندارد. داده پرت پایینی وجود ندارد.									
آزمون والد-ولفویز									
Rbar=۶۵۱۷۷/۱۵			Var(R)=۱۱۴۸۴۸/۵			U =۰/۷۴۴		Za/2=۱/۹۶	
نتیجه: داده ها مستقل و ایستا فرض می شوند.									
آزمون من-ویتنی									
n1=۷			n2=۵۴			P-value=۰/۹۶۳۸		H-stat.=۰/۰	Zvalue=-۰/۰۴۵۲۸
نتیجه: داده ها همگن و بدون جهش فرض می شوند.									

۳-۳- تحلیل فراوانی

تحلیل فراوانی پس از بررسی‌های لازم و قبول آمار سریعترین بادهای سالانه انجام شد. هفت توزیع گامبل نوع ۱، گامای دو پارامتری، لوگ-نرمال ۲ پارامتری، لوگ-نرمال ۳ پارامتری، پارتوی تعمیم‌یافته، پیرسون نوع ۳ و حدی تعمیم یافته بر داده‌های تک تک ایستگاه‌ها برازش داده و پارامترها با روش‌های گشتاورهای معمولی، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی، حداکثر درست‌نمایی، گشتاورهای اصلاح شده و

حداکثر آنتروپی برآورد شد. آزمون نیکویی برازش **ks** (در سطح ۵٪) برای تشخیص مناسب بودن الگو استفاده شد. چون ارایه نتیجه تحلیل فراوانی کلیه ایستگاه‌ها پرحجم است، لذا فقط نتایج برازش قوانین احتمالی مربوط به ایستگاه مشهد در جدول (۵) آمده است. آماره **ks** رد یا قبول قانون احتمالی یا روش برآورد را نشان می‌دهد. دو قانون **GPA** و **PT3** هر دو با روش برآورد **PWM** (با مقدار آماره $ks=0.082$) بهترین برازش را برای سریع‌ترین باد سالانه ایستگاه همدید مشهد دارد. دو قانون **GEV** و **GU1** به روش **PWM** با کمی اختلاف در اولویت دوم و سوم قرار می‌گیرند.

جدول ۵- نتیجه آزمون نیکویی برازش برای انتخاب بهترین توزیع سریعترین باد سالانه مشهد

نام توزیع	روش برآورد پارامترها				
	MOM	PWM	MML	ENT	ModM
GU1	۰/۱۱۱	۰/۰۹۷	۰/۱۰۴	۰/۱۰۸	---
GA2	۰/۱۱۸	۰/۱۱۵	۰/۱۲۲	---	---
LN2	۰/۱۰۶	۰/۱۰۰	۰/۱۱۲	---	---
LN3	۰/۱۸۹	۰/۲۴۱	---	---	---
GPA	۰/۱۰۶	۰/۰۸۲	۰/۲۶۶	۰/۱۰۶	۰/۱۰۶
GEV	---	۰/۰۹۳	۰/۱۰۶	---	---
PT3	۰/۱۰۰	۰/۰۸۲	---	۰/۱۳۴	۰/۱۳۴

توضیح: روش‌های برتر با رنگ تیره مشخص شده است.

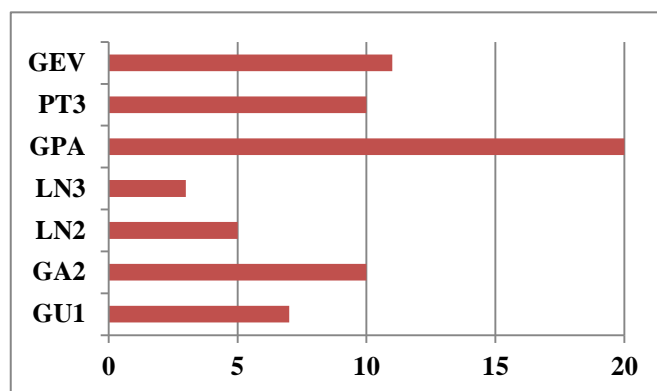
روش‌های برآورد پارامترها در کل ایستگاه‌ها رفتار متفاوتی دارند. **PWM** روش غالب برآورد پارامترها در اکثر توزیع‌های انتخابی است. این روش ۳۱ بار در سه اولویت برای برآورد پارامترها برگزیده شده است (جدول ۶). نمودار میله‌ای روش‌های برآورد پارامترها برای نمایش بهتر در شکل (۳) آمده است.

