

جغرافیا و توسعه - شماره ۱۲ - پاییز و زمستان ۱۳۸۷

صص: ۱۶۲-۱۴۵

وصول مقاله: ۱۳۸۶/۳/۵

تأیید نهایی: ۱۳۸۷/۳/۱۰

## پهنه‌بندی اثر خطر سرمازدگی دیررس بر روی باغات مطالعه‌ی موردی: شهرستان مه‌ولت

دکتر مجید حبیبی‌نوخندان  
استادیار پژوهشگاه اقلیم‌شناسی

دکتر محمود خسروی  
استادیار جغرافیا دانشگاه سیستان و بلوچستان

رضا اسماعیلی

دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

### چکیده

شهرستان مه‌ولت با مساحت ۳۷۳۴ کیلومتر مربع تقریباً در مرکز استان خراسان رضوی قرار دارد و یکی از قطب‌های عمده‌ی تولیدات کشاورزی از جمله پسته، انار، زعفران می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از امکانات سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) منحنی‌های زمانی مکانی وقوع سرمازدگی بهاره در دو آستانه‌ی سرمازدگی ملایم (دمای یک تا صفر درجه) و سرمازدگی شدید (دماهای زیر صفر درجه) و در سطوح احتمالی ۹۹،۹۵،۷۵،۵۰ درصد با توجه به ایستگاه‌های مجاور و اعمال ضریب همبستگی بین ارتفاع منطقه و آستانه‌های مورد نظر ترسیم شده است. از انطباق این منحنی‌ها با تاریخ خارج شدن از رکود زمستانی در نقشه‌گونه‌های غالب باغی، پهنه‌بندی خطر سرمازدگی باغات انجام شده است. مناطقی که تاریخ وقوع آخرین دمای بحرانی بعد از تاریخ خارج شدن از رکود زمستانی باغات باشد، به‌عنوان منطقه خطر محسوب شد. از نتایج همپوشانی این نقشه‌ها، سه منطقه‌ی پرخطر، خطر و کم‌خطر در شهرستان شناسایی گشت. با استفاده از این نقشه‌ها امکان پیش‌بینی تاریخ وقوع انواع سرمازدگی‌ها برای تصمیم‌گیری جهت انتخاب شیوه‌های مناسب مقابله با سرمازدگی در نقاط مختلف منطقه‌ی مورد مطالعه و اقدامات مدیریتی فراهم می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: سرمازدگی دیررس، منطقه‌ی پرخطر، احتمال وقوع، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، دوره‌ی بازگشت.

### مقدمه

دما علاوه بر آنکه یکی از پارامترهای مهم اقلیمی می‌باشد، عنصری بسیار تأثیرگذار در بخش‌های کشاورزی نیز می‌باشد. نوسانات و افت و خیزهای ناهمگام دمایی که اغلب دور از

انتظار است، باعث غافلگیری و بروز خسارت سنگین می‌شود. بروز دماهای پایین خارج از زمان معمول آن، به دلیل عدم آمادگی و در نظر گرفتن تمهیدات لازم در بخش کشاورزی باعث از بین رفتن محصول یک سال کشاورز می‌شود. کشت گونه‌های نامناسب و یا ارقامی که مستعد خطر سرمازدگی هستند، در مناطقی که از ریسک بالای سرمازدگی برخوردار است، باعث هدر رفتن سرمایه و وقت بسیار زیادی می‌شود که اثرات آن در کاهش پتانسیل‌های کشاورزی منطقه چشم‌گیر خواهد بود. تنش سرمازدگی آسیب‌ها ناشی از دمای پایین اما بالای نقطه یخبندان است. در واقع سرمازدگی تأثیرات نامطلوبی بر فرآیندهای وسیعی از قبیل فتوسنتز، گلدهی، جوانه‌زنی و محصول‌دهی می‌گذارد (Ercoli, 2004:93). مکان‌گزینی صحیح در کشت محصولات به عنوان راهکاری بنیادی در مبارزه با سرمازدگی از دیرباز مطرح بوده است و این امر مستلزم شناخت دقیق از زمان و محدوده‌ی گسترش وقوع یخبندان‌ها می‌باشد تا در قالب پهنه‌بندی‌های خطر سرمازدگی در انتخاب ارقام و گونه‌هایی مناسب در جهت کاهش خسارات ناشی از این بلای طبیعی لحاظ شوند.

سابقه‌ی مطالعات مربوط به اثرات سرمازدگی بر محصولات باغی و زراعی نسبتاً زیاد است که به برخی از موارد شاخص آن اشاره می‌گردد. تام و شاو (۱۹۵۸) با مشخص نمودن تاریخ وقوع سرمازدگی‌ها در منطقه ایوا مشخص نمودند که سرمازدگی‌های دیررس معمولاً تشعشی می‌باشند (Thom and Shaw, 1958:251). آرون و همکار (۱۹۹۱) با ترسیم منحنی‌های ریسک سرمازدگی، احتمال وقوع آن را با توجه به توپوگرافی در فلسطین اشغالی بررسی نموده‌اند (Aron and Gat, 1991:32).

لیندوکویست و همکارانش مدلی را برای تخمین یخبندان در مناطق کوهستانی سوئد ارائه نموده‌اند (Lindkvist et al, 2000:51). ارکولی و همکاران (۲۰۰۴) پاسخ‌های گونه‌ی سورگوم را به سرمازدگی در ایتالیا مطالعه نموده‌اند (Ercoli et al, 2004:102) سامیشما و همکاران (۲۰۰۷) خطر ریسک یخبندان در مورد محصول سویا در ژاپن را بررسی و با استفاده از یک شبکه‌ی توری یک کیلومتری آن را به صورت نقشه بر اساس احتمال وقوع خطر سرمازدگی نشان داده‌اند (Sameshima et al, 2007:25) وارگاس و همکاران (۲۰۰۶) خسارات ناشی از سرمازدگی‌های فصلی بر روی اندازه، رنگ و طعم نوعی درخت هلو در شیلی را مورد ملاحظه قرار داده‌اند (Vargas et al, 2006:79). لاری و کارلوس (۲۰۰۵) اثر سرمازدگی بر محصول هلو و شلیل را تحت شرایط اقلیمی مختلف بررسی نموده‌اند (Lurie and Carlos, 2005:197).

کای و همکاران تأثیر شرایط دمایی بر خطر سرمازدگی پس از برداشت میوه ازگیل ژاپنی را مطالعه نموده و با محاسبه شاخص قهوه‌ای شدن، اثر دمای پایین بر تغییر شکل این میوه را ارزیابی نموده‌اند (Cai et al, 2006:252).

