



# تحلیل آماری و پیش‌بینی یخبندان‌های زودرس شهرستان خاش

## طی دوره آماری ۱۳۸۷-۱۳۶۵

محسن آرמש

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

دکتر تقی طاوسی

استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان

### چکیده

از دیدگاه هواشناختی، اگر کمینه دمای روزانه به زیر صفر درجه سلسیوس تنزل یابد، یخبندان حادث شده است. این مقاله با هدف پژوهش جهت پیش‌بینی و روندیابی یخبندان‌های زودرس پاییزه شهرستان خاش انجام شده است. برای مطالعه یخبندان‌های زودرس، تاریخ اولین روز یخبندان دوره آماری از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۷ بررسی شد. احتمالات و دوره‌های بازگشت شروع یخبندان پاییزه (زودرس) با توزیع نرمال و توزیع لوگ-پیرسن نوع ۳ برآورد شد، در توزیع لوگ-پیرسن نوع ۳ با احتمال ۹۹ درصد زودتر از ۱۷ آبان ماه، با احتمال ۹۵ درصد زودتر از ۲۴ آبان‌ماه و در توزیع نرمال با احتمال ۹۵ درصد زودتر از ۲۱ آبان ماه یخبندان شروع نمی‌شود. ضریب تغییر داده‌ها ۲۱/۲ درصد محاسبه شد، که بیانگر نوسان نسبتاً زیاد در زمان آغاز یخبندان می‌باشد. با ترسیم نمودار اولین روز یخبندان و میانگین متحرک ۱۱ ساله آن، سیر وقوع یخبندان‌ها روندیابی شد، نتایج نشان داد که طی چند دهه گذشته شروع یخبندان پاییزه به سمت زمستان عقب‌نشینی کرده است. واژه‌های کلیدی: یخبندان زودرس، اقلیم، توزیع لوگ-پیرسن تیپ ۳، خاش.

### مقدمه

درباره واژه یخبندان از دیدگاه‌های مختلف، تعابیر گوناگونی وجود دارد، هواشناسان اصطلاح یخبندان را وقتی بکار می‌برند که دمای کمینه روزانه به زیر صفر درجه سلسیوس تنزل یابد. درحالی که از نظر فنی رویداد تشکیل کریستال‌های یخ روی سطوحی که دمای آنها زیر صفر درجه سلسیوس است و دمای لایه هوای بالای سطوح مزبور به نقطه شبنم رسیده باشد یخبندان نامیده می‌شود. در محدوده کشاورزی، یخبندان به رویداد دمایی گفته می‌شود که سبب خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شود که این دمای بحرانی الزاماً با دمای صفر درجه سلسیوس هماهنگ نیست (کاویانی، ۱۳۸۶: ۱۹۲ و ۱۹۳). کمینه دمای روزانه، درست مقارن طلوع آفتاب است (علیچانی و کاویانی، ۱۳۷۸: ۱۲۳). در کل دماهای پایین در محیط‌های مختلف تأثیرات متفاوتی بر جای می‌گذارند، دماهای پایین سبب محدودیت کشت و کار در اقلیم‌های سرد و ایجاد خسارت به گیاهان در نواحی گرمسیری می‌شوند (خلجی، ۱۳۸۰). «بیشترین خسارت یخبندان نه در ماه‌های زمستان، بلکه به عنوان یخبندان پیش‌رس در پاییز یا یخبندان دیررس در بهار رخ می‌دهد» (کاویانی، ۱۳۸۶: ۱۹۴). زیرا در زمستان‌ها، نباتات خود را با دماهای پایین عادت داده‌اند ولی در پاییز و بهار که محیط گرم است و گیاهان سرسبزند وقوع یخبندان می‌تواند خطر بزرگی برای نباتات محسوب شود. وجود رطوبت در محیط نقش مهمی در وقوع یا عدم وقوع یخبندان‌ها دارد، به طوریکه در نواحی