جدول (۶) خلاصه نتایج شامل برآورد پارامترها و آماره **ks** را برای تمام ایستگاه‌ها نشان می‌دهد. آماره **ks** در برخی روش‌ها نزدیک به هم است. به همین دلیل روش‌های برآورد اولویت بندی شد. جدول (۶) سه اولویت را به همراه آماره **ks** نشان می‌دهد. **ks** چند روش برآورد تعدادی از قوانین مقدار یکسانی داشته که در جدول آمده است. مانند ایستگاه طیس که سه روش **MOM**، **PWM** و **MML** دارای $ks = 0.083$ است.

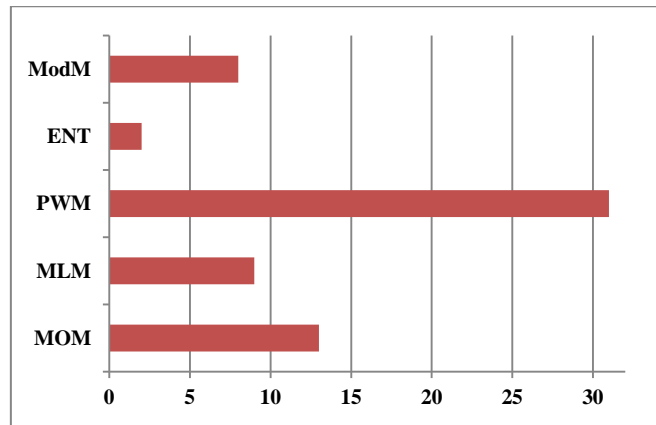
توزیع پارتوی تعمیم یافته در هر سه اولویت با ۲۱ بار تکرار (جدول ۶) بیشترین فراوانی را دارد. توزیع لگ-نرمال سه پارامتری فقط دو بار برگزیده شده است. شکل (۲) نمودار میله‌ای تکرارهای توزیع‌های برتر را نشان می‌دهد.

جدول ۶- برترین توزیع های برازشی برای ایستگاه های انتخابی به ترتیب اولویت

ردیف	نام ایستگاه	اولویت اول			اولویت دوم			اولویت سوم		
		نام توزیع	روش	مقدار ks	نام توزیع	روش	مقدار ks	نام توزیع	روش	مقدار ks
۱	بیرجند	GA2	MML	۰/۱۲۷	GA2	PWM	۰/۱۲۹	GA2	MOM	۰/۱۳۰
۲	قائن	GEV	PWM	۰/۱۲۷	GPA	ModM	۰/۱۲۸	GA2	PWM	۰/۱۲۹
۳	فردوس	GA2	PWM	۰/۰۷۵	GPA	PWM	۰/۰۷۸	LN2	PWM	۰/۰۸۲
۴	نهبندان	GU1	ENT	۰/۱۲۲	GU1	PWM	۰/۱۲۶	LN2 و GU1	MOM PWM	۰/۱۳۱
۵	بشرویه	GPA	ModM	۰/۱۱۰	PT3 و GPA	PWM	۰/۱۱۳	GPA	MOM	۰/۱۱۶
۶	خوربیرجند	LN3	PWM	۰/۱۰۷	GPA	ModM	۰/۱۱۹	GPA	MOM	۰/۱۲۳
۷	طیس	GA2	MOM و PWM و MML	۰/۰۸۳	GEV	MML	۰/۰۸۴	LN2	PWM MOM	۰/۰۸۶
۸	بجنورد	LN3	MOM	۰/۰۹۲	PT3	ModM	۰/۱۱۵	GEV	MML	۰/۱۱۷
۹	مشهد	GPA و PT3	PWM	۰/۰۸۲	GEV	PWM	۰/۰۹۳	GU1	PWM	۰/۰۹۷
۱۰	گناباد	GEV	MML	۰/۱۰۵	GPA	PWM	۰/۱۳۷	GA2	MOM	۰/۱۳۹
۱۱	نیشابور	PT3	ModM	۰/۰۹۵	GEV	MML	۰/۰۹۷	PT3	MOM	۰/۱۰۱
۱۲	سبزوار	GPA	ModM	۰/۰۸۱	GPA	MOM	۰/۰۸۴	GPA و PT3	PWM	۰/۰۹۹
۱۳	تربت حیدریه	GA2	PWM	۰/۰۸۹	PT3	ModM	۰/۰۹۰	LN2	PWM	۰/۰۹۸
۱۴	تربت جام	GU1	PWM	۰/۰۸۴	GU1	MOM ENT	۰/۰۸۸	GEV	PWM	۰/۰۸۸
۱۵	قوچان	GPA	ModM	۰/۱۴۹	GPA	MOM	۰/۱۵۲	PT3 و GPA	PWM	۰/۱۵۸
۱۶	کاشمر	GPA	PWM	۰/۱۵۱	GPA	ModM	۰/۱۶۸	GEV	MML	۰/۱۸۷
۱۷	سرخس	PT3 و GPA	PWM	۰/۱۱۱	GEV	PWM	۰/۱۱۳	PT3	MOM	۰/۱۲۴
۱۸	گلکمان	GEV	MML	۰/۱۱۵	GPA	MOM	۰/۱۳۲	PT3 و GPA	PWM	۰/۱۳۳



