تجزیه و تحلیل یخبندان در استان لرستان

دکتر زهرا حجازی زاده
دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران
محمدحسین ناصرزاده
دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده:

شناخت شرایط وقوع آغاز و خاتمه یخبندان ها به دلیل اهمیت آنها در زمینه کشاورزی و حمل و نقل جهت کاهش خسارات ضروری است. از آنجایی که استان لرستان جزء مناطق کوهستانی در منطقه زاگرس می باشد، این کوهستانی بودن در شدت وقوع یخبندان های آن اثرگذار بوده، لذا وقوع یخبندان به ویژه بروز آن در دوره سرد سال تاثیرات بسزایی درمسایل کشاورزی و حمل و نقل استان ایجاد می کند. با توجه به موضوع مقاله که هدف آن تجزیه و تحلیل یخبندان ها در استان لرستان است، بنابراین شناخت شرایط وقوع یخبندان ها, تعیین دقیق شروع و خاتمه و نیزشدت و تداوم آنها ازجمله مسایلی است که باید مورد توجه واقع گردد, تا از وارد شدن خسارات شدید به کشاورزان و همچنین فراهم نکردن امکانات لازم در جهت تسریع رفت و آمدها و کاهش اتلاف انرژی در هنگام بروز یخبندان ها جلوگیری شود. بررسی فراوانی وقوع یخبندان ها در منطقه مورد مطالعه روش رسیدن به هدف این مقاله است. برای این کار داده های حداقل روزانه دما در۴ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک خرم آباد, بروجرد, ناصرالدین و الیگودرز از سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۹, مورد بررسی قرار گرفتند. تاریخ وقوع یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره در آستانه مورد نظر (صفر و کمتر از آن) استخراج و دوره بدون یخبندان و یخبندان آنها محاسبه گردید. برای تعیین اولین و آخرین روز یخبندان, روزها بر طبق روش مرسوم, به روزهای ژولیوسی تبدیل و روی آنها تجزیه و تحلیل آماری صورت گرفت. براساس روشهای آماری معتبر ران تست و کلیموگروف - اسمیرونوف مشخص شد که توزیع نرمال نسبت به بقیه توزیع ها با سریهای موجود تناسب بیشتری دارد. لذا با به کارگیری این توزیع, تاریخ وقوع یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره با استفاده از دوره های برگشت مختلف تعیین و

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه شد و منحنی آنها با استفاده از نرم افزار مطلب ترسیم شد. همچنین منحنی طول فصل رشد و فصل یخبندان در سطوح احتمالی در کلیه ایستگا ه ها ترسیم شد.

واژه های کلیدی: یخبندان، لرستان، احتمال توزیع نرمال، دمای حداقل روزانه، تحلیل آماری

مقدمه

یخبندان یکی از پدیده های مهم اقلیمی ناشی ازتغییرات دمادرطول زمان می باشدکه به صورت های مختلف درعرض های خاص جغرافیایی برحسب منطقه بندی و طبقه بندی اقلیمی, مناطق مختلف را تحت شعاع قرار می دهد وسالانه خسارات زیان باری رادربخشهای مختلف به طورمستقیم یا غیرمستقیم وارد می سازد. تقریباً هر بخشی از اقتصاد ممکن است تحت تاثیر یخبندان های غیر منتظره قرار بگیرد و در بیشتر موارد، رخداد یخبندان ها اثر منفی دارند **(Rozenberg and Myers,۱۹۶۲)**. یخبندان عبارت است از دماهای صفر و یا کمتر از آن. همچنین ازنظرفنی برای کشاورزی، رویداد تشکیل کریستال های نازک یخ بر روی سطوحی که درجه حرارت آنها زیر صفر، ودرجه حرارت لایه هوای بالای سطوح آن به نقطه شبنم رسیده باشد یخبندان نام دارد. ازنظرهواشناسی کشاورزی نیز وقوع یخبندان، تغییر درجه حرارت های پایین می باشدکه باعث آسیب به بافتهای گیاهی می شود. یخبندان ها را برمبنای شدت، تداوم و زمان وقوع نیزمی توان تقسیم بندی نمود. منظور از تقسیم بر مبنای شدت، قدرت مؤلفه های توزیع انرژی می باشد که معمولاً بر اساس دمای میانگین، حداقل میانگین صفر و زیر صفر و پایین ترین دمای حداقل ها اندازه گیری می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منظور از تداوم یخبندان ها مدت زمانی است که دمای صفر یا کمتر از آن دریک منطقه حاکم باشد. بر اساس زمان وقوع, یخبندان هایی که زمان اوج آنها نسبت به تاریخ شاخص کمتر یا بیشتر باشد, زودرس یا دیررس تلقی می شوند (حجازی زاده و مقیمی ، ۱۳۸۱).

یخبندان و سرما به دو شکل می تواند ایجاد شود که عبارتند از (سمیعی و همکاران، ۱۳۶۷) :

۱- یخبندان جبهه ای یا انتقالی (Advective frost) ؛

۲- یخبندان تشعشعی (Radiation frost) .

