



پژوهش‌های کشاورزی



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشگاه میوه‌های معتدله و سردسیری

دستور العمل

پیش‌بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان‌های استان اصفهان



نگارندگان

امیر هوشنگ جلالی و علیرضا نیکوئی

اعضاء هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

۱۳۹۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری

دستورالعمل پیش بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان های استان اصفهان

۱۳۹۹

عنوان: پیش بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان های استان اصفهان

نویسنده (گان): دکتر امیر هوشنگ جلالی، دکتر علیرضا نیکویی

ویراستاران: دکتر جلیل دژم پور، دکتر علی ایمانی

نام ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری

این دستورات عمل حاصل از اجرای پروژه تحقیقاتی تحت عنوان " بهینه سازی مدیریت، فناوری و بهره وری تولید

گیاهان زراعی و باغی به منظور ارائه الگوی کشت در استان اصفهان " با شماره ۹۷۱۳۲۵-۹۷۱۳۲۵-۲۹۰-۰۳-۳۸-۲۴

می باشد.

تاریخ نشر: ۱۳۹۹

تعداد صفحات: ۳۴

شمارگان: محدود

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

این نشریه با شمارهمورخ..... از مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج جاده محمد شهر - انتهای خیابان شهید همت - موسسه تحقیقات علوم باغبانی

تلفن: ۰۲۶-۳۶۷۰۵۰۶۲ - دورنگار: ۰۲۶-۳۶۷۰۸۹۵ - کد پستی: ۳۱۷۷۷۷۴۱۱ - صندوق پستی: ۱۴۷-۳۱۷۵۵

<http://www.hsri.ac.ir>

فهرست مطالب

صفحه	عناوین
۱	۱- هدف
۱	۲- دامنه
۱	۳- مخاطبین
۱	۴- تعاریف
۲	۵- پیش بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان های استان اصفهان
۲	۵-۱- چکیده
۳	۵-۲- مقدمه
۸	۵-۳- دستورالعمل
۱۱	۵-۳-۱- اردستان
۱۲	۵-۳-۲- اصفهان
۱۳	۵-۳-۳- برخوار
۱۴	۵-۳-۴- بوئین و میان دشت
۱۵	۵-۳-۵- تیران و کرون
۱۶	۵-۳-۶- چادگان
۱۷	۵-۳-۷- خواسار
۱۸	۵-۳-۸- دهاقان
۱۹	۵-۳-۹- سمیرم
۲۰	۵-۳-۱۰- شاهین شهر و میمه
۲۱	۵-۳-۱۱- شهرضا
۲۲	۵-۳-۱۲- فریدن
۲۳	۵-۳-۱۳- فریدون شهر
۲۴	۵-۳-۱۴- فلاورجان
۲۵	۵-۳-۱۵- گلپایگان
۲۶	۵-۳-۱۶- لنجان
۲۷	۵-۳-۱۷- مبارکه
۲۸	۵-۳-۱۸- نایین

صفحه	عناوین
۲۹	۵-۳-۱۹-نجف آباد.....
۳۰	۵-۳-۲۰-نطنز.....
۳۱	۵-۳-۲۱-کاشان.....
۳۲	۶-نتیجه گیری و توصیه.....
۳۴	۷-سپاسگزاری.....
۳۴	۸-منابع.....

۱- هدف

این دستورالعمل برای راهنمایی و کمک به باغداران علاقه‌مند به احداث باغ بادام در استان اصفهان تهیه شده است. در این دستورالعمل سعی شده با توجه به آمار درازمدت هواشناسی احتمال وقوع دماهایی که پتانسیل سرمازدگی بهاره برای باغ‌های بادام را دارند تعیین و با توجه به دامنه تحمل گیاه، احتمال برخورد مرحله گلدهی گیاه با این دماها ارائه شود.

۲- دامنه

دامنه کاربرد این دستورالعمل کلیه شهرستان‌های استان اصفهان که در آن باغ بادام وجود دارد را شامل می‌شود.

۳- مخاطبین

مخاطبین این دستورالعمل شامل کارشناسان و کلیه باغداران علاقه‌مند به کشت بادام در استان اصفهان اعم از آن گروه که سابقه کشت بادام دارند و یا اینکه به تازگی تصمیم به احداث باغ را دارند می‌شود.

۴- تعاریف

سرمای بهاره: عبارت از دماهای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد است که در پایان زمستان (اسفندماه) و اوایل بهار (فروردین‌ماه) رخ می‌دهد

۵- پیش بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان های استان اصفهان

۵-۱- چکیده

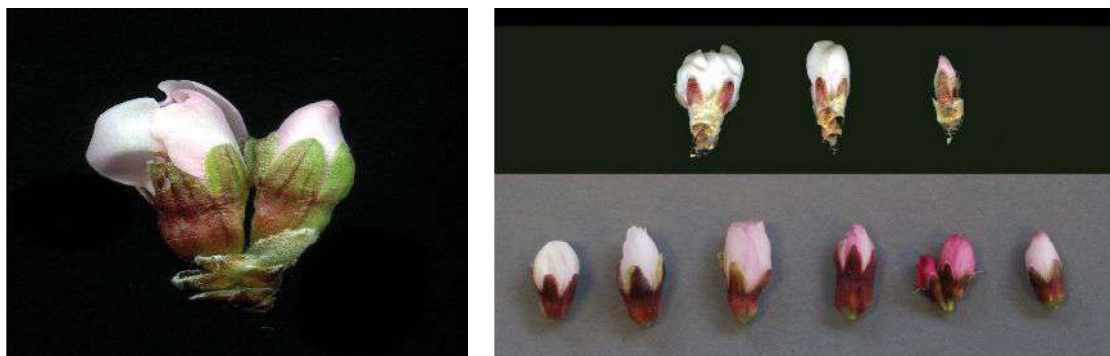
وقوع سرمای بهاره (اسفند و فروردین) یکی از مشکلات مهم در مناطق بادام کاری استان اصفهان محسوب می شود که موجب افت قابل توجه عملکرد در برخی از سال ها می شود. بر اساس آمار درازمدت ایستگاه های هواشناسی استان اصفهان احتمال وقوع دمای صفر درجه سانتی گراد و کمتر سه دهه اسفندماه در شهرستان های بوئین و میان دشت، تیران و کرون، چادگان، خوانسار، فریدون شهر و نجف آباد برابر ۱۰۰ درصد است. در این شهرستان ها احتمال وقوع دمای صفر درجه سانتی گراد و کمتر در دهه اول فروردین غالباً کمتر از ۳۰ درصد است. شهرستان فریدن تنها شهرستانی است که در دهه اول فروردین نیز احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در آن معادل ۱۰۰ درصد است. شهرستان سمیرم نیز که جزو مناطق سرد استان اصفهان است دو دهه اول و دوم اسفندماه احتمال مواجه شدن با دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد معادل ۱۰۰ درصد بوده و در دهه سوم اسفند این احتمال معادل ۵۴/۸ درصد است. در شهرستان های معتدل استان مثل اصفهان، برخوار و شاهین شهر و میمه فقط دهه اول اسفند دارای دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد هستند. در سایر شهرستان های معتدله استان شامل دهاقان، شهرضا، فلاورجان، گلپایگان، لنجان و مبارکه در دو دهه اول و دوم اسفند احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد معادل ۱۰۰ درصد است. از میان چهار شهرستان گرمسیر استان اصفهان، شهرستان اردستان فقط در دهه اول اسفند دارای احتمال ۱۰۰ درصد وقوع سرمای بهاره است و سه شهرستان نایین، نطنز و کاشان در اسفندماه احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد ندارند. پتانسیل تجمع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد پس از تأمین نیاز سرمایی تا پایان اسفندماه در شهرستان های نایین، نطنز، اردستان و کاشان به ترتیب برابر ۴۸۰۰، ۳۰۲۴، ۲۷۶۰ و ۳۳۶۰ ساعت-درجه- رشد بوده است. با توجه به نتایج، برای داشتن توفیق در احداث باغ جدید بادام و یا احیای باغ های موجود، توجه به احتمال وقوع سرمای بهاره و تأمین نیاز دمایی ارقام یکی از مهم ترین عوامل موفقیت محسوب می شوند.

واژه های کلیدی: سرمازدگی، عملکرد، گلدهی

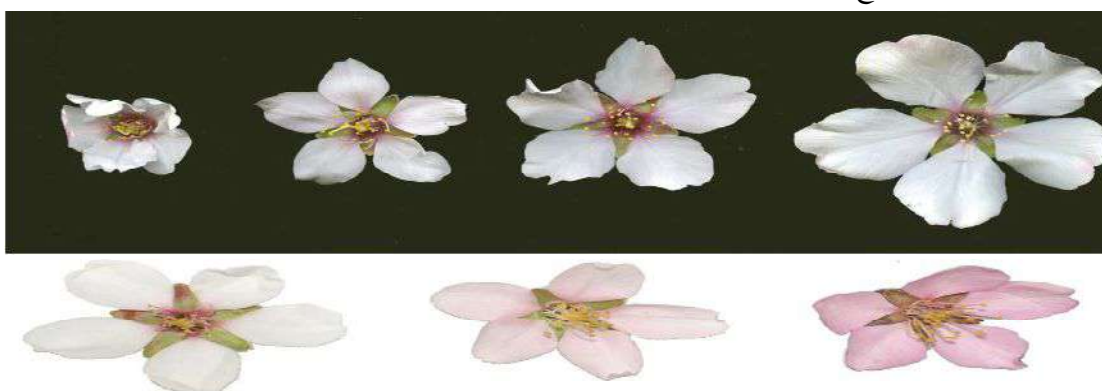
بادام متعلق به جنس *Prunus* و متعلق به خانواده Rosacea بوده و یک گونه دیپلوئید با $n = 8$ محسوب می شود. در مقایسه با گونه های دیگر این جنس که جنبه تجاری آن ها به واسطه گوشت آبدار (میان بر یا مزوکارپ) آن ها است، بادام تنها گونه *Prunus* است که به منظور دانه های آن کشت می شود. مزوکارپ (میان بر) چوب پنبه ای شکل این گیاه فقط در خوراک حیوان یا به عنوان کود مورد استفاده قرار می گیرد؛ بنابراین، بادام علیرغم همبستگی ژنتیکی بسیار نزدیک با سایر میوه های هسته ای و عمدتاً با هلو، معمولاً اغلب به عنوان فندقه محسوب می شود. گونه های بادام وحشی عمدتاً در غرب و آسیای مرکزی و اروپای شرقی توزیع شده اند، با این وجود برخی از جمعیت های آن در مکان های دیگر مانند مغولستان جنوبی و مرکز چین و مرکز اسپانیا نیز یافت می شوند (Gradziel, 2017). بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۸ سطحی معادل ۱۵۶۸۰۰ هکتار از اراضی باغی ایران به باغ بادام اختصاص داده شده و مقدار عملکرد آن با پوست معادل ۸۸۶۵ کیلوگرم در هکتار است. در همین سال سطح کشت و تولید جهانی بادام به ترتیب معادل ۲/۰۷ میلیون هکتار و ۳/۱۸ میلیون تن بادام با پوست بوده است (FAO, 2020). بیش از نیمی از سطح باغات بادام کشور به صورت دیم هستند.

بادام نه تنها در صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی یک گونه بسیار ناهمگون محسوب می شود بلکه از نظر ساختار ژنتیکی و نوع رقم نیز محصولی بسیار متنوع است. علاوه بر این، اکوتیپ های مشخصی که در مناطق مختلف رشد می کنند، اغلب در طول قرن ها از یکدیگر جدا شده اند. در نتیجه، درختان بادام ممکن است یک تنوع قابل ملاحظه در اندازه، شکل و بنیه نشان دهند و از نظر شاخه دهی، رشد و باردهی نیز متفاوت باشند. اندازه جوانه گل، شکل و رنگ گل ها بسته به نوع رقم متغیر است (شکل ۱). تعداد گل در یک تک جوانه هم یک صفت مرتبط با رقم است (شکل). گل های بادام کامل و پنج جزئی و دارای پنج گلبرگ، تعداد متغیر پرچم و یک مادگی هستند. تعداد پرچم ها بین ۲۰ تا ۳۰ عدد در نوسان است، اما ممکن است به ۴۰ عدد هم برسد. گل ها از نظر رنگ و اندازه نیز متفاوت اند (شکل ۲) (Marti et al., 2015). انگیزش جوانه گل در بادام به صورت جانبی و بر روی سیخک (اسپور) و شاخه های قوی سال جاری (یک ساله) و یا مخلوط (اسپور و یک ساله) صورت می گیرد. عمر باردهی اسپورهای بادام تقریباً ۵ سال است. زمان گلدهی معمولاً در اواخر زمستان یا اوایل بهار است. در مناطق گرم شکوفه دهی برای ارقام مختلف هم زمان بوده ولی در شرایط آب و هوای مدیترانه ای متفاوت است. مراحل فنولوژیکی تبدیل جوانه گل به میوه در شکل ۳ نشان داده شده است (ایمانی و زین العابدینی، ۱۳۹۷).

