

## تحلیل احتمالات وقوع یخبندان های زودرس و دیررس شهرستان مشگین شهر و

### واکاوی هم‌دیدي آن

بهرروز سبحانی<sup>۱\*</sup>، زهرا عبدی<sup>۲</sup>

\*۱- استاد گروه اقلیم شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی دکترا، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

\*ایمیل نویسنده مسئول: sobhaniardabil@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰

### چکیده

شناخت شرایط وقوع آغاز و خاتمه یخبندان‌ها به دلیل اهمیت آن‌ها در زمینه کشاورزی، حمل‌ونقل و مسائل زیست‌محیطی جهت کاهش خسارات ضروری است. شهرستان مشگین‌شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی و قرارگیری در طول حرکت توده‌هواهای مهاجر، اکثراً شاهد وقوع یخبندان و خسارات ناشی از این عناصر آب‌وهوایی می‌باشد. وابستگی شدید اقتصاد مردم این منطقه به کشاورزی، لزوم مطالعه دقیق تاریخ آغاز و پایان این پدیده ویرانگر را ایجاب می‌کند. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن دماهای صفر و زیر صفر درجه سلسیوس، تاریخ شروع و خاتمه یخبندان شهرستان مشگین‌شهر طی دوره آماری (۲۰۱۹-۲۰۰۰) دریافت و طبقه‌بندی شده است. برای درک بهتر مطالب، این تاریخ‌ها به صورت روزشمار ژولیوسی تطبیق داده شده است. دوره بازگشت هر کدام از یخبندان‌های مذکور توسط نرم‌افزار SMADA و با احتمالات سینوپتیکی مربوط به روزهای وقوع یخبندان در سطح زمین، هم‌ارتفاع ۵۰۰ هکتوپاسکال، بردار باد و دمای سطوح میانی جو، ضخامت جو و تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مشخص شد که وقوع یخبندان در سطح زمین در ارتباط با گسترش زبانه پرفشار مهاجر اروپای شمالی و مرکزی، پرفشارهای مانع شمال خزر و گسترش زبانه فراپار سیبری است. ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز ناشی از قرارگیری در جلو و عقب ناوه‌های غربی بوده است و نقشه‌های تاوایی نیز در بیشتر مواقع نشانگر نزول توده هواس. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در شهرستان مشگین‌شهر روند یخبندان‌های پاییزه نسبتاً ثابت و با شیب ملایمی به طرف ماه‌های سرد سال و یخبندان بهاره به طرف ماه‌های گرم سال در حرکت است.

### کلمات کلیدی:

"یخبندان زودرس"، "یخبندان دیررس"، "تحلیل احتمالات"، "شهرستان مشگین‌شهر"

### ۱- مقدمه

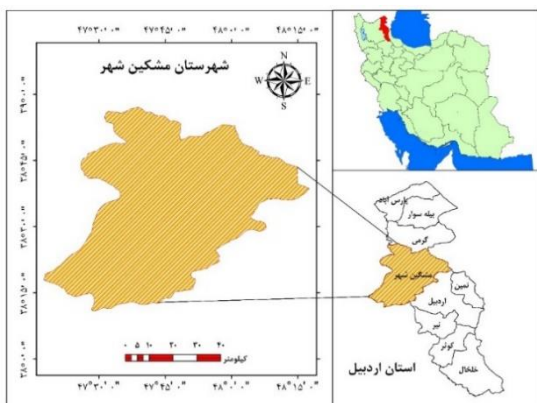
یخبندان بر اساس زمان وقوع به ۲ نوع زودرس و دیررس قابل تقسیم است. در فصل پاییز یخبندان زودتر از زمان معمول را یخبندان زودرس و نیز در فصل بهار وقوع یخبندان دیرتر از زمان معمول را یخبندان دیررس می‌گویند. این نوع یخبندان‌ها بیش از هر چیز به مراحل فنولوژیکی گیاهان زراعی تأثیر رساننده و هرساله خسارات زیادی به کشاورزان و باغداران بابت سرمازدگی به محصولاتشان وارد می‌آورد (حجازی زاده و مقیمی، ۸۸: ۱۳۸۶). بنابراین مطالعه این دوره از سال که دوره یخبندان نامیده می‌شود از لحاظ شروع و پایان می‌تواند کمک بزرگی به مسئولان امور اقتصادی، عمرانی و یا حتی کشاورزی و برنامه‌ریزان آن نماید به این صورت که برخی از فعالیت خود را که تحت تأثیر این دوره قرار می‌گیرند طبق آن تنظیم نمایند تا دچار مشکل و بحران نشوند. از طرفی نتایج این تحقیق می‌تواند مسئولان اجرایی را در برنامه‌ریزی برای پیشرفت توسعه پایدار کشور و استان یاری کند. بدین منظور مطالعات خارجی و داخلی بسیاری در این زمینه صورت گرفته است (Idealo Gallows et al, 2017) با بررسی علل تغییر اقلیم

در اسپانیا، تأثیر یخبندان‌های دیررس بهاره را بر روی فنولوژی گلدهی درختان بررسی کردند. نتایج حاصل از بررسی‌ها، افزایش دمای کمینه در تمام ایستگاه‌های هواشناسی نسبت به دوره پایه هست. (Kim and Bwan, 2016)، با به‌کارگیری داده‌های تاریخی جدید تغییرپذیری زمانی- مکانی یخبندان‌های دیررس در شبه‌جزیره کره و ارتباط آن با گردش‌های جو را بررسی کردند و نشان دادند که بیشترین فراوانی یخبندان دیررس در سال ۲۰۱۳ بوده است و بین ارتفاع و عرض جغرافیایی با یخبندان زودرس همبستگی مثبت وجود دارد. (Havris, 2013)، با بررسی عوامل سینوپتیکی ایجاد درجه حرارت حداقل مطلق طی سال‌های ۱۹۶۱-۲۰۰۷ در پنج ایستگاه کریدورپراهوا پرداخته است. وی احتمال وقوع دماهای پایین را با دوره‌های بازگشت ۱، ۴، ۱۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ ساله محاسبه و نقشه‌های هواشناسی آن ترسیم شد. نتایج حاصل از بررسی نقشه‌ها نشانگر آن است که عامل اساسی در کاهش دما و ایجاد امواج سرمایی شدید، ریزش توده‌های سرد عرض‌های فوقانی به منطقه بوده است. (Medlin and Behterando, 2005)، پراکندگی مکانی یخبندان‌های بهاره

## 2- روش انجام تحقیق

## ● محدوده مورد مطالعه

شهرستان مشگین شهر سومین شهر بزرگ استان اردبیل در ایران است و در بخش مرکزی استان اردبیل قرار دارد. این شهر با مرکز استان ۹۰ کیلومتر فاصله داشته و منطقه را به مرکزیت شهر مشگین (خیاو) در موقعیت جغرافیایی زیر ۳۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی واقع کرده است. طول جغرافیایی شهر مشگین شهر ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۴ دقیقه هست. این شهر مساحتی تقریباً برابر با ۱۵۳۰ کیلومتر مربع دارد که طول منطقه مورد مطالعه ۵۱ کیلومتر (امتداد شرقی- غربی) و عرض آن ۳۰ کیلومتر هست، ارتفاع شهر نیز از سطح دریا برابر با ۱۶۳۰ متر است.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی شهرستان مشگین شهر در استان اردبیل