خوخر و همکاران (۲۰۰۷) اثرات طول مدت یخبندان‌های بهاره را بر روی محصول دهی پیاز مطالعه نموده‌اند (Khokhar et al, 2007:16). در داخل کشور اولین بار هاشمی (۱۳۴۸) با استناد به تحقیقات انجام شده در آمریکا سری‌های زمانی شروع و خاتمه‌ی سرما و یخبندان در تهران را برای چهار آستانه‌ی حرارتی تحلیل نمود (هاشمی، ۱۳۴۸: ۲۵). توسط سمیعی و همکاران (۱۳۶۷) با استفاده از یک نرم‌افزار کامپیوتری بر مبنای توزیع نرمال، آغاز و خاتمه‌ی یخبندان‌ها در دوازده آستانه‌ی حرارتی بررسی شده و نتایج محاسبات به صورت نمودارها و جدولی ارائه شده است. این کار فاقد نقشه، نتایج فضایی مطالعات و نیز تفسیر نتایج است (سمیعی و همکاران، ۱۳۶۷: ۲) کمالی (۱۳۶۸) به بررسی آماری نفوذ توده هوای سرد قطبی و خسارات وارده به محصولات کشاورزی شمال خراسان در دهه‌ی دوم اردیبهشت پرداخته است (کمالی، ۱۳۶۸: ۱۵۳). علیزاده و کمالی (۱۳۷۳) بر اساس تحلیل داده‌های حداقل روزانه‌ی دما در ۱۵ ایستگاه هواشناسی استان خراسان نتیجه گرفته‌اند که با احتمال ۸۰ درصد یخبندان‌های ملایم شهر مشهد در ۲۹ اسفندماه خاتمه می‌یابد (علیزاده و کمالی، ۱۳۷۳: ۱۰). رحیمی (۱۳۷۸) بر اساس اطلاعات آماری در ارتفاعات مختلف البرز مرکزی تاریخ وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره را در سه شدت یخبندان ضعیف، متوسط و شدید تحلیل کرده است (رحیمی، ۱۳۷۸: ۱۵). براتی (۱۳۷۵) علل، ویژگی‌ها و پیش‌بینی یخبندان‌های بهاره‌ی ایران با روش سینوپتیک مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش ۶۲ مورد یخبندان بهاره، طی ۲۰ سال (۶۶-۱۳۴۷) با استفاده از آمار روزانه تعداد ۶۰ ایستگاه هواشناسی کشور، از نظر شدت، تداوم و گسترش مکانی مورد بررسی قرار گرفته است (براتی، ۱۳۷۵: ۶۳). در تحقیق دیگری در زمینه‌ی اصول و روش‌های تحلیل و پیش‌بینی کمی یخبندان در منطقه‌ی آذربایجان، علاوه بر ارائه‌ی تعریف جدیدی از یخبندان، ویژگی‌های آنها به صورت سیستماتیک تحلیل و بر مبنای شانزده شاخص، استخراج شده است (مجردقره‌باغ، ۱۳۷۶: ۱۷۶). میردهقان و راحمی (۱۳۸۱) اثر سرمازدگی بر میوه‌ی انار و امکان جلوگیری از آن را با روش‌های گرماده‌ی ارزیابی نموده‌اند (میردهقان و راحمی، ۱۳۸۱: ۷۵). خلجی (۱۳۸۰) اثر سرمازدگی دیررس بهاره بر محصولات زراعی و باغی چهارمحال بختیاری (خلجی، ۱۳۸۰: ۱۲۸) و بهیار (۱۳۸۲)

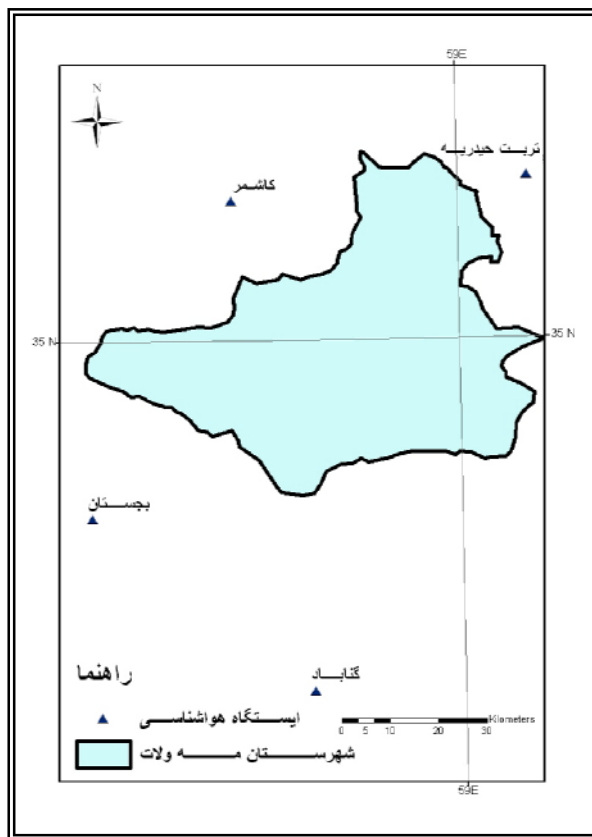
دلایل همدیدی وقوع آن را بررسی نموده است (بهبار، ۱۳۸۲: ۱۰۷). تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه‌ی یخبندان در استان چهارمحال و بختیاری توسط قطره‌سامانی مورد بررسی قرار گرفته است (قطره‌سامانی، ۱۳۸۲: ۷۸). همچنین کاویانی و همکاران (۱۳۸۱) احتمال وقوع تجربی و دوره‌ی بازگشت حداقل دما در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت در باغات منطقه‌ی سامان را برآورد و خطر بروز آن را مشخص نموده‌اند (کاویانی و همکاران، ۱۳۸۱: ۴۹). ضیایی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی احتمال وقوع حداقل دما در استان فارس، خطر وقوع سرمازدگی را از طریق تهیه اطلس نشان داده‌اند (ضیایی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۳).

### مواد و روش‌ها

شهرستان مه‌ولات دارای ۳۷۳۴ کیلومتر مربع مساحت و دامنه‌ی ارتفاعی بین ۸۵۰ الی ۲۲۰۰ متر و میانگین وزنی ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۵۰ متر می‌باشد با توجه به اینکه شهرستان مه‌ولات فاقد ایستگاه هواشناسی می‌باشد، جهت تعمیم‌داده‌ها به منطقه‌ی مورد مطالعه از سه ایستگاه سینوپتیک تربت‌حیدریه، کاشمر، گناباد و ایستگاه کلیماتولوژی بجستان که دارای شرایط طبیعی مشابه و کمترین فاصله به منطقه می‌باشد، استفاده شده است. مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در جدول شماره‌ی یک و موقعیت قرارگیری آنها در شکل شماره‌ی یک نشان داده شده است.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده

| نام ایستگاه | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع به متر | نوع ایستگاه | فاصله تا مرکز شهرستان به کیلومتر |
|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----------------------------------|
| تربت‌حیدریه | ۳۵° ۱۶'       | ۵۹° ۱۶'       | ۱۴۵۰          | سینوپتیک    | ۴۰                               |
| کاشمر       | ۳۵° ۱۲'       | ۵۸° ۲۸'       | ۱۱۰۹          | سینوپتیک    | ۳۲                               |
| گناباد      | ۳۴° ۲۰'       | ۵۸° ۴۱'       | ۱۰۵۶          | سینوپتیک    | ۶۵                               |
| بجستان      | ۳۴° ۳۰'       | ۵۸° ۱۱'       | ۱۳۷۰          | کلیماتولوژی | ۵۲                               |



