



سال دهم، شماره ۳۰
تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۰۴-۸۹

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

تقی طاوسی^۱
جعفر درخشی^۲

تحلیل آماری احتمال وقوع و دوره‌های برگشت یخبندان‌های زودرس و دیررس زاهدان در دوره آماری (۱۳۸۶-۱۳۶۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۰۹/۰۹

چکیده

از نگاه اقلیم شناسی، افت دمای هوا به نقطه صفر درجه سلسیوس و پایین‌تر از آن را یخبندان می‌نامند. هدف این پژوهش تحلیل آماری و پیش‌بینی یخبندان‌های زودرس (پاییزه) و دیررس (بهاره) زاهدان می‌باشد. بدین منظور کمینه دمای روزانه هوا در دوره آماری (۱۳۸۶-۱۳۶۰) بررسی شد. در هر دوره سرد سال، اولین روزی که کمینه روزانه دمای هوا تا سطح نقطه انجماد افت کرده بود، به عنوان شروع یخبندان و واپسین روز به عنوان خاتمه یخبندان انتخاب

۱- استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم شناسی) دانشگاه سیستان و بلوچستان.

شد. با مبدا قرار دادن اول مهر، روزهای ژولیوسی آن محاسبه شد. این داده‌ها با توزیع‌های مختلف برازش شد و توزیع پیرسون تیپ ۳ انتخاب گردید. یخبندان زودرس پاییزه و دیررس بهاره در دوره‌های برگشت متفاوت محاسبه شد. نتایج نشان داد که یخبندان‌های زودرس و دیررس از هر دو طرف به سمت فصل زمستان در حال عقب نشینی هستند. یعنی دوره یخبندان کوتاه تر شده است.

کلیدواژه‌ها: یخبندان زودرس، یخبندان دیررس، توزیع پیرسون تیپ ۳، زاهدان.

مقدمه

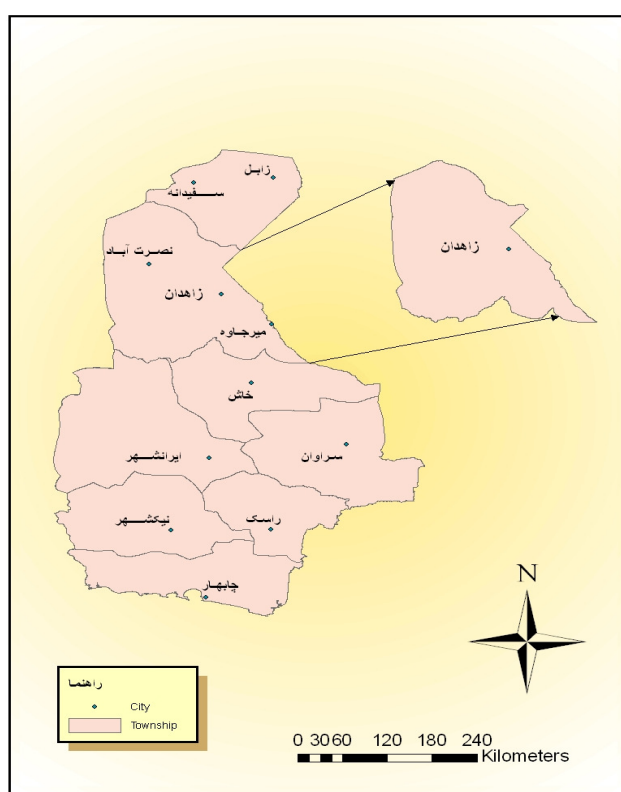
یخبندان یکی از زیان‌آورترین بلایای طبیعی است که معمولاً با خسارت‌های فراوان مالی و حتی جانی همراه است. پدیده یخبندان نه تنها حیات تمامی موجودات زنده را با خطر مواجه می‌نماید، بلکه نقش مهم و تعیین کننده‌ای در مسایل اقتصادی، زیست محیطی و عمرانی مانند جاده‌سازی، سدسازی و پل‌سازی دارد. سرمازدگی و یخبندان در مراحل مختلف رویشی برای محصولات کشاورزی و باغی بسیار مهم است و منجر به محدودیت تولید می‌شود. اصطلاح یخبندان برای افت دمای هوا به صفر یا زیر صفر درجه سلسیوس، به کار برده می‌شود. تاریخ‌های رخداد اولین دمای صفر درجه در پاییز و آخرین رخداد آن در بهار از لحاظ کشاورزی دارای اهمیت می‌باشد. از تاریخ‌های رخداد اولین و آخرین یخبندان‌ها در پاییز و بهار میانگین طول دوره رویش به دست می‌آید. این اطلاعات در تعیین گونه‌ها و واریته‌های مناسب جهت کاشت در منطقه به کار می‌آید. اگر احتمالات یا چگونگی توزیع این تاریخ‌ها در اطراف میانگین تعیین گردد، استفاده از این داده‌ها مفیدتر خواهد شد. یخبندان به دو نوع فرارفتی و تابشی تقسیم می‌گردد. یخبندان تابشی در خلال شب‌های بدون باد و صاف و. یخبندان فرارفتی در اثر انتقال توده هوای سرد در مقیاس وسیع رخ می‌دهد. در خلال یک یخبندان فرارفتی، فرایندهای تابشی نیز در تبادل گرما سهم هستند. به طور میانگین یخبندان‌های فرارفتی در بهار زودتر از یخبندان‌های تابشی و در پاییز دیرتر از یخبندان‌های