بری و خشک شدت یخبندان‌ها و تعداد روزهای یخبندان به مراتب بیشتر از نواحی مرطوب است. در باریکه ساحلی دریای خزر تعداد روزهای یخبندان سالانه ۵-۱۰ روز و در محدوده وسیعی از منطقه ساحلی جنوب وچاله جازموریان کمتر از ۵ روز در سال یخبندان دیده می‌شود (علیچانی، ۱۳۷۹: ۶۴). در شهرستان خاش نیز متوسط تعداد روزهای یخبندان ۲۵ روز در سال است و زمان آغاز یخبندان‌ها از آبان ماه به بعد می‌باشد (سایت سازمان هواشناسی کشور). خسارت به بخش‌های مختلف مثل کشاورزی، حمل و نقل، اختلال در ارائه خدمات، تشدید بیماری‌های ناشی از سرما و غیره همگی از این معزل طبیعی ناشی می‌شود. البته یخبندان سبب خرد شدن ذرات درشت خاک شده و ترکیب مساعدی ایجاد می‌کند که به آن شخم ناشی از یخبندان گویند (کاویانی، ۱۳۸۶: ۷۴)؛ که از این نظر عملکرد مثبتی دارد، در درون خاک نقطه انجماد متفاوت است به طوریکه در منافذ بسیار ریز ممکن است، آب یخ نزند و هر چه منافذ ریزتر باشند وقوع یخبندان در دمایی پایین تر خواهد بود (کاویانی، ۱۳۸۶: ۷۴ و ۷۵).

یخبندان‌ها یا بر اثر ورود هوای سرد (جبهه‌ای) یا تشعشع شدید زمینتاب ایجاد می‌شود. در شب‌های صاف بدون باد زمستانی که تشعشع ساطع شده زمینتاب زیاد است یخبندان تشعشعی روی می‌دهد (علی‌زاده و کوچکی، ۱۳۷۴: ۱۶). یخبندان جبهه‌ای نیز بر اثر ورود هوای سرد عرض‌های بالاتر به منطقه ایجاد می‌شود. عوامل مختلفی در تشدید یا تضعیف یخبندان مؤثرند. مانند عرض جغرافیایی، ارتفاع، پستی و بلندی، جهت دامنه، پوشش گیاهی، رطوبت و غیره. غالباً در عرض‌های بالا و زمین‌های مرتفع و دامنه‌های پشت به آفتاب با پوشش گیاهی و رطوبت اندک، یخبندان بیشتر حادث می‌شود. ولی در مجموع میکروکلیم نقش اساسی در بروز یا عدم بروز یخبندان دارد. «در برزیل به دلیل یخبندان‌های ۱۹۷۵ خسارت زیادی به تولید محصول قهوه وارد شد و قیمت آن افزایش یافت» (خالدی، ۱۳۷۴: ۸۳). هدف این پژوهش، تحلیل آماری شروع یخبندان دوره سرد سال شهر خاش به منظور پیش‌بینی و روندیابی آن می‌باشد، تا بدینوسیله بتوان خسارات ناشی از یخبندان زودرس در بخش کشاورزی، حمل و نقل، بهداشت و... را کاهش داد.

### ویژگی‌های اقلیمی شهر خاش

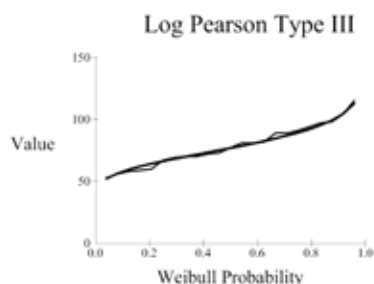
شهر خاش با ارتفاع ۱۳۹۴ متر از سطح دریا از مرتفع‌ترین شهرهای استان سیستان و بلوچستان به شمار می‌آید. ارتفاع محل باعث شده این شهر از هوای نسبتاً معتدلی در استان برخوردار باشد. متوسط بارش سالانه حدود ۴۸ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۱/۲ درجه سلسیوس می‌باشد. دامنه تغییرات بارندگی سالانه از ۲۸/۹ میلی‌متر (سال ۱۳۸۴) تا ۵۱۳ میلی‌متر (۱۳۷۴)



جدول ۱: ویژگی‌های نرمال دمای روزانه هوا در شهر خاش بر حسب سلسیوس طی دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۸۶

ماهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
میانگین دما	۹/۲	۱۱/۶	۱۵/۸	۲۲/۳	۲۷/۷	۳۱/۱	۳۱/۶	۳۰/۳	۲۶/۷	۲۱/۵	۱۵/۵	۱۱/۴	۲۱/۲
کمینه دما	۲	۴/۵	۸/۴	۱۳/۲	۱۸/۱	۲۱/۵	۲۲/۵	۲۰/۵	۱۶/۱	۱۱/۳	۶/۳	۳/۴	۱۲/۳
بیشینه دما	۱۵	۱۷/۲	۲۱/۲	۲۸/۲	۳۳/۸	۳۷/۲	۳۷/۸	۳۶/۸	۳۳/۷	۲۸/۵	۲۲/۵	۱۷/۹	۲۷/۵
دامنه تغییرات دما	۱۳	۱۲/۷	۱۲/۸	۱۵	۱۵/۷	۱۵/۷	۱۵/۳	۱۶/۳	۱۷/۶	۱۷/۲	۱۶/۲	۱۴/۵	۱۵/۲
متوسط تعداد روزهای دما با کمینه دما -۴ درجه و کمتر	۲	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۲	۳/۶
متوسط تعداد روزهای دما با بیشینه دما صفر درجه و کمتر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نرمال متوسط تعداد روزهای دما با کمینه دمای صفر درجه و کمتر	۱۱/۱	۵/۱	۰/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸	۷	۲۴/۷
کمینه مطلق دمای	-۱۰	-۷	-۲	۲/۴	۴/۴	۱۲/۴	۱۶	۱۲/۵	۷/۶	۰/۸	-۳/۶	-۱۰	-۱۰
بیشینه مطلق دمای	۲۴/۸	۲۶/۶	۳۰/۶	۳۶	۴۰/۵	۴۲	۴۳/۴	۴۱/۵	۴۲/۴	۳۵/۲	۳۰/۵	۲۷	۴۳/۴

منبع: سایت سازمان هواشناسی کشور



نمودار ۱: انطباق منحنی داده‌های آماری با منحنی توزیع لوگ پیرسن نوع سوم

در این پژوهش با استفاده از توزیع نرمال و لوگ-پیرسن نوع سوم احتمال وقوع اولین یخبندان شهرستان خاش در دوره‌های بازگشت مختلف تخمین زده شد. سپس ضریب تغییر داده‌ها محاسبه شد و با ترسیم نمودار اولین روز یخبندان در طی دوره آماری همراه با نمودار میانگین متحرک ۱۱ ساله آن زمان آغاز یخبندان‌ها روندیابی شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

آغاز یخبندان‌های شهرستان خاش در یکی از ماه‌های آبان، آذر و دی حادث شده است. فراوانی ۲۱/۷۴ درصد آغاز یخبندان‌ها در آبان ماه، ۵۲/۱۸ درصد در آذرماه و ۲۶/۰۸ درصد در دی ماه بوده است. میانگین زمان آغاز یخبندان‌ها ۱۸ آذرماه با انحراف معیار ۱۷ روز، دامنه تغییرات ۶۲ روز و ضریب تغییر ۲۱/۲ درصد محاسبه شد. ضریب چولگی داده‌ها در توزیع لوگ-پیرسن نوع سوم ۰/۰۱- محاسبه شد، طی دوره آماری زودترین آغاز یخبندان به ۲۳ آبان‌ماه (سال ۱۳۸۷) و دیرترین آغاز یخبندان به ۲۵ دیماه (سال ۱۳۸۰) تعلق دارد. در توزیع نرمال با ۹۵ درصد اطمینان، دامنه آغاز یخبندان بین ۱۵ آبان تا ۲۲ دی ماه محاسبه شد.

رابطه ۱:

$$CV = \frac{s}{x} \times 100$$

نوسان دارد. ماه مارس با متوسط بارش ۳۷ میلیمتر پرباران‌ترین ماه سال و فصل زمستان با ۱۰۳/۱ میلیمتر بارش متوسط، پرباران‌ترین فصل سال هستند (سایت سازمان هواشناسی کشور). گرم‌ترین ماه سال ژوئیه با میانگین دمای ۳۱/۶ درجه سلسیوس و سردترین ماه سال ژانویه با میانگین دمای ۹/۲ درجه سلسیوس است. کمینه مطلق دمای هوا ۱۰- درجه سلسیوس و بیشینه مطلق دمای هوا ۴۳/۴ درجه سلسیوس به ثبت رسیده است. «در نواحی جنوب ایران در زمستان هوا نسبتاً گرم است، تنها در نواحی مرتفعی مانند خاش، روزهای یخبندان سالانه قابل توجه است» (علیچانی، ۲۰۲۰: ۱۳۷۹). در این شهرستان متوسط تعداد روزهای یخبندان حدود ۲۵ روز در سال است و این یخبندان‌ها فقط در پنج ماه (نوامبر تا مارس) حادث می‌شوند. متوسط دامنه تغییرات دمای سالانه شهرستان ۱۵/۲ درجه سلسیوس است، که نسبت به نواحی مجاور نسبتاً کم است. بیشترین دامنه تغییرات دمای روزانه شهرستان مربوط به ماه سپتامبر (۱۷/۶) و کمترین آن متعلق به ماه فوریه (۱۲/۷) می‌باشد. در طول دوره آماری هرگز بیشینه دمای هوا تا نقطه انجماد (صفر درجه سلسیوس) سقوط نکرده است، از اینرو تداوم یخبندان در شهرستان خاش همیشه کمتر از ۲۴ ساعت بوده است (جدول شماره ۱).