شکل ۱: موقعیت شهرستان مازان و ایستگاههای مجاور

ابتدا آمار و اطلاعات دمای حداقل روزانه برای ایستگاههای مورد نظر در یک دوره بیست ساله از سال ۱۳۸۴-۱۳۶۵ جمع‌آوری گشت و به منظور بررسی کافی بودن داده‌ها از آزمون ماکوس (علیزاده، ۱۳۸۵: ۴۶۹) برای بررسی همگنی بودن داده‌ها از آزمون ران تست (علیزاده، ۱۳۸۵: ۴۷۱) استفاده شده است. که نتایج حاصل سال‌های مورد نیاز را بین شش الی یازده سال نشان داد و همگن بودن داده‌ها و قابل اطمینان بودن آنها در سطح ۹۵ درصد نیز تأیید شد. سپس برحسب دو آستانه‌ی تعریف شده در این تحقیق، تاریخ وقوع سرمازدگی شدید (دمای زیر صفر درجه) و سرمازدگی ملایم (دماهای بین یک تا صفر درجه) در ایستگاههای مدنظر استخراج شد. جهت برخورداری از قابلیت تجزیه و تحلیل آماری، تاریخهای تقویمی استخراج شده به روزهای ژولیوسی بر اساس سال کشاورزی تبدیل گشت و در چهار سطح

احتمالی ۷۵،۵۰، ۹۵،۹۹ درصد برای هر دو آستانه‌ی احتمال وقوع آنها توسط نرم‌افزار Minitab محاسبه شد. جهت تعمیم صحیح این احتمالات به منطقه ابتدا تغییرات مکانی این آستانه‌ها و رابطه‌ی آن با ارتفاع، شناسایی شد که در قالب معادلات رگرسیونی در جدول شماره دو آورده شده است.

جدول ۲: معادلات ضریب همبستگی بین آستانه‌های مورد نظر و ارتفاع در ایستگاههای مورد مطالعه

| سرمازدگی ملایم (دمای یک تا صفر درجه) |                  |              | سرمازدگی شدید (دمای زیر صفر درجه) |                 |              |
|--------------------------------------|------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| سطح احتمال                           | معادله رگرسیونی  | ضریب همبستگی | سطح احتمال                        | معادله رگرسیونی | ضریب همبستگی |
| ۹۹                                   | DF=162+0/0239E   | 55/3         | ۹۹                                | DF=146+0/0321E  | 59.8         |
| ۹۵                                   | DF=160+0/0234e E | 56/6         | ۹۵                                | E DF=143+0/0327 | 58.4         |
| ۷۵                                   | DF=146+0/0185e E | 54/8         | ۷۵                                | DF=138+0/0345E  | 58           |
| ۵۰                                   | DF=158+0/0222E   | 55/5         | ۵۰                                | DF=136+0/0351E  | 56.4         |

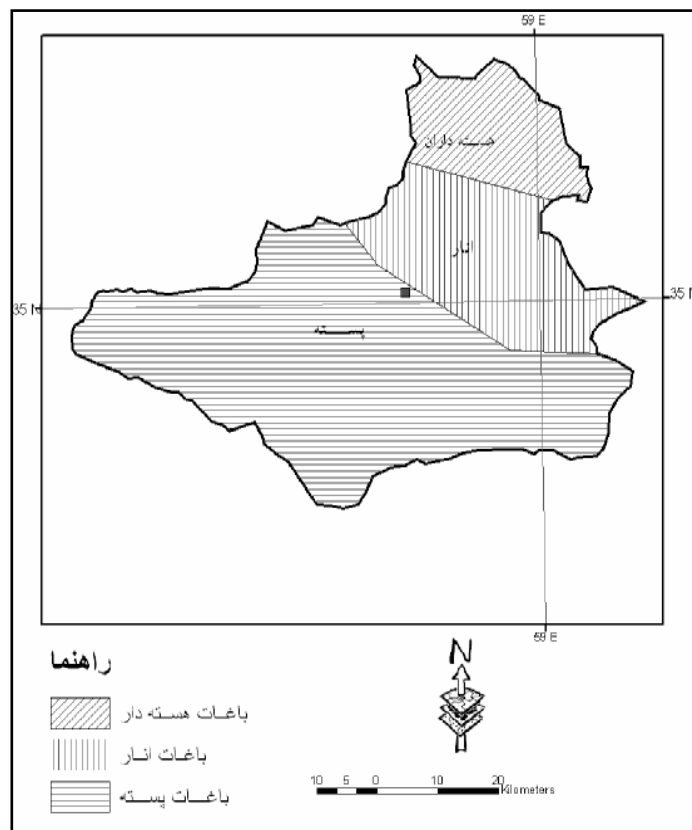
در این معادلات DF تاریخ ژولیوسی وقوع سرمازدگی و E ارتفاع در نظر گرفته شده است. سپس این معادلات در ترسیم منحنی‌های زمانی- مکانی وقوع آخرین یخبندان‌ها که توسط نرم‌افزار Arc Gis صورت گرفته، لحاظ شده‌اند. از هم‌پوشانی (Overlay) این منحنی‌ها با نقشه‌ی پوشش گیاهی غالب باغی منطقه (شکل شماره ۲) و مطابقت تاریخ خارج شدن از رکود زمستانی و دمای بحرانی، پهنه‌بندی خطر سرمازدگی در سطح منطقه‌ی مورد مطالعه صورت گرفته است. جهت تعمیم داده‌های ایستگاههای مجاور به شهرستان مهولات ابتدا تغییرات رفتار مکانی عنصر مورد مطالعه در منطقه شناسایی شد. اولین اقدام در این زمینه به دست آوردن ضریب همبستگی (r) است، که اگر از ضریب بالایی برخوردار بود ( $r \geq 0.7$ ) می‌تواند اقدامات بعدی صورت گیرد (علیزاده ۱۳۸۵: ۶۹۹). مقدار این همبستگی به‌طور مثال بین ارتفاع و آخرین یخبندان‌های منطقه ۹۶ درصد می‌باشد که همبستگی قابل قبول می‌باشد و می‌توان معادله رگرسیون آن را به شرح زیر نوشت:

$$Y = a + bx$$

که در این فرمول y به‌عنوان تاریخ آخرین یخبندان، X به عنوان ارتفاع a و b به‌عنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته می‌شود بنابراین با توجه به فرمول فوق خواهیم داشت:

$$\text{ارتفاع} = 146 + 0.0321 * \text{آخرین یخبندان با احتمال } 99 \text{ درصد معادله}$$

