نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۶، ص. ۳۲۰-۳۱۲

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 1, Mar.-Apr. 2017, p. 312-320

تحلیل فراوانی رخداد یخبندان‌های زودرس پائیزه
مطالعه موردی: ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی

نفیسه سیدنژاد گل خطمی[۱]– محبوبه فرزندی[۲*]– حجت رضایی پزند[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۵

چکیده

یخبندان‌های زودرس پائیزه یکی از پدیده‌های زیانبخش جوی است که همه ساله منجر به کاهش عملکرد محصولات کشاورزی و باغی می‌شود. هدف مقاله حاضر تحلیل فراوانی این پدیده است. روزهای یخبندان ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی برای مطالعه موردی انتخاب و تحلیل فراوانی شده است. غربال اولیه و آزمون‌های‌پایه (تصادفی بودن، همگنی، استقلال و...) بررسی شدند. هشت تابع توزیع نرمال، گامبل نوع۱، گامای ۲ پارامتری، لوگ نرمال ۲و۳ پارامتری، پارتوی‌تعمیم‌یافته، حدی‌تعمیم‌یافته و پیرسون نوع۳ با پنج روش برآوردی گشتاورهای معمولی، حداکثر درست‌نمائی، گشتاورهای‌وزن‌دار احتمالی، حداکثر آنتروپی و گشتاورهای اصلاح‌شده تحلیل فراوانی شدند. آزمون نیکوئی برازش کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. دو روش برآورد PWM، ModM برتری نسبی خود را نسبت‌به روش‌های دیگر برآورد نشان دادند. تابع پارتوی تعمیم‌یافته برتری برازش را در۶۰ درصد از حالات نسبت به سایر توابع از خود نشان داد. هم‌چنین مشخص شد نمی‌توان یک قانون احتمالی یا یک روش برآورد خاص را برای تحلیل فراوانی یخبندان‌های زودرس پائیزه پیشنهاد کرد. نتایج رخداد اولین روز یخبندان به طور کلی حاکی از عدم روند مشخص مکانی در استان است. اولین یخبندان در دوره بازگشت ۲ ساله در تمام ایستگاه‌ها زودتر از آبان ماه رخ نمی‌دهد. همچنین این رویداد در دوره بازگشت ۱۰۰ساله نیز هیچ‌گاه زودتر از اول مهر رخ نمی‌دهد. این پدیده رابطه مناسبی با سایر عوامل مانند ارتفاع، طول و عرض جغرافیائی، دما، بارش ندارد.

واژه‌های کلیدی: اولین روز یخبندان، پارتوی تعمیم‌یافته، تحلیل آماری، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی

مقدمه

تعداد، شروع و خاتمه روزهای یخبندان یک پدیده مهم هواشناسی است که کاربرد زیادی در کشاورزی، طراحی و اجرای سازه ها، خدمات بیمه محصولات کشاورزی وغیره دارد. سرمازدگی و یخبندان در مراحل مختلف رویشی برای محصولات کشاورزی و باغی بسیار مهم است. چون پروتوپلاسم گیاه فقط در یک دامنه محدودی از درجه حرارت قادر به ادامه فعالیت است. بنابراین رخداد آن منجربه محدودیت تولید می‌شود (۵ و ۷). میزان خسارات ناشی از سرمازدگی و یخبندان زود هنگام در اغلب سال‌ها براساس آمار واطلاعات رسیده از استان‌های کشور برروی محصولات حساس باغی به خصوص بادام، پسته، زرد آلو و هلو بیش از ۴۰ درصد بوده است (۲). درجه سرمازدگی گیاهان متفاوت است و باید برای هرگیاه به طور مجزا تحلیل شود (۱). می‌توان خسارت وقوع یخبندان زودهنگام را با تحلیل‌های ریاضی، پیش‌بینی و به کارگیری شیوه‌های مقابله با آن کاهش داد (۲).

تحلیل‌فراوانی یکی از روش‌های مفید و کلیدی تحلیل روزهای یخبندان (به‌عنوان یک داده حدی) است (۱۴). این تحلیل احتمال رخداد (دوره بازگشت) زمان شروع یخبندان را ارائه می‌دهد. پژوهشگران مختلف در ایران و سایر کشورها به این موضوع پرداخته‌اند. نوحی و همکاران (۱۰) طول دوره بدون یخبندان را با استفاده از تاریخ‌های آغاز و پایان یخبندان‌های تابشی و فرارفتی در نواحی زنجان، قزوین و تهران ودر دوره آماری (۱۹۶۲-۱۹۶۱) تا (۲۰۰۰-۱۹۹۹) تعیین نمودند. آنها فرض کردند که سری‌های زمانی تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های فرارفتی تصادفی و به صورت نرمال

۱- دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲- دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mhb_farzandi@yahoo.com)
۳- مربی، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