بادام با آب و هوای مدیترانه ای سازش یافته است؛ در نتیجه، محدوده کشت آن به مناطقی با این نوع آب و هوا محدود می شود. مشخصه آب و هوای مدیترانه ای زمستان های ملایم است، اگرچه ممکن است دوره های یخبندان و تابستان های گرم نیز در برخی از دوره ها دیده شود. بارندگی این مناطق نامنظم است، اما معمولاً مقدار آن کم بوده و عمدتاً در پایان زمستان، آغاز تابستان و در آغاز پاییز رخ می دهد. تأثیر بارندگی ها به ویژه در طول دو مرحله رشد مهم بادام شامل گرده افشانی و برداشت منفی است (Tanino et al., 2010). دیر گلی در بادام و سایر هسته دارهای زود گل صفت بسیار بارز و محسوب می شود زیرا امکان گریز از ریسک سرمای بهاره و خطر خسارت های آن روی اندام زایا را فراهم می کند. در اکثر درختان میوه تاریخ گلدهی دارای وراثت پذیری کمی است. در بادام تاریخ گلدهی ممکن است از سالی به سال دیگر تغییر کند که تحت تأثیر دمای فصل زمستان می باشد (رهنمون و دژم پور، ۱۳۹۵). ویژگی های برخی از ارقام تجاری بادام های موجود در کشور در جدول ۱ و سطوح کشت و عملکرد بادام در استان اصفهان در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱ - تنوع اندازه جوانه گل، شکل و رنگ جوانه ها در بادام (اقتباس از Marti et al., 2015)



شکل ۲ - تنوع گل ها از نظر رنگ و اندازه در بادام (اقتباس از Marti et al., 2015)



شکل ۳ - مراحل فنولوژیک تبدیل جوانه به میوه در بادام (اقتباس از ایمانی و زین العابدینی، ۱۳۹۷).

جدول ۱- برخی ویژگی های ارقام تجاری بادام در ایران (اقتباس از رهنمون و دژم پور، ۱۳۹۵)

ردیف	نام رقم	ویژگی های رقم
۱	شکوفه	اوج گلدهی نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۲۰ روز بعد از اوج گلدهی بوده و ولی شاخصه چسبندگی بالای دم میوه به شاخه حامل قابلیت برداشت مکانیزه آن را قدری دشوار می سازد. ارقام سه‌پند و فرانسیس مناسب برای تلقیح آن هستند.
۲	آذر	اوج گلدهی نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۳۰ روز بعد از اوج گلدهی است. بر اساس مطالعات انجام یافته برای برداشت مکانیزه مناسب است. بپرمحصولی، ثبات عملکرد و بازارپسندی از شاخصه های این رقم است. ارقام یلدا، آراز، شکوفه و نون پاریل مناسب برای تلقیح آن می باشند
۳	یلدا	اوج گلدهی نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۴۰ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام آذر و آراز مناسب برای تلقیح آن می باشند.
۴	سه‌پند	اوج گلدهی نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۴۰ روز بعد از اوج گلدهی است. عملکرد بسیار بالا، سازگاری مطلوب با شرایط اقلیمی از ویژگی های این رقم است. ارقام شکوفه و فرانسیس مناسب برای تلقیح آن می باشند.
۵	فرانسیس	اوج گلدهی نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۴۰ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام سه‌پند و شکوفه برای تلقیح آن مناسب هستند.
۶	نون پاریل	اوج گلدهی اوایل نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۲۵ روز بعد از اوج گلدهی است. این رقم حساسیت زیادی به عارضه فیزیولوژیکی ریزش جوانه های چوب دارد. به دلیل پوست نازکی، رنگ روشن مغز و ابعاد متوسط از مقبولیت قابل توجه برخوردار است. ارقام آذر، آراز و فرانسیس قادر به تلقیح کامل آن می باشند.
۷	A200	اوج گلدهی اواخر نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۳۵ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام فرانسیس، شکوفه و سه‌پند برای تلقیح مناسب هستند.
۸	A230	این رقم تشابهات زیادی با رقم A200 دارد. اوج گلدهی اواخر نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۳۵ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام سه‌پند، فرانسیس و شکوفه قادر به تلقیح آن می باشند از لحاظ ژنتیکی حاصل دورگ گیری بین ارقام نون پاریل و آذر می باشد. اوج گلدهی اوایل نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۲۰ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام اسکندر و نون پاریل برای تلقیح مناسب هستند.
۹	آراز	اوج گلدهی اوایل نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۲۰ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام اسکندر و نون پاریل برای تلقیح مناسب هستند.
۱۰	اسکندر	این رقم سلکسیون شده از بین نتاج تلاقی ارقام فرانسیس و نون پاریل است. اوج گلدهی اوایل نیمه دوم فروردین، رسیدن میوه این رقم حدود ۱۲۵ روز بعد از اوج گلدهی است. ارقام آراز، یلدا و آذر گرده دهنده های مناسبی برای تلقیح آن هستند.

ردیف	نام رقم	ویژگی های رقم
۱۱	آیدین	رقم خود ناسازگار با عادت رشد عمودی و با اندازه درخت بزرگ تا خیلی بزرگ، خیلی دیر گل، خیلی پر بار و عادت باردهی تیپ اسپور، میوه درشت با پوست سخت و قابل توصیه برای کشت در مناطق با ریسک سرمازدگی ولی دارای تناوب باردهی زیاد و با مدیریت باغبانی قابل تقلیل می باشد. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن سهند، فرانسیس، شکوفه، شاهرود ۷ و شاهرود ۸ هستند
۱۲	صبا	رقم خود ناسازگار با عادت رشد گسترده و با اندازه درخت بزرگ، دیر گل، پر بار با عادت باردهی مخلوط و میوه درشت با پوست کاغذی و کیفیت میوه خوب و مناسب برای تازه خوری و دارای تناوب باردهی کم که با مدیریت باغبانی قابل رفع می باشد. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن آراز، اسکندر و آذر هستند
۱۳	مامایی	رقم خود ناسازگار با عادت رشد گسترده و با اندازه درخت بزرگ، خیلی زود گل، عادت باردهی تیپ یک ساله، پر بار با اندازه میوه درشت، دوقلویی مغز زیاد و خیلی سنگی و قابل توصیه برای کشت در مناطق بدون ریسک سرمازدگی. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن ربیع و سفید هستند
۱۴	ربیع	رقم خود ناسازگار با عادت رشد عمودی و با اندازه درخت بزرگ، خیلی زود گل، پر بار و عادت باردهی تیپ اسپور دوقلویی مغز زیاد و میوه خیلی سنگی و قابل توصیه برای کشت در مناطق بدون ریسک سرمازدگی. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن مامایی و سفید هستند.
۱۵	سفید	رقم خود ناسازگار با عادت رشد نیمه عمودی و با اندازه درخت متوسط تا بزرگ، خیلی زود گل، متوسط بار و عادت باردهی مخلوط، کیفیت میوه خیلی عالی و پوست میوه کاغذی ولی قابل توصیه برای کشت در مناطق بدون ریسک سرمازدگی. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن مامایی و ربیع هستند
۱۶	شاهرود ۷	خیلی دیر گل، پر بار و عادت باردهی تیپ اسپور و میوه درشت با دوقلویی مغز متوسط و پوست چوبی سخت و قابل توصیه برای کشت در مناطق با ریسک سرمازدگی و دارای تناوب باردهی زیاد بوده که با مدیریت باغبانی قابل تقلیل می باشد. ارقام آیدین، فرانسیس، شاهرود ۸، شکوفه و سهند قادر به تلقیح کامل آن می باشند.
۱۷	شاهرود ۸	رقم خود ناسازگار با عادت رشد نیمه گسترده و با اندازه درخت بزرگ تا خیلی بزرگ، پر بار و عادت باردهی تیپ اسپور و میوه درشت با دوقلویی مغز کم و پوست چوبی سخت و قابل توصیه برای کشت در مناطق با ریسک سرمازدگی و دارای تناوب باردهی کم تا متوسط بوده که با مدیریت باغبانی قابل تقلیل می باشد. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن آیدین، شکوفه و سهند هستند
۱۸	تونو	رقم خود سازگار با عادت رشد نیمه گسترده و با اندازه درخت بزرگ تا خیلی بزرگ، دیر گل تا خیلی دیر گل، پر بار و عادت باردهی تیپ اسپور و میوه درشت با دوقلویی مغز متوسط و پوست چوبی سخت و قابل توصیه برای کشت در مناطق با ریسک سرمازدگی و دارای تناوب باردهی کم بوده که با مدیریت باغبانی قابل تقلیل می باشد. ارقام مناسب گرده دهنده برای آن شاهرود ۱۷ و نان پاریل هستند که باعث افزایش محصول می شوند.

پیش بینی وقوع سرمازدگی بهاره در بادامستان های استان اصفهان

جدول ۲- مقایسه سطح و میزان عملکرد بادام در شهرستان های مختلف استان اصفهان (۹۶-۹۷)*

(اقتباس از آمارنامه کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۹۸)

ردیف	نام شهرستان	سطح زیر کشت غیر بارور (هکتار)	سطح زیر کشت بارور (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱	اردستان	۱۳	۳۰۷	۵۳۷
۲	اصفهان	۷	۳۲۸	**۹۱/۵
۳	برخوار	۱	۲	۵۰۰
۴	بوئین و میان دشت	۱۶ (۱۶۴)	۲۳۱ (۲۵۰)	۱۶۵ (۲۰)
۵	تیران و کرون	۴۵	۱۳۳۰ (۳۶)	۱۳۰۸ (۱۶۱۱)
۶	چادگان	۱۵۸ (۳۴۵)	۵۰۹ (۳۵۳)	۱۰۲۲
۷	خوانسار	۷ (۲۱)	۲۵۷ (۳۰۱)	۱۴۵۹ (۹۹۰)
۸	دهاقان	۱ (۵)	۳۱ (۱۱۹)	۷۷۴ (۷۶)
۹	سمیرم	۴ (۶۵۰)	۴۸ (۲۹۷)	۱۳۰ (۲)
۱۰	شاهین شهر و میمه	۸	۹۹	۱۳۱۳
۱۱	شهرضا	۴	۱۰۵	۵۷۱
۱۲	فریدن	۴۵	۹۵	۶۱۵
۱۳	فریدون شهر	۱۳۰ (۱۶۹)	۴۴۸ (۲۰۳)	۲۲۳ (۴۹)
۱۴	فلورجان	۵	۱	۲۰۰۰
۱۵	کاشان	۱۰	۶۴۸	۸۷۹
۱۶	گلپایگان	۵	۲۲۴	۱۰۶۱
۱۷	لنجان	۱۰۰	۷۴۸	۹۳۶
۱۸	مبارکه	۵	۲۰	۷۰۰
۱۹	نایین	۱	۱۵۲	۱۳۲
۲۰	نجف آباد	۲۵	۶۱۶	۳۹۳۹
۲۱	نطنز	۱۲	۱۸۸	۲۶۳۳

* اعداد داخل پرانتز سطوح یا عملکرد دیم هستند.

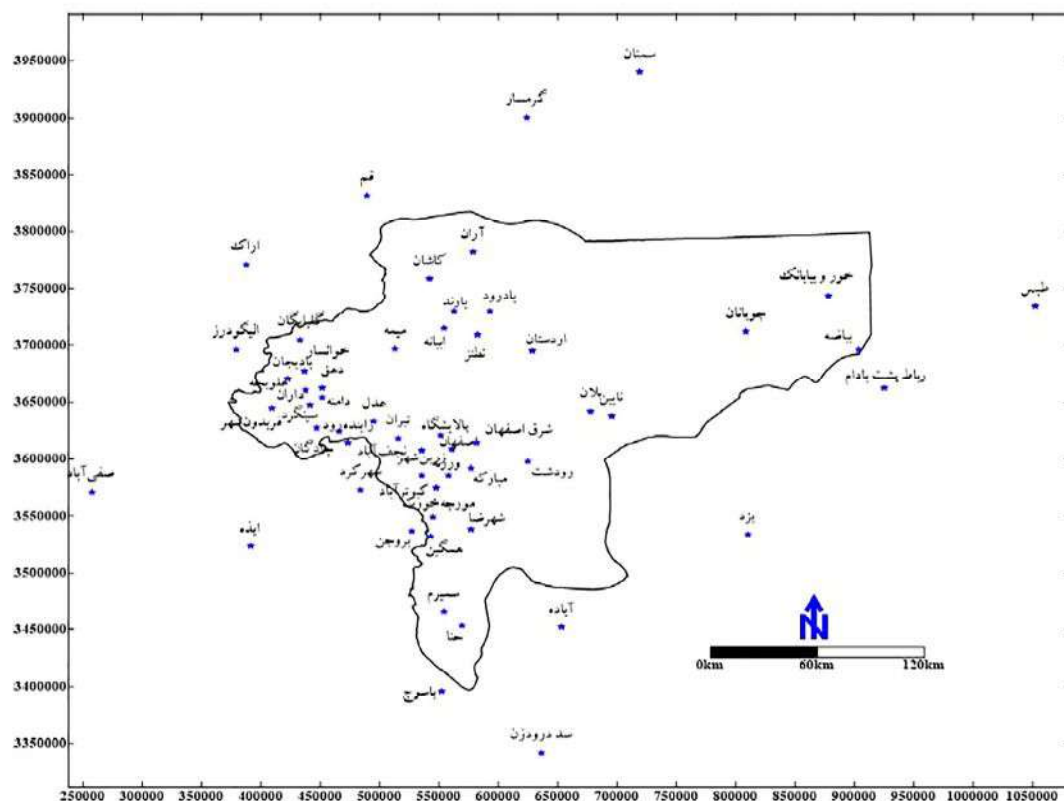
** عملکردها در برخی از شهرستان ها به دلیل سرمازدگی نوسان زیاد دارد. ممکن است در برخی از سال ها به بیش از ۳ تن در هکتار و در برخی از سال ها به صفر برسد

به دنبال سرد شدن هوا در پاییز، خواب در بادام تحریک شده و باعث مقاومت این گیاه به سرمای زمستانه می شود. در گونه های مختلف جنس *Prunus* جوانه های گل و آوندهای چوبی به سرما حساس هستند. در اواسط زمستان دمای کشته شده (که باعث مرگ ۵۰ درصد گیاه شود) برای آوندهای چوبی و جوانه های گل به ترتیب $3/35-28/7$ و $28/7$ درجه سانتی گراد است (Ashworth and Wisniewski, 1991). در گونه *Prunus* تولید تعداد زیاد گل در طی گل دهی و تولید دیر هنگام گل باعث اجتناب از برخورد گلدهی گیاه در بهار می شود.

