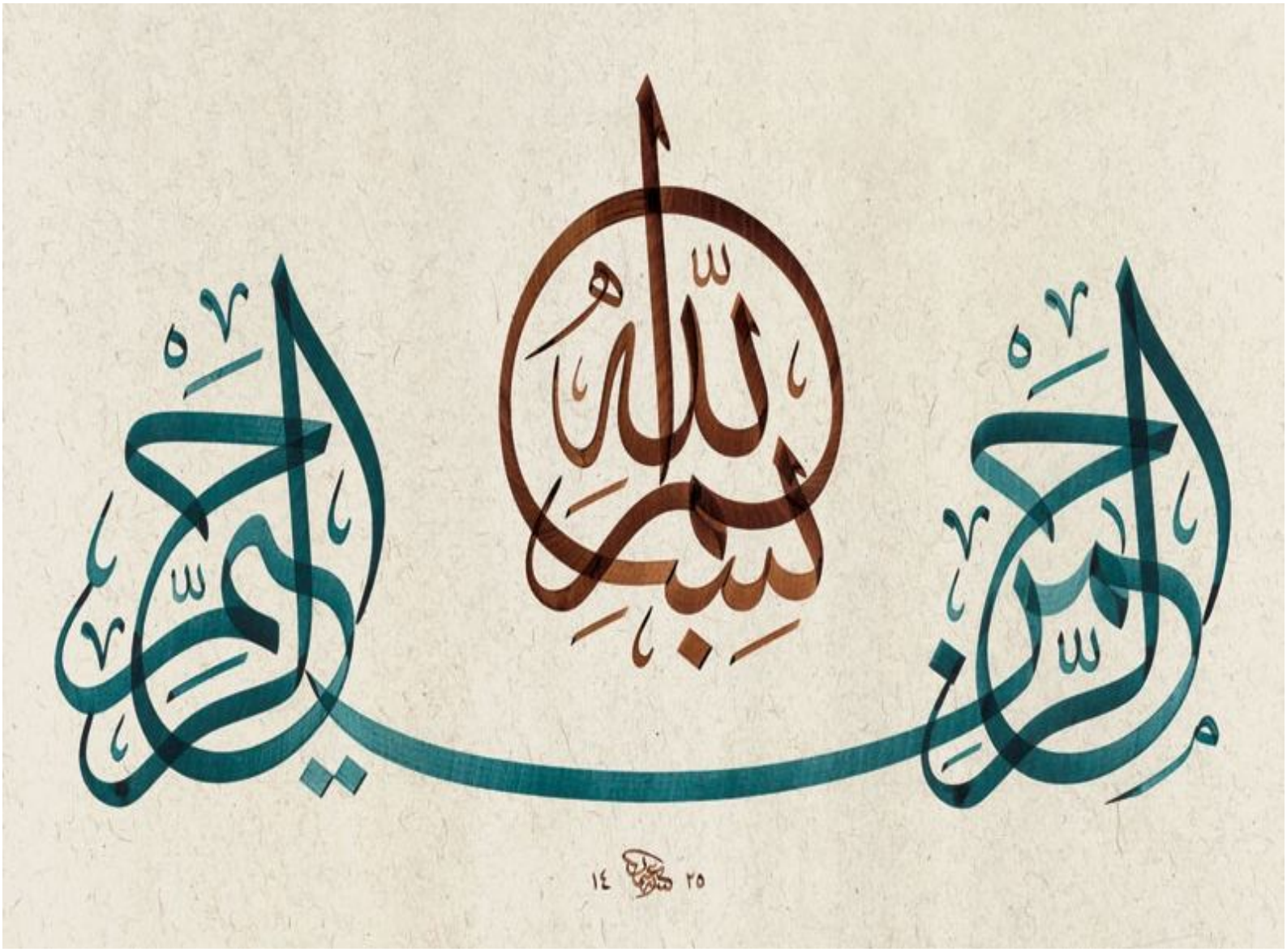
بسم الله
الرحمن الرحيم

گروه جغرافیای طبیعی

تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان های فراگیر استان کرمانشاه

استاد راهنما:

دکتر برومند صلاحی

اساتید مشاور:

دکتر فرامرز خوش اخلاق
مهندس قاسم هژبرپور

توسط:

بیان خالدی

دانشگاه محقق اردبیلی

تیر - 91

تقدیم به پدرم:

ایمان من، اسطوره ایام نیکم، اعتماد حسن پاکی، اشتیاق و شور من، که چه زیباست در کنارش بودن و چه لذت بخش است از وجودش آرامش را مایه گرفتن.

تقدیم به مادرم:

سراپای وجودم، روح سرسبز صلابت، شادی من، تمام تار و پودم، مظهر مهر و عطوفت که شیرین است در جوارش زندگی کردن.

تقدیم به برادرم:

که تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات و وجودش مایه دلگرمی من است.

تقدیم به خواهرانم:

وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس بی‌پایان خداوند متعال را که همواره در سایه عنایاتش بوده‌ام و هر زمان که او را خواندم آرام یافتم . خدایی که با الطاف بی‌کران خود توفیق به انجام رساندن پایان نامه حاضر را با تمامی مشکلات به بنده حقیر مرحمت فرمودند. در اینجا لازم می‌دانم به مثابه "من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق" یادی از کسانی که مرا در گردآوری این اثر یار و یاوری نمودند بنمایم .

از زحمات، محبت‌ها و فداکاری‌های خانواده عزیزم که همراهی‌های ایشان پشتوانه من در راه رسیدن به اهدافم بوده و همواره مدیون آنان هستم، از صمیم قلب سپاسگزارم .

از استاد راهنمای گرانقدرم، جناب آقای دکتر برومند صلاحی که با راهنمایی‌های ارزشمند علمی و عملی تا به ثمر رسیدن این پایان نامه مرا همراهی و یاری نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم .

از استادان مشاور بزرگوارم، جناب آقای دکتر فرامرز خوش اخلاق و جناب آقای مهندس قاسم هژبرپور که با همکاری بی‌دریغ و صمیمانه خود مرا مورد لطف خویش قرار داده و مشاوره این پایان نامه را به عهده داشتند کمال تشکر را دارم .

از همراهی و همدلی دوستان خوبم خانم زهرا ادیب نیا، سمیه قاسمی، منیره بالازاده، اکرم کاظمی، فاطمه سهامی، راحیل تمیمی و همه دوستانی که اسمشان به دلیل محدودیت در تدوین از قلم افتاده و اینجانب را مورد لطف و محبت خود قرار داده‌اند صمیمانه سپاس‌گذاری می‌نمایم .