DOI: 10.22067/jsw.v31i1.26217

توزیع شده است. هژبرپور و علیجانی (۴) به تحلیل همدیدی یخبندان‌های استان اردبیل در دوره آماری ۱۹۹۵-۲۰۰۴ پرداختند. آنها یخبندان‌ها را به سه دسته طولانی‌ترین، زودترین و دیرترین تقسیم نمودند. سپس وقوع و شدت یخبندان‌ها را با توجه به سامانه-های فشاری بررسی کردند . میان‌آبادی و همکاران (۸) یخبندان‌های زودهنگام پائیزه ودیرهنگام بهاره و زمستان‌های استان خراسان رضوی را با استفاده از دستگاه اطلاعات جغرافیائی در دوره آماری (۶۳-۱۳۶۲) تا (۸۵-۱۳۸۴) بررسی و پهنه‌بندی نمودند. آنها فرض کردندکه شروع و خاتمه یخبندان از توزیع نرمال پیروی می‌کند. توکلی و حسینی (۱۹) شاخص‌های یخبندان و شروع پائیزه رابه صورت موردی در ایستگاه اکباتان همدان در دوره آماری ۲۳ساله (۱۳۸۴-۱۳۶۰) بررسی کردند. آنها یخبندان‌ها را به سه دسته ضعیف، متوسط و شدید تقسیم کردند. سپس با بررسی محدوده تغییرات زمانی وقوع، به تحلیل فراوانی وقوع یخبندان پرداختند. هم‌چنین معنی‌داری رابطه بین تاریخ شروع و پایان یخبندان را نشان دادند. رحیمی (۱۱) در منطقه کوهستانی البرز در شش ایستگاه با طول دوره آماری ۳۴ ساله (۱۹۹۵-۱۹۶۲) به تحلیل ریسک اولین و آخرین روز یخبندان پرداختند. آنها توزیع‌های نرمال،لوگ نرمال۲و۳پارامتری،گامبل نوع۱، گامای۲و۳ پارامتری و لوگ پیرسون نوع ۳را با دو روش برآورد گشتاوری و حداکثر درست‌نمائی بر داده‌های اولین و آخرین روز یخبندان برازش دادند. آنها برتری برازش توزیع پیرسون نوع ۳ را با روش حداکثر درستنمائی نشان دادند. کمالی و همکاران (۷) تجزیه و تحلیل داده های روزانه ۱۱۹ ایستگاه همدید در دوره آماری ۷۷-۱۳۶۸ را برای احتمال وقوع یخبندان با الگوهای رگرسیونی انجام دادند. رابطه مناسب بین یخبندان و ارتفاع و عرض جغرافیایی به دست آمد سپس پهنه بندی ایران انجام شده است.

اولین کار آماری در خصوص یخبندان‌ها در سایر کشورها به ریدو تولیبه سال ۱۹۱۶ می‌رسد (۱۷). آنها برازش توزیع نرمال را برداده‌های یخبندان انتخاب و پیشنهاد کردند. هم‌چنین تام و شاو (۲۰) توزیع نرمال را به عنوان قانون مناسب برای شروع و خاتمه رخداد یخبندان دریک دوره آماری ۳۰ساله در نظر گرفته اند. کار آنها مبنای پژوهش‌های متعددی شده است. استون و همکاران (۱۸) سری روزانه دما را در چند ایستگاه در شرق استرالیا در نظرگرفته و تعداد روزهای یخبندان و تاریخ آخرین یخبندان آنها را تحلیل نمودند. روت و همکاران (۱۶) خسارات ناشی از یخبندان زودهنگام را بر درختان در منطقه‌ای در شمال اروپا بررسی کردند. آنها دریافتند که یخبندان موجود در مناطق مرتفع تاثیر زیادی در این خسارت دارد. وینست و همکاران (۲۱) متذکر شدند که تعداد روزهای یخبندان در آمریکا و در فاصله زمانی۱۹۱۰ تا ۱۹۹۸ روند افزایشی داشته است.

مجاورت و نزدیکی استان خراسان رضوی با هسته پرفشار سرمایش دینامیکی سیبری سبب ریزش هجوم هوای سرد از شمال شرق کشور می‌شود. این پدیده اغلب خسارات قابل توجهی به علت بروز یخبندان زودرس به بخش‌های مختلف به ویژه باغات و کشاورزی می‌زند. این توده هوا علت اصلی تغییر در تعداد، زمان شروع و خاتمه روزهای یخبندان خراسان رضوی است (۶).

هدف مقاله حاضر تحلیل فراوانی اولین روز یخبندان درایستگاه‌های همدیداستان خراسان رضوی با برازش ۷ توزیع احتمالی (گامبل نوع۱، گامای۲پارامتری، لوگ‌نرمال ۲ و ۳ پارامتری، پارتوی تعمیم یافته، پیرسون نوع ۳ و حدی‌تعمیم یافته) با پنج روش برآورد (گشتاوری معمولی، گشتاوری پیراسته، گشتاوری وزن‌دار احتمالی، حداکثر درستنمائی و حداکثر آنتروپی) است. آزمون‌های پایه نیز برای برقراری فرض‌های پایه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی است. این استان در شمال‌شرقی ایران به مساحت ۱۲۸،۴۲۰ کیلومترمربع و محدود به - طول جغرافیایی $77'\ 55^\circ$ تا $15'\ 61^\circ$ و عرض‌جغرافیایی $24'\ 30^\circ$ تا $17'\ 38^\circ$ درجه است. تعداد کل ایستگاه‌های همدید استان۱۰ عدد است. مشخصات و طول دوره‌آماری آنها در جدول (۱) ارائه شده است. این ایستگاه ها زیرنظر سازمان هواشناسی خراسان رضوی قرار دارد (www.razavi.gov.ir). اول مهر شروع سال فرض شده است تا بتواند انطباق بهتری با محصولات کشاورزی و باغی داشته باشد.

