

# بر آورد فاصله ای روزهای یخبندان ملایر با استفاده از قانون چی بی شف

دکتر بهروز پروانه\*

## چکیده:

از آن جایی که کشاورزی فعالیت اصلی مردم شهرستان ملایر بشمار می آید و فعال ترین بخش اقتصادی منطقه محسوب می شود، همچنین کوهستانی بودن، ارتفاع زیاد و نوسانات شدید دمايي از ویژگی های این منطقه می باشد. لذا تولید محصولات مختلف کشاورزی (بخصوص محصولات باغی) این منطقه تحت تاثیر یخبندان از نظر کمی و کیفی شدیداً کاهش می یابد. این مسئله از طریق شناختن رفتار محیط می تواند به راه کارهای علمی و عملی جهت رفع مشکل منجر گردد. بطور کلی برآورد یخبندان و پیش بینی آن به کشاورزان منطقه کمک می کند تا با تدابیر بموقع میزان خسارات وارده را کاهش دهند.

در این مقاله (مستخرج از تحقیق) با استفاده از آمار ۱۶ ساله (۱۳۸۸-۱۳۷۳) تعداد روزهای یخبندان ایستگاه ملایر، به بررسی یخبندان منطقه ملایر پرداخته شده است. با توجه به سابقه کم ایستگاه ملایر و کوتاه بودن طول دوره آماری، برای بررسی از برآورد فاصله ای به روش چی بی شف استفاده گردیده است. در این تحقیق آمار یخبندان منطقه بصورت سه دهه برای ماههای آبان، آذر و فروردین و کل ماههای دی، بهمن و اسفند مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این بررسی بشرح ذیل می باشد:

- طول دوره یخبندان دی و بهمن ماه در منطقه بلند بوده و شدت آن زیاد است.
- طی ماههای آذر و اسفند شرایط یخبندان متوسطی بر منطقه حاکم است.
- اما طی ماههای آبان و فروردین شرایط یخبندان ملایمی بر منطقه حاکم است، که وقوع آن غیر منتظره و بسیار خطرناک است.
- در سایر ماههای سال دوره عاری از یخبندان بر منطقه حاکم است.

واژگان کلیدی: روزهای یخبندان، ملایر، قضیه چی بی شف، برآورد فاصله ای

\* استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد و نیمه وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

**مقدمه:**

سرما زدگی و یخ زدگی از مشکلات مهم و خسارات بار در بخش کشاورزی کشور قلمداد می شود (شهاب فر و دیگران ۱۳۸۳). خسارات ناشی از یخبندان در بخشهای مختلف خصوصاً کشاورزی و خصوصاً محصولات باغی بسیار زیاد می باشد. این امر کاهش محصول و در نتیجه کاهش در آمد را در بین زارعین و باغداران به دنبال دارد. میزان خسارات وارده در بعضی از سالها بسیار زیاد بوده، بعنوان مثال خسارتهای یخبندان به محصولات کشاورزی استان خوزستان در اسفند ۱۳۷۵ بالغ بر ۳۰ میلیارد تومان و خسارات وارده به محصولات پسته کرمان در فروردین ۱۳۷۶ بیش از ۲۰۰ میلیارد تومان بوده است (کریمی و درزی ۱۳۷۹). با آگاهی از وقوع یخبندان، زارعین و باغداران می توانند تمهیداتی نظیر نصب بخاری باغی در سطح باغ و بین درختان، روشن کردن سوختههای جامد (مانند موم نفتی یا لاستیک) در زیر درختان، ریختن فضولات حیوانی بین ردیفهای کاشت درختان در سطح خاک، آبیاری شبانه (که باعث انتقال گرما از عمق به سطح خاک می شود) و توربینهای بادی (که با حرکت در آوردن هوا در سطح مزرعه و باغ لایه وارونگی دما را به هم زده و باعث اختلاط هوای سرد

مجاور سطح زمین با هوای گرم لایه بالاتر می شود و دمای هوا را در سطح باغ و مزرعه تعدیل می کند) را اتخاذ می کنند (Levitt 1980). موران و مورگان با استفاده از دمای نقطه شبنم به پیش بینی حداقل دما پرداخته اند (Moran and Morgan. 1995) ناظم السادات و همکاران کار مشابهی را برای منطقه جهرم فارس انجام داده اند (ناظم السادات سپاسخواه و محمدی ۱۳۸۰). آلن (۱۹۵۷) و اسمیت (۱۹۷۳) نیز کارهای مشابهی در این خصوص ارائه نموده اند. وایلن (۱۹۸۸) با استفاده از تحلیلهای احتمالی تاریخ آغاز و خاتمه یخبندانها را در فلوریدای مرکزی بررسی کرده است. همچنین توسط روزنبرگ و مایرز (۱۹۹۱) و ویستال (۱۹۷۱) نیز کارهای مشابهی انجام گرفته است. مجرد قره باغ یخبندان منطقه آذربایجان را پیش بینی کرده و تعریف جدیدی از یخبندان ارائه نموده است (مجرد قره باغ ۱۳۷۶).