تمامی احتمالات در سطح ۵۰، ۷۵، ۹۵، ۹۹ درصد در آستانه‌ی یک تا صفر درجه (یخبندان‌های ملایم) و آستانه‌ی زیرصفر درجه (یخبندان‌های شدید) به همین روش و در محیط نرم‌افزار Minitab محاسبه شده است. سپس نقشه‌ی توپوگرافی منطقه در محیط نرم‌افزار ArcGis به نقشه‌ای با توری با یاخته‌های مجزا تبدیل شده (DEM) تا هر یک از این یاخته‌ها ارزش ارتفاعی خاص خود را داشته باشد، سپس منحنی‌های هم‌ارزش از اعداد ژولیوسی استخراج شده در سطوح مختلف، که برای هر یک از چهار ایستگاه مجاور به دست آورده شده بود، توسط روش میان‌یابی Kriging ترسیم شد و در نهایت از ترکیب نقشه‌ی به دست آمده با نقشه ارتفاعی و اعمال معادله رگرسیونی که از مقدار تغییرات مکانی برای هر یک از عناصر مدنظر (یخبندان‌ها در دو آستانه و در سطح ۵۰، ۷۵، ۹۵، ۹۹) نقشه‌های نهایی بدست آمد. نقشه‌های خروجی نهایی وضعیت عنصر مدنظر را در سطح شهرستان نشان می‌دهد. در نقشه‌های تهیه شده داده‌های اقلیمی از ویژگی ایستگاه مبنایی (Station base) به یاخته مبنایی (Pixel base) تبدیل شده است. بنابراین در نقشه‌های فوق هر نقطه، اطلاعات مخصوص به خود دارد که با توجه به اعمال تغییرات مکانی آن عنصر در منطقه به آن تعلق گرفته است. در نهایت منحنی‌های هم‌ارزش با توجه به فاصله‌ی دلخواه تنظیم گشت. در ترسیم نقشه‌های پهنه‌بندی شده بنا بر آشنایی و شناخت کامل از منطقه و تغییرات پارامترهای محیطی، اقلیمی و ویژگی‌های کشاورزی منحنی‌های هم‌ارزش در چهار طبقه ترسیم شده است که با تغییرات شرایط طبیعی منطقه مطابقت دارد. این خطوط در بخش کشاورزی مجزاکننده‌ی نوع و گونه‌های مختلف باغی نیز می‌باشد. مبنای تغییرات مکانی در همه‌ی نقشه‌ها همین چهار منطقه در نظر گرفته شده و تغییرات زمانی یخبندان‌ها در نقشه‌های احتمالات مختلف ترسیم شده است. جهت مطابقت نقشه‌های وقوع مکانی- زمانی یخبندان‌های دیررس با گونه‌های غالب باغی، محدوده‌ی کشت هر گونه در سطح شهرستان مشخص شده است و این نقشه با نقشه‌های ترسیم شده‌ی یخبندان بهاره با استفاده از امکانات GIS روی هم قرار گرفت تا نواحی پرخطر یا غیرمناسب با توجه به زمان یخبندان و گونه‌ی باغی در آن محدوده مشخص شود. این نقشه‌ها برای سطح احتمالی ۷۵، ۹۵ درصد در دو آستانه‌ی زیر یک درجه و زیر صفر درجه ترسیم شده است.



شکل ۲: گونه‌های غالب باغی شهرستان مه‌ولات

### برآورد تاریخ وقوع و دوره‌های بازگشت

بخش باغبانی شهرستان با توجه به تولید قابل توجه پسته و انار در سطح استان خراسان رضوی از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد. نوسانات دمایی و موج‌های گرمایی اواخر زمستان باعث خارج شدن زودهنگام درختان از رکود زمستانی می‌شود و این امر باعث تشدید اثرات یخبندان‌های دیررس می‌شود و به شدت بر میزان خسارات می‌افزاید. در جدول شماره‌ی سه و چهار به ترتیب تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی‌های بهاره با احتمالات مختلف و دوره‌های برگشت مختلف در دو آستانه‌ی مدنظر محاسبه شده است.

جدول ۳: برآورد تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی‌های دیررس

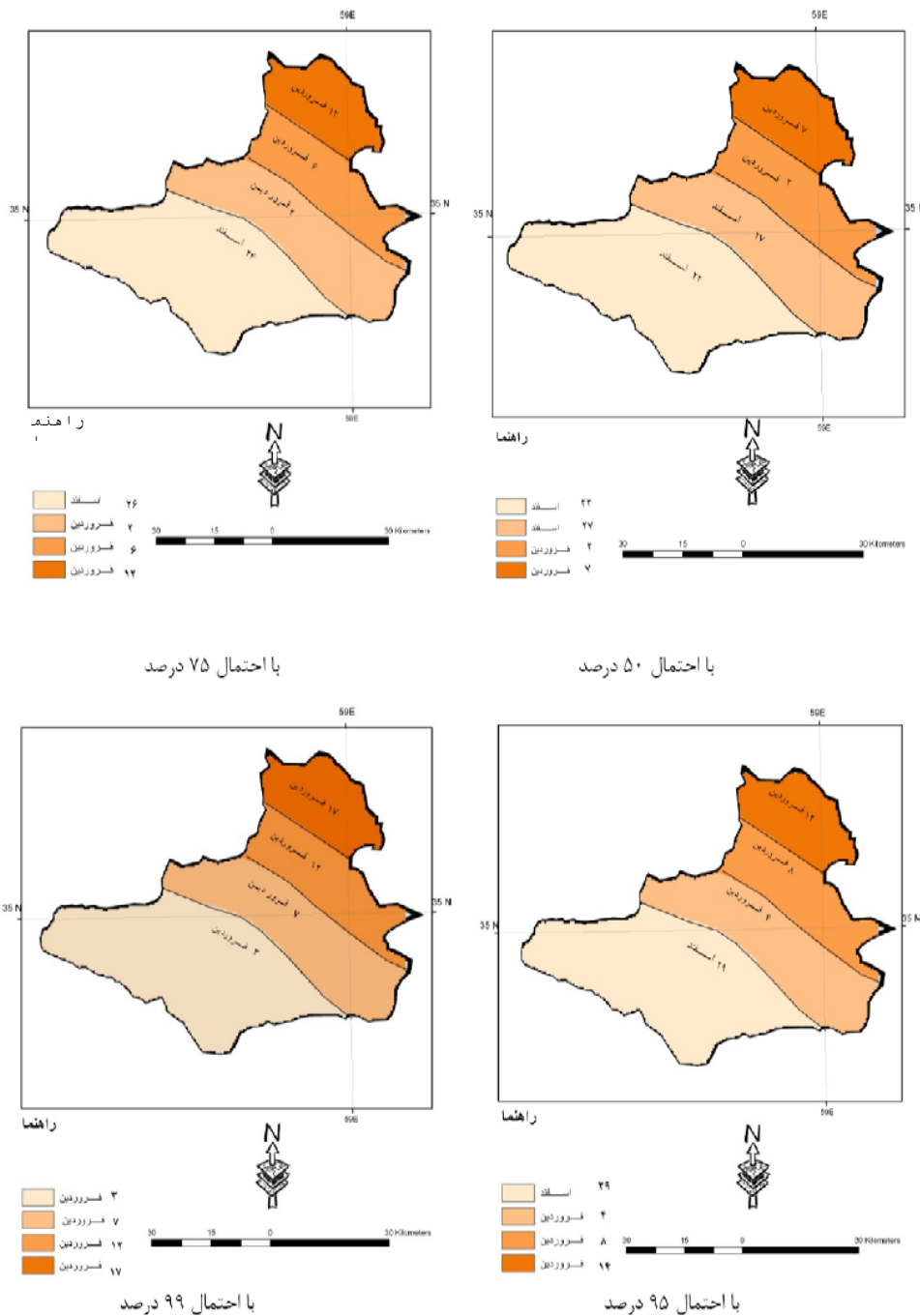
| ردیف | احتمال وقوع به درصد | آستانه یک تا صفر درجه |              | آستانه زیر صفر درجه |              |
|------|---------------------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|
|      |                     | تاریخ ژولایوسی        | تاریخ تقویمی | تاریخ ژولایوسی      | تاریخ تقویمی |
| ۱    | ۵۰                  | ۱۸۶                   | ۷ فروردین    | ۱۸۱                 | ۲ فروردین    |
| ۲    | ۷۵                  | ۱۹۱                   | ۱۲ فروردین   | ۱۸۴                 | ۵ فروردین    |
| ۳    | ۹۵                  | ۱۹۳                   | ۱۴ فروردین   | ۱۸۷                 | ۸ فروردین    |
| ۴    | ۹۹                  | ۱۹۶                   | ۱۷ فروردین   | ۱۸۹                 | ۱۰ فروردین   |