برخی از محققین نوع سومی از یخبندان ها را نیز به نام یخبندان های مختلط معتقدند. در این نوع, عوامل تابشی و فرا رفتی تواماً مشاهده می شوند(براتی، ۱۳۷۵).

در این تحقیق اصطلاح یخبندان به روزی گفته شده است که درآن حداقل دمای روزانه به صفر و یا زیر صفر کاهش داشته و از اول اکتبر تا سی ام ژوئن (۱۰ مهر تا۳۱خرداد) تداوم داشته است.

پیشینه تحقیق

دما یکی ازعمده ترین و اساسی ترین عوامل در تعیین نقش و پراکندگی بقیه عناصر اقلیمی و یکی از شاخص های اصلی در پهنه بندی و طبقه بندی اقلیمی به شمارمی رود. علاوه بر آن, دما اثرات انکارناپذیری بر فعالیت های انسانی و همچنین فرایندهای طبیعی همچون چرخه آب به جامی گذارد. به این جهت و همچنین اثرهای محیطی و اقتصادی- اجتماعی, دما و تغییرات گاه وبی گاه آن از موضوعات مورد توجه محافل علمی و حتی عامه مردم طی چند دهه ی

Archive of SID

www.SID.ir

اخیر بوده, و تحقیقات گسترده ای درمقیاس جهانی, ناحیه ای و محلی انجام گرفته است (غیور و عساکره، ۱۳۸۱).

تاریخ وقوع یخبندان های زودرس پاییزه در۹مکان درمنطقه گورنجسکادراسلوونی در طول سال های۱۹۴۷و۱۹۸۷مورد مطالعه قرارگرفته است. با این تحقیق تاریخ متوسط اولین یخبندان به دست آمده است. دراین مطالعه رابطه تاریخ وقوع اولین یخبندان با ارتفاع محل نیز مورد بررسی قرار گرفته است(Kajfez,۱۹۸۹).

احتمال وقوع اولین وآخرین یخبندان ها که به ترتیب در پاییز و بهار اتفاق می افتند, بر اساس آستانه های مورد نظر در ایالت های ساحلی وجنوب شرقی اقیانوس اطلس موردبررسی قرارگرفته است. یک روش احتمالی برای ایجاد سری های اولین و آخرین آستانه های دمایی پایین به کارگرفته شده است که برای تعیین احتمالات وقوع اولین وآخرین یخبندان ها باآستانه معلوم مورد استفاده قرارمی گیرد. با استفاده از یک مثال عددی برازش تاریخ های وقوع یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره باتوزیع نرمال مورد مطالعه قرارگرفته است (Waylen,۱۹۸۸).

تجزیه وتحلیل یخبندان ها درنواحی اقلیمی جنوب ایالات متحده با استفاده از دوره آماری ۳۰ساله در۳۴۲ ایستگاه یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره برای۱۰درصد , ۳۰درصد , ۵۰ درصد ,۷۰ درصد ودر سطح۹۰درصد برای هرایستگاه محاسبه شده است. هرسطحی در چهار آستانه درجه حرارت , ۳۶درجه, ۳۲درجه, ۲۸درجه و ۲۶ درجه فارنهایت محاسبه و بررسی شده است. نقشه های نواحی اقلیمی جنوب ایالات متحده گسترش الگوهای یخبندان در هر آستانه درجه حرارت برای ۱۰درصد , ۵۰درصد و سطح های۹۰درصد را نشان می

Archive of SID

www.SID.ir

دهند. در پاییز, نمودارزمان وقوع بیانگر احتمال رخداد یخبندان بعد از زمان وقوع است. همچنین دربهار, نمودار زمان وقوع نشان دهندهٔ احتمال رخداد یخبندان قبل از زمان وقوع است(Vega et all, ۱۹۹۴).

علل, ویژگی ها و پیش بینی یخبندان های بهاره ایران با روش سینوپتیک مورد بررسی قرار گرفته است. دراین پژوهش۶۲ مورد یخبندان بهاره، طی۲۰سال(۶۶-۱۳۴۷) با استفاده ازآمارروزانه تعداد۶۰ایستگاه هواشناسی کشور, ازنظرشدت, تداوم و گسترش مکانی مورد بررسی قرارگرفته است. در این تحقیق با استفاده ازنقشه های روزانه هوادرسطح زمین وسطح هم فشار ۵۰۰ هکتوپاسکال ونقشه های ضخامت, منشأومسیرسیستم های فشاری عامل یخبندان مورد مطالعه واقع شده است. نتایج این بررسی نشان داده است که اکثریخبندان هاازنوع انتقالی می باشند و تقریبا درتمام موارد, جابجایی محورهای فرود در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و پرفشارهای مهاجر در سطح زمین از غرب مدیترانه به سوی ایران و سپس ادغام آنها با فرود و پرفشار معمول و شدید سیبری به وقوع یخبندان های بهاره می انجامد(براتی، ۱۳۷۵).