شکل (۲) نمودار میله‌ای فراوانی هفت توزیع برازشی در سه اولویت انتخاب



شکل (۳) نمودار میله‌ای فراوانی پنج روش برآورد پارامترهای توزیع‌های انتخابی

بجنورد و خور بیرجند از دیدگاه فیزیکی مشکلاتی به شرح زیر دارند.

برآورد سریعترین باد سالانه در ایستگاه بجنورد با اولویت اول و دوم جواب پرتی ارایه می‌کند. پاسخ اولویت سوم معقول است که آن را برای این ایستگاه در نظر گرفته شد.

برآورد سریعترین باد سالانه در ایستگاه خور بیرجند با هر سه اولویت جواب پرتی ارایه می‌کند. اولویت چهارم (توزیع **PT3** با روش برآورد **PWM** با آماره $ks = 0.133$) جواب معقولی می‌دهد که برای این ایستگاه در نظر گرفته شد.

سریعترین باد سالانه با دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰۰ ساله برای کلیه ایستگاه‌ها با توجه به اولویت اول جدول (۶) محاسبه و نتایج در جدول (۷) آمده است. نتیجه تحلیل فراوانی که به صورت سریعترین باد با دوره‌های بازگشت ارایه می‌شود باید از دو دیدگاه پذیرفته شود. این دو دیدگاه آماری و فیزیکی این پدیده است. دیدگاه آماری با آزمون‌ها و موارد دیگر انجام که در جداول (۶) و (۷) آمده است. دیدگاه فیزیکی معقول بودن باد برآوردی با دوره‌های باد مختلف است. دو ایستگاه

جدول ۷- سریعترین باد سالانه (گره) در دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰۰ ساله ایستگاه‌های خراسان با بهترین توزیع انتخابی

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
تربت جام	۳۱/۹	۳۵	۳۶/۴	۳۷/۶	۳۹/۰	۴۰/۰	۴۱/۱	۴۲/۴	۴۳/۴
تربت حیدریه	۲۷/۶	۳۴/۳	۳۸/۳	۴۱/۸	۴۵/۹	۴۸/۸	۵۱/۶	۵۵/۰	۵۷/۵
سرخس	۳۵/۲	۴۵/۰	۵۱/۲	۵۶/۵	۶۲/۳	۶۶/۰	۶۹/۱	۷۲/۶	۷۴/۸
سبزوار	۰/۳۲	۳۹/۰	۴۱/۷	۴۳/۳	۴۴/۴	۴۴/۸	۴۵/۰	۴۵/۲	۴۵/۳
نیشابور	۲۹/۰	۳۴/۰	۳۶/۷	۳۹/۰	۴۱/۶	۴۳/۴	۴۵/۱	۴۷/۲	۴۸/۷
کاشمر	۲۵/۶	۳۰/۴	۳۱/۶	۳۲/۱	۳۲/۳	۳۲/۳	۳۲/۳	۳۲/۴	۳۲/۴
گناباد	۳۰/۱	۳۴/۲	۳۶/۲	۳۷/۷	۳۹/۱	۳۹/۹	۴۰/۵	۴۱/۲	۴۱/۵
گلمکان	۴۳/۸	۵۵/۹	۶۳/۱	۶۹/۴	۷۶/۹	۸۲/۳	۸۷/۳	۹۳/۷	۹۸/۴
قوچان	۲۲/۹	۳۳/۶	۴۰/۲	۴۵/۸	۵۱/۷	۵۵/۴	۵۸/۴	۶۱/۷	۶۳/۸
بجنورد	۵۰/۶	۶۵/۴	۷۳/۲	۷۹/۴	۸۶/۰	۹۰/۱	۹۳/۵	۹۷/۲	۹۹/۵
نهبندان	۳۰/۹	۳۵/۰	۳۷/۱	۳۸/۹	۴۱/۲	۴۲/۹	۴۱/۶	۴۶/۸	۴۸/۵
قائن	۳۳/۰	۳۸/۵	۴۱/۸	۴۴/۸	۴۸/۴	۵۰/۹	۵۳/۳	۵۶/۲	۵۸/۲
خوربیرجند	۴۶/۰	۶۱/۴	۷۰/۶	۷۸/۸	۸۸/۸	۹۵/۹	۱۰۲/۷	۱۱۱/۳	۱۱۷/۶
فردوس	۲۶/۲	۳۲/۰	۳۵/۳	۳۸/۲	۴۱/۶	۴۴/۰	۴۶/۳	۴۹/۲	۵۱/۳
طبس	۲۷/۸	۳۶/۲	۴۱/۲	۴۵/۷	۵۱/۰	۵۴/۸	۵۸/۴	۶۳/۰	۶۶/۳
بشرویه	۲۴/۷	۳۳/۴	۳۸/۱	۴۱/۷	۴۵/۰	۴۶/۸	۴۸/۲	۴۹/۵	۵۰/۲
بیرجند	۲۹/۵	۳۴/۱	۳۶/۷	۳۸/۹	۴۱/۴	۴۳/۲	۴۴/۹	۴۷/۰	۴۸/۵
مشهد	۲۹/۸	۳۵/۹	۳۹/۴	۴۲/۵	۴۶/۱	۴۸/۶	۵۱/۰	۵۴/۰	۵۶/۱