به امید آن که این مختصر چراغی باشد فراراه پویندگان علم و معرفت

بیان خالدی - تیر ۹۱

نام خانوادگی دانشجو: خالدی **نام:** بیان

عنوان پایان نامه:تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر استان کرمانشاه

استاد راهنما: دکتر برومند صلاحی
اساتید مشاور: دکترفرامرز خوش‌اخلاق- مهندس قاسم هژبرپور

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته:** جغرافیای طبیعی- گرایش اقلیم‌شناسی **دانشگاه:** محقق اردبیلی
دانشکده: ادبیات و علوم انسانی **تاریخ فارغ التحصیلی:** 1391/4/14 **تعداد صفحه:** 116

کلید واژه‌ها: تحلیل آماری- تحلیل سینوپتیکی- یخبندان فراگیر- استان‌کرمانشاه

چکیده:

یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی، بروز یخبندان‌ها می‌باشد که بر حسب شدت، تداوم و گسترش آن‌ها بر فعالیت‌های انسانی اعم از کشاورزی، حمل و نقل، انرژی و مسائل زیست‌محیطی، فعالیت‌های بیولوژیکی گیاهان و حیوانات تأثیرات به‌سزایی دارد. استان‌کرمانشاه نیز به دلیل کوهستانی بودن و نزدیکی به منابع رطوبت، در غالب سال‌ها شاهد وقوع یخبندان بوده و با خسارات ناشی از این عنصر آب و هوای مواجه شده است. لذا در این پژوهش با در نظر گرفتن دماهای صفر و زیرصفر درجه سانتیگراد، تاریخ‌های وقوع یخبندان‌های فراگیر 5 ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه، اسلام‌آبادغرب، کنگاور، روانسر و سرپل‌ذهاب طی دوره آماری 23 ساله (2010-1988) استخراج شد. بررسی‌های آماری نشان داد که روند تغییرات سالانه و ماهانه تعداد روزهای یخبندان هر ۵ ایستگاه استان کاهشی است.سپس دوره بازگشت هر یک از یخبندان‌های مذکور توسط نرم افزار SMADA و با احتمالات 66، 80، 90 و 96 درصد محاسبه و مناسب‌ترین توزیع آماری برای مطالعه این یخبندان‌ها در استان کرمانشاه توزیع پیرسون تیپ ۳ انتخاب شد که بر اساس آن، به طور متوسط دوره برگشت یخبندان‌های منطقه 3 سال بوده است. در نهایت با استخراج نقشه‌های سینوپتیکی مربوط به روزهای وقوع یخبندان در سطح زمین و 500 هکتوپاسکال، مشخص شد که در بیشتر موارد، یخبندان‌های فراگیر از نوع فرارفتی و ترکیبی می‌باشند. وقوع یخبندان‌ها در سطح زمین در ارتباط با گسترش زبانه پرفشارهای مهاجر اروپای شمالی و مرکزی، پرفشارهای مانع شمال خزر و اروپای شرقی و اسکاندیناوی و نیز گسترش غرب‌سوی زبانه پرفشار سیبری و در سطح 500 هکتوپاسکال ناشی از قرارگیری در مرکز و عقب ناوه باده‌های غربی بوده است. در برخی موارد نیز موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، ناهمواری‌ها و دوری و نزدیکی از دریا سبب تشکیل پرفشار بر روی منطقه و هوای سرد و پایدار ناشی از آن منجر به ایجاد یخبندان شده است.

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

فصل اول: کلیات و مبانی نظری پژوهش ۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- بیان مسأله و فرضیات ۲
۱-۳- اهداف پژوهش ۴
۱-۳-۱- هدف کلی ۴
۱-۳-۲- اهداف مرحله ای ۴
۱-۴- ضرورت پژوهش ۴
۱-۵- پیشینه پژوهش ۵
۱-۶- مبانی نظری پژوهش ۱۱
۱-۶-۱- تعریف یخبندان ۱۱
۱-۶-۲- انواع یخبندان ۱۲
۱-۶-۳- چهارچوب مطالعاتی یخبندان ۱۳
۱-۶-۳-۱- تحلیل آماری یخبندان ۱۳
۱-۶-۳-۲- تحلیل سینوپتیکی یخبندان ۱۳
۱-۶-۴- مفاهیم و تعاریف بخش تحلیل سینوپتیکی ۱۴
۱-۶-۴-۱- نقشه هوای سطح زمین و سطح بالا ۱۴
۱-۶-۴-۲- فشار هو ۱۴
۱-۶-۴-۳- بادهای غربی ۱۵
۱-۶-۴-۴- سامانه کم فشار و پرفشار ۱۵
۱-۶-۴-۵- سیستم ناوه ۱۵
۱-۶-۴-۶- سیستم پشته ۱۶
۱-۶-۴-۷- سردچال جوی ۱۶

فصل دوم: موقعیت و کلیات اقلیمی منطقه مورد پژوهش ۱۷
۲- موقعیت جغرافیایی منطقه ۱۸
۲-۱- موقعیت و وسعت ۱۸
۲-۲- آب و هوای استان کرمانشا ۱۸
۲-۳- عوامل هوایی مؤثر بر آب و هوای ایران و منطقه مورد مطالعه ۱۹
۲-۳-۱- عوامل بیرونی ۱۹

عنوان.....صفحه
۲-۳-۲- عوامل محلی.....۲۰
۲-۴- منابع رطوبت بارش های منطقه.....۲۱
۲-۴-۱- دریای مدیترانه.....۲۱
۲-۴-۲- دریای سیاه.....۲۲
۲-۴-۳- دریای سرخ.....۲۲
۲-۵- عناصر مؤثر بر آب و هوای منطقه.....۲۳
۲-۵-۱- دما.....۲۳
۲-۵-۲- بارندگی.....۲۶
۲-۵-۳- رطوبت نسبی.....۲۸
۲-۵-۴- یخبندان.....۲۹

فصل سوم: مواد و روش شناسی پژوهش.....۳۰
۳- روش کار پژوهش.....۳۱
۳-۱- گردآوری داده ها و اطلاعات.....۳۱
۳-۲- آمار مورد استفاده.....۳۲

فصل چهارم: بررسی آماری پژوهش.....۳۶
۴- مقدمه.....۳۷
۴- ۱- نتایج نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش QQ و PP.....۳۷
۴- ۱- ۱- نمودار چندک- چندک (Q-Q).....۳۷
۴- ۱- ۲- نمودار احتمال- احتمال (P-P).....۳۷
۴- ۲- آماره‌های توصیفی تعداد روزهای یخبندان ایستگاه‌های مورد مطالعه.....۴۰
۴-۳- تحلیل روندی داده‌ها.....۴۳
۴-۴- محاسبه دوره برگشت یخبندان‌ها.....۵۷

فصل پنجم: نتایج تحلیل‌های سینوپتیکی.....۶۲
۵-۱- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۸ دسامبر تا ۲ ژانویه ۱۹۸۸ میلادی.....۶۳
۵-۲- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۳ تا ۱۰ ژانویه ۱۹۸۹ میلادی.....۶۴