### روش پژوهش

برای مطالعه یخبندان‌های زودرس پاییزه، ابتدا آمار روزانه کمینه دمای هوای ایستگاه سینوپتیک خاش با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۶۵ اخذ شد. سپس تاریخ اولین روز یخبندان در هر سال زراعی (از اول مهرماه تا پایان شهریور سال بعد) استخراج و روز ژولیوسی آن بر حسب سال زراعی تعیین گردید. این داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری با توزیع‌های مختلف (نرمال، لوگ-نرمال، پارامتری، لوگ-نرمال، پارامتری، لوگ-پیرسن نوع ۳، لوگ-پیرسن نوع ۳ و توزیع گامبل) برازش شد، که با توزیع لوگ-پیرسن نوع ۳ بیشترین مطابقت وجود داشت (نمودار شماره ۱).



جدول ۲: پیش‌بینی آغاز یخبندان‌های زودرس شهرستان خاش با توزیع نرمال ولوگ- پیرسن نوع ۳

۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۲	دوره بازگشت به سال
۰/۵	۱	۲	۴	۵	۱۰	۲۰	۵۰	احتمال وقوع یخبندان به درصد
۳۶	۴۰	۴۴	۴۹	۵۱	۵۷	۶۴	۷۸	روز ژولیوسی آغاز یخبندان در توزیع نرمال
۶	۱۰	۱۴	۱۹	۲۱	۲۷	۴	۱۸	تاریخ شروع روزیخبندان در توزیع نرمال
۴۴	۴۷	۵۰	۵۳	۵۴	۵۸	۶۴	۷۷	روز ژولیوسی آغاز یخبندان در توزیع لوگ- پیرسن تیپ ۳
۱۴	۱۷	۲۰	۲۳	۲۴	۲۸	۴	۱۷	تاریخ شروع آغاز یخبندان در توزیع لوگ- پیرسن تیپ ۳

حادث نمی‌شود در توزیع نرمال دامنه شروع یخبندان با ۹۵ درصد اطمینان بین ۱۵ آبان ماه تا ۲۲ دی ماه برآورد شد، ضریب تغییرپذیری ۲۱/۲ درصدی داده‌ها، نمایانگر تغییرات سالانه آغاز یخبندان‌ها در طول دوره آماری و نوسان نسبتاً زیاد شروع یخبندان‌ها ازسالی به سال دیگر است. با ترسیم نمودار مربوط به اولین روز یخبندان‌ها و میانگین متحرک ۱۱ساله آن سیر کلی زمان آغاز یخبندان‌ها روندیابی شد و معلوم شد که با نزدیک شدن به زمان حال آغاز یخبندان‌ها به تعویق می‌افتد. شاید روند تأخیر در زمان آغاز یخبندان‌ها از نتایج گرمایش جهانی و تغییر اقلیم باشد، با این وجود این نوسان بالا، نیاز به پیش‌بینی و تخمین زمان آغاز یخبندان‌ها را به خوبی نشان می‌دهد.

$$\text{رابطه ۲: } Slog = \left[ \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\log xi - \overline{\log x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{رابطه ۳: } Cslog = \frac{n \sum (\log xi - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S^3 \log}$$