- 4- Al Buhairi, M. H., 2006, A Statistical Analysis of wind speed data and an assessment of wind energy potential in Taiz-Yemen, Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 9 No. 2.
- 5- Linaerc E., 1992, Climate Data and Resources, Roulledge, Pub.
- 6- Chiou, p., Weiwen Miao, and T. C. Ho, 2012, The Annual Maximum Wind Speed at Pisa Airport in Italy, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 3, No. 3, June 2012
- 7- Simiu, E., R.H. Scanlan, 1996, Wind Effects on Structures, Wliey, Pub.
- 8- Yevjevich, V., 1972, Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources PUB.
- 9- Riordan P., 1994, World Weather Extremes, DIANE Pup
- 10- Rezaee-Pazhand, H., Probability and Statistical application in water resources, first pub. Azad University of mashhad, Sokhan Gostar, 2001, 468 pp.
- 11- Juslus T C. G. et all, 1978, Method for estimating wind speed frequency distributiond, J. Applied Meteorology
- 12- Darbandi, S., Aalami M.T., Asadi, H., 2012, Comparison of Four Distributions for Frequency Analysis of Wind Speed, Environment and Natural Resources Research Vol. 2, No. 1; March 2012.
- 13- Holmes, J. D., & Moriarty, W. W. (1999). Application of the generalised Pareto distribution to extreme value analysis in wind engineering. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 83, 1-10. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6105\(99\)00056-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6105(99)00056-2)
- 14- Rajabi M. R., & Modarres, R. (2008). Extreme value frequency analysis of wind data from Isfahan, Iran. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 96,78-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jweia.2007.03.005>
- 15- <http://www.Wikipedia.ir/>
- 16- <http://www.weather.ir/>

تحلیل آماری سریعترین باد سالانه ۱۸ ایستگاه خراسان بزرگ پس از بررسی‌های لازم انجام شده است. هفت توزیع گامبل نوع ۱، گامای ۲ پارامتری، لوگ نرمال ۲ پارامتری، لوگ نرمال ۳ پارامتری، پارتوی تعمیم یافته، پیرسون نوع ۳ و - حدی تعمیم یافته بر داده‌های تک تک ایستگاه‌ها برازش داده شد. پارامترها با روش‌های گشتاورهای معمولی، وزن دار احتمالی و اصلاح شده، حداکثر درستنمایی و آنتوپی برآورد شدند. آزمون نیکویی برازش **ks** در سطح ۵٪ برای انتخاب بهترین توزیع استفاده شد. قوانین احتمالی برگزیده به تفکیک ۱۸ ایستگاه در جدول (۶) آمده است.