تابشی رخ داده و دوره دوام این یخبندانها طولانی‌تر است (نوحی و همکاران، ۱۳۸۶). یخبندان هر ساله خسارت بی شماری به وجود می آورد، برای مثال: خسارت یخبندان به محصولات کشاورزی استان خوزستان در اسفند ماه ۱۳۷۵ بالغ بر ۳۰ میلیارد تومان و در استان کرمان خسارت وارده به محصولات پسته در فروردین ۱۳۷۶ متجاوز از ۲۰۰ میلیارد تومان بر آورد شده است. خسارت وارده به محصولات کشاورزی در شهرستان نیشابور در سال زراعی ۸۲-۸۱ بالغ بر ۳۶ میلیارد تومان بوده است. (اسماعیلی، ۱۳۸۶: ۳). منیعی (۱۳۴۳) در زمینه خسارت‌های ناشی از یخبندان طی سال‌های (۱۳۴۲-۴۳) به باغ‌های مرکبات شمال کشور مطالعه و شرایط دمای مناسب برای آنها را برآورد کرده است. تام و شاو^۳ (۱۹۵۸) نشان دادند که تاریخ‌های وقوع یخبندان تصادفی هستند و از توزیع نرمال تبعیت می کنند. به همین دلیل استفاده از میانگین و انحراف معیار، شاخص‌های آماری معتبری برای مطالعه به شمار می آیند. با در دست داشتن این دو عامل احتمال وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره قبل و بعد از یک تاریخ مشخص قابل محاسبه است. هاشمی (۱۳۴۸) با استفاده از آمارهای موجود و با برداشت از چند بررسی انجام شده در ایالات متحده آمریکا، سری‌های زمانی شروع و خاتمه یخبندان در تهران را برای چهار آستانه حرارتی مشخص کرده است. علیزاده و کمالی (۱۳۷۳) بر اساس تحلیل داده‌های حداقل روزانه دما در ۱۵ ایستگاه هواشناسی استان خراسان یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره را با احتمال ۸۰ درصد به دست آوردند. مجرد قره باغ (۱۳۷۶) در زمینه اصول و روش‌های تحلیل و پیش‌بینی کمی یخبندان در منطقه آذربایجان وجود همبستگی‌های خطی معتبر و معکوس بین سری‌های زمانی آغاز و خاتمه یخبندان را به دست آورد و نشان داد که هر قدر آغاز یخبندان در منطقه مورد مطالعه زودتر از میانگین کل آغازها رخ دهد، خاتمه آن نیز در بهار دیرتر از میانگین کل پایان‌ها رخ خواهد داد. تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال بختیاری توسط قطره سامانی (۱۳۸۲) انجام گرفته است. اسماعیلی (۱۳۸۶) اثر خطر سرمازدگی دیررس را بر روی باغات شهرستان مه ولات را مطالعه و پهنه بندی کرده که بر اساس آن تاریخ شروع و خاتمه، طول