جدول ۴: احتمال وقوع و دوره‌ی بازگشت آخرین سرمازدگی دیررس

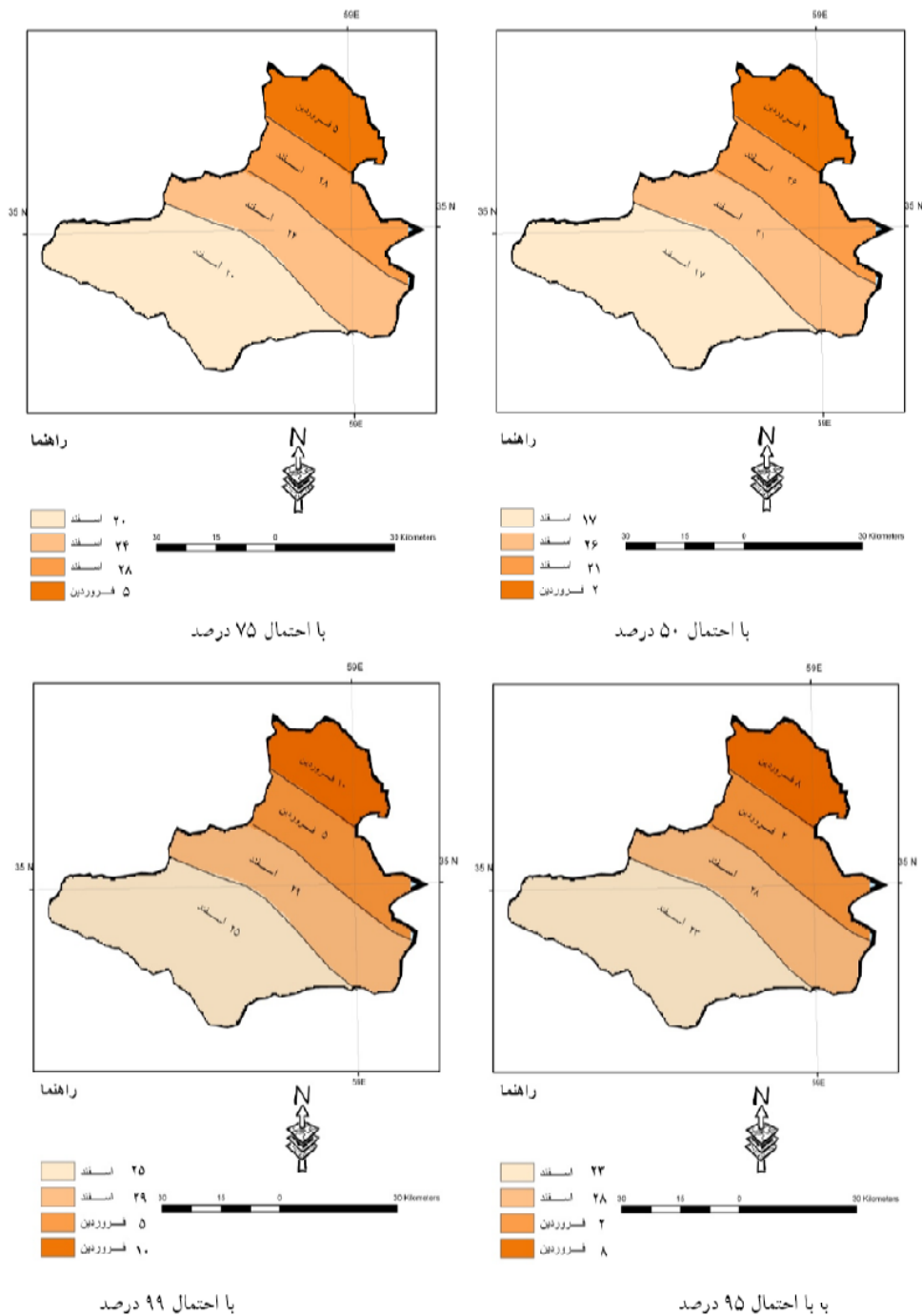
| ردیف | احتمال وقوع | دوره بازگشت | آستانه یک تا صفر درجه                |                                      | آستانه زیر صفر درجه                  |                                      |
|------|-------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|      |             |             | تاریخ وقوع آخرین یخبندان محتمل بهاره | تاریخ وقوع آخرین یخبندان محتمل بهاره | تاریخ وقوع آخرین یخبندان محتمل بهاره | تاریخ وقوع آخرین یخبندان محتمل بهاره |
| ۱    | ۰/۰۵        | ۲۰۰         | ۳ اردیبهشت                           | ۲۶ فروردین                           |                                      |                                      |
| ۲    | ۰/۰۱        | ۱۰۰         | ۳۱ فروردین                           | ۲۳ فروردین                           |                                      |                                      |
| ۳    | ۰/۰۱        | ۱۰          | ۱۸ فروردین                           | ۹ فروردین                            |                                      |                                      |
| ۴    | ۰/۲۰        | ۵           | ۱۳ فروردین                           | ۴ فروردین                            |                                      |                                      |
| ۵    | ۰/۵۰        | ۲           | ۲ فروردین                            | ۲۰ اسفند                             |                                      |                                      |

در شکل شماره‌ی سه و چهار منحنی‌های ترسیم شده دو عامل زمان و محدوده گسترش وقوع یخبندان دیررس در دو آستانه ملایم (شکل شماره ۳) و یخبندان شدید (شکل شماره ۴) را نشان می‌دهد.