یار احمدی ضمن بررسی تأثیر پدیده یخبندان بر سیب زمینی در غرب اصفهان به ارائه راههای مبارزه با آن پرداخته است (یاراحمدی ۱۳۸۰). قبادی لاریخانی برای برآورد زمان شروع و خاتمه یخبندان غرب ایران توزیع نرمال را بهتر از سایر توزیعهای آماری تشخیص داده است (قبادی داریخانی ۱۳۸۰).

علیجانی با استفاده از روش سینوپتیک به مطالعه یخبندان پرداخته است و با توجه به آمار حداقل روزانه ایستگاههای سطح زمین و تطبیق این داده ها با سیستمهای فشار و نقشه های هوا پدیده یخبندان را بررسی نموده است (علیجانی ۱۳۷۶).

حجازی زاده و همکاران به محاسبه و تجزیه و تحلیل تداوم یخبندان در استان لرستان پرداخته است و با کمک برنامه نویسی به زبان دلفی به این نتیجه رسیده است که تداوم یخبندان قبل از اینکه تحت تأثیر ارتفاع قرار گیرد تحت تأثیر پوشش سطح زمین است (حجازی زاده و ناصر زاده ۱۳۸۰).

در تمامی این تحقیقات با روشهای آماری اقدام به پیش بینی تاریخ شروع یخبندان شده است. در این روشها نیاز به آمار بلند مدت بوده و در مواقع کوتاه بودن طول دوره

آماري نتايج از دقت كمی برخوردار خواهند بود . با استفاده از قضيه چي بی شف می توان به كمك آمار کوتاه مدت به بر آورد فاصله ای با اطمینان مناسب دست یافت .

### مفاهيم اساسی در مطالعه یخبندان:

سرمازدگی به شرایطی از آب و هوا گفته می شود که دمای محیط برای یک زمان معین کمتر از مقدار دمای بهینه برای رشد گیاهان باشد (Levitt 1980) .

از نظر فنی رویداد تشکیل کریستالهای نازک یخ را روی سطوحی که درجه حرارت آنها زیر صفر درجه و درجه حرارت لایه هوای بالای آن به نقطه شبنم رسیده باشد ، یخبندان می نامند . در هواشناسی کشاورزی عملی یخبندان به رویداد درجه حرارت پائین که سبب خسارات به بافتهای گیاهی شود، گفته می شود (yihui & Krishnamurti,1989). در این شرایط کاهش سریع دمای محیط باعث اختلال در فعالیتهای متابولیکی و سلولی گیاهان شده و در پی آن افت چشمگیر بازده محصولات زراعی و باغی ملاحظه می شود (Dickey 1960) . در واقع علایم سرمازدگی هنگامی قابل رویت است که خسارات آن به گیاه وارد شده است . یکی از اولین تأثیرات سرما زدگی در سطح سلول ، توقف جریان پروتوپلاسمیک (حرکت فعال سلول برای انتقال مواد) و متعاقب آن کاهش فعالیت سلولهای گیاه است . دومین تأثیر سرمازدگی بر گیاه ، کاهش یا افت محسوس فتوسنتز به بافتهای گیاهی بوده و بعنوان اولین تأثیر قابل رویت و مشهود سرما در گیاه است . در این زمان بافتهای گیاه با رنگ سبز روشن و پژمرده دیده می شوند . این مسئله در گیاهان زراعی و باغی باعث کاهش چشمگیر عملکرد محصول آنها می شود (Allen1957 & Dickey 1960) .

یخبندان یکی از پدیده های مهم اقلیم شناسی است که عبارت از تغییر درجه حرارت به صفر یا کمتر از آن است (حجازی زاده و ناصر زاده ۱۳۸۰). یخبندان ممکن است هر فعالیتی را بطور مستقیم و غیر مستقیم تحت تأثیر قرار دهد ، اما بیشترین اثرات چشمگیر را در سه ناحیه اقتصادی:انرژی ، حمل و نقل و کشاورزی دارد ، که از میان سه مورد فوق بیشترین اثر را در بخش کشاورزی دارد ( Voga &Robbins &Krymes 1994).

یخبندان ممکن است بعنوان یخبندان ضعیف، ملایم و یا شدید تعریف شود (قلی زاده ۱۳۷۸). یخبندان نابوده کننده، یخبندانی است که انواع گیاهان را در مقیاس گسترده از بین می برد. فصل رشد بعنوان دوره ای میان یخبندان بهار گذشته و اوایل پائیز می باشد، یعنی دوره ای که هم رستنیها رشد خواهند کرد، تعریف شده است (Michaels 1991).