تحلیل فراوانی

تحلیل فراوانی تخمین قانون‌احتمالی (تابع‌چگالی یا توزیع) حاکم بر متغیرتصادفی مورد مطالعه از روی نمونه است (۵). موارد زیر در تحلیل فراوانی رعایت شده است: غربال داده‌ها، آزمون‌های پایه (شامل استقلال، همگنی و...)، انتخاب توزیع‌های مناسب، برازش آنها و آزمون‌های نیکوئی برازش (۱۴ و ۱۲). اکثر گیاهان در زمان یخبندان‌های زودرس پائیزه برداشت شده و یا در حال برداشت هستند. گندم و جو دیم در مرحله سبز شدن و استقرار و گندم و جو آبی در مرحله پنجه زنی است. زیره و کنجد نیز معمولا با این یخبندان مصادف نمی‌شوند. به این ترتیب آستانه دمایی صفر درجه سلسیوس برای این یخبندان انتخاب و تحلیل فراوانی می شود (۸).

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی

Table 1- Khorasan Razavi synoptic stations characteristics

ایستگاه Station	ارتفاع Elevation (m)	طول جغرافیائی Longitude	عرض جغرافیائی Latitude	حجم نمونه : دوره آماری Sample size: period
تربت جام Torbat-e jam	950	60,35	35,15	18:1371-1388
تربت حیدریه Torbate-Heydarieh	1451	59,13	35,16	21:1368-1388
سبزوار Sabzevar	978	57,43	36,12	21:1368-1388
سرخس Sarakhs	235	61,10	36,12	22:1366-1387
قوچان Ghochan	1287	58,30	37,04	21:1368-1389
کاشمر Kashmar	1110	58,12	35,12	22:1366-1387
گلمکان Golmakan	1176	59,17	36,29	22:1366-1387
گناباد Gonabad	1056	58,41	34,21	21:1368-1388
مشهد Mashhad	999	59,38	36,16	46:1342-1387
نیشابور Neyshabur	1213	58,48	36,16	20:1369-1388

غربال داده‌ها و آزمون‌های پایه

مبنای تحلیل فراوانی نمونه‌ای است که آن را مشاهدات می‌نامند. اگر داده‌ای مشکوک، نادرست یا نادقیق باشد، تعمیم خصوصیات نمونه به جامعه به درستی انجام نمی‌شود. بنابراین اولین گام بررسی دقت، صحت، داده‌های مشکوک و غیره است. این کار با رسم نمودارهای مختلف، مشاهدات چشمی، وارسی با قاعده سه زیگمای معمولی و استوار انجام می‌شود. قاعده سه زیگمای استوار براساس انحراف از میانه بنا شده است (۱۵).

نمونه‌های مورد بحث در علم آمار و احتمال با یک طرح نمونه‌گیری مانند تصادفی، سیستماتیک و غیره انتخاب می‌شوند. این نمونه خصوصیات ریاضی لازم را برای تعمیم به جامعه دارد. این خواص ما را مطمئن می کند که نمونه انتخابی استنباط درستی از جامعه ارائه می کند. این نمونه به طور خودکار دارای خواص استقلال، همگنی، نداشتن روند، داده‌پرت و غیره است. اما نمونه‌ای که در آب و هواشناسی در اختیار قرار می‌گیرد، نمونه‌ای است که بدون یک طرح نمونه‌گیری انتخاب شده است. به عبارت دیگر یک نمونه اجباری است. یعنی ما آن‌را با روش‌های نمونه‌گیری از جامعه انتخاب نکرده‌ایم تا خواص لازم ریاضی را دارا باشد. بنابراین باید بررسی شود که آیا نمونه خواص فوق را دارد یا خیر؟ اگر این خواص را دارا باشد، آنگاه می‌توان آن را یک نمونه مناسب تشخیص و استنباط جامعه را به سامان رساند. در غیراین‌صورت تحلیل به روش‌های معمول کارائی لازم را ندارند. وجود این خواص با آزمون‌های آماری مناسب تائید یا رد می‌شود (۱۳). آزمون‌های معروف عبارت‌انداز: آزمون گردش (تشخیص تصادفی بودن)، آزمون من-ویتنی (تشخیص همگنی ونداشتن جهش)، آزمون والد- وولفویتز (تشخیص استقلال وایستائی) و گروبز- بک و سه زیگمای استوار (تشخیص داده پرت) (۱۴).

قوانین احتمالی و روش‌های برآورد پارامترها

اولین روز یخبندان یک متغیر حدی است. لذا قوانین احتمالی مناسب برای تحلیل آن عبارت‌اند از: گامبل نوع ۱ (GU1)، گامای ۲پارامتری (GA2)، لوگ‌نرمال ۲ و۳ پارامتری (LN2,LN3)، پارتوی تعمیم یافته (GPA)، پیرسون نوع ۳ (PT3) و حدی تعمیم یافته (GEV) (۴ و ۲۳).