به دلیل این که توسعه گلدهی به دما وابسته است، بروز دماهای پایین پس از شروع شکوفه دهی منجر به طولانی شدن مدت شکوفه دهی می شود، درحالی که دمای گرم تر از شرایط طبیعی نتیجه اش فشرده شدن دوره شکوفه دهی است. در گونه *Prunus* جوانه های رویشی و جوانه گل به طور جداگانه رشد می یابد و گلدهی معمولاً قبل از برگ دهی است. تقریباً گل ها و میوه های جوان همه درختان میوه برگ ریز به آسیب یخ زدگی حساس هستند. در نتیجه، آسیب سرمای بهار، یک عامل محدودکننده عمده در تولید و انتشار محصولات باغی است. فراوانی و شدت دماهای یخبندان در هنگام شکوفایی گل و رشد اولیه میوه تعیین می کند که آیا بادام در یک محل خاص تولید بشود یا نه. قهوه ای شدن تخمدان، گلبرگ و مادگی از علائم خسارت سرما در بادام هستند. از آنجایی که بادام از گونه های زود گل ده است، کشت بادام به مناطقی با خطر کم سرماهای بهاره محدود شده است. با توجه به وقوع سرماهای بهاره در مناطق مدیترانه ای افت عملکرد ناشی از این عامل طبیعی محتمل است. به همین دلیل اصلاحگران تولید ارقام دید گل بادام را مورد توجه قرار داده اند. جوانه های گل (هنوز گلبرگ ها باز نشده) تا $7-$ درجه سانتی گراد را تحمل می کنند اما با ظهور گلبرگ ها دمای $1-$ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت می تواند خسارت فراوانی به عملکرد وارد نماید. تعیین حد آستانه تحمل سرمای بهاره با توجه به تفاوت ارقام، مدت سرما، سن درخت، موقعیت شاخه درخت و شرایط دمایی قبل از وقوع سرما بسیار مشکل است (Brewer, 1978).

۳-۵- دستورالعمل

در نوشتار حاضر برای محاسبه احتمال وقوع دماهای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در بهار در نزدیک به ۱۰ هزار هکتار سطح بادام موجود در استان اصفهان از آمار ۳۰ ساله ۵۶ ایستگاه کلیماتولوژی و سینتوپتیک در شکل ۴ استفاده شد (البته در برخی از ایستگاه ها آمار کمتر از ۳۰ سال موجود بود). محدوده وقوع دماهای کمتر از صفر درجه سانتی گراد از دهه اول اسفند تا دهه سوم فروردین در نظر گرفته شد. برای محاسبه درصد احتمال وقوع دماهای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در هر دهه، متوسط حداقل دمای آن ماه در نظر گرفته شد و کاهش دما به صفر و پایین تر از آن با توجه به این دما محاسبه شد. با توجه به شرایط اقلیمی استان اصفهان و سابقه کشت بادام در نواحی مختلف، در تمام مناطق نیاز سرمایی (Chilling Unit) بادام قابل تأمین است. در این پژوهش با استفاده از مدل واحد سرمایی یوتا (Richardson et al., 1974) احتمال دریافت واحد سرمایی لازم در طی دوره خواب فیزیولوژیک بر اساس زمان شروع خواب فیزیولوژیک محاسبه شد (جدول ۳ و ۴). این نیاز در مورد برخی از ارقام بادام از ۷۰ تا ۴۴۲ واحد نیاز سرمایی گزارش شده است (دژم پور، ۱۳۹۲). البته نیاز سرمایی کاملاً وابسته به رقم بوده و در برخی حالات به نزدیک ۱۰۰۰ واحد نیاز سرمایی نیز می رسد (Egea et al., 2003). بادام تکمیل دوره رشد نیاز به جذب مقدار مشخصی دما برحسب ساعت می باشد و برخی اوقات از آن بانام درجه-ساعت -رشد (Growth Degree Hours) یاد می شود. این نیاز دمایی ممکن است در ارقام مختلف از ۴۵۰۰ تا بیش از ۸۰۰۰ واحد متفاوت باشد (دژم پور، ۱۳۹۲). برای ارائه راهنما جهت تخمین نیاز دمایی ارقام مختلف در هر شهرستان با توجه به دمای پایه $4/5$ درجه سانتی گراد (Alonso et al., 2005)، مقدار دمای قابل جذب در دهه های مختلف ماه های پس از طی شدن خواب فیزیولوژیک (اواخر زمستان و اوایل بهار) تعیین شد. به طور مشخص دستورالعمل حاضر می گوید احتمال وقوع دماهایی که پتانسیل خسارت سرمازدگی بهاره به بادام رادارند را مشخص نموده و با توجه به آمار هواشناسی بلندمدت قابلیت تأمین نیاز دمایی در ماه های منتهی به گل دهی در بهار را نیز تعیین نماید. به عبارت ساده یک بهره بردار به پشتوانه آمار بلندمدت اراده شده در این دستورالعمل قادر خواهد بود نسبت به انتخاب رقم متناسب با منطقه خود اقدام نماید. علاوه بر این دستورالعمل می تواند با برآورد پتانسیل خسارت سرمای بهاره در هر منطقه از استان اصفهان، در تعیین حق بیمه محصول بادام در هر شهرستان نیز قابل استفاده باشد.



شکل ۴- نام و موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی منتخب در داخل و خارج از استان اصفهان

جدول ۳- دمای مؤثر و غیر مؤثر واحد نیاز سرمایی بر اساس مدل یوتا (درجه- ساعات -رشد)

اقتباس از (Richardson et al., 1974)

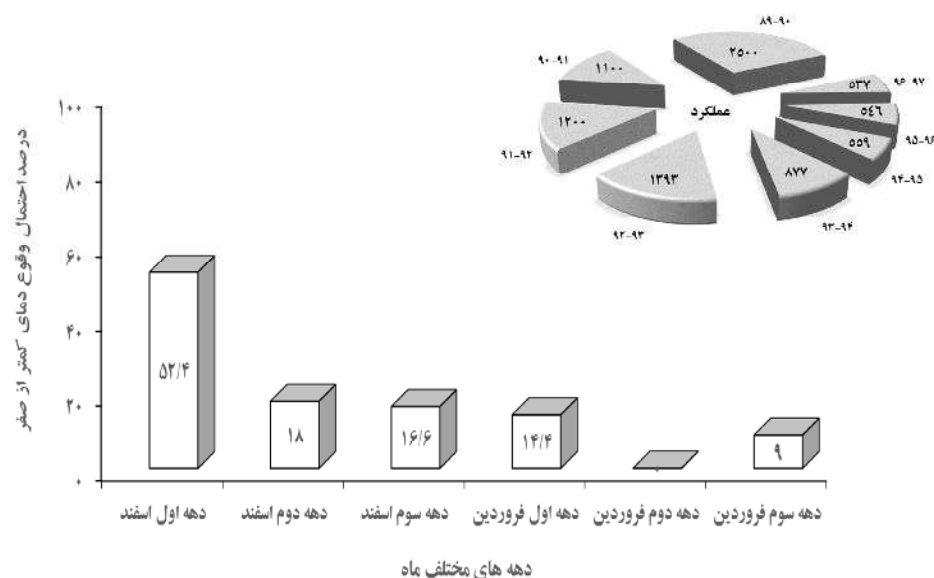
واحد نیاز سرمایی	دما (درجه سانتی‌گراد) در هر ساعت
۰	کمتر از ۱/۴
۰/۵	۱/۵-۲/۴
۰/۱	۲/۵-۹/۱
۰/۵	۹/۲-۱۲/۴
۰	۱۲/۵-۱۵/۹
-۰/۵	۱۶/۰-۱۷/۹
-۱	بیش از ۱۸

جدول ۴- محاسبه پتانسیل تأمین نیاز سرمایی ماه‌های مختلف (درجه- ساعات -رشد) در شهرستان‌های استان اصفهان بر اساس مدل یوتا. بر اساس فرمول (Richardson et al., 1974)

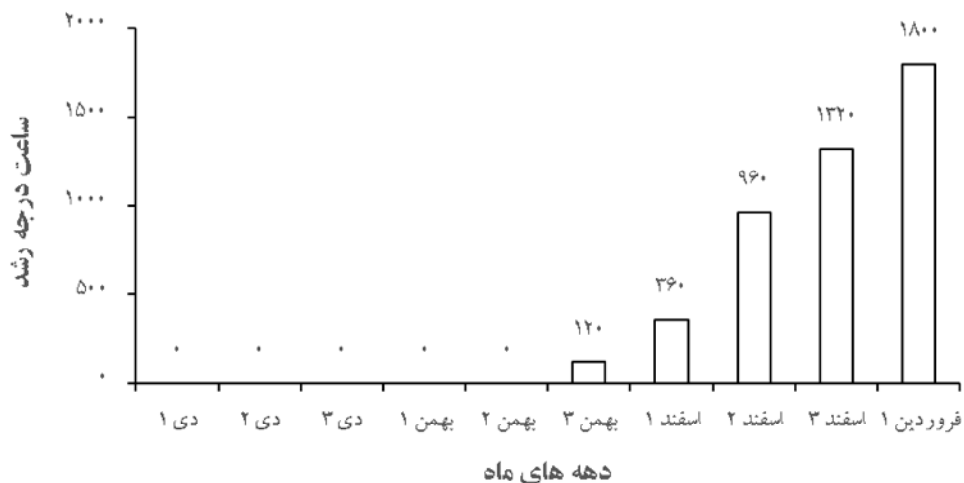
نام شهرستان	آبان			آذر			دی			بهمن			اسفند			فروردین		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
اردستان	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۱۲۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰
نطنز	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۱۲۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰
نابین	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۲۴۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰
کاشان	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰
اصفهان	-	-	-	-	-	۶۰	۲۴۰	۲۴۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰
فلاورجان	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
مبارکه	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
برخور	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
نجف آباد	-	-	-	-	-	-	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
لنجان	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
شاهین شهر	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	۲۴۰	۱۲۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
شهرضا	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
دهاقان	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
خوانسار	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
گلپایگان	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
بوئین	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
فریدون شهر	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
فریدن	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
چادگان	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
سمیرم	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
تیران و کرون	-	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰

۵-۳-۱- اردستان

آخرین سطح کشت ثبت شده برای باغات بادام بارور در شهرستان اردستان سطحی معادل ۳۰۷ هکتار را نشان می دهد که عملکردی معادل ۵۳۷ کیلوگرم در هکتار داشته است. در برخی از سال ها عملکرد به حدود ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می رسد. شهرستان اردستان جزو مناطق گرم استان اصفهان محسوب می شود و کشت بادام در نواحی کوهستانی این شهرستان انجام می شود. همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است با عبور از دهه اول اسفند احتمال وقوع دماهای کمتر از صفر کمتر از ۲۰ درصد است. البته باید توجه داشت که ایستگاه های هواشناسی مرتبط با ناحیه بادام کاری این شهرستان فاصله قابل توجهی دارد و بهتر است برای احداث باغ بادام از ارقامی استفاده شود که در اسفندماه گل دهی نداشته باشد. برای استفاده از ارقام مختلف از شکل ۶ می توان به عنوان راهنمای نیاز دمایی استفاده کرد. مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت از دهه سوم بهمن آغاز شده و تا پایان اسفند به ۲۷۶۰ ساعت درجه رشد بالغ می گردد.