### موقعیت:

منطقه مورد مطالعه شهرستان ملایر می باشد که در غرب ایران قرار گرفته است. شهرستان ملایریکی از شهرستان های استان همدان می باشد. این منطقه بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه تا ۳۴ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریاییش از ۱۵۰۰ متر بوده و فاصله آن تا مرکز استان (شهرستان همدان) ۸۶ کیلومتر است (نقشه شماره ۱).



## داده ها و روش کار:

در مطالعات اقلیمی معمولاً از روشهای آماری استفاده می شود. در این تحقیق نیز آمار خام با توزیع های فراوانی مختلف برآزش داده شده و پس از انتخاب بهترین توزیع فراوانی اقدام به برآورد با احتمالات مختلف با توجه به روابط مربوط به آن توزیع شده است. در این روش تجزیه و تحلیل آماری حرف اول را می زند. بطوری که ابتدا می نیمم دما در ماههای پاییز و بهار مورد بررسی قرار داده و پس از مشخص شدن روزهای یخبندان در ماههای پاییز و بهار با استفاده از برآوردهای فاصله ای نسبت و برآورد فاصله تحت عنوان قضیه چی بی شف اقدام شده و شروع و خاتمه یخبندان های آبی در این فصول سال پیش بینی شده است.

در این تحقیق دمای هوای شهرستان ملایر در یک دوره شانزده ساله از ایستگاه سینوپتیک شهرستان ملایر اخذ شده و تعداد روزهای یخبندان یعنی دمای صفر و زیر صفر درجه را به تفکیک سالها و طی ماههای مختلف سال همچنین به تفکیک روزهای مختلف در هر ماه استخراج شده است.

در بررسی روزهای یخبندان ماههای مختلف سال خصوصاً فصل پاییز موقع شروع یخبندانها و فصل بهار موقع خاتمه یخبندانها پرداخته شده است. یخبندانهای منطقه از آبان ماه شروع شده و در فروردین ماه خاتمه می یابد. در فصل زمستان نیز تعداد روزهای یخبندان بسیار زیاد می باشد (جدول ۱).

در این تحقیق به بررسی یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره در منطقه ملایر پرداخته شده است. پس از مراجعه به سازمان هواشناسی استان همدان و ایستگاه سینوپتیک ملایر و همچنین سایت های هواشناسی ملایر به جمع آوری اطلاعات اولیه پرداخته شده، بطوریکه حداکثر اطلاعات در مورد هواشناسی منطقه ملایر مربوط به ۱۶ سال پیش یعنی از سال ۱۳۷۳ به بعد می باشد. لذا اطلاعات حاصل را به عنوان نمونه آماری انتخاب کرده و با توجه به این که اطلاعات کافی جهت فرض نرمال بودن جامعه در دست نبوده، هم چنین کمی حجم نمونه، از قضیه چی بی شف جهت بررسی و

برآورد اطلاعات استفاده شده است. سطح اطمینان یا آزمون در این تحقیق ۹۹ درصد در نظر گرفته شده و قضیه چبی بی شف به عنوان برآورد فاصله ای مورد استفاده قرار گرفته است.

اطلاعات حاصل از دما در کل مورد بررسی قرار گرفت اما چون زمینه بحث در مورد یخبندان های پاییزه و بهاره بود از طرفی یخبندان های پاییزه از آبان ماه شروع می شود و در فروردین ماه به پایان می رسد،

لذا ماههای آبان و آذر و فروردین را به سه دهه از ۱ تا ۱۰ و از ۱۱ تا ۲۰ و از ۲۱ تا ۳۰ روزه تقسیم شده و جداگانه به برآورد فاصله ای برای دهه های این ماهها پرداخته شده است. هم چنین با توجه به روزهای یخبندان زیاد در فصل زمستان در حالت کلی به برآورد فاصله ای برای ماههای مختلف زمستان یعنی دی و بهمن و اسفند پرداخته شده است. در این بررسی ابتدا جدول توزیع فراوانی و سپس شاخص های مرکزی و پراکندگی را در آنها بدست آورده و بعد به برآورد فاصله ای برای تعداد روزهای یخبندان در دهه های مختلف با ضریب اطمینان ۹۹ درصد و خطای یک درصد در حالت کلی به سالهای آتی پرداخته شده است. همچنین برآورد فاصله ای برای روزهای یخبندان کلی ماههای مختلف زمستان صورت گرفته است.