پس از اخذ آمار مورد نیاز درجه حرارت حداقل روزانه سال‌های مذکور از ایستگاه هواشناسی مشگین شهر، لازم است برای مطالعه و بررسی هرسال آماری تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان تعیین شود. شیوه دریافت این تاریخ‌ها به این طریق است که از اول مهرماه سال شمسی درجه حرارت حداقل روزانه مورد بررسی قرار گرفت و درجه حرارتی که به آستانه درجه حرارت صفر و زیر صفر درجه سانتی‌گراد رسیده است، به‌عنوان تاریخ وقوع اولین یخبندان زودرس پاییزه عنوان گردید. همچنین برای تعیین تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهاره، از اواخر فصل بهار، حداقل درجه حرارت روزانه کنترل و آخرین روزی که دما مساوی صفر یا زیر صفر شده به‌عنوان تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهاره تلقی شد. سپس از میان‌روزهای یخبندان تاریخ وقوع زودرس‌ترین و دیررس‌ترین یخبندان‌ها جمع‌آوری و طبقه‌بندی شد. ماه‌های سال را برحسب ترتیب و به‌صورت مجزا قرارداد شده است. به‌منظور اینکه تاریخ‌های استخراج شده قابل تجزیه و تحلیل باشند، آن‌ها را به‌صورت اعداد روزشمار ژولیوسی درآوردیم. جدول زیر تاریخ آغاز و پایان یخبندان‌های زودرس و دیررس ایستگاه مشگین شهر را نشان می‌دهد.

و عوامل تأثیرگذار بر روی آن را در ناحیه تاکتاری شمال فرانسه مورد بررسی قرار دادند. آنان عوامل مؤثر بر پراکندگی مکانی یخبندان‌ها را با دو معیاس ماکروکلیم (طول و عرض جغرافیایی) و توپوکلیم (عوامل محیطی و توپوگرافی) بررسی کردند. (Sackling, 1989)، تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره در جنوب شرقی ایالات آمریکا را مطالعه کرد. او توسط شاخص انحراف آب‌وهوایی به تجزیه و تحلیل روند اولین و آخرین درجه حرارت صفر و یا زیر صفر در طی ۱۹۱۱ تا ۱۹۸۶ در ایستگاه جنوب شرقی آمریکا یخبندان‌ها و فصول رشد آن‌ها پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تاریخ وقوع آخرین یخبندان بهاره به سمت اواخر بهار و تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزه به سمت اوایل پاییز حرکت کرده است. در مطالعات داخلی نیز پژوهش‌هایی در رابطه با یخبندان زودرس و دیررس و چگونگی پیدایش آن‌ها انجام گرفته از جمله (گل دوست، ۱۳۹۵) تاریخ آغاز و پایان یخبندان‌ها را در ایستگاه اردبیل طی دوره آماری ۱۵ ساله ۲۰۱۰-۱۹۹۶ مشخص کرد. نتایج حاصل از مباحث نشان می‌دهند که روند روزشمار تاریخ‌های شروع یخبندان‌های زودرس در ایستگاه پارس‌آباد با مقدار ۰٫۴ روز در سال کاهش و در ایستگاه اردبیل و خلخال به ترتیب با ۰٫۱۱ و ۱٫۰۷ روز در سال افزایشی است. روند روزشمار تاریخ‌های پایان یخبندان کاهش می‌یابد. یخبندان‌های دیررس ایستگاه پارس‌آباد در ماه آوریل و در ایستگاه و خلخال در ماه می قرار دارند و نتایج نشانگر آن است که تداوم یخبندان زودرس پاییزه در ایستگاه پارس‌آباد کمتر از ایستگاه‌های دیگر استان می‌باشد. (کریمی، ۱۳۹۱) آمار ۱۴ ساله تاریخ شروع و خاتمه یخبندان‌های سه ایستگاه سینوپتیک سنندج، سقر و بیجار را دریافت و دوره بازگشت هر یک از یخبندان‌های مذکور را توسط نرم‌افزار SMADA و با احتمال ۵۰، ۶۶، ۸۰ و ۹۰ درصد محاسبه کرد. در نهایت با استخراج نقشه‌های سینوپتیکی مربوط به روزهای وقوع یخبندان و یک روز قبل از آن در سطح زمین و هم‌ارتفاع و هم‌دما ۵۰۰ هکتوپاسکال، مشخص شد که در بیشتر موارد، وقوع یخبندان‌های منطقه در سطح زمین ناشی از قرارگیری استان در حاشیه زبانه‌های پرفشار و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز ناشی از قرارگیری در مرکز و عقب ناوه بادهای غربی بوده است. (صلاحی، ۱۳۸۸) با بررسی یخبندان‌های شهرستان مشگین شهر و تجزیه تحلیل سینوپتیکی نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال جو به این نتیجه رسیدیم که بیشتر یخبندان‌های شهرستان مشگین شهر در ارتباط با توپوگرافی محل و زبانه پرفشار و قرارگیری این شهرستان در جلو فراز موج بادهای غربی می‌باشد. شهرستان مشگین شهر به دلیل قرارگیری در مسیر حرکت پرفشارهای مهاجر و جبهه‌های سرد، بیشتر با پدیده یخبندان در فصول بهار و پاییز مواجه است و برای برداشت محصولات باغی در فصل پاییز، نیاز به زمان کافی هست و در فصل بهار نیز به دلیل رشد مجدد گیاه و شکوفه دادن میوه‌جات باید شرایط به‌گونه‌ای فراهم شود تا خسارتی به محصولات وارد نشود. از طرف دیگر بخش حمل‌ونقل منطقه مورد مطالعه، راه اتصال مرکز استان به شهرستان‌های گرمی، بیله سوار و دشت مغان است و مطالعه یخبندان‌های زودرس و دیررس در منطقه جهت عدم خسارت به بخش اقتصادی استان ضروریست.

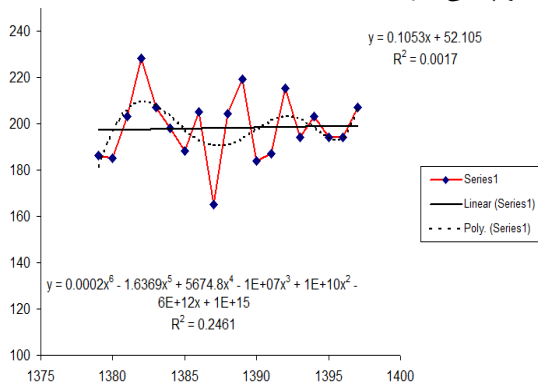
جدول ۱: تاریخ شروع و خاتمه یخبندان‌های زودرس و دیررس ایستگاه مشکین شهر