روش‌های برآورد پارامترها

برآورد پارامترهای قوانین احتمالی فوق مطابق زیر است (۱۴).

۱- پارامترهای توزیع گامبل‌نوع۱ به چهار روش گشتاورهای معمولی (MOM)، حداکثر درست نمائی (MML)، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی(PWM) ، حداکثر آنتروپی(ENT) برآورد شده‌اند.

۲- پارامترهای توزیع‌های گامای دو پارامتری و لوگ‌نرمال ۲پارامتری به سه روش گشتاورهای معمولی (MOM)، حداکثر درست نمائی (MML) و گشتاورهای وزن‌دار احتمالی (PWM) برآورد شده-

است.

۳- پارامترهایتابع توزیع لوگ نرمال ۳ پارامتری به دوروش گشتاورهای معمولی (MOM) و گشتاورهای وزن دار احتمالی (PWM)برآورد شده‌است.

۴- پارامترهای توزیع پارتوی تعمیم‌یافته به چهار روش گشتاورهای معمولی (MOM)، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی (PWM)، حداکثر درستنمائی (MML) و گشتاورهای اصلاح شده (ModM) برآورد شده‌است.

۵- پارامترهای توزیع پیرسون نوع ۳ به سه روش گشتاورهای معمولی (MOM)، گشتاورهای وزن‌دار احتمالی و گشتاورهای اصلاح شده (ModM) برآورد شده‌است.

جدول ۲- نتایج تحلیل آزمون‌های پایه برای رخداد اولین روز یخبندان: A قبول و R رد

Table 2- The results of the test base for the first day of frost: A(accept), R(reject)

ایستگاه Station	تصادفی بودن Randomness	استقلال Independence	همگنی و نداشتن جهش Homogeneity and lack of jump	نبود داده پرت بالائی without upper Outlier	نبود داده پرت پائینی without Lower Outlier
تربت جام Torbat-e jam	A	A	A	A	A
تربت حیدریه Torbate-Heydarieh	A	A	A	A	A
سبزوار Sabzevar	A	A	A	A	R
سرخس Sarakhs	A	A	A	A	A
قوچان Ghochan	A	A	A	A	A
کاشمر Kashmar	A	A	A	A	A
گلمکان Golmakan	A	A	A	A	A
گناباد Gonabad	A	A	A	A	R
مشهد Mashhad	A	A	A	A	R
نیشابور Neyshabur	A	A	A	A	A

۶- پارامترهای توزیع‌حدی تعمیم یافته (GEV) نیز با دو روش گشتاورهای وزن‌دار احتمالی (PWM) و حداکثر درست‌نمائی (MML)برآورد شده‌است.

آزمون نیکوئی برازش: تشخیص قانون احتمالی برتر توسط آزمون نیکوئی برازش کولموگروف اسمیرنوف (KS) در سطح ۵ درصد انجام شد. این آزمون ناپارامتری است و براساس مقایسه تابع توزیع تجربی و نظری برازش بر داده ها بنا شده است. قانون احتمالی در صورتی برازش دارد که بیشترین تفاضل از مقدار بحرانی معرفی شده توسط کولموگروف اسمیرنوف کمتر باشد (۱۴).

نتایج و بحث

تحلیل فراوانی اولین روز یخبندان کلیه ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی موضوع این مقاله است. شروع سال اول مهر در نظر گرفته شد تا انطباق بهتری با زراعت و باغبانی باشد. داده‌های در دسترس دمای حداقل روزانه ده ایستگاه همدید است. داده‌های سه ایستگاه (کاشمر، سرخس، گلمکان) برحسب سال میلادی و بقیه برحسب سال شمسی (شروع از فرودین) بود. ابتدا داده‌های اولین یخبندان برای هر سال با شروع از اول مهر استخراج، سپس فاصله اولین روز یخبندان تا اول مهرماه برای هر ایستگاه به صورت عددی مشخص شد. در نتیجه داده‌های اولین روز یخبندان هر ایستگاه (شروع از مهر) به‌دست آمد. مرحله بعد انجام غربال داده‌ها به منظور بررسی صحت و دقت داده‌هاست. داده‌های مشکوک و نادرست اصلاح شد. چند داده‌ی مشکوک در قوچان مشاهده شد که با بررسی رگرسیونی اصلاح و ترمیم شدند. داده‌های تمام ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی با آزمون‌های گردش، من- ویتنی، والد- ولفویتز، گروبز-بکز و سه زیگمای استوارآزمون شدند. جدول (۲) نتیجه نهائی

آزمون‌های پایه را نشان می‌دهد. موارد زیر ازاین جدول نتیجه می‌شود. ۱- داده‌های کلیه ایستگاه‌ها تصادفی تلقی می‌شوند. ۲- استقلال و همگنی همه ایستگاه‌ها تائید می‌شود (رد نمی‌شود). کلیه آزمون‌ها در سطح ۵ درصد و گروبزبک در سطح ۱۰ درصد انجام شده است. ۳- ایستگاه‌های مشهد، گناباد، سرخس و کاشمر داده‌پرت پائینی دارند. ضریب چولگی این ایستگاه‌ها به‌ترتیب: ۰/۰۰۲، ۰/۵۸۲ - ۰/۱۲۹ - ۰/۰۸۱- است. این ضرایب نشان می‌دهد که داده‌های آنها متقارن یا چوله به چپ هستند. یعنی تولید داده‌پرت پائینی از خصوصیات ذاتی آنهاست و این داده‌های پرت انحراف زیادی از بدنه داده‌ها ندارند و می‌تواند جزء خصوصیات ذاتی نمونه بوده و نباید آنها را حذف کرد (۳).