تحقیق دیگری تحت عنوان بررسی و پیش بینی تاریخ های آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن برروی جوانه زنی گندم درغرب ایران صورت گرفته است و نتایج آن نشان داده که دربخش غربی منطقه, یخبندان ها دیرتر آغاز شده و زود تر هم خاتمه می پذیرند و طول فصل رشد بیشتر و شدت یخبندان ها کمتر است. درحالیکه در بخش های شرقی منطقه عکس این حالات مشاهده شده, و بین سری های آغاز و خاتمه یخبندان ها به استثنای ۴مورد رابطه معنی داری وجود نداشته است. به عبارت دیگر تاریخ های آغاز و خاتمه یخبندان ها مستقل از هم هستند و برازش سریهای زمانی منتخب تاریخ های آغاز و خاتمه یخبندان با سه

Archive of SID

www.SID.ir

توزیع آماری نرمال, گامبل و پیرسون نوع سه, نشان داده است که این سری ها بدون استثنا ازتوزیع نرمال تبعیت می کنند(قبادی داربخانی، ۱۳۸۰).

داده ها و روش تحقیق

برای تحلیل فراوانی وقوع یخبندان ها نیاز بود که برای هرسال, تاریخ اولین روز یخبندان پاییزه و آخرین روز یخبندان بهاره به دست آید. آستانه مورد نظر در این تحقیق دمای حداقل صفر و کمتر از آن است. بنابراین برای هر سال آماری درآستانه مورد نظرتاریخ اولین وآخرین روزیخبندان استخراج گردید.

آمار مورد نیاز شامل, دمای حداقل روزانه برای تمام روزهای سال و برای کل سال های آماری موجود(۱۰سال) از ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۹ برای هر چهار ایستگاه سینوپتیک خرم آباد, بروجرد, الیگودرز و ایستگاه کلیماتولوژی ناصرالدین از بانک اطلاعات سازمان هواشناسی کل کشورتهیه گردید(۱). براساس آستانه مورد نظر (صفر و کمتراز آن) تاریخ وقوع اولین وآخرین روزیخبندان برای هر سال از آمار دمای حداقل استخراج شد. روش استخراج داده ها به این ترتیب بود که از اول ماه اکتبر برابر با۱۰مهر شروع به کنترل دمای حداقل گردید و اولین روزی که دمای حداقل معادل آستانه مورد نظر و یا کمتر از آن بود به عنوان تاریخ شروع وقوع یخبندان درنظرگرفته شد. برای استخراج آخرین روز یخبندان به همان شیوه عمل شد.

بعد از اینکه تاریخ های اولین و آخرین روز یخبندان به دست آمد, نیاز بود که این تاریخ ها به صورتی درآیند که تجزیه و تحلیل آنها با روش های آماری امکان پذیر شود. برای این کار طبق روش مرسوم, تاریخ ها به روز شمار تبدیل شدند. روز شمارکردن تاریخ ها به این صورت انجام شد که اولین روز ماه اکتبر

Archive of SID

www.SID.ir

مصادف با۱۰مهر به عنوان مبدأ شمارش روز انتخاب شد. مثلاً, برای روز اول ماه اکتبر, شماره یک و برای سایر روزهای این ماه شماره های بعدی ملحوظ شده است. برای ماه بعدی که نوامبر می باشد از شماره۳۲ تا ۶۱ در نظرگرفته شده است. و به همین ترتیب برای بقیه روزهای سال در ماههای مختلف عمل شد. به این ترتیب سری داده های تاریخ اولین و آخرین روز وقوع یخبندان ها قابل تجزیه و تحلیل آماری شدند. پس از تجزیه و تحلیل آماری و محاسبه احتمالات وقوع یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره, روز شمارها(Lable) تبدیل به ماههای میلادی و سپس تمامی این گزارشات برای سهل الوصول بودن به روزهای خورشیدی متناظر تبدیل گردید. فاصله بین اولین و آخرین رخداد دمای حداقل آستانه به عنوان فصل یخبندان درنظرگرفته شد و فاصله بین آخرین و اولین رخداد دمای آستانه (صفر و کمتراز آن) به عنوان طول دوره رشد در نظر گرفته شد. شواهد امر نشان می دهد که توزیع اصل این نوع داده ها, توزیع نرمال است. به این ترتیب برای این سری آماری با استفاده از توزیع نرمال تاریخ های اولین و آخرین رخدادها در سطوح احتمال مختلف محاسبه گردید. با توجه به هدف این مقاله که به تجزیه و تحلیل وقوع یخبندان ها می پردازد, روش استفاده شده برای تحلیل موضوع, توزیع های احتمالی می باشد. توزیع های احتمالی در واقع میزان احتمال وقوع پدیده ها را در سطوح معناداری مختلف و یا دوره های بازگشت تعیین می کنند. این توزیع ها دراشکال مختلف می باشندکه ازجمله آنها می توان به توزیع های احتمالی نرمال, لوگ نرمال, پیرسون تیپ سه و گامبل اشاره کرد. از بررسی توزیع های آماری مختلف جهت تعیین روش مناسب برای تحلیل میزان احتمال وقوع یخبندان ها به دلایل ذیل نتیجه گرفتیم که توزیع داده ها از روش توزیع احتمالی نرمال تبعیت می کند:

Archive of SID

www.SID.ir

۱- داده های پیوسته معمولاً از توزیع نرمال تبعیت می کنند, بنابراین دما نیز داده ای پیوسته است,

۲- براساس نظر سازمان هواشناسی جهانی داده های دما از توزیع نرمال پیروی می کنند,

۳- آزمون کلیموگروف- اسمیرونوف نشان داد که داده های دما نرمال هستند.

توزیع نرمال یکی از اساسی ترین و مهمترین توزیع ها در آمار و نظریه احتمال است. بسیاری از توزیع های مربوط به نمونه ای معین, با این توزیع, مقایسه و توجیه می شوند. در تخمین, آزمون و همچنین تحلیل میزان همبستگی بین متغیرها غالبا ً از توزیع بهنجار استفاده می شود. معادله این توزیع که درتحلیل مسایل جغرافیایی و اقلیمی هم کاربردهای اساسی دارد, به شرح زیر است:

$$Y= \frac{N}{\delta\sqrt{2\pi}}\bar{e}(x-\mu)^2/2\delta^2$$

در این فرمول؛ Y, ارتفاع یا بلندی منحنی برای مقدار بخصوصی ازمتغیر X, Π, عددثابت (پی)=۳/۱۴۱۶, e, پایه لگاریتم ناپیر=۲/۷۱۸۳, N, تعداد موارد یا موضوعات (که برابر با کل مساحت زیر منحنی است), μ, میانگین حسابی و δ, انحراف معیار است. بنابراین, اگرN, μ: و δمعلوم باشند, می توان باگذاردن مقادیر مختلف X در فرمول بالا, مقادیرYمربوط به منحنی پارامترهای معلوم یادشده را به دست آورد. اگرمقادیرX و Yرا رسم کنیم, منحنی بهنجاری تشکیل می شود که میانگین آن با μ و انحراف معیار آن δ و مساحت آن با N برابر است(علیجانی و کاویانی، ۱۳۸۰).

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتایج

با توجه به موضوع مورد مطالعه، برای این کار دمای حداقل روزانه صفر و کمتر از آن در ۴ ایستگاه هواشناسی استان طی یک دوره آماری ۱۰ ساله استخراج شد, و با استفاده از نرم افزارهای **Excel,MATLAB** و**SPSS** تجزیه و تحلیل گردید.

در این مقاله تاریخ های شروع و خاتمه یخبندان ها طی یک دوره آماری ۱۰ ساله استخراج و از طریق رسم نمودارها, احتمال وقوع و دوره بازگشت یخبندان ها در هر ایستگاه محاسبه شده است(نمودار های ۱ تا ۴). نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که اولین ایستگاهی که دمای آن طی دوره آماری مورد مطالعه به آستانه مورد نظر می رسد به ترتیب ایستگاه ناصرالدین و الیگودرز است. روزشروع نزول دما به آستانه مورد نظر(صفر و کمتر از آن) برابر با روز۳۲و۳۳روز شمار سال های۱۹۹۲و۱۹۹۶(برابر با۱۲و۱۳آبان ماه)می باشد.درصورتیکه دیرترین روز شروع, مربوط به ایستگاه خرم آباد با روزشمار۷۳سال ۱۹۹۷ (برابر با ۲۲آذرماه)رخ داده است که تفاوت زمانی درحدود ۳۹ روز را نشان می دهد و این امرنشان می دهد که استان از تنوع توپوگرافی و آب و هوایی متفاوتی برخوردار است. در مورد خاتمه یخبندان نیز زودترین ایستگاهی که یخبندان آن به پایان می رسد, مربوط به ایستگاه خرم آباد با ۱۳۷روزشمار سال۱۹۹۵(برابر با ۲۵ بهمن ماه) می باشد. و دیرترین ایستگاهی که یخبندان آن خاتمه می یابد, ایستگاه الیگودرز با ۲۱۲روزشمارسال۱۹۹۲(برابر با ۱۰اردیبهشت) می باشد که اختلاف زمانی بین سرد ترین و گرم ترین ایستگاه درآستانه دمایی مورد نظر در حدود ۷۵ روز مشاهده شد. همچنین مقایسه بین ایستگاه ها نشان داد که بین آغاز و خاتمه یخبندان ها روابط معنی داری وجود دارد، یعنی؛ هرچه یخبندان زودتر شروع