یخبندان دیررس بهاره					یخبندان زودرس پاییزه				
روز ژولیبوسی	دما	روز	ماه	سال	روز ژولیبوسی	دما	روز	ماه	سال
۱۸۶	-۱	۷	فروردین	۷۸-۷۹	۴۸	-۲	۱۸	آبان	۷۸-۷۹
۱۸۵	-۳	۶	فروردین	۷۹-۸۰	۳۴	-۳	۴	آبان	۷۹-۸۰
۲۰۳	-۱/۸	۲۴	فروردین	۸۰-۸۱	۶۵	-۱	۵	آذر	۸۰-۸۱
۲۲۸	-۱/۶	۱۸	اردیبهشت	۸۱-۸۲	۵۳	-۱	۲۳	آبان	۸۱-۸۲
۲۰۷	-۴	۲۸	فروردین	۸۲-۸۳	۴۵	-۱/۶	۱۵	آبان	۸۲-۸۳
۱۹۸	-۱	۱۹	فروردین	۸۳-۸۴	۴۷	-۱	۱۷	آبان	۸۳-۸۴
۱۸۸	-۱	۹	فروردین	۸۴-۸۵	۵۴	-۲	۲۴	آبان	۸۴-۸۵
۲۰۵	-۱	۲۶	فروردین	۸۵-۸۶	۶۲	-۳/۴	۲	آذر	۸۵-۸۶
۱۶۵	-۰/۸	۱۵	اسفند	۸۶-۸۷	۴۸	-۰/۸	۱۸	آبان	۸۶-۸۷
۲۰۴	-۷	۲۵	فروردین	۸۷-۸۸	۶۰	-۰/۸	۳۰	آبان	۸۷-۸۸
۲۱۹	-۲	۹	اردیبهشت	۸۸-۸۹	***	***	***	***	۸۸-۸۹
۱۸۴	-۱	۵	فروردین	۸۹-۹۰	۳۵	-۱/۴	۵	آبان	۸۹-۹۰
۱۸۷	-۵	۸	فروردین	۹۰-۹۱	۵۲	-۱	۲۲	آبان	۹۰-۹۱
۲۱۵	-۱/۶	۵	اردیبهشت	۹۱-۹۲	۵۹	-۱	۲۹	آبان	۹۱-۹۲
۱۹۴	-۲/۶	۱۵	فروردین	۹۲-۹۳	۲۸	-۱/۲	۲۸	مهر	۹۲-۹۳
۲۰۳	-۱/۴	۲۴	فروردین	۹۳-۹۴	۴۱	-۲	۱۱	آبان	۹۳-۹۴
۱۹۴	-۳	۱۵	فروردین	۹۴-۹۵	۲۷	-۰/۱	۲۷	مهر	۹۴-۹۵
۱۹۴	-۲/۳	۱۵	فروردین	۹۵-۹۶	۶۳	-۱/۱	۳	آذر	۹۵-۹۶
۲۰۷	-۱/۲	۲۸	فروردین	۹۶-۹۷	۶۴	-۰/۱	۴	آذر	۹۶-۹۷
۲۱۴	-۱	۴	اردیبهشت	۹۷-۹۸	۵۴	-۰/۳	۲۴	آبان	۹۷-۹۸

زمانی یخبندان می‌توان دوره‌های افزایشی یا کاهش یخبندان را در طول زمان مورد بررسی قرار داد. با توجه به شکل روند پلی نومیال درجه ۶ برای یخبندان‌های زودرس نشان داد که در ایستگاه هواشناسی مشکین شهر این روند دارای دو فراز و یک فرود هست که فراز تا به عنوان نقاط اوج و فرود به عنوان نقطه حوضی بیانگر دوره‌های افزایش یا کاهش یخبندان نسبت به خط مبدأ هست. روند فراز بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ هست که نقاط اوج در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (۲۰۰۸ میلادی) و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ (۲۰۱۹ میلادی) نمایان است. روند فرود پلی نومیال یخبندان‌های زودرس بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ میلادی هست که نقاط حوضی در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۲ (۲۰۱۴ میلادی) رخ داده است. با توجه به شکل مذکور روند خطی یخبندان‌های زودرس در سال‌های اولیه

بررسی‌های آماری طی سال‌های ۷۸ تا ۹۸ شمسی (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ میلادی) نشان می‌دهد که زودترین یخبندان زودرس منطقه مورد مطالعه در ۲۷ مهر سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴ (۲۰۱۶) و دیرترین یخبندان زودرس در ۵ آذر سال ۱۳۸۱-۱۳۸۰ (۲۰۰۲) اتفاق افتاده است همچنین زودترین یخبندان دیررس ایستگاه مربوطه در ۱۵ اسفندماه سال ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (۲۰۰۸) و دیرترین یخبندان دیررس نیز در هجدهم اردیبهشت سال ۱۳۸۱-۱۳۸۲ (۲۰۰۳) در ایستگاه هواشناسی مشکین شهر اتفاق افتاده است. با استفاده از نرم‌افزار (SPSS, EXCEL) اطلاعات آماری و داده‌ها مورد محاسبه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه روش رگرسیون خطی (خطی ساده و پلی نومیال) برای تحلیل روند تغییرات یخبندان‌های مذکور مورد استفاده قرار گرفت. (با ترسیم روند پلی نومیال بر روی سری

با توجه به شکل روند پلی نومیال یخبندان دیررس در ایستگاه دارای یک فرود و یک فراز نسبتاً ضعیف است و نقاط اوج در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۱ (۲۰۰۳ میلادی) و نقاط حضيض در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (۲۰۰۸ میلادی) رخ داده است. روند خطی یخبندان‌های دیررس با کاهش جزئی همراه بوده و به‌طور نسبی تغییر چندانی ندارد.

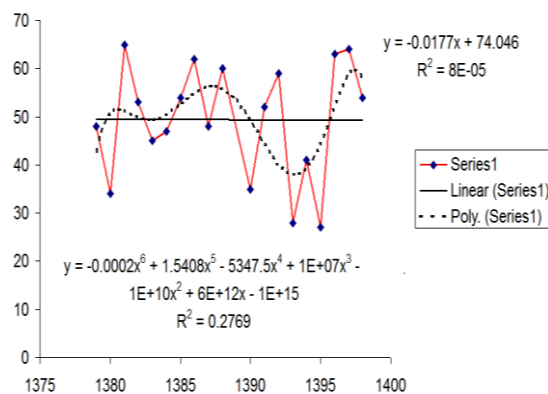


شکل ۳: روند خطی و پلی نومیال مرتبه ۶ یخبندان‌های دیررس ایستگاه هواشناسی مشگین‌شهر

#### • برآورد تاریخ‌های شروع و خاتمه یخبندان

در این پژوهش احتمال وقوع اولین و آخرین یخبندان برای ایستگاه با احتمال ۵۰، ۶۶/۷، ۸۰، ۹۰، ۹۶، ۹۸، ۹۹، ۹۹/۵ و دوره بازگشت (۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰) ساله با استفاده از نرم‌افزار SMADA محاسبه شد.

آمار مطالعاتی ایستگاه هواشناسی مشگین‌شهر کاهشی که حاکی از تمایل یخبندان به‌روزهای ژولیوسی پایین و در اواخر سال‌های مطالعاتی، روند به‌صورت افزایشی و تمایل به یخبندان با روزهای ژولیوسی بالا را نشان می‌دهد. در جهت محاسبه دوره بازگشت یخبندان‌های مذکور از نرم‌افزار SMADA استفاده شد و دوره بازگشت یخبندان‌ها در احتمالات ۵۰، ۶۶/۷، ۸۰، ۹۰، ۹۶، ۹۸، ۹۹ و ۹۹/۵ درصد با دوره بازگشت ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۰، ۵، ۳، ۲ ساله تعیین شد. سپس نوع یخبندان اعم از تشعشی و فرارفتی مشخص شد که نهایتاً به‌منظور تحلیل سینوپتیکی تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان‌های پاییزه و بهاره منطقه موردبررسی نیز نقشه‌های سطح زمین، هم‌ارتفاع تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، بردار باد (به صورت ترکیبی)، دمای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ضخامت جو (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) (به صورت ترکیبی) و نهایتاً نقشه‌های تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، از نرم‌افزار Grads استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت.