عنوان.....صفحه
۵-۳- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۲ تا ۳۱ ژانویه ۱۹۸۹ میلادی ۶۵
۵-۴- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱ تا ۱۰ فوریه ۱۹۸۹ میلادی ۶۶
۵-۵- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۰ فوریه تا ۱ مارس ۱۹۹۰ میلادی ۶۷
۵-۶- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۳ تا ۳۱ دسامبر ۱۹۹۱ میلادی.....۶۸
۵-۷- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۹ تا ۱۳ ژانویه ۱۹۹۲میلادی ۶۹
۵-۸- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۳ تا ۳۱ ژانویه ۱۹۹۲ میلادی ۷۰
۵-۹- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۷ تا ۱۳ فوریه ۱۹۹۲ میلادی.....۷۱
۵-۱۰- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۷ تا ۱۳ مارس ۱۹۹۲ میلادی.....۷۲
۵-۱۱- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۵ تا ۲۸ ژانویه ۱۹۹۳ میلادی ۷۳
۵-۱۲- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۰ تا ۱۳ دسامبر ۱۹۹۳ میلادی.....۷۴
۵-۱۳- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۹ تا ۱۴ نوامبر ۱۹۹۴ میلادی.....۷۵
۵-۱۴- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۶ تا ۲۹ ژانویه ۱۹۹۵ میلادی.....۷۶
۵-۱۵- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۸ تا ۲۲ فوریه ۱۹۹۵ میلادی.....۷۷
۵-۱۶- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۳ تا ۳۱ دسامبر ۱۹۹۵ میلادی ۷۸
۵-۱۷- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۶ تا ۱۷ فوریه ۱۹۹۷ میلادی ۷۹
۵-۱۸- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۳ تا ۱۸ ژانویه ۱۹۹۸ میلادی.....۸۰
۵-۱۹- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۶ تا ۲۰ فوریه ۱۹۹۸ میلادی ۸۱
۵-۲۰- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۱ تا ۱۷ فوریه ۱۹۹۹ میلادی ۸۲
۵-۲۱- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۳ تا ۱۶ نوامبر ۱۹۹۹ میلادی.....۸۳
۵-۲۲- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۳ تا ۶ دسامبر ۱۹۹۹میلادی.....۸۴
۵-۲۳- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۷ تا ۱۱ ژانویه ۲۰۰۰ میلادی ۸۵
۵-۲۴- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۳ تا ۱۶ فوریه ۲۰۰۰ میلادی ۸۶
۵-۲۵- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۳ تا ۷ مارس ۲۰۰۰ میلادی ۸۷
۵-۲۶- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۵ تا ۸ فوریه ۲۰۰۱ میلادی.....۸۸
۵-۲۷- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۳ تا ۲۸ فوریه ۲۰۰۱ میلادی.....۸۹
۵-۲۸- الگوی سینوپتیک یخبندان روز ۵ تا ۱۱ فوریه ۲۰۰۲ میلادی ۹۰
۵-۲۹- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۸ فوریه تا ۹ مارس ۲۰۰۲ میلادی.....۹۱
۵-۳۰- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۸ تا ۱۴ ژانویه ۲۰۰۳ میلادی ۹۲

عنوان.....صفحه
۵-۳۱- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۲ تا ۱۵ دسامبر ۲۰۰۳ میلادی ۹۳
۵-۳۲- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۸ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۳ میلادی ۹۴
۵-۳۳- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۴ تا ۱۸ مارس ۲۰۰۴ میلادی ۹۵
۵-۳۴- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۲ تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۵ میلادی.....۹۶
۵-۳۵- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۳۱ دسامبر تا ۶ ژانویه ۲۰۰۵ میلادی.....۹۷
۵-۳۶- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۶ تا ۹ فوریه ۲۰۰۵ میلادی ۹۸
۵-۳۷- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۴ تا ۲۳ ژانویه ۲۰۰۶ میلادی.....۹۹
۵-۳۸- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۷ تا ۱۰ دسامبر ۲۰۰۶ میلادی.....۱۰۰
۵-۳۹- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۰ تا ۲۶ دسامبر ۲۰۰۷ میلادی ۱۰۱
۵-۴۰- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۱۷ تا ۲۲ ژانویه ۲۰۰۸ میلادی.....۱۰۲
۵-۴۱- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۱ تا ۲۴ فوریه ۲۰۰۸ میلادی ۱۰۳
۵-۴۲- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲۷ تا ۳۰ دسامبر ۲۰۰۸ میلادی.....۱۰۴
۵-۴۳- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز۲۰ تا ۲۴ ژانویه ۲۰۰۹ میلادی ۱۰۵
۵-۴۴- تحلیل سینوپتیک یخبندان روز ۲ تا ۵ دسامبر ۲۰۰۹ میلادی ۱۰۶

فصل ششم: نتیجه گیری و آزمون فرضیات ۱۰۷
۶-۱- نتایج آماری.....۱۰۸
۶-۲- نتایج بررسی‌های سینوپتیکی.....۱۰۹
۶-۳- آزمون فرضیات ۱۱۰

پیوست ۱۱۱

منابع و مأخذ.....۱۱۳

فهرست شکل ها

عنوان.....صفحه

شکل۲- ۱- منابع رطوبت و مسیر توده های هوایی منطقه مورد مطالعه ۲۲
شکل ۲- ۲- نمودار پارامتر دمایی ایستگاه کرمانشاه.....۲۳
شکل ۲- ۳- نمودار پارامتر دمایی ایستگاه اسلام آباد غرب ۲۳
شکل ۲- ۴- نمودار پارامتر دمایی ایستگاه کنگاور.....۲۴
شکل ۲- ۵- نمودار پارامتر دمایی ایستگاه روانسر ۲۴
شکل ۲- ۶- نمودار پارامتر دمایی ایستگاه سرپل ذهاب.....۲۴
شکل ۲- ۷- روند تغییرات سالانه پارامترهای دمایی ایستگاه کرمانشاه ۲۵
شکل ۲- ۸- روند تغییرات سالانه پارامترهای دمایی ایستگاه اسلام آباد غرب.....۲۵
شکل ۲- ۹- روند تغییرات سالانه پارامترهای دمایی ایستگاه کنگاو ۲۵
شکل ۲- ۱۰- روند تغییرات سالانه پارامترهای دمایی ایستگاه روانسر.....۲۶
شکل ۲- ۱۱- روند تغییرات سالانه پارامترهای دمایی ایستگاه سرپل ذهاب ۲۶
شکل ۲- ۱۲- نمودار سالیانه بارش (میلی متر) ایستگاه های مورد مطالعه.....۲۷
شکل ۲- ۱۳- روند تغییرات ماهانه بارش ایستگاه های مورد مطالعه ۲۷
شکل ۲- ۱۴- نمودار میانگین ماهانه رطوبت نسبی (درصد) ایستگاه های مورد مطالعه ۲۸
شکل۲- ۱۵- نمودار تغییرات ماهانه یخبندان ایستگاه های مورد مطالعه.....۲۸
شکل ۳-۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های مورد مطالعه.....۳۲
شکل ۴- ۱- نمودار نرمال سالانه q-q داده های یخبندان ایستگاه های مورد مطالعه ۳۸
شکل۴- ۲- نمودار نرمال سالانه p-p داده های یخبندان ایستگاه های مورد مطالعه.....۳۹
شکل ۴-۳- هیستوگرام های توزیع ماهانه و سالانه تعداد روزهای یخبندان ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۴۳
شکل ۴- ۴- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه ژانویه ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۴۴
شکل ۴- ۵- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه ژانویه ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۴
شکل ۴- ۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه ژانویه ایستگاه کنگاور (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۴۵
شکل ۴- ۷- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه ژانویه ایستگاه روانسر (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۵
شکل ۴- ۸- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه ژانویه ایستگاه سرپل ذهاب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۵
شکل ۴- ۹- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه فوریه ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۴۶
شکل ۴- ۱۰- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه فوریه ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۴۷
شکل ۴- ۱۱- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه فوریه ایستگاه کنگاور (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۴۷
شکل ۴- ۱۲- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه فوریه ایستگاه روانسر (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۷
شکل ۴- ۱۳- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه فوریه ایستگاه سرپل ذهاب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۴۸