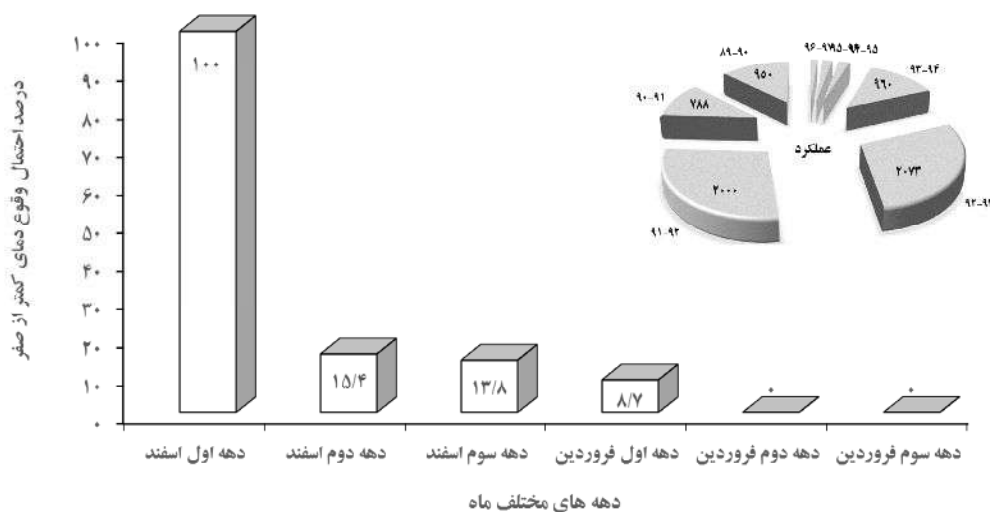
شکل ۵- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان اردستان



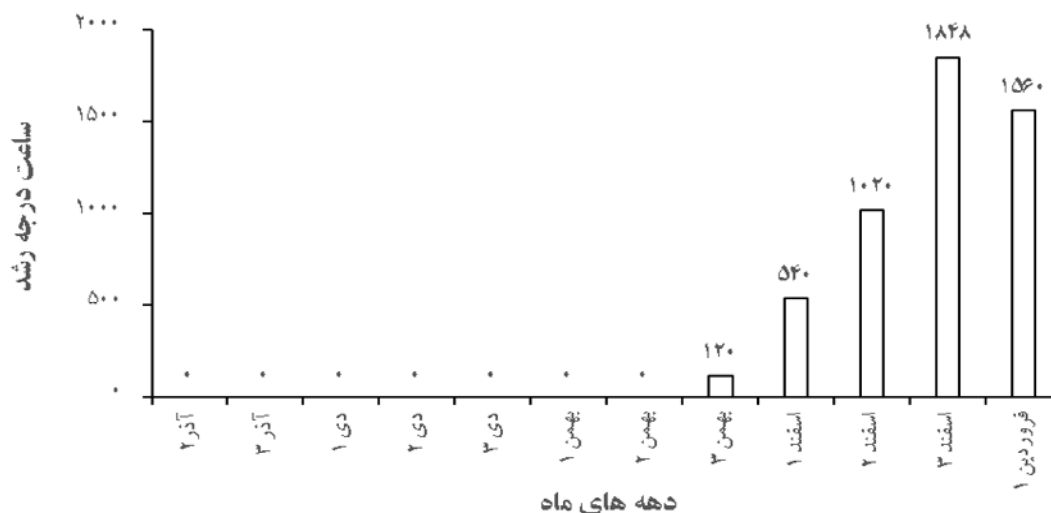
شکل ۶- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۲-اصفهان

سطح کشت بادام بارور در این شهرستان با توجه به آمار سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶ معادل ۳۲۸ هکتار بوده که فقط ۹۱/۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد داشته است. این مقدار عملکرد بیانگر خسارت سرمازدگی و کم آبی در این شهرستان بوده است و در سال های نرمال عملکرد به ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بالغ می گردد. بر اساس آمار درازمدت هواشناسی احتمال وقوع سرماهای کمتر از صفر درجه سانتی گراد پس از دهه اول اسفند نسبتاً ناچیز است (شکل ۷). باین وجود باید توجه داشت که دهه اول اسفند حتماً دماهای زیر صفر را تجربه خواهد نمود. مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت قبل از بهار برای این شهرستان برابر ۳۵۲۸ ساعت درجه رشد است (شکل ۸).



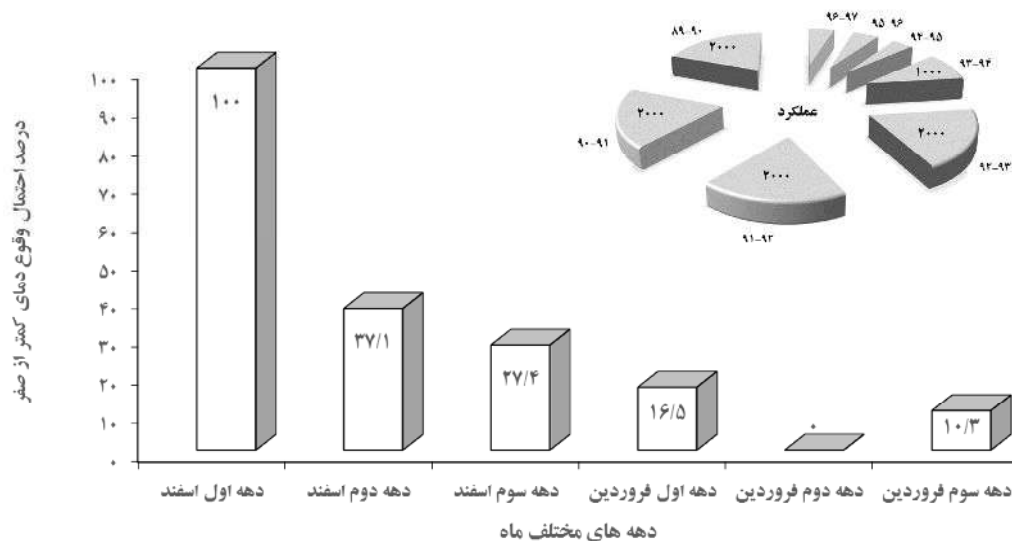
شکل ۷- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان اصفهان



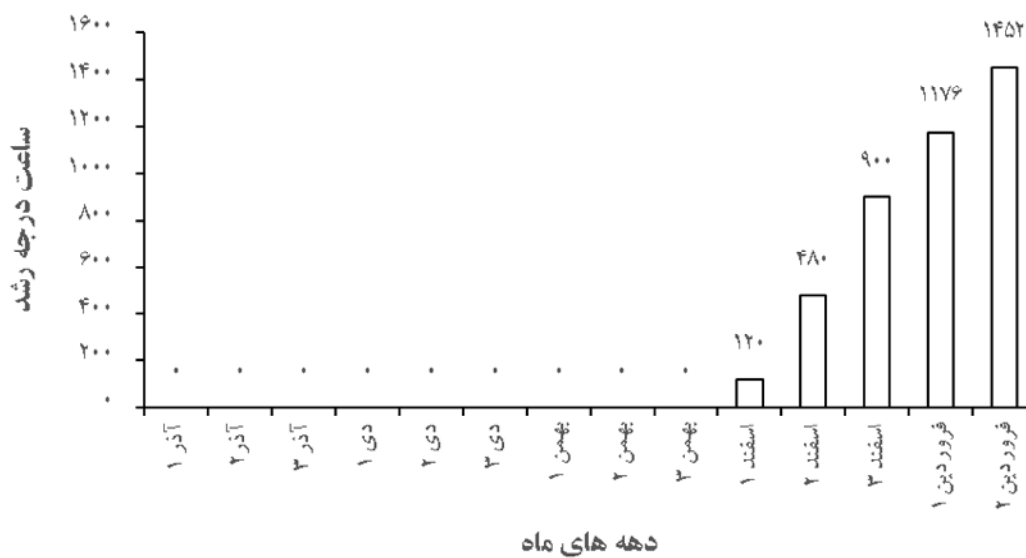
شکل ۸- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۳-برخوار

این شهرستان فقط ۲ هکتار سطح زیر کشت بادام بارور دارد و مقایسه عملکرد در هکتار در چندساله گذشته این شهرستان بیانگر عملکرد قابل حصول ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۹). احتمال دماهای کمتر از صفر حتی در دهه های دوم و سوم اسفند در این شهرستان هنوز قابل توجه است. مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه برای این شهرستان برابر ۱۵۰۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۱۰).



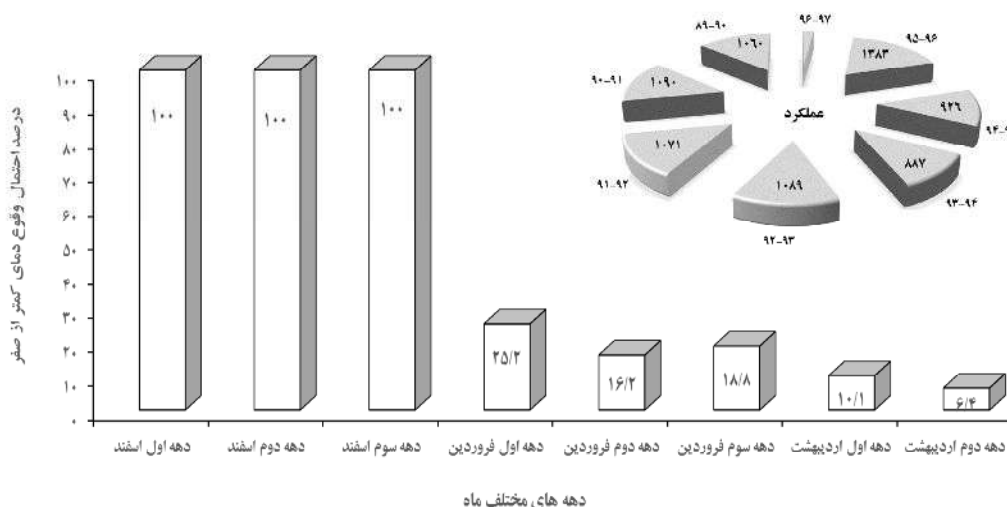
شکل ۹- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان برخوار



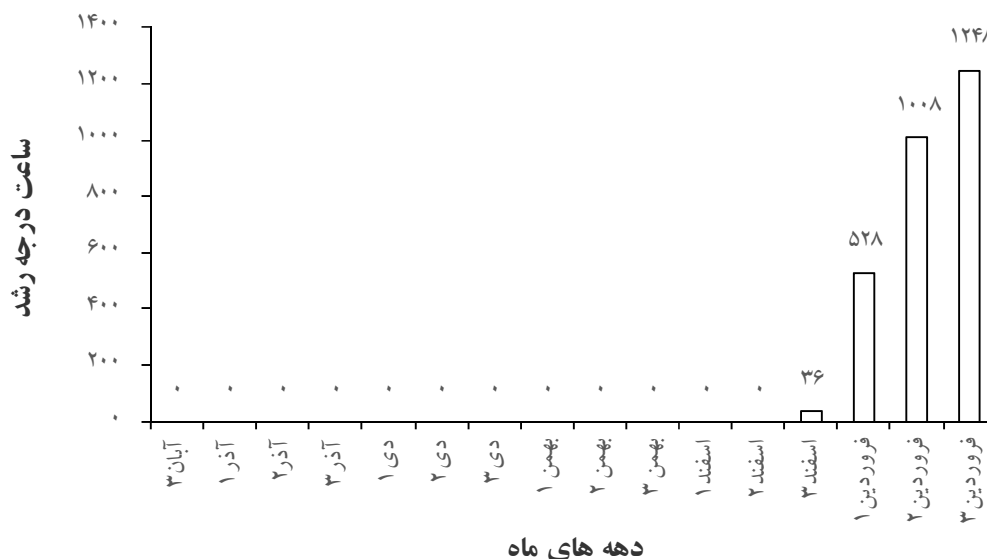
شکل ۱۰- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۴- بوئین و میان دشت

سطح زیر کشت بادام بارور این شهرستان ۲۳۱ هکتار آبی و ۲۵۰ هکتار به صورت دیم است. این شهرستان جزو مناطق سردسیر استان اصفهان محسوب می شود و کمتر با شرایط خشک سالی مواجه است. عملکرد کشت آبی بادام در این شهرستان به ندرت بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. احتمال سرمازدگی در اسفندماه برای این شهرستان ۱۰۰ درصد و در فروردین نیز ۲۵-۱۶ درصد احتمال سرمازدگی بهاره وجود دارد (شکل ۱۱). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه در این شهرستان ناچیز بوده و بخش عمده تأمین دما به فروردین ماه مربوط می شود (۲۷۸۴ ساعت درجه رشد) (شکل ۱۲).