### برآورد فاصله ای برای نسبت روزهای یخبندان در ایستگاه ملایر

باتوجه به اطلاعات اخذ شده از ایستگاه سینوپتیک شهرستان ملایر (جدول ۱) بشرح زیر اقدام به برآورد یخبندان منطقه شده است:

- ابتدا نسبت تعداد روزهای یخبندان به کل روزها را بدست می آوریم، که برای

$$\hat{P} = \frac{4}{160} = 0.025$$

با: دهه اول آبان برابر است:

- در مرحله بعد انحراف معیار آنها را محاسبه کرده ایم، که برای دهه اول آبان

برابر است با:

$$S_{\hat{P}} = \frac{\hat{P}(1-\hat{P})}{n} = \frac{(0.025)(0.975)}{160} = 0.00015$$

- در مرحله بعد با توجه به قضیه چی بی شف اقدام به برآورد فاصله ای نسبت روزهای یخبندان می شود ، که برای دهه اول آبان با اطمینان حداقل ۹۹٪ برابر است با:

$$P(\hat{P} - KS_{\hat{p}} \leq P \leq \hat{P} + KS_{\hat{p}}) \geq 1 - \alpha$$

چون  $1 - \alpha = 0.99$  پس  $\alpha = 0.01$  است. لذا مقدار  $k$  را از رابطه زیر بدست می آوریم:

$$k = \sqrt{\frac{1}{\alpha}} = \sqrt{\frac{1}{0.01}} = \sqrt{100} = 10$$

پس داریم:

$$P(0.025 - 10 \times 0.00015 < P < 0.025 + 10 \times 0.00015) \geq 0.99$$

$$P(0.025 - 0.0015 < P < 0.025 + 0.0015) \geq 0.99$$

$$P(0.0235 < P < 0.0265) \geq 0.99$$

در نتیجه می توان گفت که با حداقل احتمال ۹۹ درصد نسبت روزهای یخبندان در دهه اول آبان ماه در منطقه ملایر بین دو عدد ۰/۰۲۶۵ و ۰/۰۲۳۵ می باشد. یعنی از هرده هزار روز حداقل ۲۳۵ روز و حداکثر ۲۶۵ روز یخبندان خواهیم داشت. با این روش برای دهه های اول ، دوم و سوم ماههای آبان ، آذر و فروردین و کل ماههای آبان ، آذر ، دی ، بهمن ، اسفند و فروردین برآورد فاصله ای نسبت روزهای یخبندان صورت گرفته است که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

### نتیجه گیری:

نمودار شماره ۱ الی ۴ به ترتیب تعداد روزهای یخبندان ممکن از هر ده هزار روز با احتمال بیش از ۹۹٪ دوره های مختلف را نشان می دهد.

از هر ۱۶۰ روز دهه اول آبان ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۴ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۰۲۵ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۲۷ می باشد.



لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۲۳۵ روز حداکثر ۲۶۵ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۶۰ روز دهه دوم آبان ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۱۱ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۰۶۸۸ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۴ می باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۶۴۷ روز حداکثر ۷۲۸ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۶۰ روز دهه سوم آبان ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۵۶ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۳۵ و انحراف معیار ۰/۰۰۱۴ می باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۳۳۵۸ روز حداکثر ۳۶۴۲ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۴۸۰ روز آبان ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۷۱ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۱۴۷۹ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۳ می باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۱۴۵۳ روز حداکثر ۱۵۰۵ روز از هر ده هزار روز است (نمودار شماره ۱).