عنوان.....صفحه

شکل ۴- ۱۴- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه مارس ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۹
شکل ۴- ۱۵- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه مارس ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۴۹
شکل ۴- ۱۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه مارس ایستگاه کنگاور(۲۰۱۰- ۱۹۸۸ .....۴۹
شکل ۴- ۱۷- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه مارس ایستگاه روانسر(۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۰
شکل ۴- ۱۸- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه مارس ایستگاه سرپل ذهاب(۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۵۰
شکل ۴- ۱۹- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه نوامبر ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۵۱
شکل ۴- ۲۰- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه نوامبر ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰-۱۹۸۸). ۵۱
شکل ۴- ۲۱- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه نوامبر ایستگاه کنگاور (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۵۲
شکل ۴- ۲۲- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه نوامبر ایستگاه کنگاور (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۵۲
شکل ۴- ۲۳- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه نوامبر ایستگاه سرپل ذهاب (۲۰۱۰-۱۹۸۸).....۵۲
شکل ۴- ۲۴- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه دسامبر ایستگاه کرمانشاه (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۵۳
شکل ۴- ۲۵- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه دسامبر ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸)...۵۳
شکل ۴- ۲۶- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه دسامبر ایستگاه کنگاور(۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۴
شکل ۴- ۲۷- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه دسامبر ایستگاه روانسر(۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۴
شکل ۴- ۲۸- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان ماه دسامبر ایستگاه سرپل ذهاب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۴
شکل ۴- ۲۹- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان سالانه ایستگاه کرمانشاه(۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۵
شکل ۴- ۳۰- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان سالانه ایستگاه اسلام آباد غرب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۵۶
شکل ۴- ۳۱- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان سالانه ایستگاه کنگاور (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۶
شکل ۴- ۳۲- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان سالانه ایستگاه روانسر (۲۰۱۰- ۱۹۸۸) ۵۶
شکل ۴- ۳۳- روند خطی و پلی نومیال درجه ۶ یخبندان سالانه ایستگاه سرپل ذهاب (۲۰۱۰- ۱۹۸۸).....۵۷
شکل ۴- ۳۴- برازش داده ها ی یخبندان بهاره و پاییزه ایستگاه های کرمانشاه ، اسلام آباد غرب و کنگاور ۶۰
شکل ۴- ۳۵- برازش داده های یخبندان بهاره و پاییزه ایستگاه های روانسر و سرپل ذهاب.....۶۱
شکل ۵- ۱- نقشه ۲۸ دسامبر تا ۲ ژانویه ۱۹۸۸ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۳
شکل ۵-۲- نقشه ۳ تا ۱۰ ژانویه ۱۹۸۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۶۴
شکل ۵-۳- نقشه ۲۲ تا ۳۱ ژانویه ۱۹۸۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۶۵
شکل ۵-۴- نقشه ۱ تا ۱۰ فوریه ۱۹۸۹سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۶
شکل ۵-۵- نقشه ۲۰ فوریه تا ۱ مارس ۱۹۹۰سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۶۷
شکل ۵-۶- نقشه ۲۳ تا ۳۱ دسامبر ۱۹۹۱ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۶۸
شکل ۵-۷- نقشه ۹ تا ۱۳ ژانویه ۱۹۹۲سطح و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۶۹
شکل ۵-۸- نقشه ۲۳ تا ۳۱ژانویه ۱۹۹۲سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۰
شکل ۵-۹- نقشه ۷ تا ۱۳ فوریه ۱۹۹۲سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۷۱

عنوان.....صفحه

شکل ۵- ۱۰- نقشه ۷ تا ۱۳مارس ۱۹۹۲سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۲
شکل ۵- ۱۱- نقشه ۲۵ تا ۲۸ ژانویه ۱۹۹۳سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۳
شکل ۵-۱۲- نقشه ۱۰ تا ۱۳دسامبر ۱۹۹۳ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۴
شکل ۵-۱۳- نقشه ۹ تا ۱۴ نوامبر ۱۹۹۴ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۵
شکل ۵-۱۴- نقشه۲۶ تا ۲۹ ژانویه ۱۹۹۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۶
شکل ۵- ۱۵- نقشه ۱۸ تا ۲۲ فوریه ۱۹۹۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۷
شکل ۵- ۱۶- نقشه ۱۳ تا۳۱ دسامبر ۱۹۹۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۸
شکل ۵-۱۷- نقشه ۶ تا ۱۷ فوریه ۱۹۹۷ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۷۹
شکل ۵- ۱۸- نقشه ۱۳ تا ۱۸ ژانویه ۱۹۹۸سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۰
شکل ۵- ۱۹- نقشه ۱۶ تا ۲۰ فوریه ۱۹۹۸سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۱
شکل ۵- ۲۰- نقشه ۱۱ تا ۱۷فوریه ۱۹۹۹سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۲
شکل ۵- ۲۱- نقشه ۱۳ تا ۱۶ نوامبر ۱۹۹۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۳
شکل ۵- ۲۲- نقشه ۳ تا ۶ دسامبر ۱۹۹۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۴
شکل ۵- ۲۳- نقشه ۷ تا ۱۱ژانویه ۲۰۰۰ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۵
شکل ۵- ۲۴- نقشه ۱۳ تا ۱۶ فوریه ۲۰۰۰ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۶
شکل ۵- ۲۵- نقشه ۳ تا ۷ مارس ۲۰۰۰ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۷
شکل ۵- ۲۶- نقشه ۵ تا ۸ فوریه ۲۰۰۱ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۸
شکل ۵- ۲۷- نقشه ۲۳ تا ۲۸ فوریه ۲۰۰۱ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۸۹
شکل ۵- ۲۸- نقشه ۵ تا ۱۱ فوریه ۲۰۰۲ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۰
شکل ۵- ۲۹- نقشه ۲۸ فوریه تا ۹ مارس ۲۰۰۲ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۱
شکل ۵- ۳۰- نقشه ۸ تا ۱۴ژانویه ۲۰۰۳ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۲
شکل ۵- ۳۱- نقشه ۱۲ تا ۱۵ دسامبر ۲۰۰۳ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۳
شکل ۵- ۳۲- نقشه ۲۸ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۳ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۴
شکل ۵- ۳۳- نقشه ۱۴ تا ۱۸ مارس ۲۰۰۴ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۵
شکل ۵- ۳۴- نقشه ۱۲ تا ۱۵ ژانویه ۲۰۰۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۶
شکل ۵- ۳۵- نقشه ۳۱ دسامبر تا ۶ ژانویه ۲۰۰۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۷
شکل ۵- ۳۶- نقشه ۶ تا ۹ فوریه ۲۰۰۵ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۸
شکل ۵- ۳۷- نقشه ۱۴ تا ۲۳ ژانویه ۲۰۰۶ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۹۹
شکل ۵- ۳۸- نقشه ۷ تا ۱۰دسامبر ۲۰۰۶ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۱۰۰
شکل ۵- ۳۹- نقشه ۲۰ تا ۲۶ دسامبر ۲۰۰۷ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۱۰۱
شکل شماره ۵- ۴۰- نقشه ۱۷ تا ۲۲ ژانویه ۲۰۰۸ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال.....۱۰۲