Archive of SID

www.SID.ir

شود, دیرتر هم خاتمه می یابد, و هر چه یخبندان دیرتر شروع شود, زودتر هم خاتمه می یابد. با توجه به اینکه احتمال۷۵ درصد در کشاورزی مطرح است, یعنی ؛ هر۴ سال, ۳ سال اتفاق بیفتد و یک سال اتفاق نیفتد, لذا تاریخ های شروع, خاتمه و طول دوره رشد در این سطح احتمال درجدول (۱)برای هریک از ایستگاه ها مشخص شده است. بر اساس مقادیر جدول(۱)می توان برای ایستگاه های موجود برنامه های زراعی و مدیریت مزرعه را تنظیم نمود. به این ترتیب که ستون تاریخ شروع, در واقع تاریخی است که با احتمال ۷۵درصد, یخبندان های پاییزه شروع می شوند و از این تاریخ به بعد نباید محصول درمزرعه باقی بماند. زیرا باعث خسارت به محصولات کشاورزی می شوند. ستون تاریخ خاتمه یخبندان نیز تاریخی است که به احتمال ۷۵درصد, یخبندان های بهاره تمام می شوند و از آن تاریخ به بعد می توان نسبت به کاشت محصولات حساس به یخبندان اقدام نمود. طول فصل رشد عمدتاً برای تطبیق علمی محصول کشت شده درمنطقه با وضعیت یخبندان, مورداستفاده قرارمی گیرد. فصل رشد باید به صورتی باشد که محصول دوره رشد کامل خود را در آن طی کند تا به حداکثر رشد رویشی خود برسد و از خسارات ناشی از یخبندان به دور باشد. به طور خلاصه نتایج زیر از این تحقیق به دست آمد:

۱- مقایسه بین ایستگاه ها نشان دادکه بین آغاز و خاتمه یخبندان هاروابط معنی داری وجود دارد, یعنی؛ هرچه یخبندان زودتر شروع شود, دیرتر هم خاتمه می یابد, و هر چه یخبندان دیرتر شروع شود, زودتر هم خاتمه می یابد.

۲- هرچندکه کلیه ایستگاه تقریباً در یک عرض جغرافیایی قرار دارنداما تعداد فراوانی یخبندان ایستگاه ها با هم متفاوت است. بنابرین نتیجه گرفته می

Archive of SID

www.SID.ir

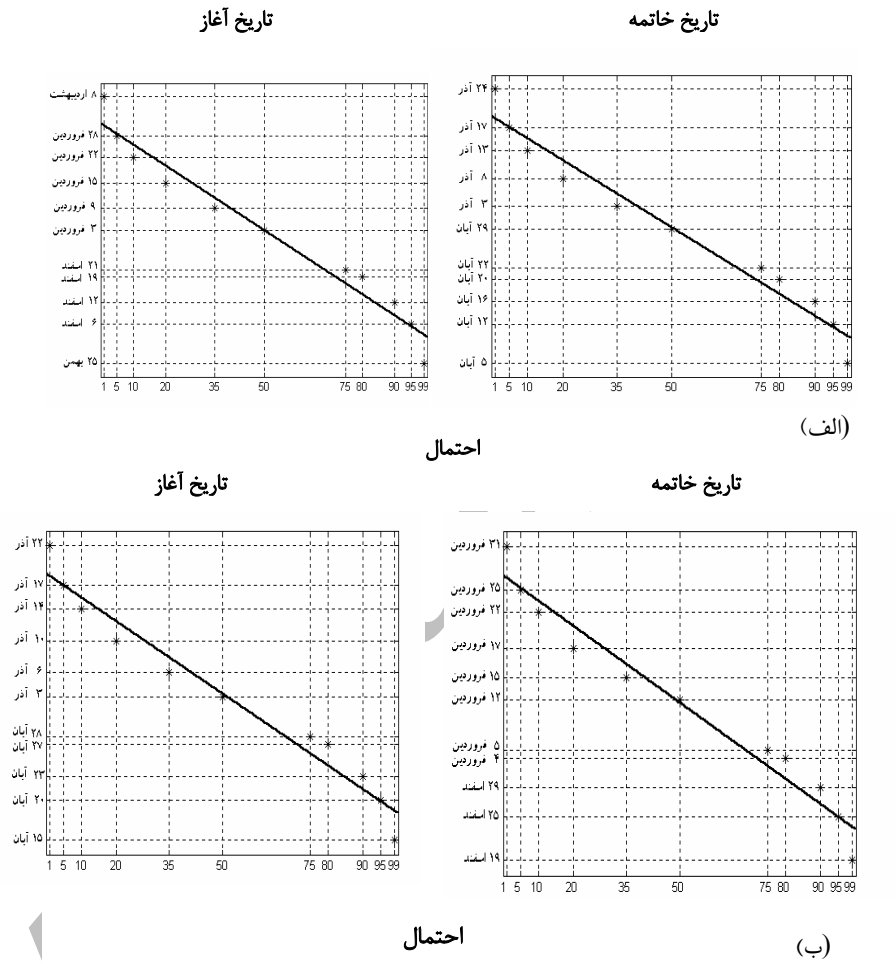
شود که عرض جغرافیایی تاثیری در تعداد فراوانی یخبندان ایستگاه ها ندارد, بلکه مهمترین عامل در تعیین تعداد فراوانی یخبندان در استان ارتفاع می باشد.طبق آزمون آماری همبستگی پیرسون محاسبه شده (۰۳/) بین ارتفاع و فراوانی یخبندان رابطه معنی داری در سطح(۰۵/) وجود دارد زیرا به تناسب افزایش ارتفاع, تعداد فراوانی یخبندان نیز افزایش می یابد. به عنوان مثال, ایستگاه الیگودرز با بیشترین ارتفاع (۲۰۳۴متر)۱۰۳۱ فراوانی یخبندان طی دوره آماری مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است, و ایستگاه خرم آباد با کمترین ارتفاع (۱۱۲۵متر) ۵۸۷ فراوانی یخبندان طی دوره آماری موردمطالعه را به خود اختصاص داده است.