سال زراعی	آبان ماه				آذر ماه				فرو دین ماه				دی	بهمن	اسفند
	کل	دهه ۱	دهه ۲	دهه ۳	کل	دهه ۱	دهه ۲	دهه ۳	کل	دهه ۱	دهه ۲	دهه ۳			
۱۳۷۴-۱۳۷۳	۰	۰	۱	۱	۰	۶	۸	۱۴	۱	۰	۱	۲	۲۰	۲۱	۱۷
۱۳۷۵-۱۳۷۴	۰	۰	۶	۶	۸	۱۰	۱۰	۲۸	۷	۲	۰	۹	۲۵	۲۳	۱۴
۱۳۷۶-۱۳۷۵	۰	۳	۷	۱۰	۱	۶	۵	۱۲	۳	۰	۰	۳	۱۶	۲۹	۱۳
۱۳۷۷-۱۳۷۶	۰	۰	۲	۲	۴	۶	۴	۱۴	۳	۲	۶	۱۱	۲۶	۲۴	۲۱
۱۳۷۸-۱۳۷۷	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۵	۷	۳	۰	۰	۳	۱۵	۲۴	۱۶
۱۳۷۹-۱۳۷۸	۰	۳	۳	۶	۳	۷	۹	۱۹	۲	۰	۰	۲	۲۴	۲۷	۲۳
۱۳۸۰-۱۳۷۹	۰	۰	۳	۳	۵	۸	۵	۱۸	۱	۰	۰	۱	۲۶	۲۵	۱۸
۱۳۸۱-۱۳۸۰	۱	۱	۲	۴	۵	۳	۴	۱۲	۱	۰	۰	۱	۱۷	۲۶	۱۴
۱۳۸۲-۱۳۸۱	۰	۰	۴	۴	۷	۷	۵	۱۹	۲	۱	۰	۳	۲۶	۲۶	۱۶
۱۳۸۳-۱۳۸۲	۰	۰	۴	۴	۵	۴	۴	۱۳	۳	۱	۰	۴	۲۰	۲۳	۱۰
۱۳۸۴-۱۳۸۳	۰	۰	۰	۰	۵	۴	۹	۱۸	۵	۲	۰	۷	۲۹	۲۸	۱۰
۱۳۸۵-۱۳۸۴	۳	۲	۷	۱۲	۵	۶	۴	۱۵	۴	۱	۰	۵	۲۳	۱۴	۱۴
۱۳۸۶-۱۳۸۵	۰	۲	۵	۷	۱۰	۱۰	۱۰	۳۰	۳	۱	۰	۴	۲۹	۲۱	۲۰
۱۳۸۷-۱۳۸۶	۰	۰	۲	۲	۶	۶	۷	۱۹	۰	۰	۰	۰	۲۹	۲۵	۱۴
۱۳۸۸-۱۳۸۷	۰	۰	۶	۶	۲	۸	۹	۱۹	۲	۳	۲	۷	۲۱	۱۸	۱۷
۱۳۸۹-۱۳۸۸	۰	۰	۳	۳	۸	۶	۴	۱۸	۲	۰	۰	۲	۱۲	۱۶	۱
جمع	۴	۱۱	۵۶	۷۱	۷۵	۹۸	۱۰۲	۲۷۵	۴۲	۱۳	۹	۶۴	۳۵۸	۳۷۰	۲۳۸
میانگین	۰/۳۳	۰/۷۵	۳/۳۳	۴/۴۳	۴/۰۸	۵/۶۷	۶	۱۵/۷۵	۲/۹۲	۰/۷۵	۵/۵۳	۴/۲۵	۲۲/۲۵	۲۴/۱۷	۱۵/۵
P	۰/۰۲۵	۰/۰۶۹	۰/۳۵	۰/۱۴۸	۰/۴۶۹	۰/۱۱۲	۰/۶۴	۰/۵۷۳	۰/۲۶۲	۰/۰۸۱	۰/۰۵۱	۰/۱۲۹	۰/۷۴۶	۰/۷۷۱	۰/۵
sp	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵
حد پایین	۰/۰۲۳۵	۰/۰۶۴۷	۳/۳۵۸	۱/۴۵۳	۴/۵۳۲	۵/۵۹۷۷	۶/۲۳۱	۵/۵۶۷۸	۲/۵۰۴	۰/۰۷۶۶	۰/۰۴۸۴	۱/۱۲۸	۰/۷۴۱۹	۰/۷۶۷۲	۴/۹۴۷
حد بالا	۰/۰۲۶۵	۰/۰۷۲۸	۳/۶۴۲	۱/۵۰۵	۴/۸۴۳	۰/۶۲۷۳	۶/۵۱۹	۵/۵۷۸۰	۲/۷۶۶	۰/۰۸۵۹	۰/۰۵۳۹	۱/۱۳۱۳	۰/۷۴۹۸	۰/۷۷۴۵	۵/۰۵۳

جدول ۱- آمار تعداد روزهای یخبندان ایستگاه ملایر

از هر ۱۶۰ روز دهه اول آذر ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۷۵ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۴۶۸/۰ و انحراف معیار ۰/۰۱۶ می باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۴۵۳۲ روز حداکثر ۴۸۴۳ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۶۰ روز دهه دوم آذر ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۹۸ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۶۱۲۵/۰ و انحراف معیار ۰/۰۱۵ می باشد.

لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۵۹۷۷ روز حداکثر ۶۲۷۳ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۶۰ روز دهه سوم آذر ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۱۰۲ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۶۳۷۵ و انحراف معیار ۰/۰۰۱۴ می باشد.

لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۶۲۳۱ روز حداکثر ۶۵۱۹ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۴۸۰ روز آذر ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۲۷۵ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۵۷۲۹ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۵ می باشد. لذا طبق

قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۵۶۷۸ روز حداکثر ۵۷۸۰ روز از هر ده هزار روز است (نمودار شماره ۲).

از هر ۱۶۰ روز دهه اول فروردین ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۴۲ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۲۶۲۵ و انحراف معیار ۰/۰۰۱۲ می

باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۲۵۰۴ روز حداکثر ۲۷۴۶ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۶۰ روز دهه دوم فروردین ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۱۳ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۰۸۱۳ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۵ می

باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۷۶۶ روز حداکثر ۸۵۹ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۱۷۶ روز دهه سوم فروردین ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۹ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۰۵۱ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۳ می

باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۴۸۴ روز حداکثر ۵۳۹ روز از هر ده هزار روز است.