تحلیل فراوانی داده‌های ایستگاه‌ها پس از غربال و آزمون‌های پایه انجام شد. هفت توزیع حدی با پنج روش برآورد (بند۲-۲-۳) برداده‌ها برازش داده شد. انتخاب قانون برتر و نیکوئی برازش با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (KS) انجام شد. این آماره برای بعضی ایستگاه‌ها در چند روش برآوردی نزدیک به هم داشت. خصوصیات نمونه مانند حجم و رفتار روش برآورد برای انتخاب روش برتر مدنظر قرار گرفت. کلیه تحلیل‌های فوق با برنامه‌نویسی و استفاده از بسته‌های نرم افزاری Matlab.2006 صورت گرفت. جدول (۳) بهترین توزیع و بهینه‌ترین روش برآورد پارامترها را نشان می‌دهد. موارد زیر نتیجه تحلیل فراوانی است.

تحلیل فراوانی این ایستگاه‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که قانون احتمالی مشخصی را نمی‌توان برای تحلیل اولین روز یخبندان پیشنهاد کرد. توزیع GPAدر۶۰ درصد از حالات برتری خود را نشان داده است (جدول ۳). این نتیجه با تحقیقات انجام گرفته توسط اکثر پژوهشگران مغایرت دارد. اما می‌توان پیشنهاد کرد که توزیع GPA در تحلیل یخبندان در اولویت قرار گیرد. به عنوان مثال برازش این تابع بر داده‌های قوچان بیانگر این بود که رخداد اولین روز یخبندان با دوره بازگشت ۲ساله هفتم آبان، با دوره بازگشت ۵ساله: ۱۸مهر، با دوره بازگشت ۱۰ساله ۱۲مهر، بادوره بازگشت ۲۰ ساله ۹ مهر، با دوره بازگشت ۵۰ ساله ۷مهر و...است.

جدول ۳- تحلیل فراوانی رخداد اولین روز یخبندان در دوره‌های بازگشت مختلف (به بالا گرد شده)

Table 3- First frost days frequency at different return periods(upper round)

ایستگاه Station	توزیع Distribution	روش برآورد Estimation method	دوره بازگشت Return period (year)					
			2	5	10	20	50	100
سرخس Sarakhs	GEV	MML	57	42	34	28	22	17
گناباد Gonabad	LN2	PWM	61	52	48	45	41	39
کاشمر Kashmar	GPA	MML	71	55	47	42	37	34
سبزوار Sabzevar	LN2	PWM	69	54	48	43	39	36
تربت جام Torbat-e jam	GPA	PWM	71	48	37	29	22	19
مشهد Mashhad	Gam2	PWM	40	27	22	17	14	12
تربت حیدریه Torbat-e Heydarieh	GPA	MOdM	42	25	19	15	13	12
نیشابور Neyshabur	GPA	MOdM	45	29	22	18	14	13
قوچان Ghochan	GPA	MOdM	37	18	12	9	7	7
گلمکان Golmakan	GPA	MML	46	25	18	14	12	11

نمادها :GPA، توزیع پارتوی تعمیم یافته. Gam2 ، گامای۲پارامتری. LN2، لوگ‌نرمال ۲پارامتری.GEV، حدی تعمیم یافته. Tr، دوره بازگشت (سال)

اولین روز یخبندان کلیه ایستگاه‌ها با دوره بازگشت۲ساله زودتر از آبان ماه رخ نمی‌دهد. این موضوع برای دوره بازگشت ۵ ساله برای ۵ ایستگاه (قوچان، مشهد، تربت حیدریه، نیشابور و گلمکان) در نیمه دوم و اواخر آبان رخ می‌دهد. درحالیکه ۵ ایستگاه دیگر در نیمه اول

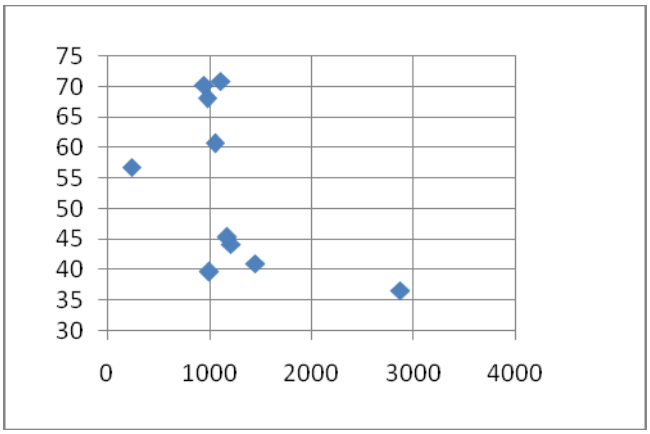
آذرماه رخ می‌دهد (جدول ۳).