جدول(۱)تاریخ های شروع,خاتمه و طول دوره بدون یخبندان در ایستگاه های استان بااحتمال وقوع۷۵درصد

ایستگاه ها	آغاز	خاتمه	طول دوره بدون یخبندان
خرم آباد	۴۴	۱۶۲	۲۴۵
بروجرد	۵۰	۱۷۴	۲۳۸
ناصرالدین	۳۳	۱۷۰	۲۲۶
الیگودرز	۳۹	۱۹۳	۲۱۰

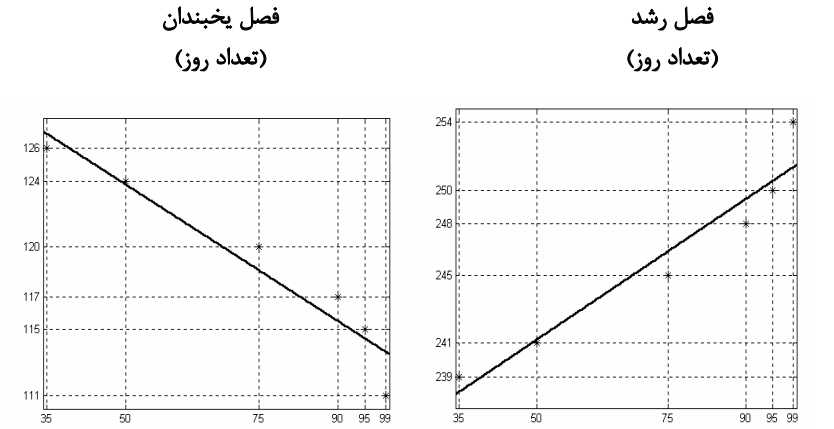
Archive of SID

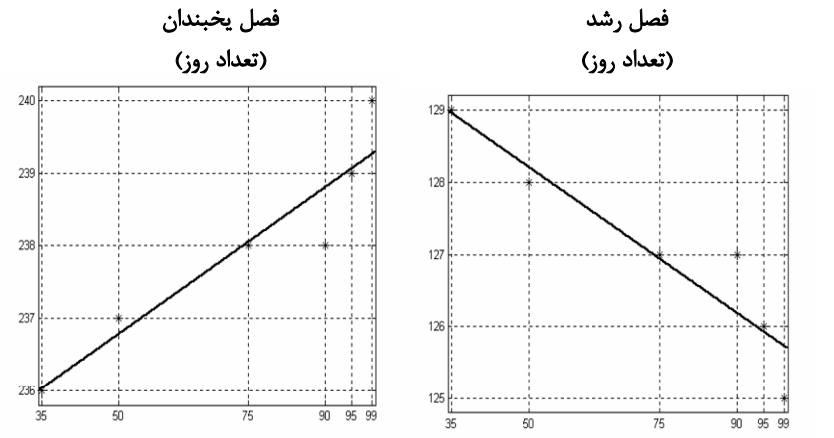
www.SID.ir



شکل(۱) نمودار توزیع احتمال تاریخ وقوع یخبندان های زودرس پاییزه و دیررس بهاره درسطوح احتمالی مختلف در ایستگاه خرم آباد(الف) و بروجرد(ب)