از هر ۴۹۶ روز فروردین ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۶۴ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۱۲۹ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۲ می باشد.

لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۱۲۶۸ روز حداکثر ۱۳۱۳ روز از هر ده هزار روز است (نمودار شماره ۳).

با توجه به بررسی به عمل آمده در دی ماه از هر ۴۸۰ روز ۳۵۸ روز یخبندان داشته ایم یعنی نسبت یخبندان ها در دی ماه ۰/۷۴۶ و انحراف معیار آن برابر با ۰/۰۰۰۴ است. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۷۴۱۹ و حداکثر ۷۴۹۸ روز از هر ده هزار روز است. این بررسی ها هم چنین بیانگر این است که از هر ۴۸۰ روز بهمن ماه طی دوره آماری (۱۳۷۳-۱۳۸۸) تعداد ۳۷۰ روز یخبندان بوده است یعنی نسبت یخبندان آن ۰/۷۷۱ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۴۴ می باشد. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت گرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۷۶۷۲ روز حداکثر ۷۷۴۵ روز از هر ده هزار روز است.

بررسی ها نشان می دهد که از هر ۳۷۶ روز اسفند ماه طی روز آماری (۱۳۸۸-۱۳۷۳) تعداد ۲۳۸ روز یخبندان بوده است. یعنی نسبت یخبندان ماه آن ۰/۵ و انحراف معیار آن ۰/۰۰۰۵۳ است. لذا طبق قضیه چی بی شف در سطح ۹۹٪ پیش بینی صورت پذیرفته که تعداد روزهای آن بین حداقل ۴۹۴۷ روز و حداکثر ۵۰۵۳ روز از هر ده هزار روز است (نمودار شماره ۴).

با توجه آمار موجود و تجزیه تحلیل های به عمل آمده می توان گفت که آبان ماه شروع یخبندان در منطقه به شمار می رود و مهر ماه از یخبندان مصون است. به طور کلی با توجه به نتایج بررسی آبان ماه می توان گفت که احتمال وقوع یخبندان در دهه های اول و دوم آبان ماه زیاد نبوده اما در دهه سوم قابل بحث می باشد. البته نبایستی از همان احتمال وقوع کم در دهه اول و دوم غافل بود. از طرف دیگر فروردین ماه خاتمه یخبندان منطقه را نشان می دهد. و اردیبهشت ماه از یخبندان در امان است. نوسانات

دهه سوم فروردین ماه زیاد نیست. و می توان آن را دهه خاتمه یخبندان منطقه برشمرد.

یخبندان در دهه اول فروردین متوسط است اما در دهه های بعد ملایم می شود.

بطور کلی اگر از هر ده هزار روز تعداد روزهای یخبندان کمتر از ۳۰۰۰ روز را به

عنوان روز یخبندان ملایم و بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ را روز یخبندان متوسط و بیش از

۶۰۰۰ را روز یخبندان شدید در نظر بگیریم نتایج ذیل بدست می آید:

۱- ماههای دی ، بهمن و دهه دوم و سوم آذر ماه دوره یخبندان شدیدی را دارند.

۲- ماههای آذر ، اسفند و دهه اول آذر ماه و دهه سوم آبان ماه دوره یخبندان

متوسطی را دارند.

۳- ماههای آبان ، فروردین و دهه اول و دوم آبان ماه و سه دهه فروردین ماه دوره

یخبندان ملایمی را دارند.

با برنامه ریزی می توان با سرمایه های زودرس پائیز خصوصاً در دو دهه اول آبان ماه

مقابله لازم را نمود و از میزان خسارات احتمالی کاست. اما از دهه سوم آبان ماه به بعد

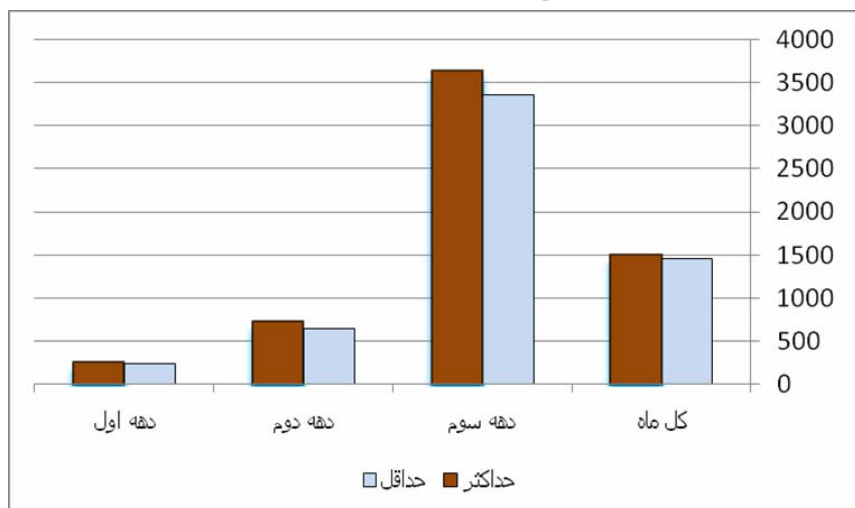
مقابله با سرما دشوار می باشد. به هر صورت آگاهی از وضعیت یخبندان ها در این