عنوان.....صفحه

شکل ۵- ۴۱- نقشه ۲۱ تا ۲۴ فوریه ۲۰۰۸ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۰۲
شکل ۵- ۴۲- نقشه ۲۷ تا ۳۰ دسامبر ۲۰۰۸ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۰۳
شکل ۵- ۴۳- نقشه ۲۰ تا ۲۴ ژانویه ۲۰۰۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۰۴
شکل ۵- ۴۴- نقشه ۲ تا ۵ دسامبر ۲۰۰۹ سطح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال ۱۰۵

فهرست جداول

جدول ۲-۱- آب و هوای ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه ۱۹
جدول ۳- ۱- ویژگی‌های جغرافیایی ایستگاه‌های انتخابی در استان کرمانشاه ۳۱
جدول ۳- ۲- تاریخ‌های وقوع یخبندان و نوع یخبندان‌ها در ایستگاه مورد مطالعه ۳۳
جدول ۳- ۳- تاریخ‌های شروع یخبندان در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۳۴
جدول ۳- ۴- تاریخ‌های خاتمه یخبندان در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۳۵
جدول ۴- ۱- نتایج آماره‌های توصیفی تعداد یخبندان‌های ماهانه ایستگاه کرمانشاه ۴۱
جدول ۴- ۲- نتایج آماره‌های توصیفی تعداد یخبندان‌های ماهانه ایستگاه اسلام‌آبادغرب ۴۱
جدول ۴- ۳- نتایج آماره‌های توصیفی تعداد یخبندان‌های ماهانه ایستگاه کنگاور ۴۲
جدول ۴- ۴- نتایج آماره‌های توصیفی تعداد یخبندان‌های ماهانه ایستگاه روانسر ۴۲
جدول ۴- ۵- نتایج آماره‌های توصیفی تعداد یخبندان‌های ماهانه ایستگاه سرپل‌ذهاب ۴۲
جدول۴- ۶- تاریخ احتمال وقوع یخبندان های پاییزه و بهاره برای دوره های بازگشت مختلف ایستگاه کرمانشاه .۵۷
جدول۴-۷- تاریخ احتمال وقوع یخبندان های پاییزه و بهاره دوره های بازگشت مختلف ایستگاه اسلام‌آبادغرب ۵۸
جدول ۴- ۸- تاریخ احتمال وقوع یخبندان‌های پاییزه و بهاره برای دوره‌های بازگشت مختلف ایستگاه کنگاور ۵۸
جدول ۴- ۹- تاریخ احتمال وقوع یخبندان‌های پاییزه و بهاره برای دوره‌های بازگشت مختلف ایستگاه روانسر ۵۸
جدول ۴- ۱۰- تاریخ احتمال وقوع یخبندان‌های پاییزه و بهاره دوره‌های بازگشت مختلف ایستگاه سرپل‌ذهاب.....۵۹

فصل اول

کلیات و مبانی نظری پژوهش

۱- کلیات و مبانی نظری پژوهش

۱- ۱- مقدمه پژوهش:

یکی از عوامل مهم آب و هوایی که در طی دوره سرد سال در بیشتر مناطق کشور بروز می‌کند، پدیده سرما و یخبندان است. یخبندان با پایین آمدن دما و نزول آن به آستانه بحرانی مشخص شروع می‌شود و با تأثیراتی که در سطح زمین ایجاد می‌کند، زندگی انسان‌ها و همچنین فعالیت‌های عمرانی و رشد بازدهی محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به وضعیت جغرافیایی کشور و ارتفاع نسبتاً بالای بیشتر مناطق آن از سطح دریا و ورود جبهه‌های متفاوت به این سرزمین، وقوع سرما و یخبندان هر ساله بیشتر نقاط کشور را در بر می‌گیرد و خسارات زیادی را به بار می‌آورد. برای نمونه یخبندان بهاره اردیبهشت ماه ۱۳۶۸ می‌توان اشاره کرد که نزدیک به یک هفته بر قسمت‌هایی از شمال و غرب کشور حکمفرما بود و حدود یک میلیارد و چهارصد میلیون تومان خسارت به بار آورد (براتی، ۱۳۷۵: ۲۱۳). تغییرات شدید دمایی پدیده‌ای نامطلوب برای زیست جانوران، گیاهان و آثار نامطلوبی نیز بر عناصرطبیعی، سازه‌ها و تأسیسات دارد. وقتی دمای هوا از حد معینی پایین می‌رود، شرایط برای زیست و فعالیت مطلوب جانداران دچار اشکال می‌شود چون هر مرحله‌ای از فعالیت زیستی نیازمند دمای معینی است که این محدوده دمایی را آستانه‌ی دمایی می گویند (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۶: ۱۵۲). به سبب آسیب‌های ناشی از پدیده یخبندان پتانسیل تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی در مناطق آسیب‌پذیر کشور کاهش می‌یابد. به گزارش صندوق بیمه محصولات کشاورزی خسارات ناشی از سرما و یخبندان در استان‌های مورد مطالعه در برخی از سال‌ها قابل توجه و چشم‌گیر می‌باشد به طوری که در استان تهران از سال زراعی ۶۹- ۱۳۶۸ تا سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ از کل ارضی بیمه شده محصول گندم ۳۷۲۱ هکتار در اثر سرما و یخبندان خسارت دیده و مبلغ ۳۵۲/۲۴۷/۹۱۰ ریال غرامت از سوی این صندوق پرداخت شده است. در استان زنجان از سال ۷۱-۱۳۷۰ تا سال۸۱-۱۳۸۰ از کل اراضی بیمه شده گندم ۱۸۸۶ هکتار از سرما خسارت دیده که مبلغ غرامت ۲۲۷/۲۷۸/۳۰۴ ریال بوده است. مقدار غرامت برای خسارت ۶۳۹۶ هکتار از این محصول در استان قزوین۶/۷۶۴/۰۹۱/۲۰۳ ریال در ۶ سال گزارش شده است (نوحی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۵۰-۴۴۹). از این رو، وسعت خسارات ناشی از وقوع یخبندان در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی، صنایع اقتصادی، صنعت، حمل و نقل، انرژی و غیره لزوم شناخت و مطالعه دقیق بر روی این پدیده را برای مقابله با خسارات احتمالی ضروری می‌سازد. از سوی دیگر، یافته‌های این تحقیق می‌تواند مسئولان اجرایی را در برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار کشور و استان یاری نماید.