طبق کارهای میدانی صورت گرفته شده انتخاب این منحنی‌ها در چهار طبقه با تغییرات شرایط محیطی، اقلیمی انطباق دارد. بطوری‌که در بخش کشاورزی نیز مجزاکننده‌ی گونه‌های مختلف باغی می‌باشد از این جهت مبنای تغییرات مکانی در همه‌ی نقشه‌ها همین چهار منطقه در نظر گرفته شده و تغییرات زمانی یخبندان‌ها در سطوح احتمالات مختلف ترسیم شده است.



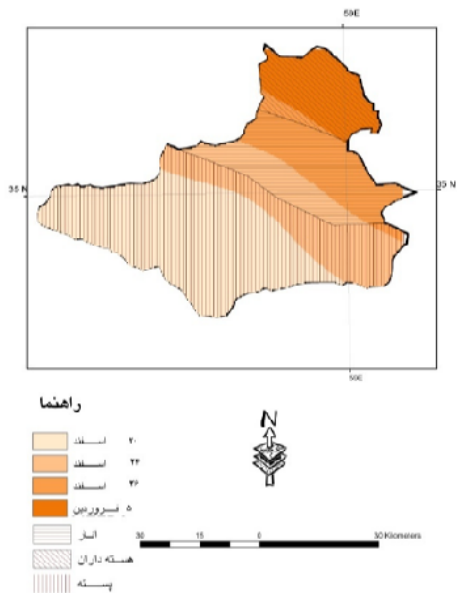
شکل ۳: نقشه‌های تاریخ احتمال وقوع سرمایه‌گذاری ملایم دیررس در سطوح احتمالات مختلف



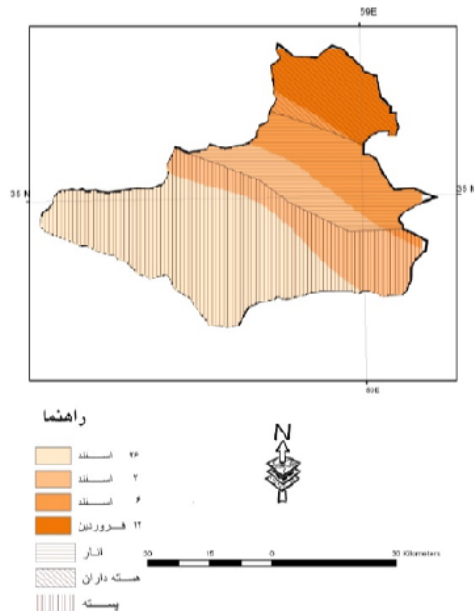
شکل ۴: نقشه‌ی تاریخ احتمال وقوع سرمازدگی شدید دیررس در سطوح احتمالات مختلف

### بررسی اثر خطر سرمازدگی ملایم بر روی گونه‌های غالب باغی

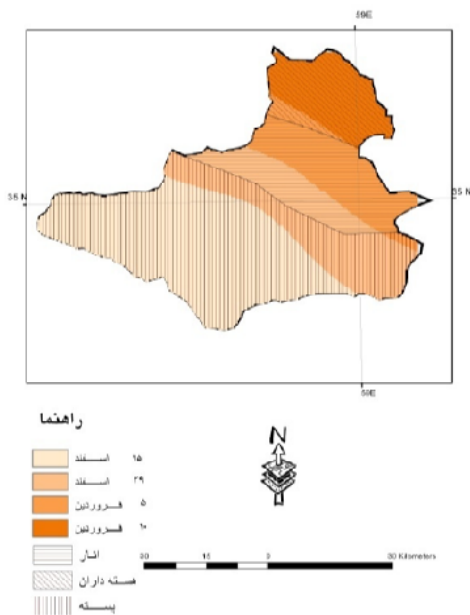
با در نظر گرفتن زمان و احتمال وقوع آستانه‌ی مورد نظر و انطباق آن با تاریخ خارج شدن از رکود زمستانی و توجه به حساسیت دمایی درختان مناطق خطرپذیر و نامناسب برای گونه‌های باغی مشخص گردید. جهت بررسی سرمازدگی‌ای ملایم در سطح ۷۵ درصد (احتمال مورد استفاده در بخش کشاورزی) و ۹۹ درصد نقشه‌ای شکل پنج ترسیم شده است. با توجه به شکل شماره پنج در سطح ۷۵ درصد مناطق شمالی شهرستان که زیرمنحنی زمانی تاریخ ۱۲ فروردین قرار دارد، منطقه‌ی کشت هسته‌داران و بادام می‌باشد. در سال‌هایی که دما از روند عادی برخوردار است، دوره‌ی شکوفه‌دهی بادام به طور متوسط از ۲۰ اسفند و هسته‌داران از ۲۵ اسفند آغاز می‌شود. در این دوره افت دما به زیر یک درجه، که به‌عنوان سرمازدگی ملایم محسوب می‌شود، تا ۱۲ فروردین ماه محتمل می‌باشد. وقوع این پدیده باعث اختلال در رشد، افت میزان محصول و همچنین تأثیر نامطلوب در کیفیت محصول خواهد شد. لذا این منطقه به عنوان منطقه‌ی خطرپذیر در این آستانه و با احتمال وقوع ۷۵ درصد می‌باشد. در مناطق جنوبی منطقه، که مناطق پسته‌کاری محسوب می‌شود در سطح ۹۹ درصد آخرین یخبندان ملایم تا ۲ فروردین به طول می‌انجامد. بنابراین با توجه به اینکه زمان شکوفه‌دهی این محصول در سال‌های عادی به طور متوسط بعد از ۱۵ فروردین است، لذا می‌توان نتیجه گرفت که این محصول در این آستانه (یخبندان ملایم) و در این سطح احتمال (۹۹ درصد) خارج از محدوده‌ی خطر می‌باشد و فقط با احتساب دوره‌های بازگشت یخبندان‌ها (جدول شماره ۴) وقوع یک یخبندان ملایم در هر ۵ سال یکبار در ۱۳ فروردین و هر ۱۰ سال یکبار در ۱۸ فروردین، خطر نسبی را برای این منطقه ایجاد می‌کند.