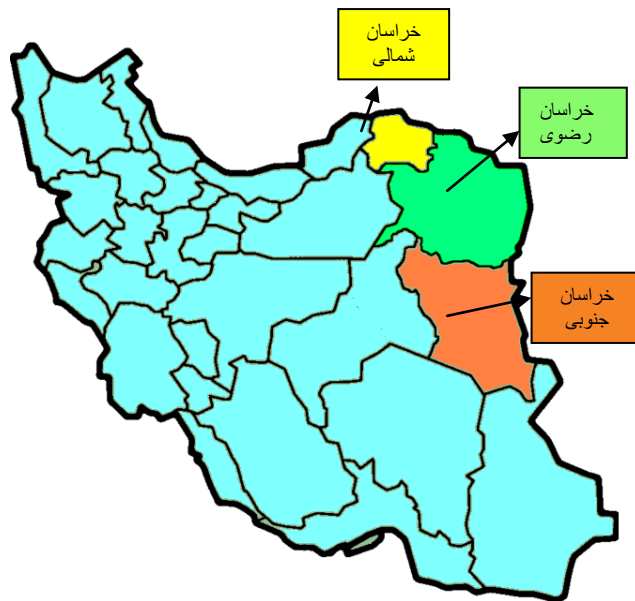
توزیع پارتوی تعمیم یافته ۲۱ بار در سه اولویت توزیع برتر است. روش گشتاورهای وزن دار احتمالی روش غالب برآورد پارامترها در اکثر توزیع هاست (شکل ۲ و ۳). دو ایستگاه بجنورد و خوربیرجند از نظر فیزیکی با اولویت‌های آماری جدول (۶) هماهنگ نبوده به همین دلیل برای محاسبه دوره بازگشت سریعترین باد سالانه از اولویت‌های بعدی آن‌ها استفاده شد. نتایج نهایی تحلیل فراوانی سریعترین باد سالانه ایستگاه‌ها در جدول (۷) به ازای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰۰ ساله آمده است.

تشکر و قدردانی: پژوهش حاضر به عنوان یک طرح پژوهشی با پشتیبانی مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد انجام شده است. از مساعدت‌های این معاونت صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع

- 1- Alizadeh, A., Kamali, Gh., Mousavi, F., Mousavi-Bygi, Weather & Climate, Twelfth edition, Ferdowsi University Press, 2009, 382 PP.
- 2- Fallah Ghahari, Gh., Essentials and Fundamentals of Meteorology, Climatological Research Institute, Ferdowsi University Press, 2011, 806 pp.
- 3- Martin, J.E., Mid-Latitude Atmospheric Dynamics, Masoodian, S.A., Esfahan University Press, 2009, 441 pp.

- 20- Barnett, V. and Lewis, T., 1994, *Outliers in Statistical data*, WILEY, New York.
- 21- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W., Ott, R.L., *Elementary Survey Sampling*, Arghami, N., Sanjari, Bozorgnia, A., Fourth edition, Ferdowsi University Press, 2001, 435 pp.
- 22- Rao R., A., et al, 2000, *Flood Frequency Analysis*, CRC Press LLC.
- 17- Edmond, F., Schulz, Victor, A., Koelzer, Kh. M., 1973, *Floods and droughts*, Water Resources Publications, 679 pages.
- 18- Bobee. B., Ashkar, *Gamma Family and Derived Distributions Applied in Hydrology*, Rezaee-Pazhand, H., first pub. Ferdowsi University Press, 1995, 890 pp.
- 19- Maronna, R. A., et al, 2006, "Robust Statistics", Jhon Wiley.



شکل (۱) موقعیت سه استان خراسان رضوی، شمالی و جنوبی در ایران

جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های هم‌مید استان خراسان رضوی

ردیف	نام ایستگاه	سال تاسیس	عرض جغرافیائی	طول جغرافیائی	ارتفاع (متر)
۱	مشهد	۱۹۵۱	۳۶ ۱۶	۵۹ ۳۸	۹۹۹
۲	گناباد	۱۹۸۷	۳۴ ۲۱	۵۸ ۴۱	۱۰۵۶
۳	نیشابور	۱۹۹۱	۳۶ ۱۶	۵۸ ۴۸	۱۲۱۳
۴	سبزوار	۱۹۵۵	۳۶ ۱۲	۵۷ ۴۳	۹۷۸
۵	تربت حیدریه	۱۹۵۹	۳۵ ۱۶	۵۹ ۱۳	۱۴۵۱
۶	تربت جام	۱۹۹۳	۳۵ ۱۵	۶۰ ۳۵	۹۵۰
۷	قوچان	۱۹۸۴	۳۷ ۴	۵۸ ۳۰	۲۸۷۱
۸	کاشمر	۱۹۸۷	۳۵ ۱۲	۵۸ ۱۲	۱۱۱۰
۹	سرخس	۱۹۸۴	۳۶ ۱۲	۶۱ ۱۰	۲۳۵
۱۰	گلمکان	۱۹۸۷	۳۶ ۲۹	۵۹ ۱۷	۱۱۷۶