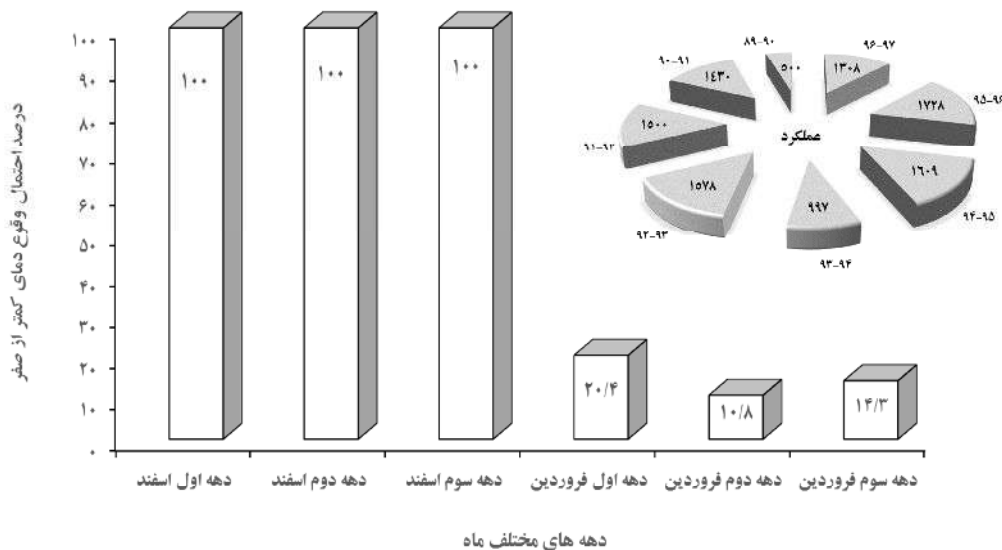
شکل ۱۱- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد از اسفند اردیبهشت ماه شهرستان بوئین و میان دشت



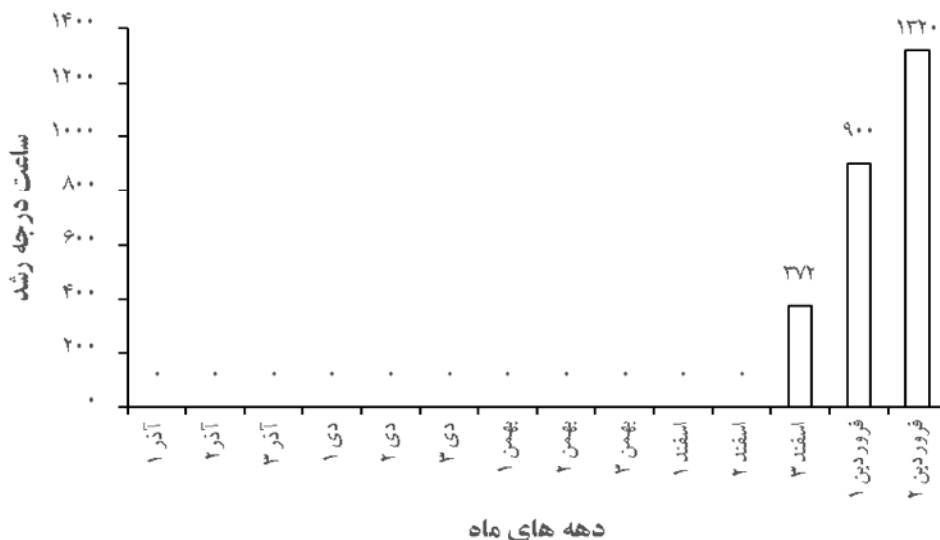
شکل ۱۲- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۵- تیران و کرون

۱۳۳۰ هکتار از اراضی کشاورزی این شهرستان به کشت بادام آبی و ۳۶ هکتار به کشت بادام دیم اختصاص یافته است. این شهرستان از نظر سطح کشت بادام مقام اول را در استان اصفهان داراست. این شهرستان از نظر اقلیمی مرز بین اقلیم سرد و اقلیم معتدل استان محسوب می شود. در یک دوره ۸ ساله حداکثر عملکرد به دست آمده برای کشت آبی بادام اندکی بیش از ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. ریسک سرمای بهاره در اسفند بالا بوده و حتی در دهه اول فروردین ماه نیز مقدار آن به ۲۰ درصد می رسد (شکل ۱۳). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه فقط ۳۷۲ ساعت درجه رشد است و بیشترین پتانسیل تأمین نیاز دمایی به فروردین ماه موکول می شود (شکل ۱۴).



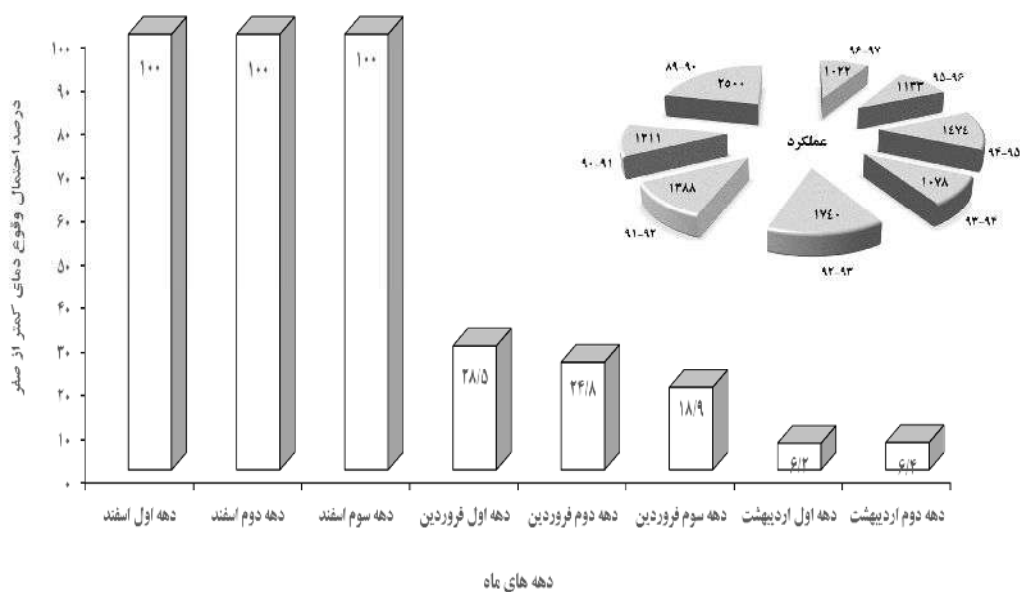
شکل ۱۳- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان تیران و کرون



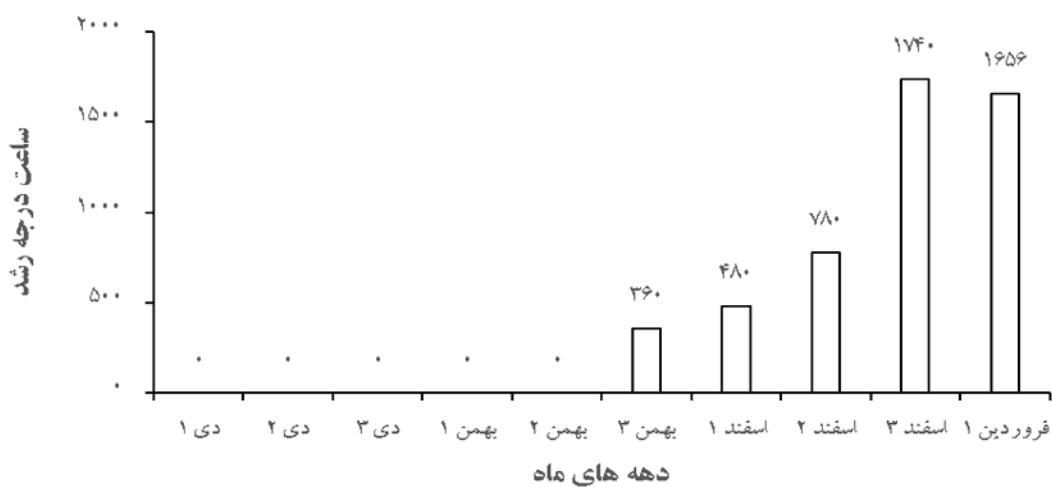
شکل ۱۴- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۶-چادگان

در این شهرستان ۵۰۹ هکتار باغ بادام بارور به صورت کشت آبی و ۳۵۳ هکتار به صورت کشت دیم وجود دارد. نکته قابل توجه در این شهرستان آن است که باغ غیر بارور به صورت آبی و دیم نیز به ترتیب سطحی معادل ۱۵۸ و ۳۴۵ هکتار را به خود اختصاص داده است که بیانگر افزایش سطح بارور در سال های آتی است. عملکرد بادام در کشت آبی در این شهرستان گاهی به حدود ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می رسد. با توجه به سردسیری بودن این شهرستان احتمال سرمازدگی بهاره در اسفندماه قطعی بوده و در دو دهه اول فروردین ماه نیز بیش از ۲۵ درصد است (شکل ۱۵). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت از دهه آخر بهمن تا آخر اسفندماه برای این شهرستان برابر ۳۳۶۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۱۶)



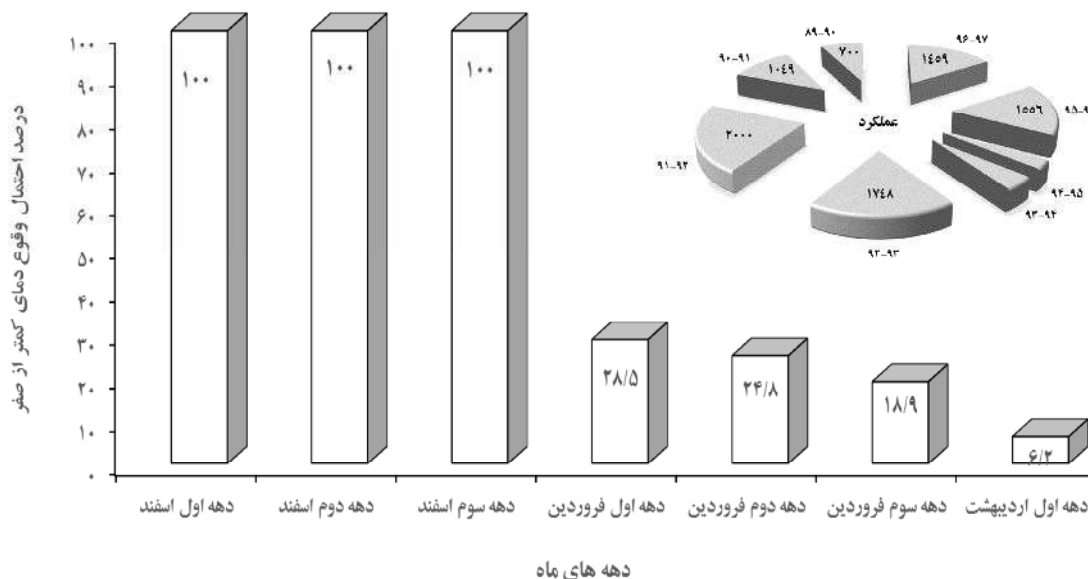
شکل ۱۵- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان چادگان



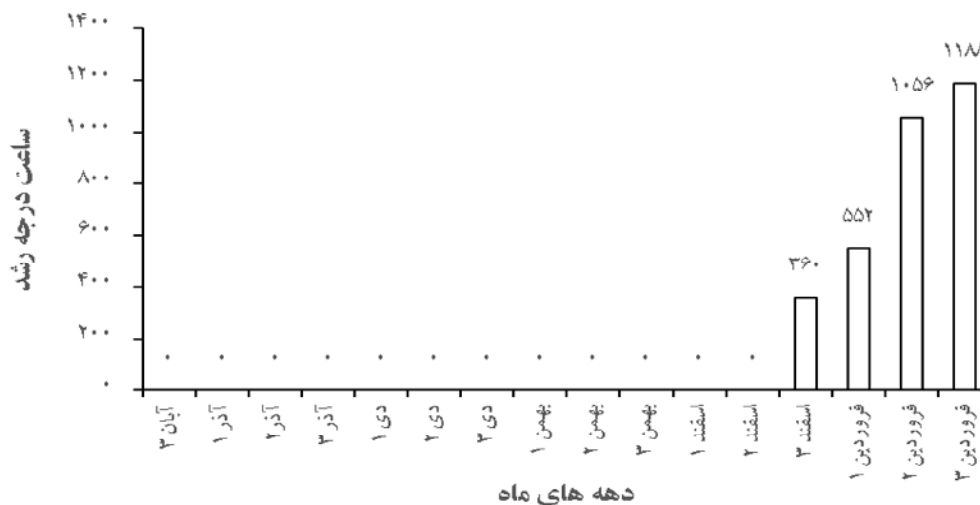
شکل ۱۶- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۷- خوانسار

سطح کشت بارور بادام دیم در شهرستان خوانسار معادل ۳۰۱ هکتار است که نسبت به سطح کشت آب آن که معادل ۲۵۷ هکتار می باشد، ۱۷ درصد بیشتر است. عملکرد بادام آبی این شهرستان در سال های مناسب به ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بالغ می گردد و عملکرد دیم بستگی تام به میزان بارش های سالیانه دارد. علاوه بر احتمال بالای سرمازدگی بهاره در اسفند، در فروردین ماه نیز احتمال سرمازدگی بهاره بیش از ۲۵ درصد است (شکل ۱۷). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفند و فروردین برای این شهرستان به ترتیب ۹۱۲ و ۲۲۴۴ ساعت درجه رشد است (شکل ۱۸).