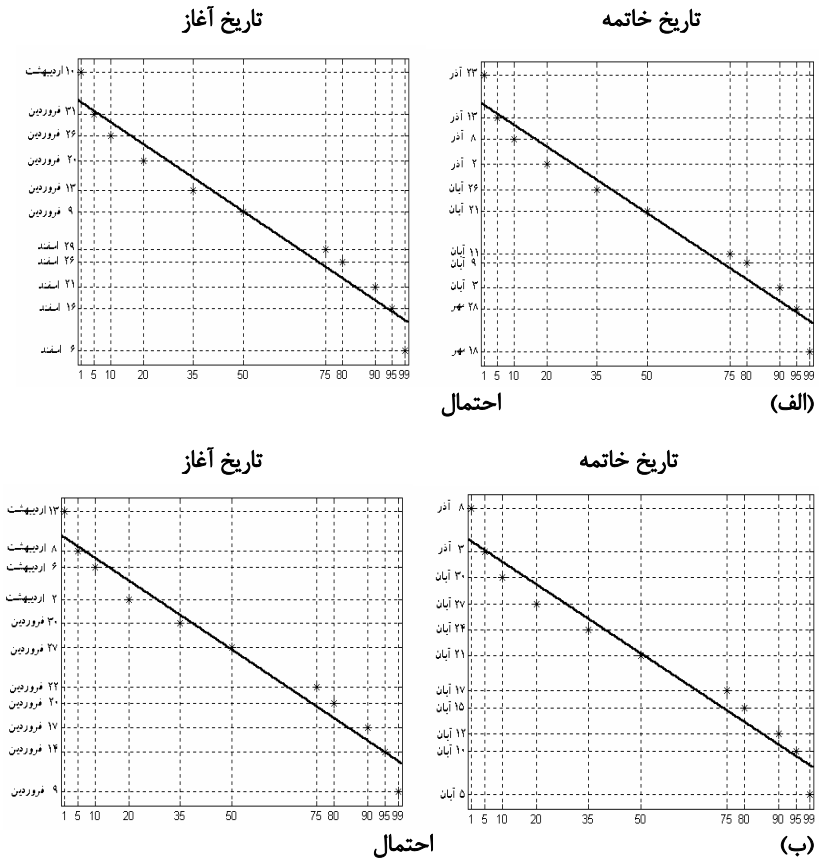
www.SID.ir





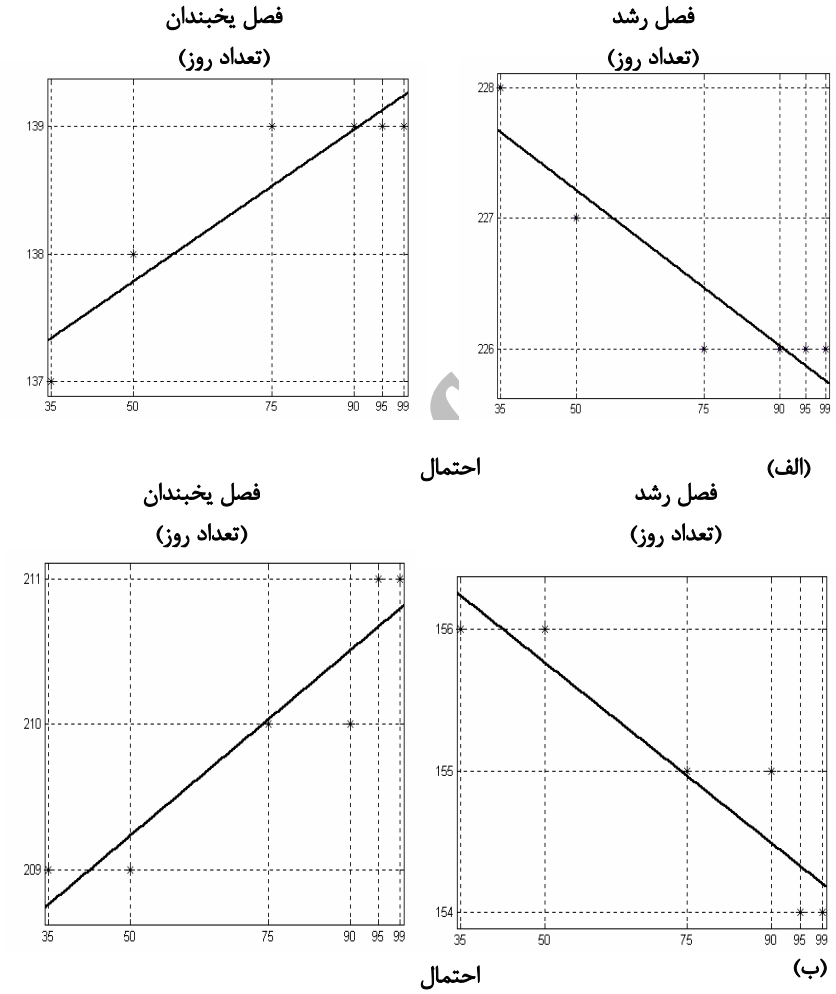
شکل(۲) نمودارتوزیع احتمال طول دوره یخبندان وفصل رشد در سطوح احتمالی مختلف ایستگاه خرم آباد(الف) و بروجرد(ب)

www.SID.ir



شکل(۳) نمودارتوزیع احتمال تاریخ یخبندان های زودرس پاییزه ودیررس بهاره درسطوح احتمالی مختلف درایستگاه ناصرالدین(الف) و الیگودرز(ب)

www.SID.ir



شکل(۴)نمودارتوزیع احتمال طول دوره یخبندان وفصل رشد در سطوح احتمالی مختلف ایستگاه ناصرالدین(لف) و الیگودرز(ب)

www.SID.ir

منابع و مأخذ

۱- بانک اطلاعات وخدمات ماشینی , ۱۳۸۰؛ **آمارحداقل های دمای صفروزیر صفر روزانه**, سازمان هواشناسی کشور.