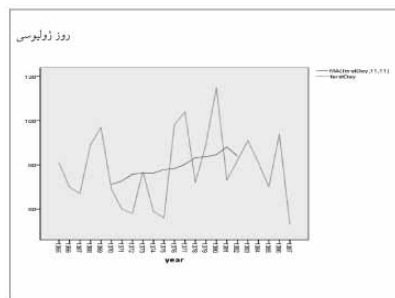
$$\text{رابطه ۴: } XTr = \bar{x} + k.s$$

$$\text{رابطه ۵: } \log XTr = \bar{x} \log + K.Slog$$

در اینجا CV ضریب تغییرات، S انحراف معیار،  $\bar{X}$  میانگین، N تعداد داده‌ها، CS ضریب چولگی، K ضریب فراوانی و XTr مقدار x برای دوره بازگشت مورد نظر است و با محاسبات انجام شده نتایج جدول شماره ۲ حاصل شد (مهدوی، ۱۳۸۶: ۶۸ و ۶۹).

### منابع

- ۱- اسماعیلی، رضا، (۱۳۸۶)، بررسی یخبندان‌های دیررس بهاره ازدیدگاه آماری - سینوپتیکی و اثرات آن بر محصولات باغی مطالعه موردی شهرستان مه ولایت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۲- بهیار، محمدباقر و اکرم پرنده خوزانی، (۱۳۸۲)، «بررسی شاخص‌ها و ویژگی‌های یخبندان و پیش‌بینی آماری آن در استان چهارمحال و بختیاری»، اداره کل هواشناسی استان اصفهان.
- ۳- جباری، ایرج، (۱۳۸۵)، روش‌های آماری در علوم محیطی، چاپ دوم، کرمانشاه: انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
- ۴- خالدی، شهریار: (۱۳۷۴)، آب و هواشناسی کاربردی، چاپ اول، انتشارات قومس.
- ۵- خلجی، مهدی، (۱۳۸۰)، «پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای تعدادی از گیاهان زراعی و باغی در استان چهارمحال و بختیاری»، دانشگاه شهرکرد.
- ۶- سایت سازمان هواشناسی کشور به آدرس (www.weather.ir).
- ۷- علیچانی، بهلول، (۱۳۷۹)، آب و هوای ایران، چاپ چهارم، تهران، انتشارات پیام نور.
- ۸- علیچانی، بهلول و محمدرضا کاویانی، (۱۳۷۸)، مبانی آب و هواشناسی، چاپ ششم، تهران: انتشارات سمت.
- ۹- علیزاده، امین، (۱۳۸۱)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ چهاردهم، مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا.
- ۱۰- علیزاده، امین و عوض کوچکی، (۱۳۷۴)، کشاورزی آب و هوا، تألیف ج. ه. چنگ، چاپ اول، مشهد: نشر مشهد.
- ۱۱- کاویانی، محمدرضا، (۱۳۸۶)، میکروکلیماتولوژی، چاپ دوم، تهران: انتشارات سمت.
- ۱۲- مهدوی، محمد، (۱۳۸۶)، هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، چاپ پنجم، تهران: نشر دانشگاه تهران.
- ۱۳- مهدوی، مسعود و مهدی طاهرخانی، (۱۳۸۵)، کاربرد آمار در جغرافیا، چاپ دوم، تهران: نشر قومس.



نمودار ۲: منحنی روند آغاز یخبندان‌ها و میانگین متحرک ۱۱ساله آن

احتمال آغاز یخبندان‌ها زودتر از ۱۴ آبان‌ماه در هر دو توزیع ۰/۵ تا ۲۰ درصد برآورد شده است، همچنین احتمال آغاز یخبندان‌ها در توزیع لوگ-پیرسن نوع ۳ تا قبل از ۲۴ آبان نیز ۵ درصد است یعنی با ۹۵ درصد اطمینان در هر دو توزیع زودتر از ۲۱ آبان یخبندان حادث نمی‌شود. زمان آغاز یخبندان‌ها در یک سیرکلی در طول دوره آماری به سوی روزهای ژولیوسی بالاتر عقب‌نشینی کرده است، نمودار شماره ۲ بیانگر آن است که با نزدیک شدن به زمان حال زمان آغاز یخبندان به تعویق افتاده است.

### نتیجه پژوهش

برآورد احتمالات در توزیع لوگ پیرسن نوع سوم و توزیع نرمال نشان داد که با احتمال ۹۵ درصد در هر دو توزیع زودتر از ۲۱ آبان ماه و با احتمال ۹۹ درصد در توزیع لوگ - پیرسن نوع ۳ زودتر از ۱۷ آبان ماه یخبندان