دوره یخبندان و رشد را در مناطق مختلف این شهرستان در دو آستانه یک تا صفر درجه و زیر صفر درجه به دست آورده است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که طول دوره رشد در نواحی شمالی شهرستان کوتاه تر از دوره رشد در نواحی جنوبی می باشد که عامل تاثیر گذار در این فرایند ارتفاع می باشد. این امر در بخش کشاورزی توجهات خاصی را در زمینه کاشت و برداشت محصول و انتخاب گونه‌های مناسب با شرایط دوره‌های رشد و یخبندان می طلبد و همچنین ارتباط بین آغاز و خاتمه یخبندان در شهرستان را بررسی نموده و به این نتیجه رسیده که بین شروع و خاتمه یخبندان در سطح این شهرستان ارتباط معناداری وجود ندارد و هر دو مستقل از هم عمل می کنند. علیجانی و هژبرپور (۱۳۸۶) سامانه همدیدی یخبندان‌های استان اردبیل را با پارامترهای حداقل دمای روزانه، میانگین حداقل دمای روزانه و مجموع روزهای یخبندان چهار ایستگاه همدیدی برای ۱۰ سال آماری که بر اساس آن سه دوره یخبندان، یخبندان شدید و فراگیر به عنوان طولانی ترین، زودرس‌ترین و دیررس‌ترین محاسبه کردند و به این نتیجه رسیدند فراوانی پرفشارهای مهاجر غربی بیشتر از پرفشار سبیری در یخبندان‌های استان اردبیل موثر بوده ولی قدرت پرفشار سبیری در ایجاد سرماهای شدید بیشتر می باشد. خورشید دوست و سلمان پور (۱۳۸۷). نوسانات و آستانه‌های یخبندان‌های پاییزه و بهاره شهرستان اهر را در چهار آستانه دمایی طی دوره آماری ۸۴-۶۵ مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیده‌اند که نوسانات تاریخی‌های وقوع یخبندان در چهار آستانه مذکور در فصل بهار نسبت به یخبندان‌های پاییزه شدید است. هدف از این پژوهش تحلیل آماری و پیش بینی کمی یخبندان در شهرستان زاهدان است. بدین وسیله یک پیش آگاهی نسبی از وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره به دست آمده تا قبل از وقوع یخبندان اقدامات لازم جهت پیشگیری از خسارت‌های ناشی از آن در بخش‌های مختلف بخصوص در بخش کشاورزی در این شهرستان انجام گیرد.

موقعیت جغرافیایی

شهرستان زاهدان در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۷۰ متر از سطح آب‌های آزاد با وسعت ۳۶۵۸۱ کیلومتر مربع مرکز استان سیستان و بلوچستان می باشد. (شکل شماره ۱) متوسط سالیانه دمای هوا در زاهدان ۱۸/۴ درجه سانتی گراد و متوسط سالیانه رطوبت نسبی هوا ۳۳ درصد و متوسط میزان بارندگی سالیانه آن ۹۰/۶ میلی متر می باشد.



شکل شماره (۱) موقعیت شهرستان زاهدان در استان سیستان و بلوچستان

مواد و روش‌ها

برای بررسی ویژگی‌های یخبندان لازم است تا سری‌های زمانی دماهای حداقل روزانه برای همه سال‌های دوره آماری، کامل باشد. ابتدا داده‌های روزانه دمای هوای ایستگاه سینوپتیک زاهدان در دوره آماری ۱۳۸۶-۱۳۶۰ تهیه شد. با بررسی سری‌های زمانی ویژگی فوق تایید شد. گرچه برای انجام مطالعه در زمینه دما، آمار یک دوره ده ساله می‌تواند کافی باشد (استین و گودار، ۱۳۵۸)، لیکن برای حصول اطمینان از کفایت طول دوره آماری برای تحلیل، از آزمون ماکوس استفاده شد که طبق پیشنهاد ماکوس حداقل طول دوره آماری از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$y = (4.30t * \log R)^2 + 6 \quad (1)$$

در این رابطه y حداقل قابل قبول تعداد داده‌ها برای تجزیه و تحلیل، t مقدار t استیودنت در سطح اعتماد ۹۰ درصد به ازاء درجه آزادی $(y-6)$ و R نسبت مقدار متغیر در دوره برگشت ۱۰۰ سال به مقدار آن در دوره برگشت ۲ سال است (علیزاده، ۱۳۸۴: ۶۹۰). کاربرد رابطه شماره ۱، کفایت دوره آماری برای این پژوهش را حداقل ۱۱ سال برآورد می‌کند. با توجه به دوره آماری ۲۷ ساله، کفایت سال‌های آماری تایید می‌شود.