این یخبندان در دوره بازگشت ۱۰۰ساله برای ۵ ایستگاه فوق در نیمه اول مهر، دو ایستگاه سرخس و تربت‌جام در نیمه دوم مهر و سه ایستگاه کویری گناباد، سبزوار و کاشمر در نیمه اول آبان ماه است (جدول ۳).

انجام آزمون‌های پایه نشان داد که داده‌پرت در نمونه‌ها وجود دارد. بنابراین انجام آن ضروری است. انجام این آزمون در پژوهش‌های در دسترس به چشم نمی‌خورد. نمی‌توان روش برآورد خاصی را برای تحلیل اولین روز یخبندان توصیه کرد. اما روش PWMدر۴۰ درصد از حالات برتری خود را نشان داده است. این روش نسبت به حجم نمونه حساسیت کمتری دارد. درنتیجه انتخاب آن برای نمونه‌های با حجم کم با اطمینان بیشتری همراه است.این نتیجه با تحقیقات انجام گرفته توسط اکثر پژوهشگران مغایرت دارد. آنها از دو روش MOM و MML استفاده کردند.

توزیع‌های لوگ‌نرمال۳پارامتری و پیرسون نوع۳ که توسط برخی از پژوهشگران توصیه شده است، در ۳۰ درصد از حالات (ایستگاه‌های گناباد، گلمکان و سرخس) برازش نداشت. بنابراین استفاده از این دو قانون احتمالی باید با احتیاط صورت پذیرد.

رابطه بین وقوع یخبندان و سایر عوامل ایستگاه‌ها مانند ارتفاع، بارش، دما نیز بررسی شد تا بتوان توصیفی از روند شروع یخبندان در سطح استان ارائه داد. متاسفانه رابطه مناسبی به دست نیامد. به عنوان مثال شکل (۱) نمودار پراکنش احتمال فاصله روز وقوع اولین یخبندان تا اول مهر با دوره بازگشت ۲سال را با ارتفاع ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمودا رپراکنش یخبندان با دوره بازگشت ۲ ساله (محورعرض‌ها) وارتفاع ایستگاه‌ها(متر) (محورطول‌ها)

Figure 1-Scatter plot frost distribution 2-year return period (width axis) altitude stations (m) (long axis)

رابطه مناسبی را نمی‌توان برای این نمودار به‌دست آورد. فقط روندی کلی از شمال به جنوب دیده می‌شود. این روند نشان می‌دهد که ایستگاه‌های شمالی یخبندان زودتری دارند. مثلا این وقوع برای دوره‌ی بازگشت ۲ساله عبارتست از: قوچان (هفتم آبان)، مشهد (ده آبان)، تربت‌حیدریه (دوازدهم آبان)، نیشابور (پانزدهم آبان)، گلمکان (شانزدهم آبان)، سرخس (۲۷ آبان)، گناباد (اول آذر)، سبزوار (نهم آذر)، تربت جام (یازدهم آذر) و کاشمر (یازدهم آذر).

قوچان شمالی‌ترین ایستگاه خراسان رضوی بوده و اولین ایستگاهی است که در زیر نفوذ پرفشار سرمایی دینامیکی قرار می‌گیرد. لذا زودترین رخداد یخبندان را دارد. ایستگاه های آخر جدول (۳) دیرترین رخداد را دارند. علت کویری بودن و تاثیر کمتری (با تاخیر) این پر فشار بر این ایستگاه ها است. این ترتیب تقریبا در تمام دوره‌های بازگشت مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

هدف این مقاله تحلیل فراوانی وقوع اولین روز یخبندان ایستگاه‌های همدید خراسان رضوی است. این تحلیل به منظور پیش-آگاهی حادثه غیرمترقبه پدیده یخبندان‌های زودرس است. ابتدا غربال داده‌ها و آزمون‌های پایه انجام شد. آزمون‌های پایه نشان داد که داده پرت در برخی ایستگاه‌ها وجود دارد. داده‌ها برای تحلیل فراوانی پس از بررسی‌های لازم آماده شدند. انتخاب بهترین تابع توزیع برای تعیین احتمال وقوع اولین روز یخبندان مدنظر قرار گرفت. هفت تابع توزیع GU1، GA2، LN2,LN3، GPA، PT3و GEV با پنج روش برآورد MOM، MdoM، PWM، MML وENT بر داده‌ها برازش داده شد. آزمون KSبهترین تابع برازشی وبهترین روش برآورد پارامترها را برای داده‌های هر ایستگاه ارائه داد (جدول ۳). نتایج نشان داد که هر ایستگاه از توزیع خاصی پیروی می‌کند. لذا نمی‌توان توزیع‌خاصی را برای تمام ایستگاه‌های استان پیشنهاد نمود. شش

ایستگاه از GPA پیروی می‌کنند که ۶۰ درصد ایستگاه‌ها را شامل است (جدول ۳). لذا توجه به قانون GPA در تحلیل فراوانی یخبندان-ها مهم است. روش برآورد PWM برتری خود را نسبت به سایر روش‌ها نشان داد (جدول ۳). رابطه بین اولین روز یخبندان در دوره-های بازگشت مختلف با سایر عوامل مانند: ارتفاع، دما و بارش بررسی شد. رابطه مناسبی به دست نیامد (شکل ۱). اما می‌توان به‌طور کلی ادعا کرد که هرچه از شمال خراسان رضوی به سمت جنوب حرکت - کنیم، رخداد اولین روز یخبندان به تاخیر می‌افتد. بررسی توزیع مکانی اولین رخداد یخبندان در استان نشان داد که این پدیده از لحاظ مکانی از نظم خاصی برخوردار نیست.