۲- براتی, غلامرضا , ۱۳۷۵؛ **طراحی وپیش بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان های بهاره ایران**, رساله دکتری, گروه جغرافیادانشگاه تربیت مدرس.

۳- حجازی زاده, زهرا- مقیمی, شوکت, ۱۳۸۱: **میکروکلیماتولوژی مقدماتی**, جلد اول, انتشارات پیام نور, تهران.

۴- جان اف. لونسبری, فرانک تی. آلدریچ؛ ترجمه بهلول علیجانی, ۱۳۷۰, **درآمدی برروش ها وفنون میدانی جغرافیا**, انتشارات سمت, تهران.

۵- سمیعی, محمود-عسگری, مهدی-باستانی, خداداد, ۱۳۶۷؛ **تجزیه وتحلیل اقلیمی اطلاعات واحتمالات تاریخ شروع وخاتمه یخبندان پاییزه و بهاره درآستانه های بحرانی دما و طول فصل رویش درایران**, انتشارات سازمان هواشناسی کشور.

۶- علیجانی, بهلول-کاویانی, محمدرضا, ۱۳۸۰؛ **مبانی آب و هواشناسی**, انتشارات سمت, تهران.

۷- علیزاده, امین, ۱۳۷۳؛ **بررسی تاریخ اولین وقوع یخبندان های پاییزه و آخرین وقوع یخبندان های بهاره دراستان خراسان**, گزارش نهایی طرح پژوهشی حوزه معاونت پژوهشی, دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- علیزاده, امین, ۱۳۸۱؛ **هیدرولوژی کاربردی**, چاپ چهاردهم, انتشارات آستان قدس رضوی, مشهد.

۹- غیور, حسنعلی-عساکره, حسین, ۱۳۸۱:«**مطالعه اثر پیوند از دور بر اقلیم ایران؛ مطالعه موردی:اثرنوسانات اطلس شمالی ونوسانات جنوبی برتغییرات میانگین ماهانه دمای جاسک**», فصلنامه تحقیقات جغرافیایی, شماره۶۴-۶۳, زمستان ۸۰ و بهار ۸۱, صص ۹۵-۹۴.

۱۰- قبادی دارابخانی, غلام حسین, ۱۳۸۰؛ **بررسی و پیش بینی تاریخ های آغاز و خاتمه یخبندان و اثرات آن بر روی جوانه زنی گندم درغرب ایران**, پایان نامه کارشناسی ارشد, دانشگاه رازی کرمانشاه.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- کمالی, غلامعلی, ۱۳۸۱؛**«سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی مطالعه موردی: تهران»**. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی, شماره۶۴-۶۳, زمستان۸۰ و بهار۸۱, صص ۱۵۳-۱۵۱.

۱۲- کریمی, مهدی- درزی, محمدتقی, ۱۳۷۹؛ **بررسی اثرات سرما ویخبندان درگیاهان زراعی وباغی وروش های مقابله باآن**, دومین همایش سرما ویخ زدگی گیاهان زراعی وباغی کشور, وزارت جهاد کشاورزی.

۱۳- مهدوی, محمد, ۱۳۷۸؛ **هیدرولوژی کاربردی**, جلد دوم, چاپ دوم, انتشارات دانشگاه تهران.

۱۴- نوحی, کیوان , ۱۳۷۴؛ **تعیین تاریخ های عبوردمای حداقل هوا ازآستانه های حرارتی صف**ر, ۵ و۱۰درجه سانتیگرادد‌رکرج, مجله نیوار.

۱۵- هاشمی, فریدون, ۱۳۴۸؛ **تجزیه وتحلیل استاتیستیکی ازسرمای تهران**, انتشارات تحقیقات و بررسی های علمی هواشناسی کل کشور.

16. **Kajfez, B. I. (**1989**). *Carly Autumn Frost in Upper Carolina Slovenia*. Zbornik Biotehniske Univerze (Yugoslavia).** 53**:**19 – 20

17. **Michaels, P. J., (**1991**). *Frost & Freezes. Southeastern Climate Review*. Spring,** 2**:**4**:**3 -14.

18. **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.

19. **Thom, H. C. & R. H. Shaw. (**1958**). *Climatological Analysis of Freeze Data for IOWA. Monthly Weather Review.*** 86**:** 251 - 257.

20. **Vega, A. J; Robbins, K.D; & Grymes, J, M. (**1994**). *Frost/Freeze Analysis in the Southern Climate Region. Southern Regional Climate Center.***

21. **Waylen, P. R.(**1988**). *Statistical Analysis of Freezing Temperatures in Central and Southern Florida*,** 8(6): 607-628.

Archive of SID

www.SID.ir