برای مشخص کردن همگن بودن داده‌ها از روش غیرنموداری "ران تست" استفاده گردید. اصول کار در این روش بر مبنای مشخص کردن تعداد و دوره‌های افزایش یا کاهش داده‌ها نسبت به میانگین یا نما قرار دارد که با مطابقت دادن آنها با جداول مخصوص، تصادفی بودن داده‌ها در سطح اعتماد معین به دست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۴: ۶۷۸). همگن بودن داده‌های ایستگاه زاهدان در سطح اعتماد ۹۵ درصد به دست آمد که موید تصادفی بودن آنهاست. تحلیل یخبندان مستلزم بررسی تغییرات شبانه روزی دمای هوا می‌باشد. هر روزی که دمای هوا به صفر درجه سلسیوس و یا کمتر نزول کند یخبندان اتفاق افتاده است. برای تعیین روزهای یخبندان بایستی کمینه دمای هوای روزانه مطالعه شوند. تعیین اولین یخبندان هر دوره سردسال، برای تجزیه و تحلیل یخبندان‌های زودرس (پاییزه) ضرورت دارد. آخرین روز یخبندان دوره سردسال نیز برای تحلیل‌های آماری یخبندان بهاره (دیررس) مورد استفاده قرار

می‌گیرد. نخستین روز از دوره سرد سال که کمینه دمای روزانه هوا به صفر و زیر صفر درجه نزول کرده بود همچنین واپسین روزی که در در فصل بهار دما به صفر و زیر صفر درجه سلسیوس نزول کرده بود انتخاب شدند. با مبدا قرار دادن اول مهر به عنوان مبدا روز شمارهای ژولیوسی، روز شمار تاریخ‌های وقوع یخبندان‌های بهاره و پاییزه محاسبه گردید. سپس داده های ژولیوسی با توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون، گامبل و لوگ گامبل برازش داده شد و بهترین توزیع، پیرسون تیپ ۳ انتخاب گردید (شکل ۲). تابع چگالی احتمال این توزیع به صورت زیر بیان می‌شود (مهدوی، ۱۳۸۶: ۵۵).

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x - \varepsilon)}}{x\Gamma(\beta)} \quad (2)$$

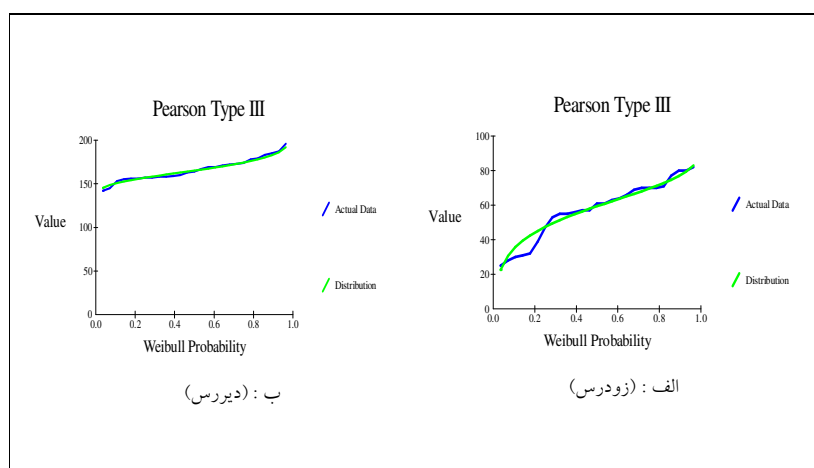
$$\lambda = \frac{s_x}{\sqrt{\beta}} \quad (3)$$

$$\beta = \left(\frac{2}{c_s}\right)^2 \quad (4)$$

$$\varepsilon = \bar{x} - s_x \sqrt{\beta} \quad (5)$$

در رابطه شماره ۱:

β : متغیری است که از رابطه شماره ۳ به دست می‌آید.	s_x : انحراف معیار
λ : متغیری است که از رابطه شماره ۴ به دست می‌آید.	c_s : ضریب چولگی
ε : متغیری است که از رابطه شماره ۵ به دست می‌آید.	Γ : تابع گاما می‌باشد.
\bar{x} : میانگین	



شکل (۲) برازش داده‌ها روی توزیع پیرسون تیپ ۳

با توجه به اینکه یخبندان‌های زودرس و دیررس زاهدان از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند و حجم نمونه کمتر از ۳۰ بوده و انحراف معیار جامعه مجهول است، از توزیع تی استیودنت استفاده گردید (تریولا، ۱۳۷۴: ۲۳۴). تعیین فاصله اطمینان بر اساس توزیع تی استیودنت در سطح اطمینان ۹۵ درصد، از رابطه زیر به دست می‌آید (مهدوی و طاهرخانی، ۱۳۸۵: ۱۴۷).

$$cl_p = \bar{x} \pm t_p \cdot se \quad (6)$$

cl: حدود اطمینان

P: سطح اطمینان یا درصد مورد نظر

\bar{x} : میانگین جامعه نمونه

t_p : استیودنت با درجه آزادی (n-1) در سطح اطمینان

se: خطای معیار که از رابطه $se = \delta/\sqrt{n}$ به دست می‌آید.