شکل ۴: روند خطی و پلی نومیال مرتبه ۶ یخبندان‌های زودرس ایستگاه هواشناسی مشگین‌شهر

جدول ۲: تاریخ احتمال وقوع یخبندان پاییزه برای دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه هواشناسی مشگین‌شهر

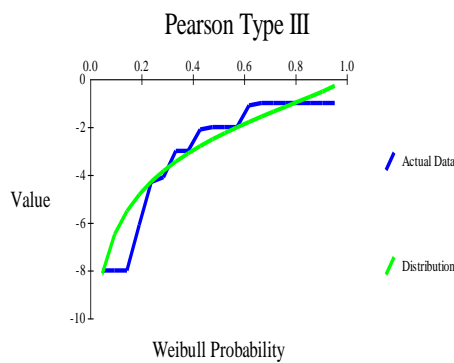
دوره بازگشت (سال)	۲	۳	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
احتمال وقوع (درصد)	۵۰	۶۶/۷	۸۰	۹۰	۹۶	۹۸	۹۹	۹۹/۵
تاریخ پیش‌بینی یخبندان زودرس	۵۱	۵۷	۶۱	۶۵	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲
انحراف معیار	۳/۹۹	۳/۴۰	۲/۷۵	۳/۹۰	۷/۳۲	۱۰/۰۶	۱۲/۶۶	۱۵/۰۳
دمای پیش‌بینی شده	-۲/۳۸	-۱/۵۶	-۰/۹۸	-۰/۵۴	-۰/۲۴	-۰/۱۱	-۰/۰۵	-۰/۰۱
تاریخ شروع یخبندان زودرس	۲۱ آبان	۲۷ آبان	۱ آذر	۵ آذر	۹ آذر	۱۰ آذر	۱۱ آذر	۱۲ آذر

فوق قبل از این تاریخ ۲۰ درصد است. بیشترین احتمال وقوع یخبندان زودرس با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله در تاریخ ۱۲ آذرماه با انحراف معیار ۱۵/۰۳ رخ خواهد داد.

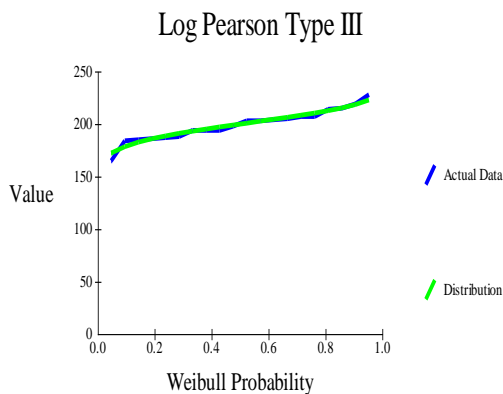
همان‌گونه که در جدول بالا دیده می‌شود با احتمال ۸۰ درصد و با دوره برگشت ۵ ساله شروع یخبندان‌های پاییزه در مشگین‌شهر بعد از شصت و یکمین روز ژولیوسی برابر با ۱ آذرماه با انحراف معیار ۲/۷۵ رخ خواهد داد و تنها احتمال افتادن یخبندان‌های

جدول ۳: تاریخ احتمال وقوع یخبندان بهاره برای دوره‌های بازگشت مختلف در ایستگاه هواشناسی مشگین‌شهر

دوره بازگشت (سال)	۲	۳	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
احتمال وقوع (درصد)	۵۰	۶۶/۷	۸۰	۹۰	۹۶	۹۸	۹۹	۹۹/۵
تاریخ پیش‌بینی یخبندان زودرس	۲۰۰	۲۰۶	۲۱۲	۲۱۸	۲۲۴	۲۲۷	۲۳۰	۲۳۳
انحراف معیار	۳/۸۵	۳/۷۲	۳/۶۴	۳/۹۸	۵/۳۴	۶/۸۱	۸/۴۸	۱۰/۲۵
دمای پیش‌بینی شده	-۳/۴۳	-۲/۴۳	-۱/۵۶	-۰/۷۱	-۰/۰۹	-۰/۵۶	-۰/۹۵	-۱/۲۸
تاریخ پایان یخبندان دیررس	فروردین	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت

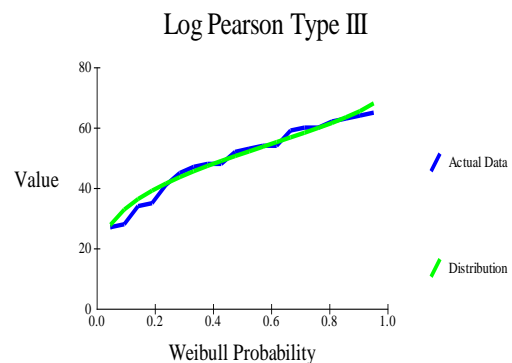


شکل ۵: بهترین توزیع برازش یافته بر دماهای زمان وقوع یخبندان زودرس



شکل ۶: بهترین توزیع برازش یافته بر تاریخ‌های وقوع یخبندان دیررس

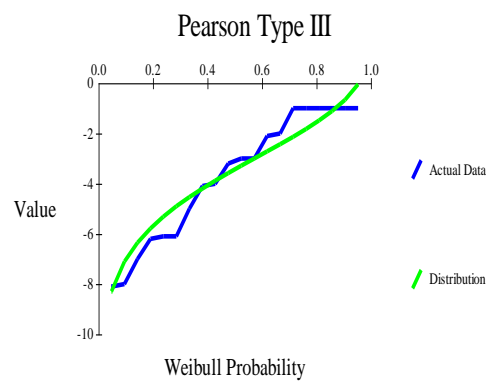
در رابطه با یخبندان دیررس بهاره نیز با احتمال ۸۰ درصد با دوره بازگشت ۵ ساله یخبندان‌ها قبل از تاریخ ۲ اردیبهشت (دویست و دوازدهمین روزشمار ژولیوسی با انحراف معیار ۳/۶۴) خاتمه می‌یابد و احتمال خاتمه یافتن بعد از این تاریخ تنها ۲۰ درصد است. بر اساس نتایج حاصل در دوره برگشت ۲۰۰ ساله و در سطح اطمینان ۹۹/۵ در صد اولین یخبندان پاییزه در ۲ آذرماه و با صفر درجه سلسیوس برآورد شده است و یخبندانی برای فصل بهار (دیررس بهاره) برآورد نشده است. به‌طور کلی با افزایش دوره بازگشت، احتمال وقوع یخبندان نیز افزایش می‌یابد. با بالا رفتن دوره بازگشت یخبندان، تاریخ شروع یخبندان‌های پاییزه به سمت زمستان پیشروی کرده و درعین حال دمای پیش‌بینی شده افزایش می‌یابد. در رابطه با یخبندان‌های بهاره با بالا رفتن دوره بازگشت، تاریخ یخبندان‌ها به سمت تابستان سوق پیدا کرده و دمای پیش‌بینی شده نیز افزایش می‌یابد بر اساس نتایج حاصل بهترین توزیع برازش یافته بر تاریخ‌های یخبندان‌های زودرس و دیررس، روش ویبول و توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ و بهترین توزیع بر دماهای وقوع یخبندان‌های مذکور توزیع پیرسون تیپ ۳ است.