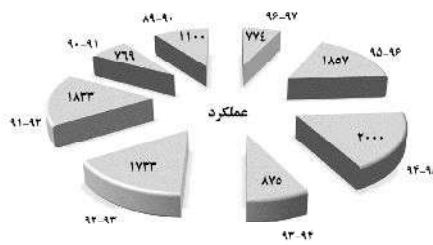
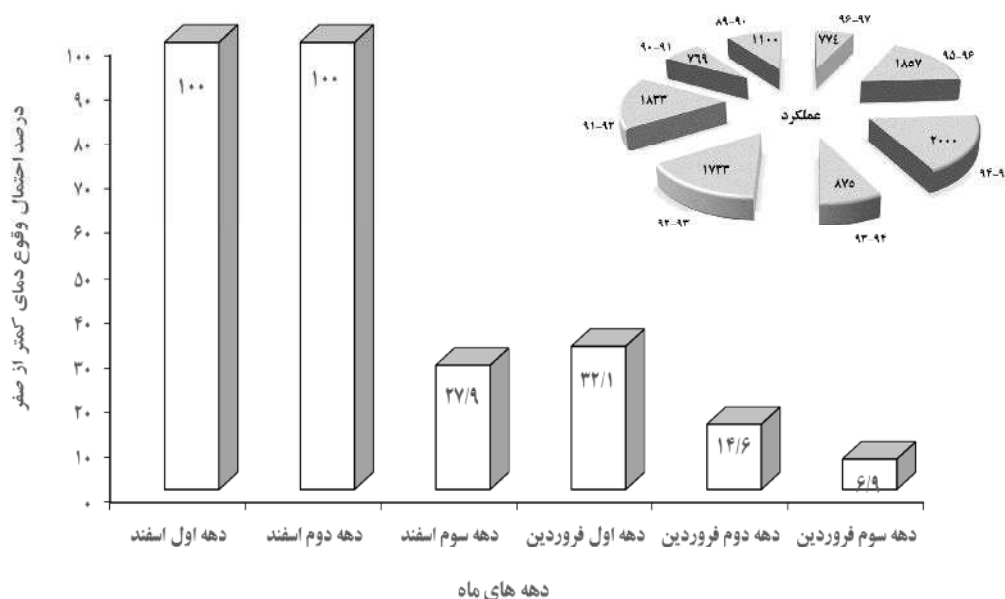


شکل ۱۷- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان خوانسار

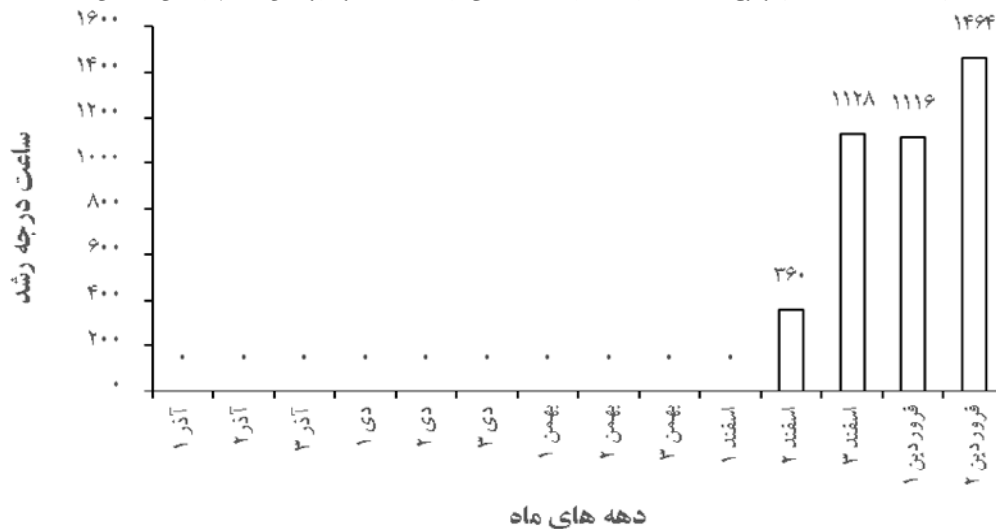


شکل ۱۸- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

سطح کشت ۱۱۹ هکتاری کشت دیم بادام در شهرستان دهاقان حدود ۴ برابر سطح زیر کشت آبی این محصول است. بر اساس آمار اگرچه عملکرد کشت آبی در برخی از سال ها به ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می رسد اما عملکرد دیم به ندرت بیش از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. از دهه سوم اسفند تا دهه دوم فروردین احتمال وقوع سرمازدگی نزدیک به ۳۰ درصد و اندکی بیش از آن است (شکل ۱۹). به نظر می رسد کشت دیم بادام در این شهرستان علاوه بر جنبه های اقتصادی برای کشاورز، حفاظت آب و خاک را نیز مدنظر دارد. مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه برای این شهرستان ۱۴۸۸ ساعت درجه رشد است که تفکیک آن در شکل ۲۰ نشان داده شده است.



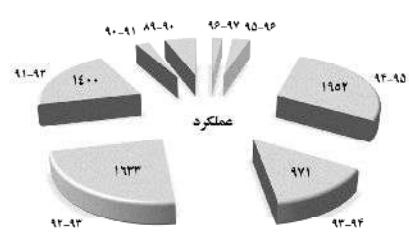
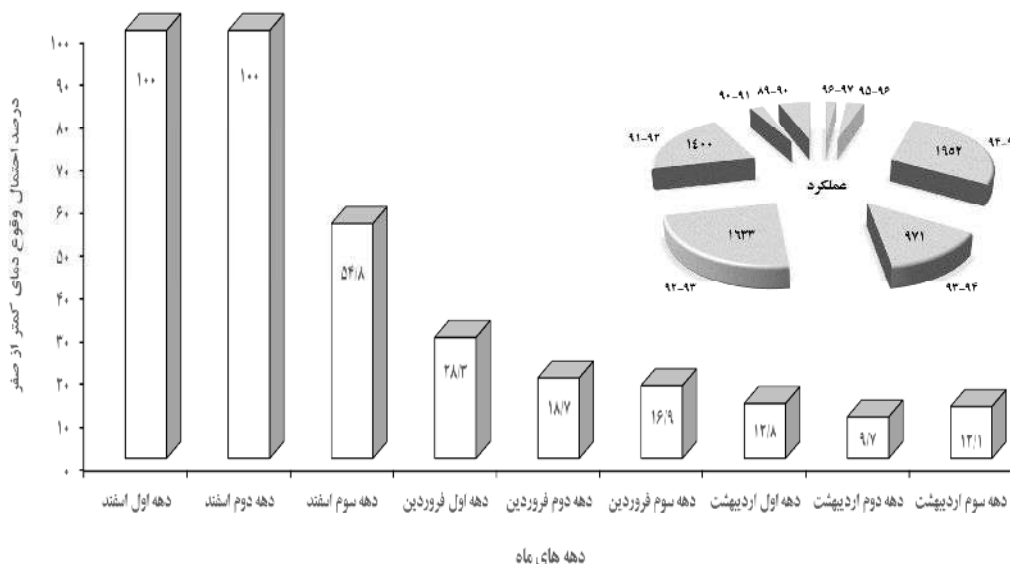
شکل ۱۹- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان دهاقان



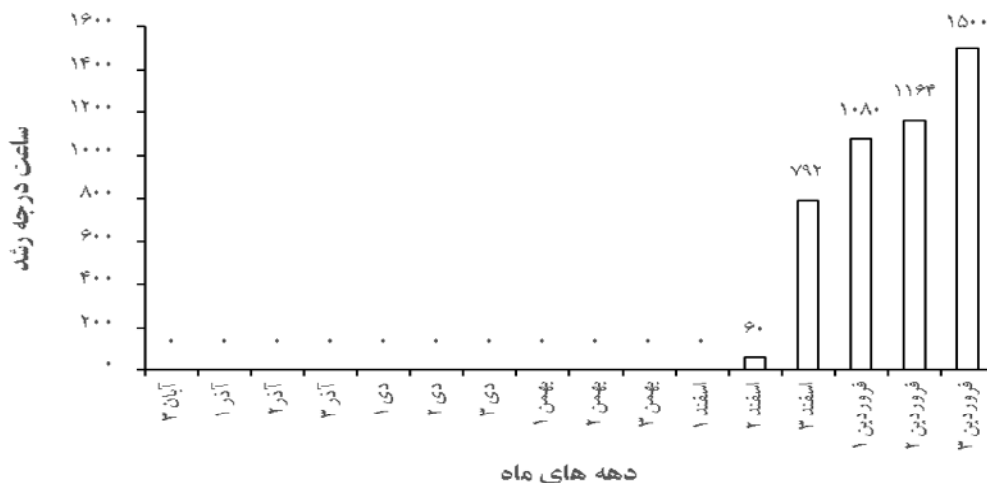
شکل ۲۰- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۹-سمیرم

این شهرستان نیز از جمله مناطق سرد استان اصفهان است. سطح زیر کشت بادام دیم در این شهرستان ۲۹۷ هکتار است که حدود ۶ برابر سطح زیر کشت آبی است. وجود ۶۵۰ هکتار سطح زیر کشت بادام دیم غیر بارور بیانگر این مطلب است که سرمایه گذاری این شهرستان برای کشت بادام بیشتر به سمت کشت دیم است. عملکرد کشت آبی در برخی از سال ها به ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار نزدیک می شود اما عملکرد کشت دیم در شرایط مناسب فقط ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. سرمای تداوم دار این ناحیه حتی احتمال سرمازدگی بهاره را تا آخر اردیبهشت فراهم می کند اما بیشترین درصد احتمال وقوع سرمازدگی در اسفندماه است (شکل ۲۱). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت قبل از شروع فصل بهار برای این شهرستان ۸۵۲ ساعت درجه رشد است (شکل ۲۲).



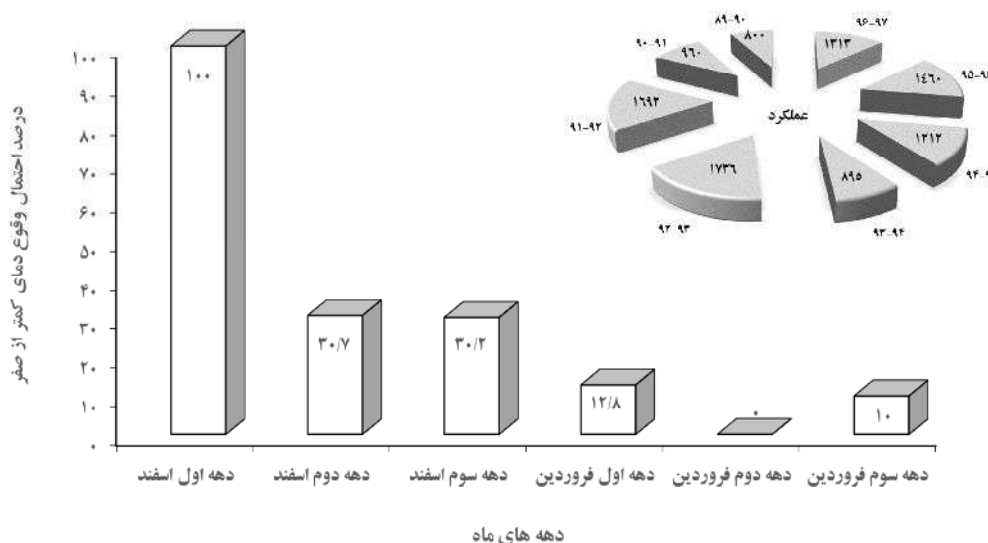
شکل ۲۱- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان سمیرم



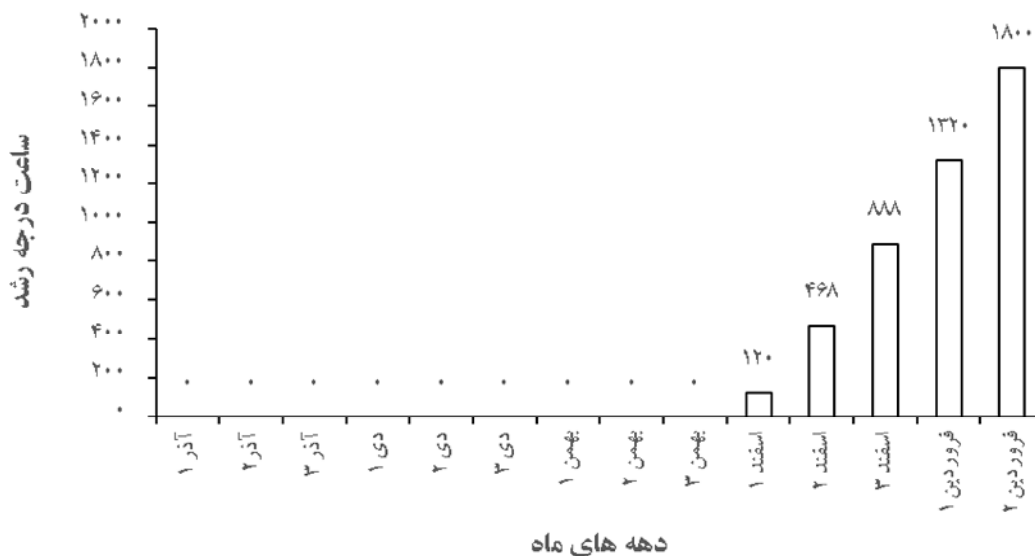
شکل ۲۲- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۰- شاهین شهر و میمه

حدود ۱۰۰ هکتار کشت آبی بادام در این شهرستان وجود دارد و دامنه عملکرد در طی ۸ سال از ۸۰۰ تا ۱۷۳۶ کیلوگرم در هکتار در نوسان بوده است. احتمال سرمازدگی در دهه دوم و سوم اسفندماه حدود ۳۰ درصد است اما در فروردین ماه احتمال وقوع سرمازدگی اندک است (شکل ۲۳). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در سه دهه اسفند برای این شهرستان ۱۴۷۶ ساعت درجه رشد است (شکل ۲۴).