با استفاده از فرمول تجربی ویبول که رابطه آن به صورت $p = m/n + 1$ بیان می‌شود، احتمال وقوع یخبندان‌های زودرس و دیررس محاسبه شد. و در نهایت با تعیین اختلاف اولین و آخرین یخبندان هر دوره، طول دوره سرد برای هر سال تعیین گردید.

نتایج و بحث

به منظور انجام برنامه‌ریزی‌های کشاورزی در راستای کاستن از خسارت‌های واپسین یخبندان بهار و اولین یخبندان پاییزه و افزایش عملکرد تولیدات کشاورزی لازم است میزان نوسان یخبندان‌های بهار و پاییزه از میانگین بررسی شود. احتمال وقوع و عدم وقوع اولین و واپسین یخبندان و همچنین دوره برگشت آنها به صورت تجربی با استفاده از فرمول ویبول برای یخبندان‌های زودرس و دیررس محاسبه شده است (جدول شماره، ۱). بر اساس آن زودرس‌ترین یخبندان پاییزه و دیررس‌ترین یخبندان بهار با احتمال ۳ درصد و با دوره برگشت ۲۸ سال به ترتیب در ۲۵ مهر و ۱۷ فروردین اتفاق خواهد افتاد. با استفاده از توزیع تی استیودنت فاصله اطمینان برای یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهار در سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. که تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزه در این سطح بین ۲۱ آبان تا ۴ آذر ماه و تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهار بین ۱۱ تا ۲۱ اسفند ماه اتفاق خواهد افتاد. پیش بینی وقوع دماهای زیر نقطه انجماد، از اصول بسیار مهم برنامه‌ریزی کشاورزی و سایر فعالیت‌های انسانی است. با توجه به این موضوع احتمال وقوع یخبندان‌های زاهدان با دوره برگشت متفاوت به وسیله توزیع پیرسون تیپ ۳ محاسبه شد (جدول شماره، ۲). با اطمینان ۹۵ درصد اولین یخبندان پاییزه از تاریخ ۲۲ آبان به بعد شروع خواهد شد و همچنین با اطمینان ۹۵ درصد آخرین یخبندان تا تاریخ ۲۲ اسفند خاتمه خواهد یافت. با استفاده از دامنه تغییرات و ضریب تغییرات میزان نوسان روزهای یخبندان برآورد شد که یخبندان زودرس پاییزه با دامنه تغییرات ۵۷ روز و ضریب تغییرات ۲۹/۵ درصد و دیررس بهار با دامنه تغییرات ۵۴ روز و ضریب تغییرات ۷/۸ درصد نشانگر این مطلب است که یخبندان‌های زودرس پاییزه نسبت به دیررس بهار از نوسانات بیشتری برخوردار است. پیش بینی وقوع یخبندان، از نظم حاکم بر

وقوع آن انجام می‌پذیرد. پیش‌بینی آماری یخبندان بر مبنای این نظریه استوار است که وقوع دمای خاص در یک محل از ریتم و تکرار معنی‌داری برخوردار است و از قانونمندی خاصی تبعیت می‌کند (بتن کورت^۴، ۱۹۶۸).

با رسم نمودار میانگین متحرک بر روی سری‌های زمانی شاخص‌های یخبندان می‌توان دوره‌های افزایشی یا کاهشی، تکرار دوره‌ها و تغییر شاخص‌هایی مانند تعداد روزهای یخبندان و غیر یخبندان طول فصل یخبندان را در طول زمان مورد بررسی قرار داد. بنابراین یکی از راه‌های شناسایی تغییر یا نوسان خصوصیات دما و یخبندان استفاده از روش میانگین متحرک است که نهایتاً با محاسبه میانگین متحرک ۱۱ ساله برای هر کدام از یخبندان‌های زودرس و دیررس منطقه مورد مطالعه و با ترسیم نمودار میانگین متحرک مشاهده شد که یخبندان زودرس پاییزه به سمت روزهای ژولیوسی بالا و یخبندان‌های دیررس به سمت روزهای ژولیوسی پایین در حال عقب‌نشینی است، یا به عبارت ساده‌تر دوره سرد سال کوتاه‌تر شده است (شکل ۳ و ۴). برای بررسی صحت و درستی کوتاه‌تر شدن طول یخبندان در دوره آماری ۲۷ ساله شهرستان زاهدان با کم کردن دوره یخبندان پاییزه از دوره یخبندان بهار طول مدت دوره یخبندان برای هر سال به دست آمد که در طی این دوره آماری طولانی‌ترین مدت یخبندان در سال ۱۳۷۳ به مدت ۱۶۵ روز و کوتاه‌ترین آن در سال ۱۳۶۷ به مدت ۷۴ روز و میانگین آن ۱۰۸ روز با انحراف معیار ۲۱ می‌باشد. لذا با محاسبه میانگین متحرک ۱۱ ساله و ترسیم نمودار آن روند کوتاه‌تر شدن طول دوره یخبندان در دوره آماری مشخص شد (شکل ۵).