شکل ۴: بهترین توزیع برازش یافته بر تاریخ‌های وقوع یخبندان زودرس

● تحلیل سینوپتیکی و واکاوی همیدی یخبندان:

در این بخش به منظور تحلیل سینوپتیکی یخبندان زودرس و دیررس در شهرستان مشکین شهر طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۷۸، از نقشه‌های سطح زمین، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد به صورت ترکیبی و دمای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ضخامت باد (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) به صورت ترکیبی و همچنین تاوایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال استفاده شده است. به منظور ترسیم نقشه‌های هواشناسی یخبندان 1 سال نماینده اولین روز یخبندان زودرس و ۱ سال نماینده آخرین روز یخبندان دیررس انتخاب شده است.

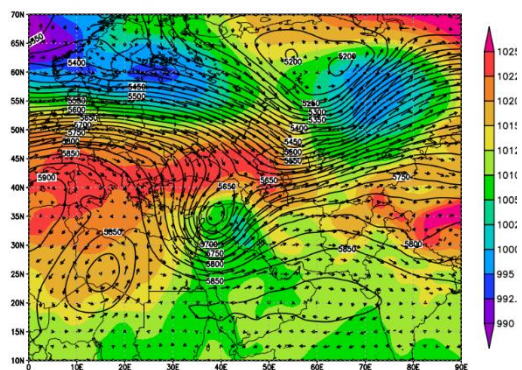


شکل ۷: بهترین توزیع برازش یافته بر دماهای زمان وقوع یخبندان دیررس

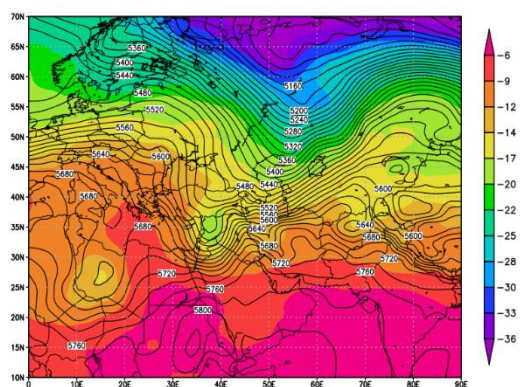
جدول ۴: نماینده روزهای یخبندان زودرس و دیررس

روز نماینده	نوع یخبندان	میزان دما
۲۰۱۴/۱۰/۲۰	زودرس	-۱/۲
۲۰۱۹/۰۴/۲۴	دیررس	-۱

۵۰۰ هکتوپاسکال، شکل (۱۰) نشانگر چرخندگی نسبتاً ثابت و یا حرکت آرام توده هوا در منطقه مورد مطالعه می باشد که حکایتگر عدم صعود و نزول بسته هوا در سطوح میانی جو می باشد. اما مناطق مرکزی کشور از وجود چرخندگی منفی و نزول توده هوا به واسطه پرفشار ایجاد شده در سطح زمین خبر می دهد.



شکل ۸: نقشه ترکیبی فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) و بردار باد تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مورخ ۲۸ مهر ۱۳۹۳

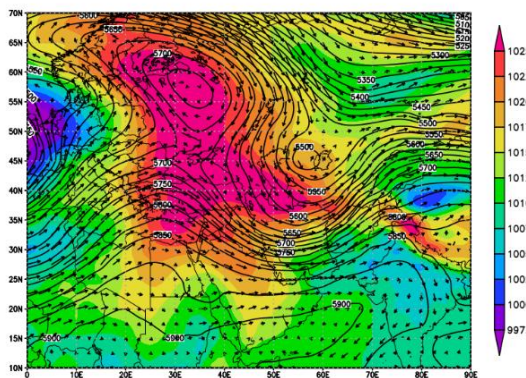


شکل ۹: نقشه دمای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ضخامت جو (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) مورخ ۲۸ مهر ۱۳۹۳

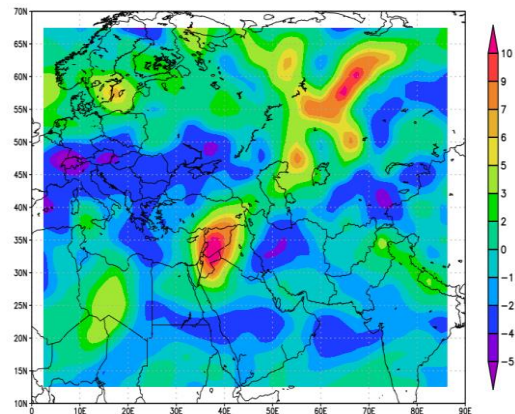
● تحلیل سینوپتیکی رخداد دمای منفی ۱/۲ درجه سلسیوس در روز ۲۰ اکتبر ۲۰۱۴ (برابر با ۲۸ مهر ۱۳۹۳)

در نقشه ترکیبی سطح زمین ، سطوح میانی جو و بردار باد شکل (۸)، دو مرکز فشار دیده می شوند، اولی مرکز پرفشار (واچرخند) قوی با منشأ اروپایی به مرکزیت ۱۰۲۳ هکتوپاسکال که به صورت مداری بر روی اروپای مرکزی تا دریای خزر مستقر شده است و دیگری سیستم کم فشار (چرخند) بر روی عراق به مرکزیت ۱۰۰۵ هکتوپاسکال است. سیستم پرفشار اروپایی بانفوذ به منطقه آذربایجان و ارسال زبانه ۱۰۲۰ مانع از گسترش زبانه های کم فشار می شود و موجب ریزش جریانات سرد شمالی به منطقه موردنظر می شود. ناوه عمیقی با ارتفاع ۵۲۲۵ از شمال روسیه (سیبری) تا جنوب ایران گسترش پیدا کرده است. روند تشکیل ناوه به صورت شمال شرقی- جنوب غربی هست که با دوشاخه شدنش تشکیل فرودی عمیق تر و ایجاد منطقه ای ناپایدار در ایران می کند که با تقویت این ناوه و کاهش ارتفاع جو در نواحی آذربایجان، کنتور ۵۶۷۵ هکتوپاسکال از اردبیل گذر کرده و ضمن گذر این کنتور، شارش های ناپایدار با ادغام پرفشار سطح زمین موجب رخداد سرمای زودرس در مهرماه شده است ضمن آن که بردار باد نیز نمایانگر جهت باد به صورت جنوب غربی-شمال شرقی بوده است که با حرکت واچرخند و دور شدن سردچال، حرکت شمال شرقی با منشأ جریانات غربی دارند. در نقشه ترکیبی دمای سطوح میانی جو و ضخامت جو (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال)، شکل (۹) به دلیل ضخامت ۵۴۸۰ متر که نشانگر ضخامت نسبتاً پایین جو (به دلیل انقباض هوا) بوده است که نشانگر اقلیم سرد می باشد و نقشه دمای سطوح میانی جو نیز نشانگر دمای ۱۶- درجه سانتی گراد در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ۱،۲- درجه سانتی گراد در ایستگاه هواشناسی منطقه مورد مطالعه است. نقشه تاوایی تراز