۱- ۲- تعریف مسئله و فرضیات :

فلات ایران در جنوب باختری آسیا و در مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی واقع شده است از این‌رو، تحت تأثیر سیستم‌ها و توده‌های هوایی است که غالبا به سوی عرض‌های میانی روان هستند. برآیند عبور آن‌ها در اکثر نقاط کشور به ویژه سلسله

جبال البرز و زاگرس ابرناکی، افت دما و بارش می‌باشد. سرمای ناشی از ورود این توده‌های هوا به سرمای فرارفت (یخبندان وزشی) موسوم بوده وکاهش دمای شبانه به حدود صفر درجه سانتیگراد و کمتر زمینه بروز نوع دیگری از یخبندان به نام یخبندان تابشی را ایجاد می‌کند. عواملی که در بروز یخبندان مؤثرند در درجه اول به ویژگی‌های توده هوای عبوری، مبدأ توده هوا، ویژگی‌های مناطقی که در مسیر عبور توده هوا هستند و همچنین به وضعیت اقلیمی از قبیل دامنه تغییرات دما، رطوبت نسبی، اثرات محلی سمت و سرعت باد و تغییرات محلی ابرها در مناطق مورد مطالعه بستگی دارند (براتی، ۱۳۷۵: ۲). حفاظت در مقابل یخبندان‌تشعشعی که به محل و فرآیندهای قابل کنترل بستگی دارد، مؤثرتر از یخبندان‌فرارفتی است (حجازی زاده و مقیمی، ۱۳۸۶: ۸۹). نزول دمای هوا به صفر یا زیرصفر درجه سانتی‌گراد را که طی آن آب در حالت طبیعی خود منجمد شده و به یخ تبدیل می‌شود یخبندان گویند. از نقطه نظر فنی رویداد تشکیل بلورهای نازک یخ را بر روی سطوحی که دمای آنها زیرصفر و دمای هوای لایه‌ی بالای این سطوح به نقطه شبنم برسد را یخبندان می‌نامند ولی در هواشناسی کشاورزی عمل یخبندان عبارت است از رویداد دمای پایین که باعث خسارت در بافت‌های گیاهی می‌شود (هژبرپور، ۱۳۸۶: ۱۱). معمولاً بیشترین تعداد روزهای یخبندان مربوط به ماه‌های پایانی پاییز و اوایل زمستان است، در این ایام وقوع یخبندان امری عادی است ولی تداوم شدت آن در فصل بهار و پاییز به شکل فراگیر بحران محسوب می‌شود و خسارات جبران ناپذیری به بخش‌های مختلف وارد خواهد آورد (صلاحی، ۱۳۸۸: ۹). از بین این ویژگی‌ها (اولین یخبندان پاییزی، آخرین یخبندان بهاری، شدت، مدت، فراوانی و جزء اینها) تداوم یخبندان- چه در مقیاس ساعتی و چه در مقیاس روزانه اهمیت ویژه‌ای دارد. بعنوان مثال موقعی که دما به مدت ۴ الی ۵ ساعت به زیر صفر درجه سانتیگراد یا به مدت چند دقیقه ۲/۲- درجه سانتی‌گراد یا پایین‌تر تنزل یابد خسارات فراوانی به بافت‌های برگ، ساقه و پوست گیاهی وارد می‌شود (مجردقره‌باغ، ۱۳۷۶: ۱۸۶). یخبندان‌های فراگیر همواره در عرض‌های جغرافیایی میانه (۳۵ تا ۵۵ درجه) سبب مشکلات فراوان در فعالیت‌های انسان می‌شوند، از این‌رو دانستن رژیم یخبندان از لحاظ مدت و شدت و نیز عوامل ایجاد کننده آن می‌تواند در پیش‌بینی و آمادگی برای مقابله با آن مؤثر باشد (حاج‌پنجعلی‌زاده، ۱۳۸۵: ۱). به این دلایل هدف نهایی از این پژوهش شناخت عوامل مؤثر دینامیکی و همدیدی بر پدیده یخبندان در استان کرمانشاه است تا بتوان با پیش‌بینی آن در آینده شدت خسارات ناشی از آن را کاهش داد.

فرضیه‌های پژوهش :

۱- وقوع یخبندان‌ها در استان کرمانشاه بیشتر در رابطه با سامانه‌های سینوپتیکی توجیه می‌شوند تا ارتفاع و عرض جغرافیایی.

۲- شدت یخبندان در استان در حال کاهش است ولی یخبندان‌های فراگیر روند مشخصی ندارند.

۱- ۳- هدف و ضرورت تحقیق :

۱- ۳- ۱- هدف‌کلی: هدف اصلی این پژوهش، مطالعه سازوکارها و الگوهای سینوپتیکی ایجادکننده‌ی یخبندان فراگیر استان‌کرمانشاه و تحلیل و تفسیر آن در دوره‌های یخبندان است.

۱- ۳- ۲- اهداف مرحله‌ای :

۱- شناسایی رژیم‌های آماری یخبندان، تعیین احتمالات و دوره‌های بازگشت مربوط به روزهای یخبندان و دماهای مربوط به آن در یخبندان‌های شدید استان.

۲- شناسایی الگوهای سینوپتیکی ایجاد کننده یخبندان‌های فراگیر در استان‌کرمانشاه.

۱- ۴- ضرورت پژوهش :

الگوهای گردش‌جوی نقش اصلی را در وقوع یخبندان، شدت یخبندان و توزیع فضایی یخبندان‌ها به خصوص در مناطق معتدل به عهده دارند و رخداد پدیده‌های محیطی نظیر یخبندان و سرمازدگی در ارتباط با تکرار سیستم‌های سینوپتیکی و تیپ‌های هوا می‌باشد. تکرار، تغییر و یا تداوم سیستم‌های هوایی هر مکانی در تعیین و شناسایی اقلیم آن مکان اهمیت بسزایی دارد (هوث۱۹۹۶:۸۹۸[۱]) (به نقل از فتاحی و صالحی پاک). یخبندان‌های فراگیر همان‌طور که از اسمشان پیداست به دلیل شدت سرما و پهنه پوششی آن مشکلات اجتماعی_ اقتصادی هنگفتی را وارد می‌آورند. در اثر گسترش این موج سرما بخش‌های عمده‌ای دچار مشکل شده و باعث اختلال در رفت و آمد وسایل نقلیه، انرژی، فعالیت‌های صنعتی و غیره می‌شود و نهایتاً زندگی مردم را از حالت عادی خارج می‌سازد. اما مهمترین بخشی که هر ساله خسارات جدی و بیشترین آسیب را از آن می‌بیند بخش کشاورزی است، زیرا در فصل پاییز کشاورز برای برداشت محصول به زمان کافی نیاز دارد تا بدون خسارت وارده به محصولات کشاورزی، این عمل را انجام دهد ونیز شرایط رشد مجدد گیاهان، بخصوص شکوفه دادن درختان میوه در اوایل بهار باید فراهم باشد تا مراحل رشد به خوبی انجام گیرد در بهار و پاییز خسارات ناشی از یخبندان بیشتر از سایر فصول است زیرا در بهار و پاییز گیاهان در شرایطی قرار می‌گیرند که نمی‌توانند در مقابل تغییرات ناگهانی دما و نوسان وقوع یخبندان مقاوم باشند، لذا دچار تغییر و تحول می‌شوند (حاجی‌میرزایی، ۱۳۸۲: ۳). لذا شناسایی و آشکارسازی بهتر رژیم یخبندان‌های فراگیر استان کرمانشاه به منظور آگاهی مسئولان استان برای مقابله با حوادث غیرمترقبه و همچنین کاهش خسارات ناشی از یخبندان در بخش‌های کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد.