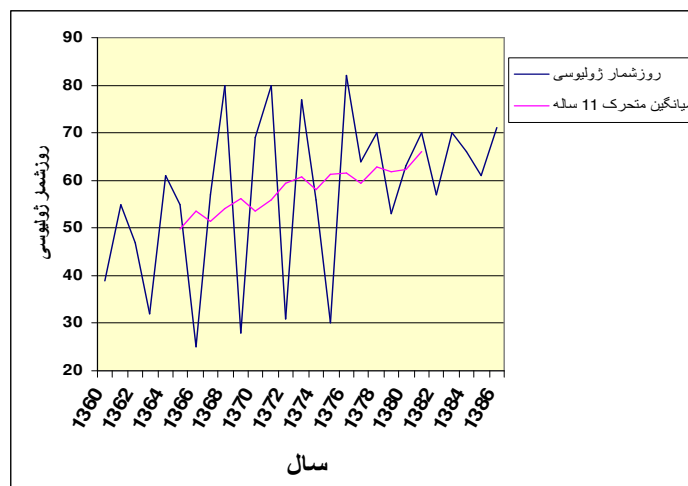
جدول شماره (۱) احتمال وقوع و عدم وقوع یخبندان های زودرس با استفاده از فرمول و بیول

m	Xi دیررس	Xi زودرس	$n+1 / m P =$	$p - 1 q =$	$p / 1 t =$
۱	۱۹۶	۲۵	۰/۰۳۵۷	۰/۹۶۴۲	۲۸
۲	۱۸۷	۲۸	۰/۰۷۱۴	۰/۹۲۸۵	۱۴
۳	۱۸۵	۳۰	۰/۱۰۷۱	۰/۸۹۲۸	۹/۳
۴	۱۸۳	۳۱	۰/۱۴۲۸	۰/۸۵۷۱	۷
۵	۱۷۹	۳۲	۰/۱۷۸۵	۰/۸۲۱۴	۵/۶
۶	۱۷۸	۳۹	۰/۲۱۴۲	۰/۷۸۵۷	۴/۶
۷	۱۷۴	۴۷	۰/۲۵	۰/۷۵	۴
۸	۱۷۳	۵۳	۰/۲۸۵۷	۰/۷۱۴۲	۳/۵
۹	۱۷۲	۵۵	۰/۳۲۱۴	۰/۶۷۸۵	۳/۱
۱۰	۱۷۱	۵۵	۰/۳۵۷۱	۰/۶۴۲۸	۲/۸
۱۱	۱۶۹	۵۶	۰/۳۹۲۸	۰/۶۰۷۱	۲/۵
۱۲	۱۶۹	۵۷	۰/۴۲۸۵	۰/۵۷۱۴	۲/۳
۱۳	۱۶۷	۵۷	۰/۴۶۴۲	۰/۵۳۵۷	۲/۱
۱۴	۱۶۴	۶۱	۰/۵	۰/۵	۲
۱۵	۱۶۳	۶۱	۰/۵۳۵۷	۰/۴۶۴۲	۱/۸
۱۶	۱۶۰	۶۳	۰/۵۷۱۴	۰/۴۲۸۵	۱/۷
۱۷	۱۵۹	۶۴	۰/۶۰۷۱	۰/۳۹۲۸	۱/۶
۱۸	۱۵۸	۶۶	۰/۶۴۲۸	۰/۳۵۷۱	۱/۵
۱۹	۱۵۸	۶۹	۰/۶۷۸۵	۰/۳۲۱۴	۱/۴
۲۰	۱۵۷	۷۰	۰/۷۱۴۲	۰/۲۸۵۷	۱/۴
۲۱	۱۵۷	۷۰	۰/۷۵	۰/۲۵	۱/۳
۲۲	۱۵۶	۷۰	۰/۷۸۵۷	۰/۲۱۴۲	۱/۲
۲۳	۱۵۶	۷۱	۰/۸۲۱۴	۰/۱۷۸۵	۱/۲
۲۴	۱۵۵	۷۷	۰/۸۵۷۱	۰/۱۴۲۸	۱/۱
۲۵	۱۵۳	۸۰	۰/۸۹۲۸	۰/۱۰۷۱	۱/۱
۲۶	۱۴۵	۸۰	۰/۹۲۸۵	۰/۰۷۱۴	۱/۰۷
۲۷	۱۴۲	۸۲	۰/۹۶۴۲	۰/۰۳۵۷	۱/۰۳