خصوص لازم و ضروری به نظر می رسد. هم چنین با مدیریت صحیح و اقدامات لازم

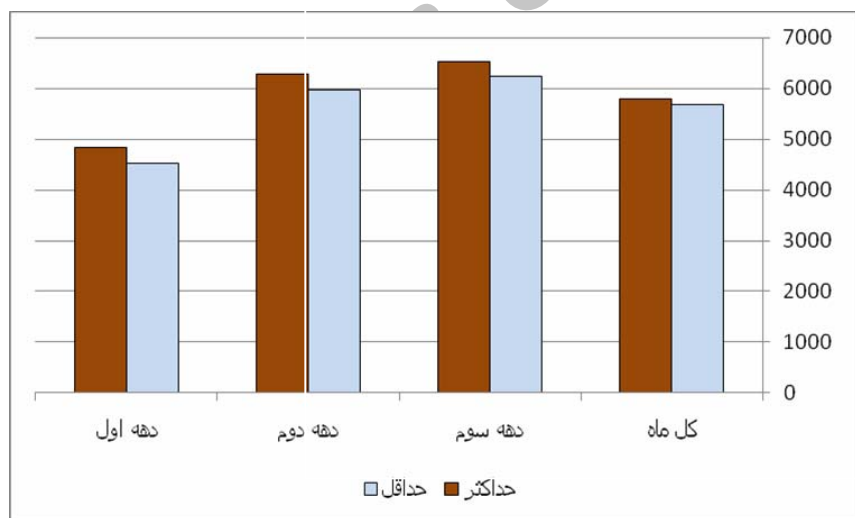
می توان با سرمایه های دیررس بهار خصوصاً در دو دهه دوم و سوم فروردین ماه مقابله

نموده و میزان خسارات احتمالی را کاهش داد. اما در دهه اول این عمل دشوار می

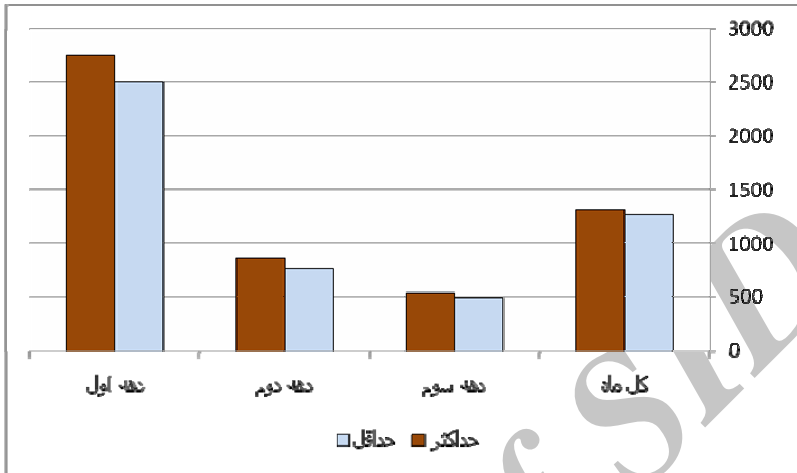
باشد.



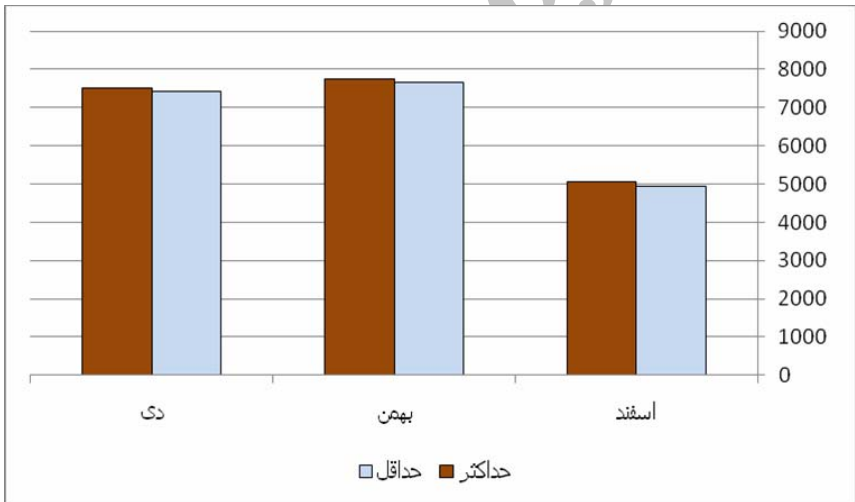
نمودار ۱- تعداد روزهای یخبندان در سه دهه و کل آبان ماه با احتمال بیش از ۹۹٪ (از هر ده هزار روز)