جدول (۲) مشخصات ایستگاههای همدید استان خراسان شمالی

رتبه	نام ایستگاه	سال تاسیس	طول جغرافیایی	عرض	ارتفاع
۱	بجنورد	۱۹۵۹	۵۷:۱۶:۳۳	۳۷:۲۸:۱۳	۱۱۱۲
۲	جاجرم	۲۰۰۵	۵۶:۲۰	۳۶:۵۷	۹۸۴
۳	اسفراین	۲۰۰۵	۵۷:۲۹	۳۷:۰۳	۱۲۱۶
۴	مانه و سملقان	۲۰۰۵	۵۶:۵۱	۳۷:۳۰	۸۹۰
۵	فرودگاه بجنورد	۲۰۰۵	۵۷:۱۸	۳۷:۲۹	۱۰۷۰

جدول (۳) مشخصات ایستگاههای سینوپتیک استان خراسان جنوبی

ردیف	نام ایستگاه	سال تاسیس	طول جغرافیایی	عرض	ارتفاع
۱	بیرجند	۱۹۵۵	۵۹:۱۲	۳۲:۵۲	۱۴۹۱
۲	قائن	۱۹۸۷	۵۹:۱۰	۳۳:۴۳	۱۴۳۲
۳	فردوس	۱۹۸۵	۵۸:۱۰	۳۴:۰۱	۱۲۹۳
۴	نهبندان	۱۹۸۶	۶۰:۰۲	۳۱:۳۲	۱۲۱۱
۵	بشرویه	۱۹۸۸	۵۷:۲۷	۳۳:۵۴	۵۵۸
۶	خوربیرجند	۱۹۹۰	۵۸:۲۶	۳۲:۵۶	۱۱۱۷
۷	طبس	۱۹۶۱	۵۶:۵۷	۳۳:۳۶	۷۰۷

جدول ۴- بررسی آزمون های پایه برای ایستگاه همدید مشهد

آماره ها								
n	mean	sd	cv	skew	kurt	tow	tow3	tow4
۶۱	۳۰/۴	۶/۶۹	۰/۲۲	۰/۶۵۳	۲/۵۳۵	۰/۱۲۷	۰/۱۷۴	۰/۰۹۳
آزمون های پایه								
آزمون گردش								
nruns=۳۱			Zvalue=۰/۲۳۲			n1=۲۳		n2=۳۸
نتیجه آزمون نشان دهنده تصادفی بودن نمونه است.								
آزمون داده پرت گرویز-بک								
Kn=۲/۸۴۲۴			Uperband=۵۴/۴			Lowerband=۱۶/۲		
داده پرت بالایی وجود ندارد. داده پرت پایینی وجود ندارد.								
آزمون والد-ولفویتز								
Rbar=۶۵۱۷۷/۱۵		Var(R)=۱۱۴۸۴۸/۵			U =۰/۷۴۴		Za/2=۱/۹۶	
نتیجه: داده ها مستقل و ایستا فرض می شوند.								
آزمون من-ویتنی								
n1=۷		n2=۵۴		P-value=۰/۹۶۳۸		H-stat.=۰/۰		Zvalue= -۰/۰۴۵۳۸
نتیجه: داده ها همگن و بدون جهش فرض می شوند.								

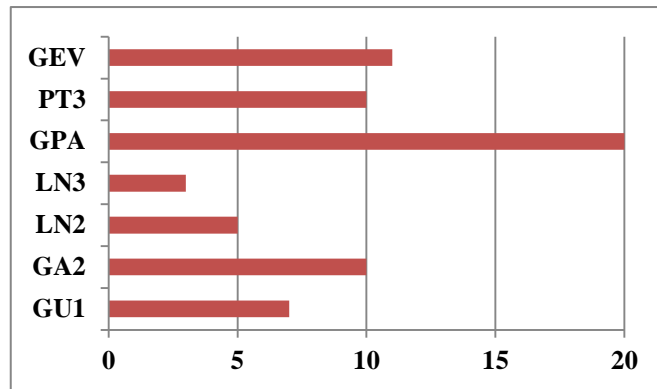
جدول ۵- نتیجه آزمون نیکویی برازش با آماره ks $D_0 = 0/173$ بهترین توزیع سریعترین باد سالانه مشهد