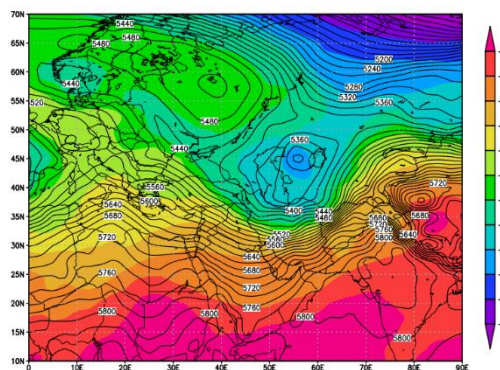


شکل ۱۱: نقشه ترکیبی فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل (متر) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد مورخ ۴ اردیبهشت ۱۳۹۸

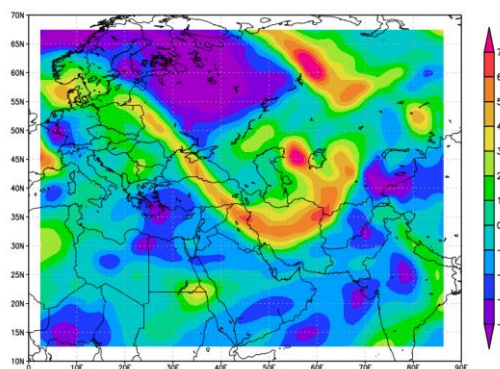


شکل ۱۰: نقشه تاوایی (چرخندگی) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

● تحلیل سینوپتیکی رخداد دمای منفی ۱ درجه سلسیوس در روز ۲۴ آوریل ۲۰۱۹ (برابر با ۴ اردیبهشت ۱۳۹۸)



شکل ۱۲: نقشه دمای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ضخامت جو (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال) مورخ ۴ اردیبهشت ۱۳۹۸



شکل ۱۳: نقشه تاوایی (چرخندگی) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

۳- نتیجه گیری:

با توجه به بررسی‌های انجام‌گرفته، تاریخ وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره ایستگاه هواشناسی مشکین‌شهر نشانگر آن است که بالاترین فراوانی رخداد یخبندان‌های زودرس در آبان ماه می‌باشد و همچنین بالاترین تعداد یخبندان‌های دیررس نیز متعلق به فروردین‌ماه است. با مطالعه و تحلیل روندهای خطی و پلی‌نومینال درجه ۶ یخبندان‌های زودرس مشخص شد که روند یخبندان زودرس دارای دو دوره کاهشی و بقیه افزایشی است و روند یخبندان‌های دیررس به‌جز یک دوره کاهشی بقیه افزایشی است و حاکی از تمایل آن‌ها به سمت روزهای ژوئوسی بالا هست. اما تحلیل روند شروع و خاتمه یخبندان‌ها در ایستگاه حاکی از آن

الگوی سینوپتیک سطح زمین، ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و بردار باد در این روز شکل (۱۱) مشاهده می‌شود که یک مرکز پرفشار (آنتی سیکلون) قوی و بزرگ‌مقیاس که بر روی شمال اروپا تشکیل شده، با حرکت ساعت‌گرد به سمت ایران در حرکت است و با مرکزیت ۱۰۲۶ هکتوپاسکال در مرکز دریای خزر و منطقه مورد مطالعه مستقر بوده است و به دلیل انتقال هوای سرد عرض‌های بالا به سمت منطقه، دمای هوا کاهش نسبی داشته و یخبندان دیررس اتفاق افتاده است. وقوع یک فرود نسبتاً عمیق ناوه که در نتیجه نزول یک‌باره هوا و افت دما رخ می‌دهد، باعث شارش دمای پایین از عرض‌های بالا به سمت منطقه مورد مطالعه هست و نیز وقوع بلاکینگ امگا در بالای دریای سیاه و عبور زبانه ۵۶۱۰ هکتوپاسکال حاصل از آن در ایجاد سرما و یخبندان تشعشی در منطقه مؤثر است. بردار باد نیز حاکی از حرکت باد حول بلاکینگ صورت گرفته و جریانی به صورت شمال به جنوبی که این جریانات حرکتی شمال غرب-جنوب شرق دارند. در نقشه ترکیبی دمای سطح میانی جو و ضخامت جو (اختلاف ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال)، شکل (۱۲) به دلیل ضخامت بسیار کم جو که حاصل انقباض شدید هوا بوده است، (۵۴۰۰ متر) در منطقه مورد مطالعه اقلیمی سرد مشاهده می‌شود که در نقشه دما رخداد دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال موجب رخداد دمای ۱- درجه سانتی‌گراد و یخبندان دیررس در ایستگاه هواشناسی منطقه مورد مطالعه شده است. نقشه چرخندگی سطوح میانی جو، شکل (۱۳) نشانگر چرخندگی نسبتاً منفی توده هوا به واسطه پشته ایجاد شده در جلوی منطقه مورد مطالعه می‌باشد که حاکی از نزول یک‌باره هوا می‌باشد اما وجود تاوایی مثبت از صعود توده هوا در مناطق مرکزی کشور خبر می‌دهد.

و ریزش جریانات از عرض‌های بالا به منطقه (یخبندان فرارفتی) شده‌اند که مسبب کاهش دما و ایجاد یخبندان می‌باشد. در زمان قرارگیری منطقه مورد مطالعه در جلوی ناوه یعنی منطقه وزش چرخندگی مثبت یا منطقه واگرایی بالایی، ناپایداری ایجاد شده و به دلیل داشتن رطوبت و ابرناکی سبب کاهش دریافت انرژی سطح زمین در طول روز گردیده است. حدود ۶۰ درصد از یخبندان‌های ایستگاه مورد مطالعه ناشی از قرارگیری منطقه در جلوی ناوه عرض‌های بالاست. در زمان قرارگیری شهرستان مشکین‌شهر در مرکز ناوه و محور فرود، ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به صورت شمالی و شمال شرقی از سمت روسیه و سیبری و یا شمال غربی از سمت اروپای شمالی است که سبب افت دما گردیده است. حدود ۲۰ درصد از یخبندان‌های منطقه به سبب مجاورت با سردچال بالایی هست که سردچال تا به علت عمیق شدن فرود‌های غربی در حالت وزش نصف‌النهاری باد‌های غربی ایجاد می‌شود. این گودال مملو از هوای سرد باعث ریزش هوای سرد به عرض‌های پایین می‌گردد. جهت و بردار باد در اکثر نقشه‌ها نشانگر جریاناتی با منشا غربی هستند که توسط ناوه‌ها و پشته‌های ایجاد شده در سطوح میانی جو تغییر جهت می‌دهند. بیشتر نقشه‌های دمای سطوح میانی جو و ضخامت جو نیز نشانگر وجود دمای زیر ۱۵- درجه سانتی‌گراد و ضخامت پایین جو به دلیل انقباض توده هوا در مناطق مورد مطالعه است.