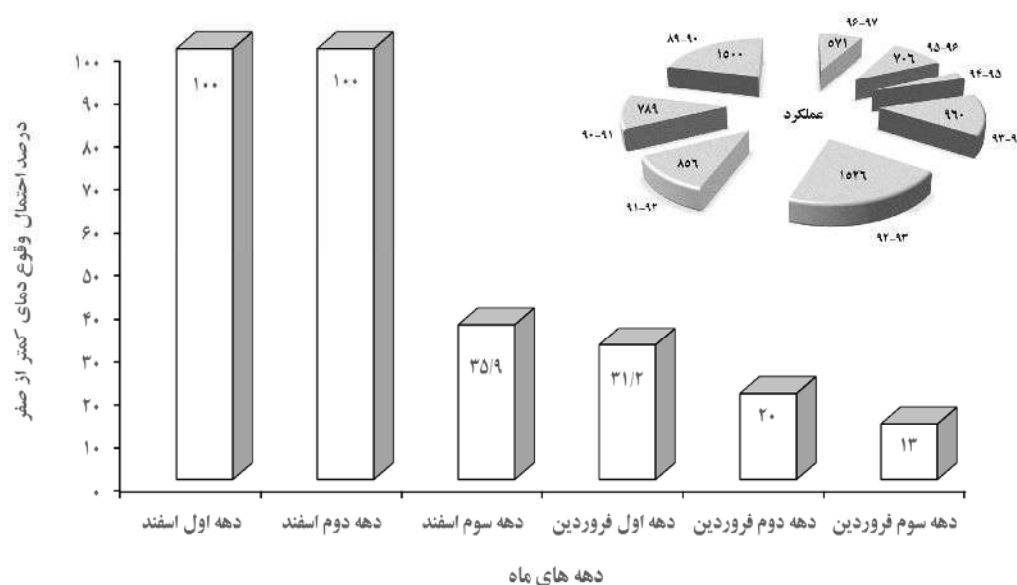
شکل ۲۳- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان سمیرم



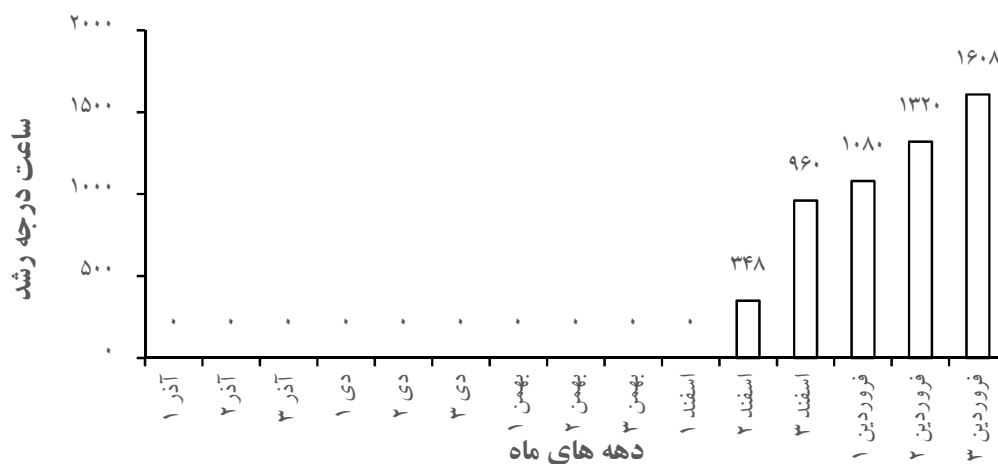
شکل ۲۴- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۱-شهرضا

۱۰۵ هکتار کشت آبی بادام در شهرستان شهرضا وجود دارد. عملکرد بادام در این شهرستان غالباً کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده و در شرایط بهینه به ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد. در دو دهه اول اسفند احتمال سرمازدگی بهاره حداکثر بوده و احتمال ۳۰ درصد سرمازدگی بهاره حتی تا دهه اول فروردین وجود دارد (شکل ۲۵). با توجه به این که مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی‌گراد قابل دریافت در دو دهه آخر اسفند برای این شهرستان ۱۳۰۸ ساعت درجه رشد است، در انتخاب رقم مناسب باید به این موضوع توجه داشت (شکل ۲۶).



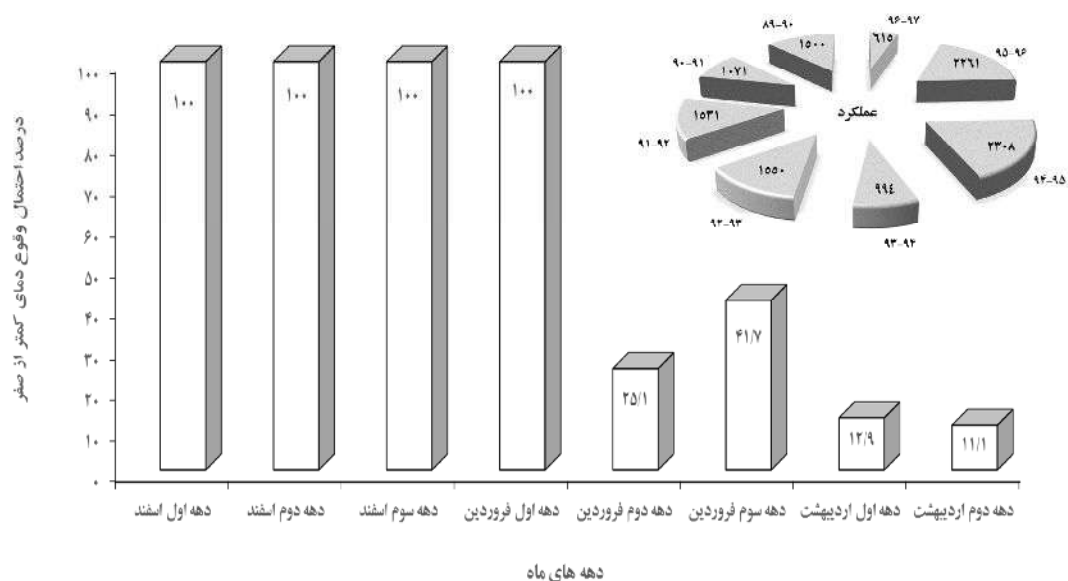
شکل ۲۵- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان شهرضا



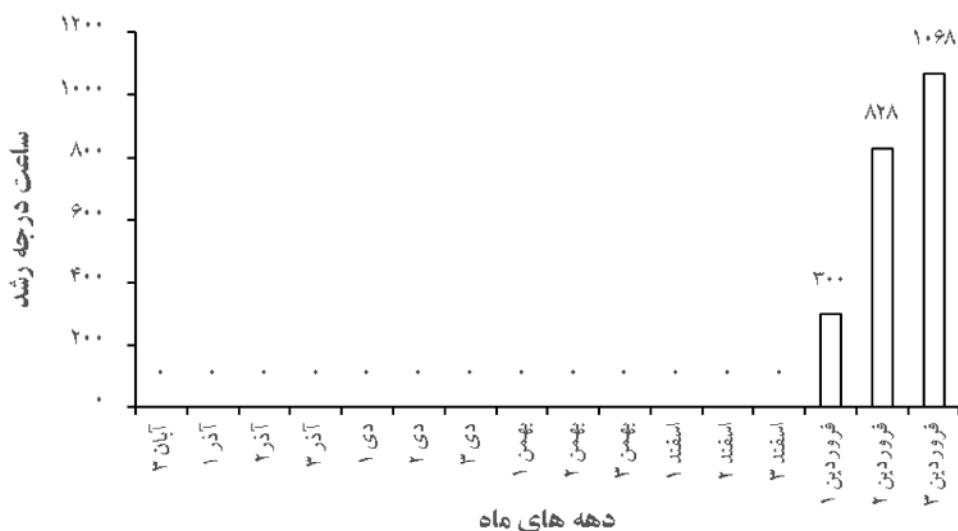
شکل ۲۶- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی‌گراد برحسب ساعت در دهه‌های مختلف ماه‌های مختلف

۵-۳-۱۲- فریدن

در این شهرستان سردسیری استان اصفهان ۹۵ هکتار کشت بادام به صورت آبی وجود دارد. عملکردهای بیش از ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در برخی از سالها در این شهرستان دیده شده است. در این شهرستان هم احتمال دمای سرمازدگی ۱۰۰ درصد تا دهه اول فروردین وجود دارد و هم نوسانات ماههای بعدازآن شدید است (شکل ۲۷)؛ بنابراین مدیریت تنش سرمایی و انتخاب رقم در این شهرستان دشوار است. مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی-گراد در فروردین قابل دریافت بوده و دماهای اسفندماه نقشی در تأمین نیاز سرمایی بادام ندارد (شکل ۲۸).



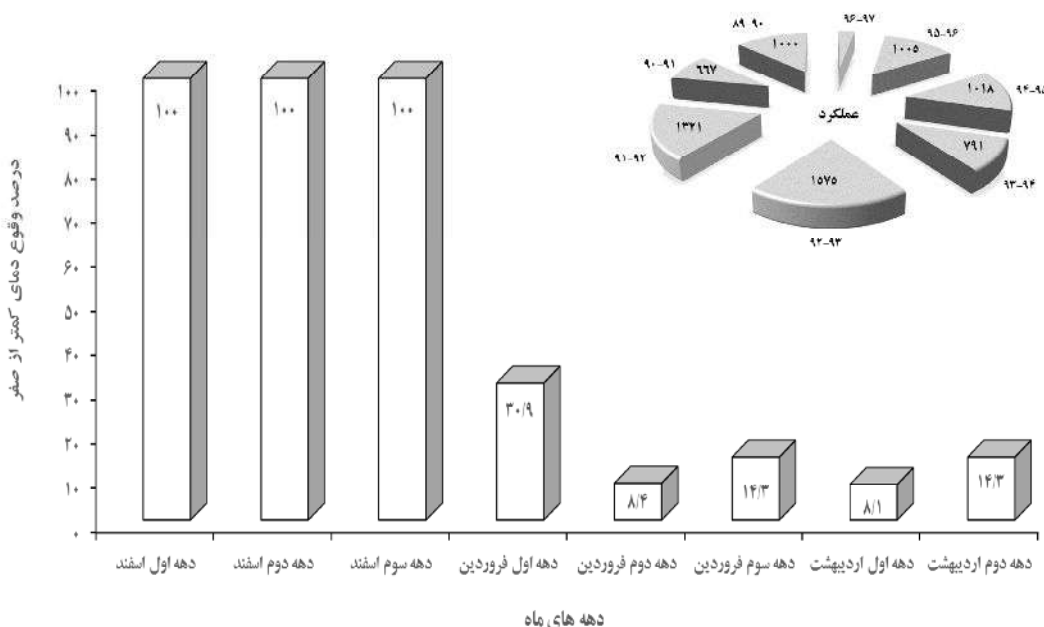
شکل ۲۷- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی-گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان فریدن



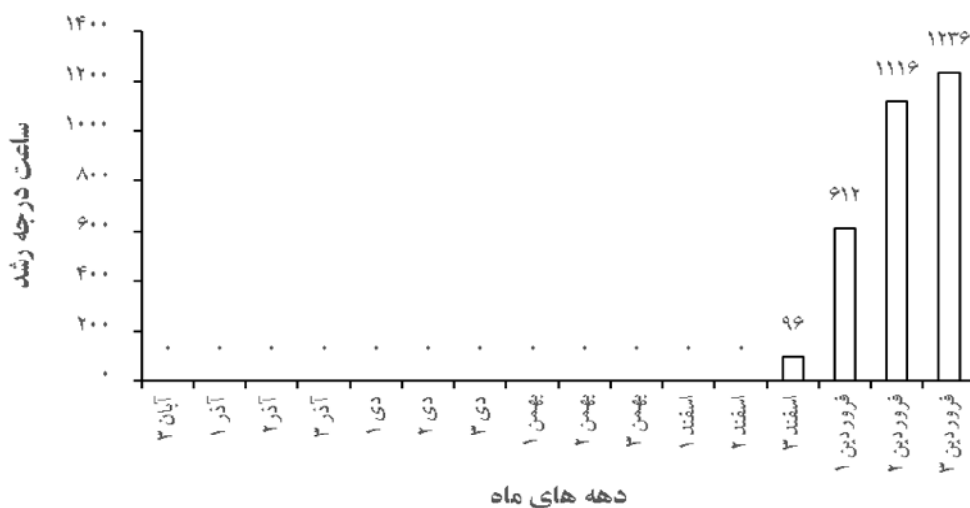
شکل ۲۸- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی-گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۳- فریدون شهر

۱۳۰ هکتار نهال غیر بارور آبی و ۱۶۹ هکتار نهال غیر بارور دیم بیانگر روند رو به رشد باغات بادام در این شهرستان است. در حال حاضر ۴۴۸ هکتار بادام آبی و ۲۰۳ هکتار بادام دیم بارور در این شهرستان موجود است. عملکرد در شرایط آبی به ندرت بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده و عملکرد دیم نیز در شرایط مناسب ۵۰۰-۶۰۰ کیلوگرم در هکتار است. احتمال وقوع دماهایی که منجر به سرمازدگی بهاره می شود حتی تا دهه اول فروردین بالا بوده (بیش از ۳۰ درصد) و بعدازآن کاهش می یابد (شکل ۲۹). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه فقط ۹۶ ساعت درجه رشد است و بخش عمده نیاز سرمایی بادام در این شهرستان در فروردین ماه تأمین می شود (شکل ۳۰).