نام توزیع	روش برآورد پارامترها				
	MOM	PWM	MML	ENT	ModM
GU1	0/111	0/097	0/104	0/108	---
GA2	0/118	0/115	0/122	---	---
LN2	0/106	0/100	0/112	---	---
LN3	0/189	0/241	---	---	---
GPA	0/106	0/082	0/266	0/106	0/106
GEV	---	0/093	0/106	---	---
PT3	0/100	0/082	---	0/134	0/134

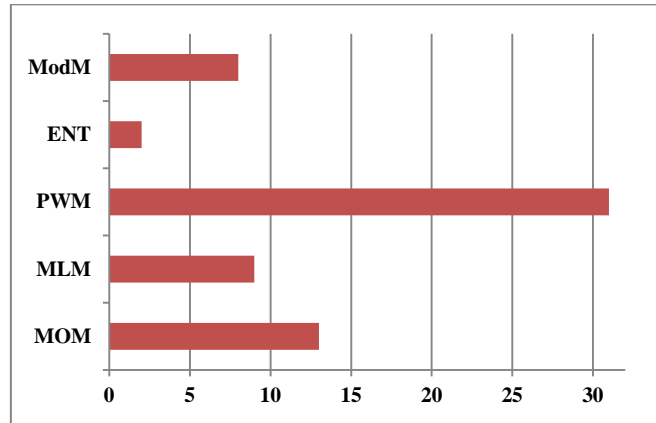
توضیح: روش های برتر با رنگ تیره مشخص شده است.

جدول ۶- برترین توزیع های برازشی برای ایستگاه های انتخابی به ترتیب اولویت

اولویت سوم			اولویت دوم			اولویت اول			نام ایستگاه	ردیف
مقدار ks	روش	نام توزیع	مقدار ks	روش	نام توزیع	مقدار ks	روش	نام توزیع		
۰/۱۳۰	MOM	GA2	۰/۱۲۹	PWM	GA2	۰/۱۲۷	MML	GA2	بیرجند	۱
۰/۱۲۹	PWM	GA2	۰/۱۲۸	ModM	GPA	۰/۱۲۷	PWM	GEV	قائن	۲
۰/۰۸۲	PWM	LN2	۰/۰۷۸	PWM	GPA	۰/۰۷۵	PWM	GA2	فردوس	۳
۰/۱۳۱	MOM PWM	LN2 و GU1	۰/۱۲۶	PWM	GU1	۰/۱۲۲	ENT	GU1	نهبندان	۴
۰/۱۱۶	MOM	GPA	۰/۱۱۳	PWM	PT3 و GPA	۰/۱۱۰	ModM	GPA	بشروه	۵
۰/۱۲۳	MOM	GPA	۰/۱۱۹	ModM	GPA	۰/۱۰۷	PWM	LN3	خوربیرجند	۶
۰/۰۸۶	PWM MOM	LN2	۰/۰۸۴	MML	GEV	۰/۰۸۳	MOM و PWM MML	GA2	طبس	۷
۰/۱۱۷	MML	GEV	۰/۱۱۵	ModM	PT3	۰/۰۹۲	MOM	LN3	بجنورد	۸
۰/۰۹۷	PWM	GU1	۰/۰۹۳	PWM	GEV	۰/۰۸۲	PWM	GPA و PT3	مشهد	۹
۰/۱۳۹	MOM	GA2	۰/۱۳۷	PWM	GPA	۰/۱۰۵	MML	GEV	گناباد	۱۰
۰/۱۰۱	MOM	PT3	۰/۰۹۷	MML	GEV	۰/۰۹۵	ModM	PT3	نیشابور	۱۱
۰/۰۹۹	PWM	GPA و PT3	۰/۰۸۴	MOM	GPA	۰/۰۸۱	ModM	GPA	سبزوار	۱۲
۰/۰۹۸	PWM	LN2	۰/۰۹۰	ModM	PT3	۰/۰۸۹	PWM	GA2	ترت حیدریه	۱۳
۰/۰۸۸	PWM	GEV	۰/۰۸۸	MOM ENT	GU1	۰/۰۸۴	PWM	GU1	ترت جام	۱۴
۰/۱۵۸	PWM	PT3 و GPA	۰/۱۵۲	MOM	GPA	۰/۱۴۹	ModM	GPA	قوچان	۱۵
۰/۱۸۷	MML	GEV	۰/۱۶۸	ModM	GPA	۰/۱۵۱	PWM	GPA	کاشمر	۱۶
۰/۱۲۴	MOM	PT3	۰/۱۱۳	PWM	GEV	۰/۱۱۱	PWM	PT3 و GPA	سرخس	۱۷
۰/۱۳۳	PWM	PT3 و GPA	۰/۱۳۲	MOM	GPA	۰/۱۱۵	MML	GEV	گلمکان	۱۸