جدول شماره (۲) احتمال وقوع یخبندان های زودرس و دیررس در دوره های بازگشت مختلف به سال در

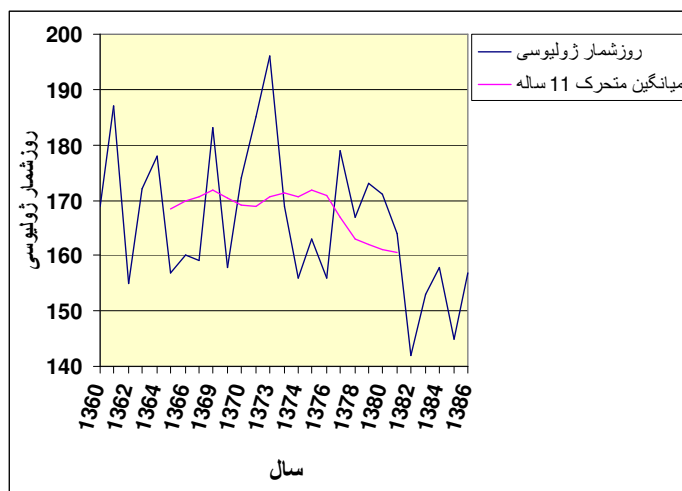
توزیع پیرسون تیپ ۳

۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	دوره بازگشت
۰/۵	۱	۲	۴	۱۰	۲۰	۵۰	احتمال وقوع به در صد
۲۱	۲۴	۲۷	۳۰	۳۶	۴۲	۵۶	روز ژولوسی آغاز یخبندان زودرس
۲۱ مهر	۲۴ مهر	۲۷ مهر	۳۰ مهر	۶ آبان	۱۲ آبان	۲۶ آبان	تاریخ شروع یخبندان زودرس
۲۰۶	۲۰۱	۱۹۶	۱۹۱	۱۸۳	۱۷۷	۱۶۵	روز ژولوسی آغاز یخبندان دیررس
۲۷ فروردین	۲۲ فروردین	۱۷ فروردین	۱۲ فروردین	۴ فروردین	۲۷ اسفند	۱۵ اسفند	تاریخ شروع یخبندان دیررس

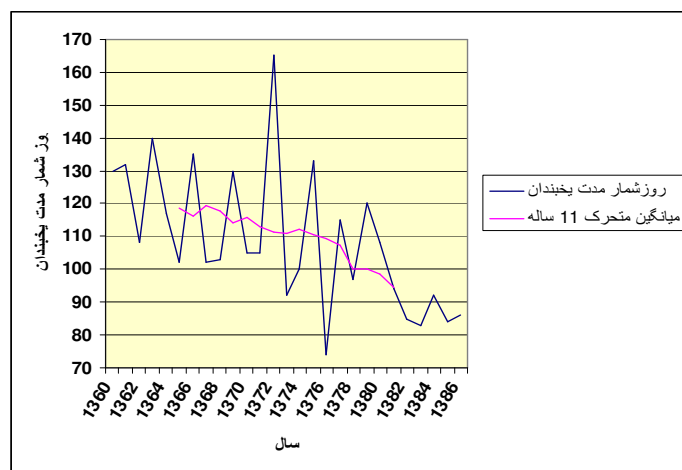


شکل شماره (۳) میانگین متحرک ۱۱ ساله یخبندان زودرس پاییزه شهرزاهدن

طی دوره آماری (۱۳۶۰-۱۳۸۶)



شکل شماره (۴) میانگین متحرک ۱۱ ساله یخبندان دیررس بهاره شهرزاهدان طی دوره آماری (۱۳۶۰-۱۳۸۶)



شکل شماره (۵) میانگین متحرک ۱۱ ساله طول دوره یخبندان در شهرستان زاهدان طی دوره آماری (۱۳۶۰-۱۳۸۶)