[۱] - Huth

۱- ۵- پیشینه پژوهش

پیشینه تحقیقاتی در زمینه این پدیده اقلیمی و ویژگی‌های آن، پیشنه‌ای غنی است. در ادامه به نتایج برخی از این تحقیقات، چه در سطح ایران و چه در سطح جهان اشاره می‌گردد. براتی (۱۳۷۵) به طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران پرداخت وی با استفاده از آمار روزانه تعداد ۶۰ ایستگاه هواشناسی ۶۲ مورد یخبندان بهاره، طی ۲۰ سال (۱۳۴۷تا۱۳۶۶) را از لحاظ شدت، تداوم و گسترش مکانی تحلیل کرده و با استفاده از نقشه‌های روزانه هوا در سطح زمین، ۵۰۰ هکتوپاسکال و نقشه‌های ضخامت هوا، منشأ و مسیر سیستم‌های فشار عامل یخبندان را بررسی کرد و نشان داد که همه یخبندان‌ها از نوع انتقالی بوده و تقریباً در تمام موارد جابجایی محورهای فرود در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و پرفشار مهاجر در سطح زمین از غرب مدیترانه به سوی ایران و سپس ادغام آن‌ها با فرود و پرفشار معمول و شدید سیبری باعث وقوع یخبندان‌های بهاره شده است. مجردقره‌باغ (۱۳۷۶) برای اولین بار بر مبنای تئوری تقاطع که خصوصیات آماری متغیرهای تصادفی را در بالا و پایین آستانه‌های بحرانی بررسی می‌کند علاوه بر ارائه تعریف جدیدی از یخبندان، ویژگی‌های یخبندان را به صورت نظام دار تحلیل و بر مبنای آن شانزده شاخص یخبندان استخراج شده است نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تئوری تقاطع، ویژگی‌های یخبندان را بر مبنای آستانه‌های بحرانی و محدودیت‌های دمایی فعالیت‌های زیستی به صورت مطلوب توجیه می‌کند. وجود همبستگی‌های خطی معتبر و معکوس بین سری‌های زمانی آغاز و خاتمه، یخبندان نشان می‌دهد که هر قدر آغاز یخبندان در پاییز زودتر از میانگین کلی آغازها رخ دهد خاتمه، آن نیز در بهار دیرتر از میانگین کلی پایان‌ها رخ خواهد داد. همچنین طول فصل رشد در منطقه مورد مطالعه (۱۹۹۰-۱۹۷۰) در حال کاهش بوده است این امر به همراه کاهش طول فصل یخبندان حاکی از افزایش طول دوره‌های کوتاه یخبندان و غیر یخبندان می‌باشد و وقوع یخبندان در منطقه، از ارتفاع تاثیر بیشتری می‌پذیرد تا عرض جغرافیایی. چوخانی‌زاده (۱۳۷۶) در بررسی آثار سینوپتیکی پر فشار سیبری روی دماه‌های شمال‌شرقی ایران به این نتیجه رسید که ماه اکتبر همزمان با تشکیل پرفشار سیبری می‌باشد و از فراوانی و شدت بالایی برخوردار است. ولی از ماه نوامبر به بعد با افزایش تعداد روزها تشکیل پرفشار سیبری، مقادیر فشار مرکزی آن نیز افزایش پیدا کرده و در نتیجه با گسترش نصف النهاری، زبانه جنوب‌غربی سامانه مذکور با عبور از شمال‌شرق کشور، موجب کاهش شدید دما در منطقه می‌شود.کمالی و همکاران (۱۳۸۰) با بررسی دوره آماری (۱۹۹۸-۱۹۵۱) ۱۲۰ ایستگاه هواشناسی در ایران تاریخ آغاز یخبندان‌های زودرس پاییز و دیررس بهار را برای آستانه‌های حرارتی ۱۲ گانه انتخاب و برای توزیع نرمال ۱۴ سطح احتمالاتی محاسبه و منحنی‌های آن را ترسیم کرده‌اند. خلجی (۱۳۸۰) برای پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه در استان چهارمحال وبختیاری از توابع توزیع احتمالی، گشتاوری و حداکثر درشت‌نمایی استفاده کرد و با توجه به مناسب‌ترین توزیع آماری، احتمال وقوع سرما و یخبندان برای نقاط مختلف استان را مشخص و ارائه کرد. حجازی‌زاده و ناصرزاده (۱۳۸۲) به محاسبه و تجزیه و تحلیل ساعت‌های تداوم یخبندان با استفاده از داده‌های حداقل ساعتی