نمودار ۲- تعداد روزهای یخبندان در سه دهه و کل آذر ماه با احتمال بیش از ۹۹٪ (از هر ده هزار روز)



نمودار ۳- تعداد روزهای یخبندان در سه دهه و کل فروردین ماه با احتمال بیش از ۹۹٪ (از هر ده هزار روز)



نمودار شماره ۴- تعداد روزهای یخبندان ، دی ، بهمن و اسفند ماه با احتمال بیش از ۹۹٪ (از هر ده هزار روز)

## منابع:

۱. حجار زاده ، زهرا و محمد حسین ناصر زاده (۱۳۸۰) ، محاسبه و تجزیه و تحلیل ساعت های تداوم یخبندان با استفاده از برنامه نویسی به زبان دلفی ((مطالعه موردی استان لرستان)) فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ، شماره ۷۶ ، صفحات ۱۵۰ - ۱۴۰ .
۲. علیجانی ، بهلول (۱۳۷۶) ، تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶ ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۴۰ ، صفحات ۱۳۵ - ۱۲۱ .
۳. قبادی داریخانی ، غلامحسین (۱۳۸۰) ، بررسی و پیش بینی تاریخهای آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی جوارنه زنی گندم در غرب ایران ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه رازی کرمانشاه
۴. قلی زاده ، محمد حسین (۱۳۷۸) ، بررسی پارامترهای موثر در کاشت زیتون در استان لرستان ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، گروه جغرافیا دانشگاه تربیت معلم تهران .
۵. شهاب فر ، علیرضا و دیگران (۱۳۸۳) ، پیش بینی کوتاه مدت سرما زدگی محصولات با استفاده از رابطه دمای نقطه شبنم و دمای حداقل شهر مشهد ، فصلنامه جغرافیایی سرزمین ، شماره ۲ ، صفحات ۱۰۳ - ۹۵ .
۶. کریمی ، مهدی و محمد تقی درزی (۱۳۷۹) ، بررسی اثرات سرما و یخبندان در گیاهان زراعی و باغی روشهای مقابله با آن ، دومین همایش سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی و باغی کشور ، وزارت جهاد کشاورزی
۷. مجرد قره باغ ، فیروز (۱۳۷۶) ، تحلیل و پیش بینی یخبندان در آذربایجان ، رساله دکتری ، دانشگاه تربیت مدرس .



۸. ناظم السادات ، م . ج . ، سپاسخواه ، ع و محمدی ، ش . (۱۳۸۰) ، بررسی رابطه دمای نقطه شبنم روزانه و دمای کمینه روز بعد در نقطه جهرم فارس (مطالعه موردی) ، مجلسه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ، دانشگاه صنعتی اصفهان ، حلد پنجم ، شماره سوم ، صفحات ۱۶-۹ .

۹. یار احمدی ثریا (۱۳۸۰) ، تاثیر پدیده یخبندان بر گیاه سیب زمینی در غرب استان اصفهان ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی .

10. Allen, C.C.1957, A Simplified Equation for Minimum Temperature Prediction. Monthly Weather Review, April 1957:119-120.
11. Dickey,W.W. 1960, Forecasting of Maximum and Minimum Temperature. US Dc. Weather Bureau. Washington D.C.
12. Ding, yihui & T.N. Krishnamurti, 1989, Heat Budget of the Siberian High and Winter Monsoon, Monthly Weather Review , Vol, 115, October 1989
13. Levitt, J. 1980. Responses of Plant to Environmental Stress. Vol 1, Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. Academic Press, New York.
14. Moran, J. and M.D. Morgan. 1995, Essential of Weather. Prentice Hall, New York.
15. Miehaels, P. J. ,1991, Frost Freezes Southeastern Climate Review. Spring.2.4.3-14.
16. Rozenberg, N .J. &R. E. Myers, 1962, The Nature of Growing Season Frost in and along the plate valley of Nebraska, Monthly Weather Review , November 1962: 471-478.
17. Smith, R.M. 1973, Frost Forecasting for Christchurch. New Zealand Meteorological Service, Tech Note 217:1-5.
18. Voga, A. J. , Robbins, K. D. &Krymes, J. M. 1994, Frost/Freeze Analyses in the Southern Climate Region, Southern Regional Climate Center.
19. Vestal, C. K. 1971, First and Last Occurrences of Low Temperatures During the Cold Season , Monthly Weather Review , 99: 650-652.
20. Waylen, P. R. 1988, Statistical Analysis of Freezing Temperatures in Central and Southern Florida, 8(6): 607- 628