مطابقت با سرمازدگی شدید در سطح ۷۵ درصد

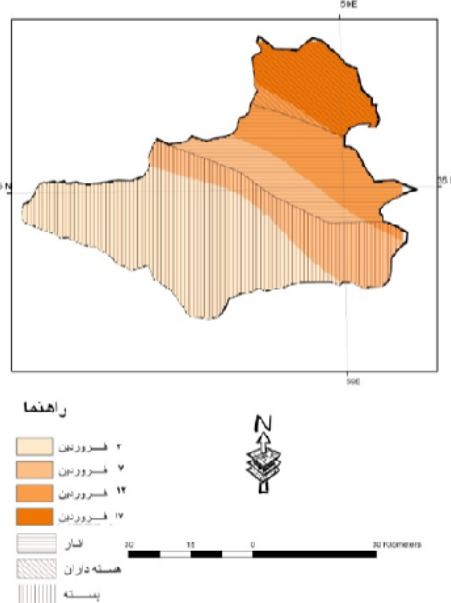


مطابقت با سرمازدگی ملایم در سطح ۷۵ درصد



مطابقت با سرمازدگی شدید در سطح ۹۹ درصد

شکل ۶: انطباق گونه‌های غالب باغی با نقشه‌ی احتمال وقوع سرمازدگی شدید



مطابقت با سرمازدگی ملایم در سطح ۹۹ درصد

شکل ۵: انطباق گونه‌های غالب باغی با نقشه‌ی احتمال وقوع سرمازدگی ملایم

### بررسی اثر خطر سرمازدگی شدید بر روی گونه‌های باغی غالب

این آستانه‌ی برودتی از شدت بیشتری برخوردار است. بطوری که باعث از بین رفتن شکوفه‌ها و جنین محصول یک‌ساله می‌شود و در نتیجه خسارات سنگین‌تری را موجب می‌شود. بر اساس شکل شماره شش در سطح احتمال ۷۵ درصد منحنی زمانی وقوع آخرین یخبندان در منطقه کشت هسته‌داران ۵ فروردین می‌باشد. همانطوری که قبلاً نیز عنوان شد درختان بادام در منطقه از ۲۰ اسفند و هسته‌داران از ۲۵ اسفند به شکوفه می‌نشینند، با عنایت به این تاریخ‌ها، احتمال بروز دمای زیر صفر درجه تا تاریخ ۵ فروردین در این منطقه خطر بالقوه ایست که به شدت این گونه‌ها را تهدید می‌کند. با توجه به جدول شماره‌ی چهار این خطر (بروز یخبندان شدید تا پنج فروردین در منطقه کشت هسته‌داران) در هر دو سال یک بار اتفاق خواهد افتاد و به همین دلیل این گونه‌ها با توجه به میزان خطرپذیری بالای این منطقه مناسب نمی‌باشد. منحنی زمانی ۲۰ اسفند، مناطق جنوبی و منطقه کشت پسته شهرستان را در برمی‌گیرد، با توجه به زمان شکوفه‌دهی این گونه (به طور متوسط از ۱۵ فروردین) خطر سرمازدگی شدید این منطقه را تهدید نمی‌کند. اما با توجه به دوره‌های بازگشت یخبندان‌های شدید (جدول شماره ۴) یعنی هر ۱۰ سال یکبار در ۹ فروردین و در هر ۱۰۰ سال یکبار ۲۳ فروردین، می‌تواند تا ۱۰۰ درصد محصول را از بین ببرد.

وقوع یخبندان دیررس ۱۸ فروردین سال ۱۳۸۴ در منطقه باعث وارد شدن خسارات عمده به باغات پسته شد، که به طور عموم در مرحله‌ی شکوفه‌دهی و خوشه‌بندی بودند (جدول شماره ۵). نظر به اهمیت سرمازدگی دیررس بهاره در جدول شماره‌ی پنج وسعت خسارات وارد شده ناشی از سرمای دیررس بهاره در تاریخ‌های ۶ و ۱۸ فروردین ۱۳۸۴ در سطح شهرستان مهورات نشان داده شده است.

جدول ۵: خسارات ناشی از سرمای دیررس فروردین ۱۳۸۴

| گونه باغی | خسارات وارد شده به درصد | سطح خسارت دیده به هکتار |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| پسته      | ۴۰                      | ۵۰۰                     |
| انار      | ۱۰                      | ۱۰۰۰                    |
| زرد آلو   | ۹۰                      | ۹۰                      |
| بادام     | ۹۰                      | ۱۲۵                     |
| گردو      | ۸۰                      | ۲                       |

منبع: جهاد کشاورزی شهرستان مهورات ۱۳۸۵

### نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه که جهت‌گیری شمالی - جنوبی دارد، رژیم‌های دمایی و نقشه‌های توزیع شاخص‌های سرمازدگی نیز از آن تبعیت می‌کنند و همبستگی خطی معناداری بین ارتفاع و مقادیر شاخص وجود دارد. با توجه به اهداف تحقیق که شناسایی ویژگی‌های سرمازدگی دیررس و پهنه‌بندی خطر سرمازدگی باغات می‌باشد اطلاعاتی تکمیلی از طول دوره رشد، طول دوره یخبندان، تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان‌ها در دو آستانه‌ی مدنظر محاسبه و در جدول شماره‌ی شش ارائه گردیده است. قابل ذکر است به دلیل اختلافات زمانی چشمگیر در وقوع آخرین یخبندان‌ها بین نواحی شمالی و جنوبی شهرستان اطلاعات آنها به تفکیک در جدول زیر درج گردیده است.

جدول ۶: تاریخ‌های شروع و خاتمه و طول دوره یخبندان و رشد در مناطق مختلف شهرستان

| آستانه                  | منطقه               | تاریخ شروع یخبندان | تاریخ خاتمه یخبندان | طول دوره رشد به روز | طول دوره یخبندان به روز |
|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| آستانه‌ی یک تا صفر درجه | مناطق شمالی شهرستان | ۱ آبان             | ۱۷ فروردین          | ۲۰۰                 | ۱۶۵                     |
|                         | مناطق جنوبی شهرستان | ۲۷ آبان            | ۳ فروردین           | ۲۴۰                 | ۱۲۵                     |
| آستانه‌ی زیر صفر درجه   | مناطق شمالی شهرستان | ۷ آبان             | ۱۰ فروردین          | ۲۱۳                 | ۱۵۲                     |
|                         | مناطق جنوبی شهرستان | ۲ آذر              | ۲۵ اسفند            | ۲۵۲                 | ۱۱۳                     |

نتایج حاکی از این است که طول دوره‌ی رشد در نواحی شمالی شهرستان کوتاه‌تر از دوره‌ی رشد در نواحی جنوبی می‌باشد که عامل تأثیرگذار در این فرآیند همان ارتفاع می‌باشد. این امر در بخش کشاورزی توجهات خاصی را در زمینه‌ی کاشت و برداشت محصول و انتخاب گونه‌های مناسب با شرایط دوره‌های رشد و یخبندان را می‌طلبد. ارتباط بین آغاز و خاتمه‌ی یخبندان در شهرستان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که بین شروع و خاتمه‌ی یخبندان در سطح شهرستان ارتباط معنی‌داری وجود ندارد و این دو مستقل از هم عمل می‌کند.

اختلاف زمانی بین وقوع آخرین یخبندان‌های بهاره در شمال و جنوب شهرستان بسیار چشمگیر است این اختلاف زمانی برای سرمازدگی‌های ملایم (آستانه یک تا صفر درجه) ۱۴ روز و برای یخبندان‌های شدید (آستانه زیر صفر درجه) ۱۵ روز می‌باشد.