است که معمولاً زمانی که شروع یخبندان سالی زود هنگام باشد، یخبندان دیررس سال بعدش طولانی نبوده و تا اواسط فروردین تمام می‌شود و بالعکس زمانی که شروع یخبندان سالی به سمت زمستان کشیده شود، وقوع یخبندان دیررس طولانی‌تر شده و به اردیبهشت‌ماه می‌کشد. با بررسی تاریخ‌های احتمال وقوع و دوره بازگشت ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله یخبندان‌های پاییزه و بهار ایستگاه هواشناسی مشکین‌شهر می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دوره بازگشت، احتمال وقوع یخبندان افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج حاصل بهترین توزیع برازش یافته بر تاریخ‌های یخبندان‌های زودرس و دیررس، روش ویبول و توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ و بهترین توزیع بر دماهای وقوع یخبندان‌های مذکور توزیع پیرسون تیپ ۳ است. مقادیر حاصل از برازش این توزیع به شروع و خاتمه یخبندان نشان داد که تاریخ شروع و پایان یخبندان با دوره بازگشت ۳ ساله به ترتیب تاریخ ۲۷ آبان و ۲۷ فروردین خواهد بود. نقشه‌های ترکیبی فشار سطح زمین، ارتفاع ژئوپتانسیل و بردار باد نشان دهنده آن است که اکثر یخبندان‌ها ناشی از قرارگیری منطقه مورد بررسی در مرکز پرفشار یا نفوذ زبانه‌های پرفشار مهاجر آن هست. پرفشارها و زبانه‌های آن در سطح زمین موجب ایجاد یخبندان تشعشی یا تابشی (که به علت از دست دادن انرژی سطح زمین در طول شب و تأثیر بازتابش امواج بلند زمین)

#### ۴- منابع

- سبزی پرور، علی اکبر. فیروزمند، زیبا. و رشاویان، وحید. ۱۳۹۹. بررسی تأثیر پدیده‌های دورپیوند در جابه‌جایی تاریخ رخداد اولین و آخرین یخبندان پاییزه و بهار، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی شماره ۱۱۱، ص ۳۱۱-۲۹۵. دانشگاه بوعلی سینا.
- اداره کل هواشناسی استان اردبیل، ۱۳۹۸. آمار بلند حداقل دما ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان مشکین‌شهر.
- رضایی بنفشه درق، مجید. جهانبخش اصل، سعید. خورشید دوست، علی محمد. علی محمدی، مجید. ۱۳۹۸. چشم‌انداز تاریخ زمانی مکانی وقوع یخبندان‌ها و سرماهای زودرس پاییزه و دیررس بهار در شمال شرق کشور، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی. شماره ۴۳، ص ۱۴-۱. دانشگاه آزاد اسلامی لارستان.
- جعفرگللو، ناصر. خورشید دوست، علی محمد. رضایی، مجید. رستم زاده، هاشم. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات شروع و خاتمه یخبندان‌ها و سرماهای مؤثر در کشاورزی تحت شرایط تغییر اقلیم در شمال غرب ایران، مجله تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. شماره ۴، ص ۶۴-۴۹. دانشگاه تبریز.
- عطایی، هوشمند. پروین، نادر. حسن زاده، علی. گندمکار، امیر. ۱۳۹۷. الگوهای اصلی سینوپتیکی حاکم بر یخبندان‌های بهار در استان کرمانشاه. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شماره ۱، ص ۱۵۶-۱۳۹. دانشگاه خوارزمی تهران.
- سبحانی، بهروز. گنجی، مسعود. گل دوست، اکبر. ۱۳۹۶. تعیین و بررسی تاریخ‌های آغاز و پایان یخبندان‌های زودرس و دیررس و احتمال تداوم، شدت و تواتر آن در استان اردبیل، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۱، ص ۵۳-۳۹. دانشگاه محقق اردبیلی.
- همراهی کوزه‌کنان، علیرضا. ۱۳۹۶. تحلیل آماری سینوپتیکی یخبندان زودرس و دیررس شهرستان سلماس: پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آب‌وهوا کاربردی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
- مسعودیان، سید ابوالفضل. دارند، محمد. ۱۳۹۴. بررسی روند تعداد روزهای یخبندان ایران. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳۹، ص ۶۰-۴۹. دانشگاه کردستان.
- عزیز، قاسم. حنفی، علی. سلطانی، محسن. آقاجانی، موسی. ۱۳۹۰. تحلیل سینوپتیکی یخبندان شدید، دیر هنگام و فراگیر فروردین‌ماه ۱۳۸۸. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. شماره ۴۱، ص ۱۴-۱. دانشگاه تهران-تهران.
- کرمی، ساینبا. ۱۳۹۰. تحلیل آماری سینوپتیکی یخبندان زودرس و دیررس استان کردستان: پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقلیم‌شناسی. دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
- پروین، نادر. ۱۳۹۰. الگوهای گردشی مؤثر بر وقوع یخبندان‌های دیررس بهار استان کردستان طی ۱۳۸۴-۱۳۴۴، فصل‌نامه تحقیقاتی جغرافیایی شماره ۱۰۱ ص ۲۱۹-۲۳۸. دانشگاه پیام نور.
- عزیز، قاسم. خلیلی، مائده. ۱۳۹۰. بررسی موردی اثر بلا کینگ در رخداد سرماهای فرین ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، ص ۵۵-۳۹. دانشگاه تهران.



- طاووسی، تقی. درخشی، جعفر. ۱۳۸۹. تحلیل آماری احتمال وقوع و دوره‌های برگشت یخبندان‌های زودرس و دیررس زاهدان در دوره آماری (۱۳۶۰-۱۳۸۶)، مجله علمی - پژوهشی فضای جغرافیا، شماره ۳۰، ص ۸۹-۱۰۳.
- کاویانی، محمدرضا. علیجانی، بهلول. ۱۳۸۸. مبنای آب‌وهوا، تهران، انتشارات سمت.
- صلاحی، برومند. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل عوامل سینوپتیکی مولد یخبندان‌های شهرستان مشکین‌شهر، مجموعه مقالات همایش ملی کاهش اثرات بلایای جوی و اقلیمی، ص ۸۴.
- فتاحی کیاسری، ا. صالحی پاک، ت. ۱۳۸۸. تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های زمستانه ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، ص ۱۲۷-۱۳۶.
- Vitasse, Y. Schneider, L. Rixen. C. Christen, D. Rebetez, M. 2018. Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 248, P. 60-69.
- Modala, N. Ale, D.W. Goldberg, M. Olivares, C.L. Munster, N. Rajin, and R.A. Feagin. 2016. Climate change projections for the Texas high plains and rolling plains. *Theoretical and applied climatology*, Vol. 124, P. 1-18.
- Dashkhuu, D. Jong, Ahn Chun. Woo, Seop Lee. 2015. Long term Trends in daily temperature extremes over Mongolia; *Weather and Climate Extremes*; Vol. 8, P. 26-33.
- Dai, I. Wang, H. Ge, Q. 2013. The Decreasing spring Frost Risk during The Flowing Period for Woody Plants in Temperate Area of Eastern China over Past 50 Years. *Journal of Geographical Science*. Vol. 23 P. 641-625.
- Brown, P.J. Raymond, S. Bradley, Frank T. Keiming 2010. Changes in Extreme Climate indicates for the Northeastern United States; 1870\_2005, *Journal of Climate*, vol. 23, P. 6555\_6572.
- Jana Sillman "Mischa Croci-Maspoli. 2009. Present and future atmospheric blocking and its impact on European mean and extreme climate. *Geophys. Res. Lett*; 36; L10702.
- Koche, Kh. Hadley, p. Pearson, S. 2007. Effect of cold temperature Durations of onion sets in store on the incidence of bolting; bluing And seed yield.
- Tati, A. Zhang, X. 2003. Mapping frost Occurrence Using Satellite Data, *Journal of applied metalogy*, vol. 42, p. 193-203.
- Perry, KB. 2002. Average last spring frost dates for selected north Carolina locations. Nc state university.
- Carson, J, Mannering. 1999. The traffic of the ice warning signs and ice accident and severity, *Accident analysis and prevention*, Vol. 33, P. 89-100.