نتیجه‌گیری

- ۱: تاریخ وقوع نخستین یخبندان پاییزه و واپسین یخبندان بهاره هم از توزیع نرمال و هم از توزیع پیرسون تیپ ۳ تبعیت می‌کند.
- ۲: بر اساس توزیع پیرسون تیپ ۳ احتمال وقوع یخبندان زودرس پاییزه شهرستان زاهدان قبل از ۲۴ مهر ماه یک درصد است و احتمال یخبندان دیررس بهاره آن بعد از ۲۲ فروردین نیز یک درصد با دوره برگشت ۱۰۰ سال است. یعنی در هر صد سال یک بار قبل از ۲۴ مهر و یک بار بعد از ۲۲ فروردین یخبندان در شهرستان زاهدان اتفاق خواهد افتاد.
- ۳: با مقایسه ضریب تغییرات ۲۹/۵ درصد یخبندان زودرس با ضریب تغییرات ۷/۸ درصد یخبندان دیررس ملاحظه می‌شود دامنه نوسان یخبندان‌های زودرس پاییزه شهرستان زاهدان نسبت به یخبندان دیررس بهاره شدیدتر است.
- ۴: یخبندان‌های شهرستان زاهدان در دوره آماری ۲۷ ساله نشانگر این است که یخبندان‌های زودرس پاییزه به سمت روزهای ژولیوسی بالا و یخبندان‌های دیررس بهاره به سمت روزهای ژولیوسی پائین عقب نشینی کرده است. یا به عبارتی فصل سرد سال کوتاه‌تر شده است. علت آن شاید احتمالاً ناشی از تاثیر پدیده گرمایش جهانی در دهه‌های اخیر باشد.

منابع

- ۱- اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان، «داده‌های کمینه روزانه دمای هوا طی سال‌های (۱۳۸۶-۱۳۶۰)».
- ۲- اسماعیلی، رضا (۱۳۸۶) «بررسی یخبندان های دیررس بهاره از دیدگاه آماری- سینوپتیکی و اثرات آن بر محصولات باغی مطالعه موردی شهرستان مه ولات»، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۳- استین، پیر و گودار، آلن، (۱۳۵۸)، «آب و هواشناسی»، ترجمه عبدالحمید رجایی، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز.
- ۴- تریولا، اف. ماریو، (۱۳۷۴)، «آمار کاربردی»، ترجمه محمد صادق تهرانیان و ابوالقاسم بزرگ نیا، چاپ سوم، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- ۵- خورشید دوست، علی محمد و سلمانپور، رقیه، (۱۳۸۷) «تحلیل نوسانات و آستانه‌های یخبندان‌های پاییزه و بهاره شهرستان اهر»، مجله فضای جغرافیایی، سال هشتم، شماره ۲۱، اهر، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
- ۶- علیجانی، بهلول و هژبرپور، قاسم، (۱۳۸۶)، «تحلیل هم‌دید یخبندان‌های استان اردبیل»، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۰، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۷- علیزاده، امین (۱۳۷۳)، «بررسی تاریخ اولین وقوع یخبندان‌های پاییزه و آخرین وقوع یخبندان‌های بهاره در استان خراسان»، گزارش نهایی طرح پژوهشی حوزه معاونت پژوهشی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۸- علیزاده، امین (۱۳۸۴)، «اصول هیدرولوژی کاربردی»، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ هیجدهم، مشهد.
- ۹- قطره سامانی، سعید (۱۳۸۲)، «تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال بختیاری»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران.

- ۱۰- مجرد قره باغ، فیروز (۱۳۷۶)، «تحلیل و پیش بینی یخبندان در آذربایجان»، پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۱- منیعی، عباس (۱۳۴۳)، «سرمازدگی و طرق حفاظت باغ‌های مرکبات از خطر سرما و اصلاح آنها». وزارت کشاورزی.
- ۱۲- مهدوی، محمد (۱۳۸۶)، «هیدرولوژی کاربردی»، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، تهران.
- ۱۳- مهدوی، مسعود و طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۵)، «کاربرد آمار در جغرافیا»، انتشارات قومس، چاپ دوم، تهران.
- ۱۴- نوحی و همکاران (۱۳۸۶)، «بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی- فرارفتی و فرارفتی در استان آذربایجان غربی و شرقی»، فصلنامه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۵، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.
- ۱۵- هاشمی، فریدون (۱۳۴۶)، «تجزیه و تحلیل آماری سرمای تهران»، انتشارات تحقیقات و بررسی های علمی- هواشناسی کل کشور.
- 16- Betten Court, M. L. (1968), "Frost in Portugal", *Agroclimatological Methods*, UNESCO, pp. 293-295 .
- 17- Thom, H. C. S. and Shaw, R. H. (1958), "Climatological analysis of freeze data for Iowa", *Mon. Wea. Rev.*, 86 (7)