از همپوشانی نقشه‌های وقوع مکانی - زمانی آخرین سرمازدگی‌های دیررس و نقشه گونه‌های غالب باغی پهنه‌بندی خطر سرمازدگی صورت گرفت که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

منطقه‌ی پرخطر: طبق شکل شماره شش آخرین یخبندان بهاره در مناطق کشت هسته‌داران و درختان بادام از ۵ الی ۱۰ فروردین خاتمه می‌یابد. با توجه به آغاز دوره شکوفه‌دهی این گونه‌ها از ۲۵ اسفند (قابل ذکر است تاریخ‌های شکوفه‌دهی گونه‌های باغی کاملاً به شرایط اقلیمی و دمایی آن سال و نوع گونه درختی بستگی دارد). خطر بالقوه قوی سرمازدگی آنها را تهدید می‌کند و نواحی زیرکشت آن به عنوان منطقه‌ی پرخطر محسوب می‌گردد.

منطقه‌ی خطر: این منطقه که منطبق بر منحنی‌زمانی آخرین یخبندان بهاره در اول فروردین می‌باشد، عمدتاً زیرکشت درختان انار می‌باشد (شکل شماره ۶). گرچه وقوع آخرین یخبندان بهاره در این تاریخ صدمه‌ای به درختان انار نمی‌زند، ولی با توجه به دوره‌های بازگشت این آستانه‌ی دمایی (جدول شماره ۴)، وقوع یک سرمازدگی در هر پنج سال یک‌بار در پنج فروردین و هر ده سال یک بار در نه فروردین می‌تواند خساراتی به درختان و سرشاخه‌های آنها وارد کند که در میزان و کیفیت محصول به‌دست آمده تأثیرات چشمگیری دارد.

منطقه‌ی کم‌خطر: این منطقه مناطق جنوبی شهرستان که زیر کشت درختان پسته است، را شامل می‌شود. تاریخ آخرین وقوع یخبندان بهاره در این منطقه ۲۵ اسفند می‌باشد که با توجه به زمان حساسیت این‌گونه به دماهای پایین (۱۵ فروردین به بعد) این منطقه از خطر سرمازدگی کمتری برخوردار است. هرچند با توجه به دوره‌های بازگشت، وقوع یک یخبندان ملایم در ۱۲ فروردین در هر پنج سال یک بار و هجده فروردین در هر ده سال یک بار در منطقه محتمل است ولی می‌توان این منطقه‌ی را یک منطقه‌ی کم‌خطر در نظر گرفت.

بنابراین با توجه به نتایج فوق پیشنهاد می‌گردد که با توجه به پهنه‌های مشخص شده، جهت گسترش باغات جدید از انتخاب گونه‌هایی که در اسفند به گل می‌نشینند، خودداری شود. در صورت امکان از گونه‌هایی که زمان گلدهی آنها در فروردین است، استفاده شود. همچنین با صدور پیش‌بینی‌های لازم در هر یک از مناطق در معرض آسیب به باغداران جهت مواجهه با سرمازدگی هشدارهای لازم و به موقع داده شود.

### منابع و مأخذ

- ۱- براتی، غلامرضا (۱۳۷۵). طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران، رساله دکتری. گروه جغرافیا. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- بهیار، محمدباقر (۱۳۸۲). بررسی سرمازدگی در استان چهارمحال بختیاری از دیدگاه همدیدی-دینامیکی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. تابستان ۱۳۸۲. شماره مسلسل ۶۹.
- ۳- خلجی، مهدی (۱۳۸۰). پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای تعدادی از گیاهان زراعی و باغی در استان چهارمحال و بختیاری. نهال و بذر. جلد ۱۷. شماره ۲.
- ۴- رحیمی، محمد (۱۳۷۸). بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره در البرز مرکزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۵- سمیعی، محمود و همکاران (۱۳۶۷). تجزیه و تحلیل اقلیمی اطلاعات و احتمالات تاریخ شروع و خاتمه یخبندان پاییزه و بهاره در آستانه‌های بحرانی دما و طول فصل رویش در ایران، انتشارات سازمان هواشناسی کشور.
- ۶- ضیایی، علیرضا و دیگران (۱۳۸۵). تعیین اطلس وقوع حداقل دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. شماره ۳.
- ۷- علیزاده، امین (۱۳۷۳). بررسی تاریخ اولین وقوع یخبندان‌های پاییزه و آخرین وقوع یخبندان‌های بهاره در استان خراسان، گزارش‌نهایی طرح‌پژوهشی حوزه معاونت پژوهشی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۸- علیزاده، امین (۱۳۸۵). هیدرولوژی کاربردی، چاپ چهاردهم. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.
- ۹- قطره‌سامانی، سعید (۱۳۸۲). تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال و بختیاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران.
- ۱۰- کاویانی محمدرضا، حسینی سیدحسن و اسماعیل اسدی بروجنی (۱۳۸۱). تعیین احتمال وقوع تجربی و دوره بازگشت حداقل دما در ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت‌ماه در باغ‌های بادام منطقه سامان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم. شماره سوم.
- ۱۱- کمالی، غلامعلی (۱۳۶۸). سرماهای زیان بخش به کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی مطالعه موردی؛ تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۶۴-۶۳. زمستان ۸۰ و بهار ۸۱.
- ۱۲- مجردقره‌باغ، فیروز (۱۳۷۶). تحلیل و پیش‌بینی یخبندان در آذربایجان، رساله‌ی دکتری. دانشگاه تربیت مدرس.

- ۱۳- میردهقان، سیدحسین، راحمی، مجید (۱۳۸۱). کاهش خسارات سرمازدگی میوه انار با گرمادهی متناوب، مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۱۰.
- ۱۴- هاشمی، فریدون (۱۳۴۸). تجزیه و تحلیل استاتستیکی از سرمای تهران، انتشارات تحقیقات و بررسی‌های علمی هواشناسی کل کشور.

- 15- Aron,R. Gat,Z (1991):"Estimating chilling duration from daily temperature extremes and elevation in Israel" Climate Research. April 1991.Vo 11.
- 16- Cai,Chong and Others(2006): "Seasonal variation in the development of chilling injury in 'O'Henry' peaches", Scientia Horticulturae 110 (2006) 79-83.
- 17- Khokhar, Khalid Mahmud, P. Hadley , S. Pearson(2007):" Effect of cold temperature durations of onion sets in store on the incidence of bolting, bulbing and seed yield", Scientia Horticulturae 112 (2007) 16-22.
- 18- Lindkvist, L., T. Gustavsson and J. Bogren( 2000):" A frost assessment method for mountainous areas". Agriculture for Meteorologist Journal.102: 51-67.
- 19- Lurie,S.Carlos H.(2005):" Chilling injury in peach and nectarine" Post harvest Biology and Technology 37 (2005) 195-208.
- 20- Sameshima,R and Others(2007):"Mapping of first-frost-day and risk of frost damage on soybeans" Journal of Agriculture meteorology , 63(1)- 2007.
- 21- Thom, H. C. & R. H. Shaw. (1958):" Climatologically Analysis of Freeze Data for IOWA". Monthly Weather Review 86.
- 22- Vargas, R, C and Others (2006): "Seasonal variation in the development of chilling injury in 'O'Henry' peaches"Scientia Horticulturae 110 (2006) 79-83.