منابع

1- Alizadeh A., 2011. Climate and agricultural meteorology. Beh-Nashr. Iran. Mashhad.
2- Amirrghami N.R., Sanjari D. and Bozorgnia A. 2002. Elementary survey sampling. Mashhad University.
3- Baranet, V., Lews, Toby, 1987. Outliers in Statistical Data. John Wiley & Sons, 458 PP.
4- Hozhirpur Gh. and Alijani B. 2007. Frost Synoptic analysing of Ardabil province, Geography and Development, 10: 89-106. (In Persian).
5- Isazadeh Sh., Memarian M. H., Mirkani S.M. and Taghizadeh A. 2010. Frost Synoptic Analysis of East Azarbaigan Province, 14th Conference on Geophysics, 11-13 May 2010. Tehran. (in Persian)
6- Ismaili, R. and Adab H., 2010. Evaluation of late frosts changes of Khorasan in the future climate, Proceedings of the Fourth International Congress of the Islamic World Geographers, Iran. Zahedan. 27-25 Persian date Farvardin 2010. (in Persian with English abstract)
7- Kamali Gh.A., Hajam S. and Khairkhah A. 2008. The Assessment of Relationship between durabiling of the lost spring frost & apple production loss in Tehran, P. 2-17. Workshop frost, frost and ways of dealing with it. 30 April 2008 Administration of Meteorological Semnan province. Iran. Semnan. (In Persian with English abstract)
8- Mianabadi A., Mousavi- Baygi M., Sanai Nejad H. and Nezami A. 2009. Assessment and mapping of early autumn. late spring and winter freezing in Khorasan Razavi province using GIS, Journal of Water and Soil, 23(1):79-90. (in Persian with English abstract)
9- Noohi K., Pedram M., Sahraian F. and Kamali G.A. 2006. Analysis of first fall and last spring advectionand radiation-advection frosts in Azerbaijan provinces, Pajouhesh & Sazandegi. 75: 78-85. (in Persian with English abstract)
10- Noohi K., Sahraian F., Pedram F. and Sedaghat-kerdar A. 2007. Determination the no frost period by the dates of beginning and end of the advection and radiation frost in the region of Zanjan, Qazvin and Tehran. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 46: 449-460.
11- Rahimi M., Hajjam, S., Khalili, A. and Kamali. G. A. 2007. Risk analysis of first and last frost occurrences in the central Alborz region. Iran. International Journal of climatology, 27(3): 349–356.
12- Rao, A., Khaled H. Hamed,Raton and Boca .2000. Flood Frequency Analysis, CRC Press LLC. 350 pp.
13- Rezaee-Pajand H. and Bozorgnia A. 2006. The gamma family and derived distributions applied in hydrology, Ferdowsi university press. Mashhad.
14- Rezaee-Pazhand H. 2001. Application of statistics and probability in water resources, Sokhan gostar. Iran. Mashhad.
15- Ricardo A. Maronna, R. Douglas Martin and V´ıctor J. Yohai.2006. Robust Statistics, Jhon Wiley.417pp.
16- Root TJ., Price JT., Hall KR., Schneider SH., Rosenzweig C. and Pounds JA. 2003 . Fingerprints of global warming on wild animals and plants, Nature (Lond) 421: 57–60)
17- Rosenberg NJ. and Myers RE. 1962.The nature of growing season frosting and along the Platte valley of Nebraska", Monthly Weather Review , 90: 471–478.
18- Stone R., Nicholls, N. and Hammer, G. 1996. Frost in NE Australia, trends and influence of phases of the Southern Oscillation".Journal of climate 9: 1896-1909.
19- Tavakoli M. and Hosseini M. 2006. evaluation indicators and the seasonal frost in Iran (Case Study Ekbatan station ,Journal of Nivar, the new course No. 61, page 31. (in Persian with English abstract)
20- Thom H. C. S. and Shaw R. H. 1958. Climatological analysis of freeze data for Iowa, Monthly Weather Rev.86: 251-257.
21- Vincent LA., Peterson TC., Barros VR., Marino Mb., Rusticucci M., Carrasco G., Ramirez E., Alves LM., Ambrizzi T., Berrlato MA., Grimm AM., Marengo JA., Molion L., Moncunill DF., Rebello E., Anunciacao YMT., Quintana J., Santos JL., Baez J., Coronel G., Garcia J., Trebejo I., Bidegain M., Haylock MR. and Karoly D. 2005. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000, Journal of climate 18: 5011–5023.
22- www.razavimet.gov.ir
23- Yevjevich,V. 1972. Probability and Statistics in Hydrology,Water Resources PUB. 302pp.