روزانه دما در ۴ ایستگاه هواشناسی (خرم آباد، بروجرد، ناصرالدین، الیگودرز) استان‌لرستان که دارای آمار مشترک ۱۰ ساله بودند پرداختند و مشخص کردند که بالاترین ساعت‌های تداوم یخبندان مربوط به ایستگاه بروجرد است، در نتیجه خسارت به محصولات در این ایستگاه بیشتر از دیگر ایستگاه‌ها می‌باشد. همچنین مهمترین عامل تأثیرگذار در ساعت‌های تداوم یخبندان منطقه پوشش سطح زمین است و عامل ارتفاع تأثیری در ساعات تداوم یخبندان ندارد. عزیزی (۱۳۸۳) چهار مورد یخبندان فراگیر بهاری در نیمه‌غربی ایران را بررسی کرد وی برای مطالعه از نقشه‌های سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی هوا در ساعت صفر استفاده کرد و به این نتیجه رسید که در تمام روزهایی که پدیده یخبندان رخ داده است یک سیستم کم ارتفاع در شمال دریای خزر و در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی مشاهده می‌شود. این سیستم معمولا با سیستم کم ارتفاع نسبتاً قوی در غرب خود و در روی مدیترانه همراه است. قطره‌سامانی (۱۳۸۳) به تحلیل همدید شروع و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال‌بختیاری پرداخته و وقوع یخبندان‌های استان را با سامانه‌های سینوپتیکی در ارتباط دانسته است. عزیزی و حبیبی‌نوخندان (۱۳۸۴) به مطالعه توزیع زمانی و مکانی یخبندان و لغزندگی در جاده‌های هراز فیروزکوه با استفاده از تکنیک GIS پرداختند از مهمترین دستاورد تحقیق آن است که در مناطق کوهستانی جاده‌های هراز و فیروزکوه با شروع دوره سرما (ماه اکتبر) احتمال وقوع یخبندان (Np۵) و در مناطق ساحلی و کم ارتفاع احتمال لغزندگی (Np۲) بسیار افزایش می‌یابد. حاج‌پنجعلی‌زاده (۱۳۸۵) به تحلیل آماری و سینوپتیکی یخبندان‌های فراگیر شهر اردبیل پرداخت و به این نتیجه رسید که از لحاظ آماری روند تغییرات سالانه تعداد روزهای یخبندان ایستگاه اردبیل کاهشی است. همچنین بررسی روزهای یخبندان ماهانه حاکی از آن است که تعداد روزهای یخبندان ماه‌های زمستان به دلیل افزایش دمای هوا و کاهش نسبی بارش، کاسته شده و بطور نسبی به تعداد روزهای یخبندان ماه‌های پاییز و اوایل بهار افزوده شده است. و از لحاظ سینوپتیکی نیز اکثر یخبندان‌های فراگیر از نوع فرارفتی و ترکیبی می‌باشند که در ارتباط با گسترش زبانه پرفشارهای مهاجر اروپای‌شمالی و مرکزی، پرفشارهای مانع شمال‌خزر و اروپای‌شرقی و اسکاندیناوی و نیز گسترش غرب سوی زبانه پرفشار سیبری رخ داده‌اند. موتمن (۱۳۸۵) در بررسی یخبندان‌های شمال‌غرب آذربایجان یخبندان‌های بهاره آذربایجان را از نوع انتقالی و تشعشعی فراگیر و یخبندان‌های زودرس پاییز را نوع تشعشعی غیرفراگیر معرفی کرده است. نوحی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان‌های تابشی_فرارفتی و فرارفتی در استان‌های آذربایجان‌شرقی و غربی نشان دادند که به طور میانگین یخبندان‌های فرارفتی در منطقه از ۶ تا ۴۰ روز دیرتر از یخبندان‌های تابشی_فرارفتی در پاییز آغاز گردیده و از ۱ تا ۲۵ روز زودتر در بهار خاتمه می‌یابد. طول فصل رشد بالقوه که به صورت فاصله بین آخرین یخبندان بهاره فرارفتی و اولین یخبندان پاییزه فرارفتی تعریف می‌شود محاسبه گردید و نشان داده شد که نسبت به فصل رشدی که با محاسبه فاصله زمانی از رخداد آخرین دمای صفر یا کمتر در بهار تا اولین رخداد دمای صفر یا کمتر در پاییز تعیین می‌گردد، با توجه به شرایط محلی از ۵ تا ۶۵ روز طولانی‌تر است. علیجانی و هژبرپور (۱۳۸۶) به منظور تحلیل همدید یخبندان‌های

خسارت بار استان اردبیل آمار روزانه چهار ایستگاه را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که یخبندان‌های شدید و فراگیر استان ناشی از استقرار یک پرفشار در سطح زمین و یک ناوه عمیق در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشند که در دوره سرد سال از آبان تا فروردین اتفاق می‌افتند و نواحی جنوبی و مرکزی سردتر از نواحی شمالی هستند. فتاحی و صالحی‌پاک (۱۳۸۶) در تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های زمستانه ایران به این نتیجه رسیدند که تیپ‌های هوای پرفشار اروپای‌شمالی، پرفشار سیبری و پرفشار اروپای‌شرقی، بیشترین تأثیر را در رخداد یخبندان‌های شدید و فراگیر ایران داشته‌اند، به طوری که این تیپ‌های هوا، جریانات هوای سرد قطبی را از عرض‌های جغرافیایی بالا به سوی عرض‌های پایین منتقل کرده و به دنبال آن یخبندان‌های شدید و فراگیر به وقوع می‌پیوندد. لشکری (۱۳۸۷) تحلیل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر در سال ۱۳۸۳ را در ایران مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که در این تاریخ به دلیل نفوذ زبانه‌ی پرفشار سیبری که در اطراف دریاچه بایکال شکل گرفته بود دمای هوا تا ۱۵ درجه سلسیوس کاهش یافت در ترازهای ۷۰۰ هکتوپاسکال مرکز پر ارتفاع قبل از شروع موج سرما روی شرق اروپا قرار داشت که در روزهای بعد در محدوده شمال‌غرب دریای خزر و در شرق اکراین استقرار پیدا کرده و باعث حرکت ناوه و بلوکه شدن آن در شرق ایران و افغانستان شد به طوری که برای مدت ۴ تا ۵ روز بخش اعظم کشور بخصوص نیمه غربی آن تحت تأثیر یک پشته عمیق قرار گرفته است و سبب تداوم ریزش هوای سرد بر روی ایران گردید. لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷) در تحلیل موج سرمای ۱۵-۸ دیماه ۱۳۸۵ در ایران نشان دادند که عمده سامانه‌های منجر به یخبندان از شرایط سینوپتیکی زیر پیروی می‌کنند:

- در ترازهای دریا و تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال زبانه سردی از نزدیک قطب و با امتداد شمال- جنوب تا نیمه جنوبی ایران امتداد دارد که سبب انتقال هوای سرد قطبی و جنب قطبی تا جنوب کشور شده است.

- تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز شروع موج سرما، مرکز کم ارتفاعی با منحنی ۴۹۲ ژئوپتانسیل دکامتر روی شمال سیبری بسته شده است که زبانه نسبتاً عمیقی با راستای شمالی- جنوبی تا جنوب ایران گسترش پیدا کرده است. در ادامه این مرکز کم ارتفاع و زبانه به تدریج به عرض‌های پایین‌تر گسترش پیدا کرده و تقریبا تا پایان روز چهارم موج سرما این روند ادامه داشته است و زبانه سرد قطبی بدون حرکت قابل ملاحظه‌ای به سمت شرق یا غرب، باعث تداوم ریزش هوای سرد قطبی در لایه‌های میانی جوی روی ایران شده است. از روز چهارم، ناوه سیبری شروع به حرکت به سمت شرق کرده و هوای پایداری را تا پایان موج سرما بر منطقه حاکم کرده است.

- شرایط سینوپتیکی حاکم در تراز۳۰۰ هکتوپاسکال شباهت بسیار زیادی با تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارد. بنابراین با نفوذ یک موج سرما از سمت شمال و با امتداد شمالی- جنوبی و بلوکه شدن سیستم روی منطقه به مدت ۸ روز تداوم داشته و با انتقال هوای سرد آرکتیکی سرمای شدیدی را روی ایران حاکم کرده است.