شکل (۲) نمودار میله‌ای فراوانی هفت توزیع برآزشی در سه اولویت انتخاب



شکل (۳) نمودار میله‌ای فراوانی پنج روش برآورد پارامترهای توزیع‌های انتخابی

جدول ۷- سریعترین باد سالانه (گره) در دوره های بازگشت ۲ تا ۱۰۰۰ ساله ایستگاه های خراسان با بهترین توزیع انتخابی

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
ترت جام	۳۱/۹	۳۵	۳۶/۴	۳۷/۶	۳۹/۰	۴۰/۰	۴۱/۱	۴۲/۴	۴۳/۴
ترت حیدریه	۲۷/۶	۳۴/۳	۳۸/۳	۴۱/۸	۴۵/۹	۴۸/۸	۵۱/۶	۵۵/۰	۵۷/۵
سرخس	۳۵/۲	۴۵/۰	۵۱/۲	۵۶/۵	۶۲/۳	۶۶/۰	۶۹/۱	۷۲/۶	۷۴/۸
سبزوار	۰/۳۲	۳۹/۰	۴۱/۷	۴۳/۳	۴۴/۴	۴۴/۸	۴۵/۰	۴۵/۲	۴۵/۳
نیشابور	۲۹/۰	۳۴/۰	۳۶/۷	۳۹/۰	۴۱/۶	۴۳/۴	۴۵/۱	۴۷/۲	۴۸/۷
کاشمر	۲۵/۶	۳۰/۴	۳۱/۶	۳۲/۱	۳۲/۳	۳۲/۳	۳۲/۳	۳۲/۴	۳۲/۴
گناباد	۳۰/۱	۳۴/۲	۳۶/۲	۳۷/۷	۳۹/۱	۳۹/۹	۴۰/۵	۴۱/۲	۴۱/۵
گلمکان	۴۳/۸	۵۵/۹	۶۳/۱	۶۹/۴	۷۶/۹	۸۲/۳	۸۷/۳	۹۳/۷	۹۸/۴
قوچان	۲۲/۹	۳۳/۶	۴۰/۲	۴۵/۸	۵۱/۷	۵۵/۴	۵۸/۴	۶۱/۷	۶۳/۸
بجنورد	۵۰/۶	۶۵/۴	۷۳/۲	۷۹/۴	۸۶/۰	۹۰/۱	۹۳/۵	۹۷/۲	۹۹/۵
نهبندان	۳۰/۹	۳۵/۰	۳۷/۱	۳۸/۹	۴۱/۲	۴۲/۹	۴۱/۶	۴۶/۸	۴۸/۵
قائن	۳۳/۰	۳۸/۵	۴۱/۸	۴۴/۸	۴۸/۴	۵۰/۹	۵۳/۳	۵۶/۲	۵۸/۲
خوربیر چند	۴۶/۰	۶۱/۴	۷۰/۶	۷۸/۸	۸۸/۸	۹۵/۹	۱۰۲/۷	۱۱۱/۳	۱۱۷/۶
فردوس	۲۶/۲	۳۲/۰	۳۵/۳	۳۸/۲	۴۱/۶	۴۴/۰	۴۶/۳	۴۹/۲	۵۱/۳
طیس	۲۷/۸	۳۶/۲	۴۱/۲	۴۵/۷	۵۱/۰	۵۴/۸	۵۸/۴	۶۳/۰	۶۶/۳
بشرویه	۲۴/۷	۳۳/۴	۳۸/۱	۴۱/۷	۴۵/۰	۴۶/۸	۴۸/۲	۴۹/۵	۵۰/۲
بیرجند	۲۹/۵	۳۴/۱	۳۶/۷	۳۸/۹	۴۱/۴	۴۳/۲	۴۴/۹	۴۷/۰	۴۸/۵
مشهد	۲۹/۸	۳۵/۹	۳۹/۴	۴۲/۵	۴۶/۱	۴۸/۶	۵۱/۰	۵۴/۰	۵۶/۱