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 1, Mar.-Apr. 2017, p. 312-320

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۶، ص. ۳۲۰-۳۱۲

The Occurrence of Early Autumn Frost Frequency Analysis Case Study: Khorasan Razavi's Synoptic Stations

N. Seyyed Nezhad Golkhatmi[1]-M. Farzandi[2]*- H. Rezaee-Pazhand[3]

Received: 30-09-2013
Accepted: 26-10-2016

Introduction: The analysis of extreme events such as first frost dates are detrimental phenomena which influence in various branches of engineering, such as agriculture. The analysis and probability predicting of these events can decrease damage of agriculture, horticulture and the others. Furthermore, this phenomenon can have a relation with other thermal indexes. The analyzing of first frost dates of all synoptic stations of Khorasan Razavi province is subject of this article**.** The frequency analysis applied to eight distributions. Then the relationship between first frost dates and thermal index were studied. Best relation was between minimum temperature and return periods of first frost dates.

Materials and Methods: The analyzing of first frost dates (origin is March 21) of all synoptic stations of Khorasan Razavi province is subject of this article. At first data of each station were screening. The basic properties such as homogeneity, randomness, stationary, independence and outliers must be tested. The eight distribution Normal, Gumbel type 1, Gamma 2-parameter, Log normal 2 or 3 parameters, Generalized Pareto, Generalized extreme values and Pearson Type 3 fitted to data and the parameters estimated with 7 methods by the name of the several types of Moments (5 methods), maximum likelihood and the maximum Entropy. The Kolmogorov – Smirnov goodness of fit test can be used to compare the best distribution. The return periods of first frost dates are major application in frequency analysis. There is maybe a relationship between periods and thermal index such as min, max and mean temperature. This relationship can be adapted by regression methods.

Results and Discussion: The statistical analysis for prediction probabilities and return periods of the first frost dates for all synoptic stations in Khorasan Razavi province and the relationship between annual temperature indicators and this phenomenon is the aim of this article. The origin date of this phenomenon is March 21. First, data were screened. Then basic hypothesis test were applied which including the Runtest (randomness), the Mann-Whitney test (homogeneity and jump), the Wald-Wolfowitz test (independence and stationary), the Grubbs and Beck test (detection Outliers) and the three sigma methods (Outlier). The results were: 1-The Sabzevar, Mashhad and Gonabad had lower Outliers that will not cause any problem in data analysis by their skewness. The first frost data of all station were without upper outlier. 2- The independence of all stations was accepted at the 10% level. 3-All stations were Randomness, Independence and homogeneous and lack of jump. Eight probability distributions (Normal, Gumbel type 1, 2-parameter gamma, 2 and 3 parameters log-normal, the generalized Pareto, the generalized extreme values and the Pearson type 3) were applied. The skewness coefficients for all stations were more than 0.1 so Normal distribution was rejected. Also the7 methods of estimation (five different methods of moments, maximum likelihood and maximum entropy methods) were used. The ks fit test was applied. The ks for some stations were closed together at several estimations methods. The results are as follows: GPA (4 times), PT3 (4 times), LN2 (4 times), GA2 (3 times). Generalized Pareto distribution had the best fitted to data (60% of cases compared to the other functions). The results significantly indicated that the occurrence of first frost on the first day of process is in place. The first frost in the period of 2 years at all stations, not occur earlier than Aban(October 28). The 100-year return period event does not occur earlier than first of Mehr(September 22). There is no significant relationship between first frost in the period of 2 years with other factors such as altitude, latitude, longitude, temperature and precipitation as well.

Conclusion: Date of the first fall frost is one of the unfavorite climate influences that cause reduction in crop products. The purpose of this paper is to analysis the frequency occurrence of first frost day in several Khorasan's synoptic stations as study area. Screening and initial basic tests such as randomness homogenity, independence, etc. were done. Eight distribution function, namely Normal, Gumbel type 1, Gamma 2 parameters, Log normal 2 and 3 parameters, Generalized Pareto and Pearson type III were fitted to data with five

1- Phd Student, Department of Irrigation and Reclamation, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2 - Phd Student , Depattment of Water Engineering, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: mhb_farzandi@yahoo.com)
3 - Lecturer, Depattment of Civil Engineering, College of Engineering, Azad Slamic University Unit of Mashhad

probability distributions methods (Ordinary Moments, Maximum Likelihood method, Modified Moments, Probability Weighted Moment and Maximum Entropy). Goodness of fit test was Kolmogorove-Smirnov test. PWM and ModM methods revealed relatively superior results compared to the rest of methods. Generalized Pareto distribution had the best fitted to data (60% of cases compared to the other functions). The results significantly indicated that the occurrence of first frost on the first day of process is in place. The first frost in the period of 2 years at all stations, not occur earlier than Aban. The 100-year return period event does not occur earlier than first of Mehr. There is no significant relationship between first frost in the period of 2 years with other factors such as altitude, latitude, longitude, temperature and precipitation as well.

Keywords: First frost, Generalized Pareto Distribution, Probable Weighted Moments, Statistical analysis