## **Analysis of the possibility of early and late frost in Meshginshahr city and its synoptic analysis**

**Behrouz Sobhani<sup>1\*</sup>, Zahra Abdi<sup>2</sup>**

1\* - Associate Professor, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

2- PhD student, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil

\*Email Address : sobhaniardabil@gmail.com

### **Abstract**

Understanding the conditions for the onset and end of glaciers is essential because of their importance in agriculture, transportation, and environmental issues to reduce damage. Meshginshahr country due to geographical location, topography and location in the path of migratory air masses, often witnesses the occurrence of frost and damage caused by these climatic elements. The severe dependence of the economy of the people of this region on agriculture necessitates a careful study of the beginning and end dates of this devastating phenomenon. In this research, by considering the temperature of zero and below zero Celsius degrees, the start and end dates of glaciation in Meshginshahr city during the statistical period 2000-2019 have been extracted and classified. In order to better understand the contents, these dates have been adapted into the Julian calendar. The return period of each of the mentioned glaciers by SMADA software with a probability of 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 and 200 percent was calculated and the most appropriate statistical distribution was selected to survey the freezing. Finally, by extracting the synoptic maps related to the days of frost occurrence on the earth's surface, iso-altitude of 500 hPa, wind vector and temperature of the middle layers of the atmosphere, thickness of the atmosphere and level of 500 hPa, it was determined that the occurrence of frost on the earth's surface is related to the expansion of the high-pressure tongue of the migrant of Northern Europe and The central one is the high pressures of the North Caspian barrier and the expansion of the Siberian transect tongue. The level height of 500 hectopascals is also due to the placement in front and back of the western winds, and the maps of Tawai show the descent of the air mass most of the time. The results of this research indicate that in Meshginshahr city, the trend of autumn frosts is relatively stable and with a gentle slope towards the cold months of the year and spring frosts is moving towards the warm months of the year.

### **1. Introduction**

According to the time of occurrence, frost can be divided into two types: early and late. In the autumn season, the frost earlier than the usual time is called early frost, and in the spring season, the occurrence of frost later than the usual time is called late frost. These types of frosts affect the phenological stages of crops more than anything else, and every year they cause a lot of damage to farmers and gardeners due to frost damage to their crops (Hejazizadeh and Moghimi, 1386: 88). Therefore, the study of this period of the year, which is called the glacial period, in terms of its beginning and end, can be of great help to the officials of economic, civil, or even agricultural affairs and its planners, in such a way that some of their activities that are affected by this period Adjust it so that they don't get into trouble and crisis. On the other hand, the results of this research can help executive officials in planning for the sustainable development of the country and province. For this purpose, many foreign and domestic studies have been conducted in this field, including Idalo Gualuz et al. (2017), by investigating the causes of climate change in Spain, they investigated the effect of late spring frosts on the flowering phenology of trees. The results of the investigations show an increase in the minimum temperature in all weather stations compared to the base period. Kim and Boan (2016), using new historical data, investigated the temporal-spatial variability of late frosts in the Korean Peninsula and its relationship with atmospheric circulations, and showed that the highest frequency of late frosts was in 2013, and between altitude and latitude with Early frost has a positive correlation. Havriz (2013) investigated the synoptic factors of creating the absolute minimum temperature during the years 2007-1961 in five Corridorprahua stations. He calculated the probability of low temperatures with return periods of 1, 4, 10, 40, 50, 100 years were calculated and its meteorological maps were drawn. The results of the maps show that the main factor in reducing the temperature and creating severe cold waves was the fall of cold air masses from the upper latitudes to the region. Medellin and Beltrando (2005)

investigated the spatial distribution of spring frosts and the influencing factors in the Taktari region of northern France. They investigated the factors affecting the spatial distribution of glaciers with two scales: macroclimate (longitude and latitude) and topoclimate (environmental and topographical factors). Sackling (1989) studied the dates of the first fall frost and the last spring frost in the southeastern United States. He analyzed the trend of the first and last zero or sub-zero temperatures during 1911 to 1986 at the southeastern US station, using the climate deviation index, and concluded that the date of the last spring frost was towards the end of spring and the date of the first autumn frost has moved towards early autumn. Meshkinshahr city, due to its location in the path of high-pressure migrants and cold fronts, mostly faces the phenomenon of frost in the spring and autumn seasons, and enough time is needed to harvest garden crops in the autumn season, and in the spring season, due to the regrowth of plants and Blooming of fruits should be provided in such a way that no damages are caused to the products. On the other hand, the transport sector of the studied area is the road connecting the province center to the cities of Garimi, Beile Sawar and Dasht Moghan, and the study of early and late frosts in the region is necessary to avoid damage to the economic sector of the province.

### **Methodology**

After obtaining the required minimum daily temperature statistics for the mentioned years from Meshkinshahr meteorological station, it is necessary to determine the date of the first and last frost for the study and statistical analysis of each year. The method of obtaining these dates is that from the first of October of the solar year, the temperature was checked at least daily, and the temperature that reached the threshold of zero and below zero degrees Celsius was considered as the date of the first early autumn frost. Also, to determine the date of the last spring frost, from the end of spring, the minimum daily control temperature and the last day when the temperature was equal to zero or below zero were considered as the date of the last spring frost. Statistical information and data were calculated and analyzed using EXCEL (SPSS) software. In the following, the linear regression method (simple linear and polynomial) was used to analyze the change process of the mentioned glaciers. ) by drawing the polynomial trend on the ice time series, the increasing or decreasing periods of the ice can be studied during the time. SMADA software was used to calculate the return period of the mentioned frosts, and the return period of frosts is 50, 66.7, 80, 90, 96, 98, 99, and 99.5 percent with the return period of 2, 3, 5, 10, 25 percent. 50, 100, 200 years were determined. Then the type of ice, both radiation and advection, was determined. Finally, for the purpose of synoptic analysis of the start and end dates of the autumn and spring frosts of the region under study, the maps of the earth's surface, the iso-elevation of the 500 hpa level, the wind vector (in a combined form), the surface temperature of 500 hpa and the thickness of the atmosphere (difference between the surface height of 500 and 1000 hPa) combined form) and finally the 500 hectopascal level maps were extracted from Grads software and analyzed.

### **Keywords**

Early frost; late frost; probability analysis; Meshkinshahr city