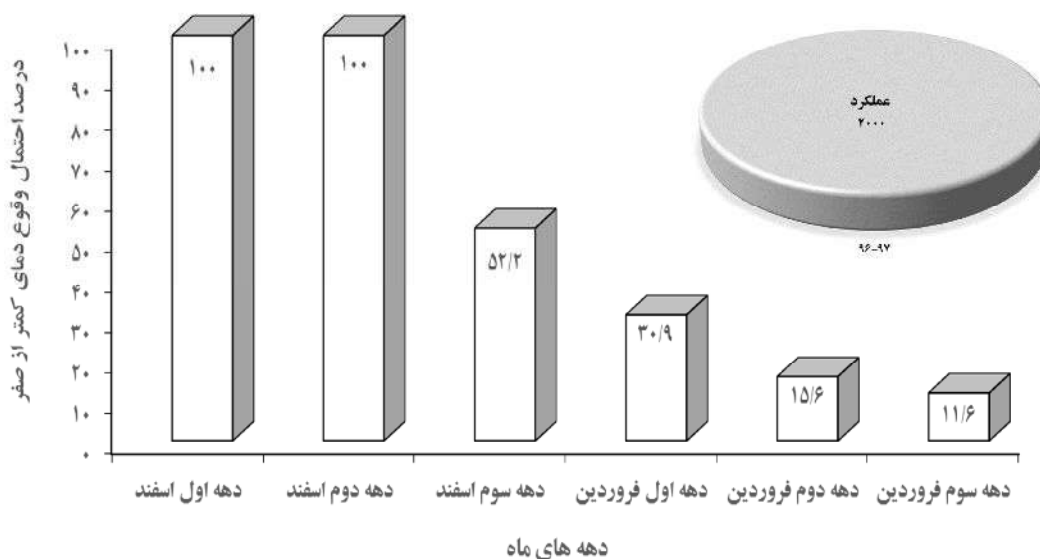
شکل ۲۹- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان فریدون شهر



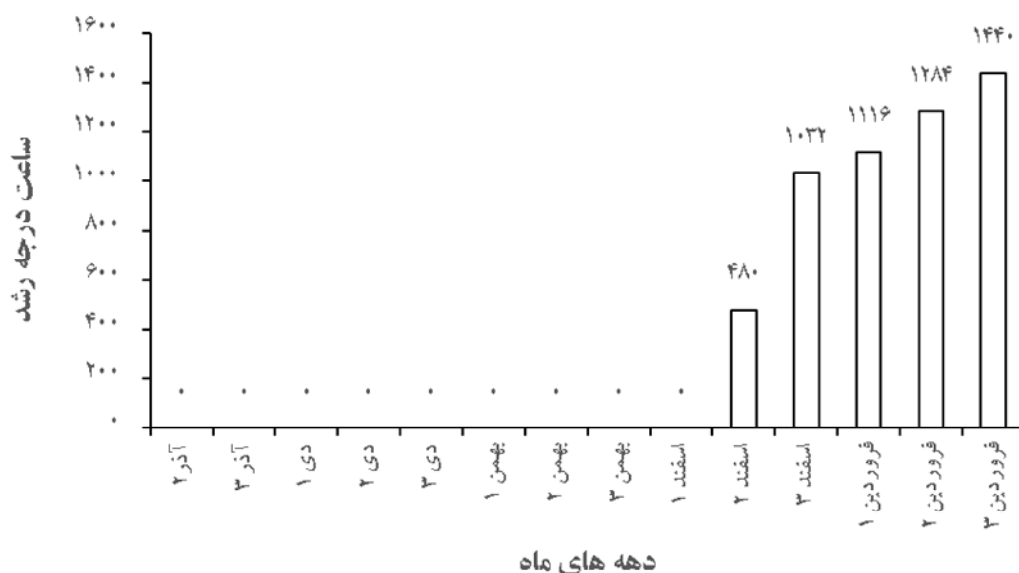
شکل ۳۰- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۴- فلاورجان

این شهرستان احداث باغ بادام را به تازگی شروع کرده و ۵ هکتار نهال غیر بارور و یک هکتار نهال بارور با عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در این شهرستان وجود دارد. برای توسعه کشت بادام در این شهرستان باید توجه داشت که احتمال تنش سرمایی در اسفندماه (به ویژه در دو دهه ابتدایی آن) برای احداث باغ بادام قابل توجه بوده و حتی در دهه اول فروردین ماه نیز احتمال حدود ۳۱ درصدی تنش سرمایی وجود دارد (شکل ۳۱). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت اسفند و فروردین برای این شهرستان به ترتیب ۱۵۱۲ و ۳۸۴۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۳۲).



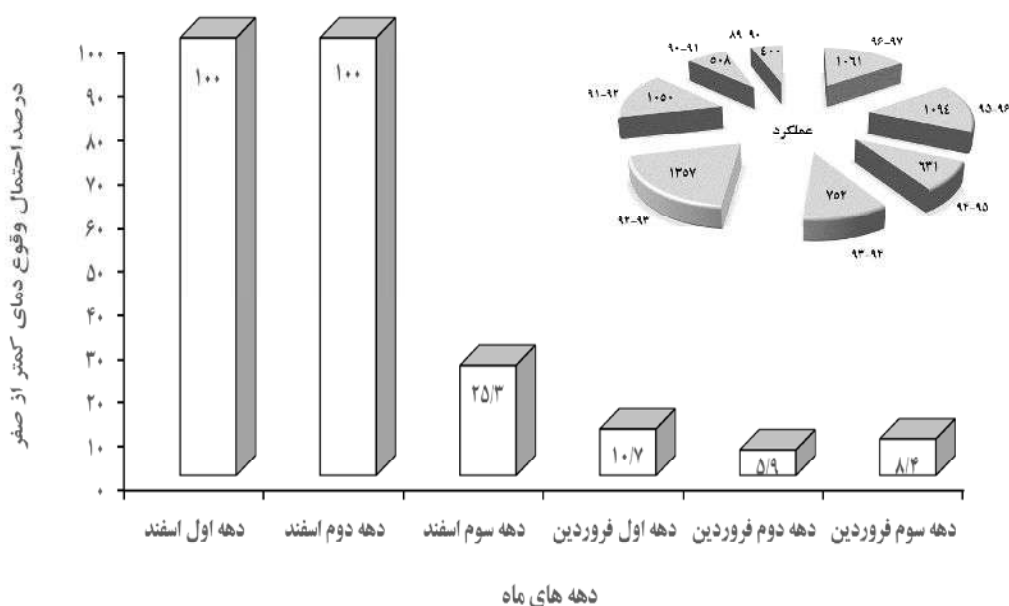
شکل ۳۱- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان فلاورجان



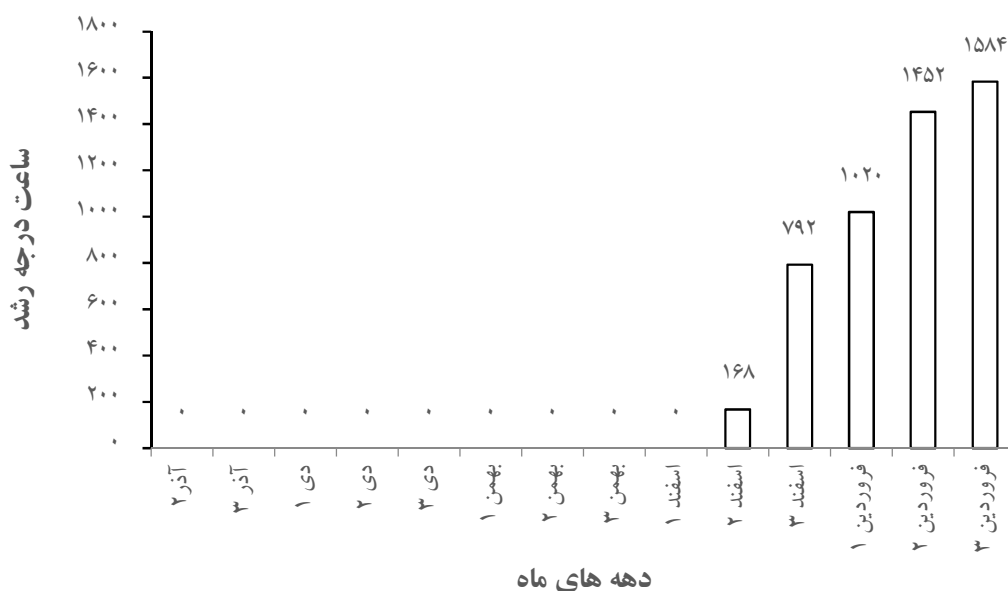
شکل ۳۲- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۵- گلیایگان

هکتار از اراضی کشاورزی این شهرستان به باغ بادام اختصاص یافته و دامنه‌ی عملکرد نیز از ۴۰۰ تا ۱۳۵۷ کیلوگرم در هکتار نوسان داشته است. احتمال سرمازدگی بهاره در دهه سوم اسفند ۲۵/۳ درصد بوده و پس از آن در فروردین ماه احتمال سرمازدگی ناچیز است (شکل ۳۳). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی‌گراد قابل دریافت از در اسفندماه برای این شهرستان ۹۶۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۳۴).



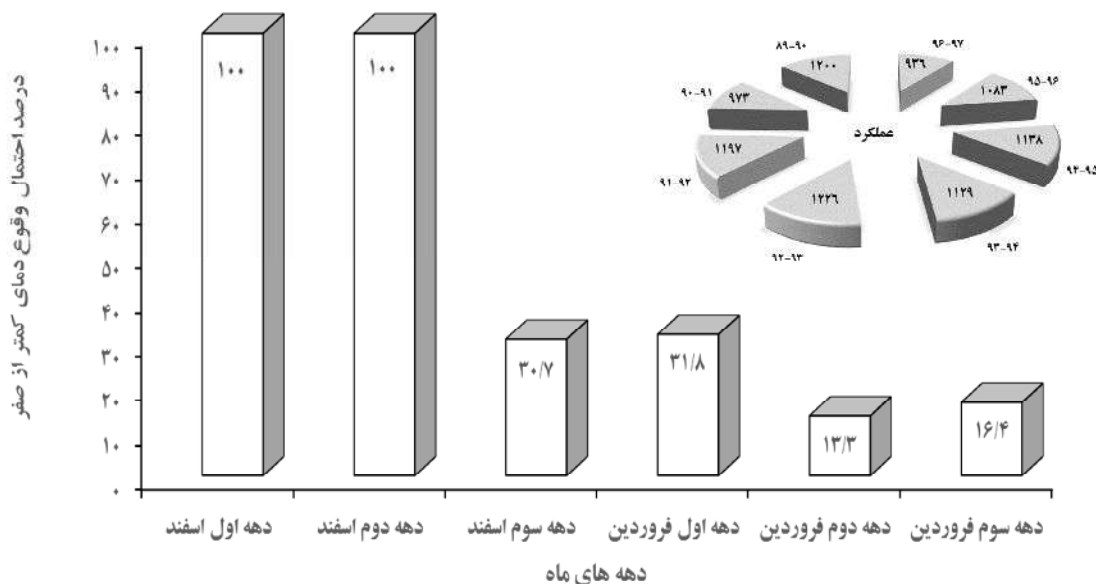
شکل ۳۳- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان گلیایگان



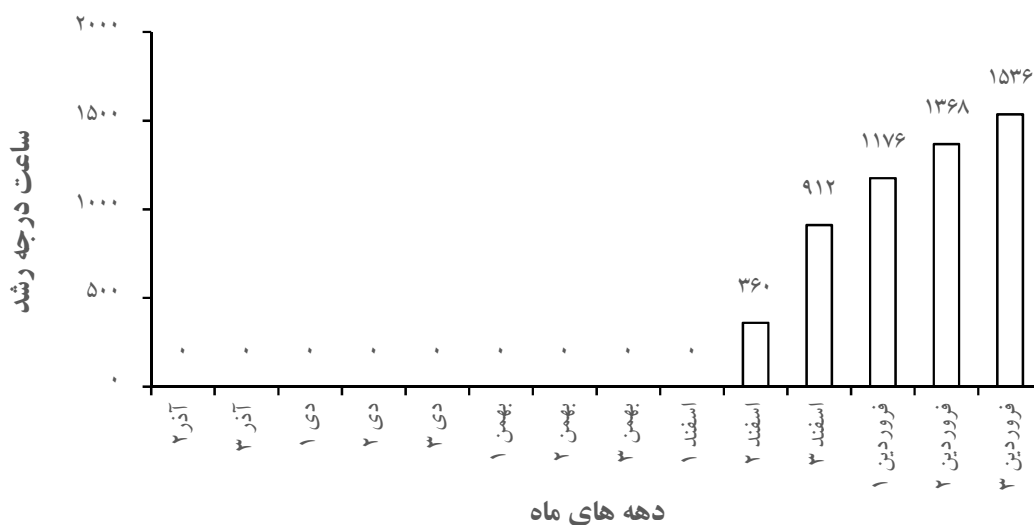
شکل ۳۴- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی‌گراد برحسب ساعت در دهه‌های مختلف ماه‌های مختلف

۵-۳-۱۶- لنجان

شهرستان لنجان با داشتن ۷۴۸ هکتار باغ بارور و ۱۰۰ هکتار باغ بادام غیر بارور جزو شهرستان های نسبتاً مهم از نظر تولید بادام در استان اصفهان است. عملکرد در هکتار بادام در این شهرستان نسبتاً ثبات داشته و غالباً بین ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است. احتمال سرمازدگی بهاره در دهه سوم اسفند و دهه اول فروردین به ترتیب برابر ۳۰/۷ و ۳۱/۸ درصد است و بعداز آن نسبتاً ناچیز است (شکل ۳۵). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه برای این شهرستان ۱۲۷۲ ساعت درجه رشد است (شکل ۳۴).



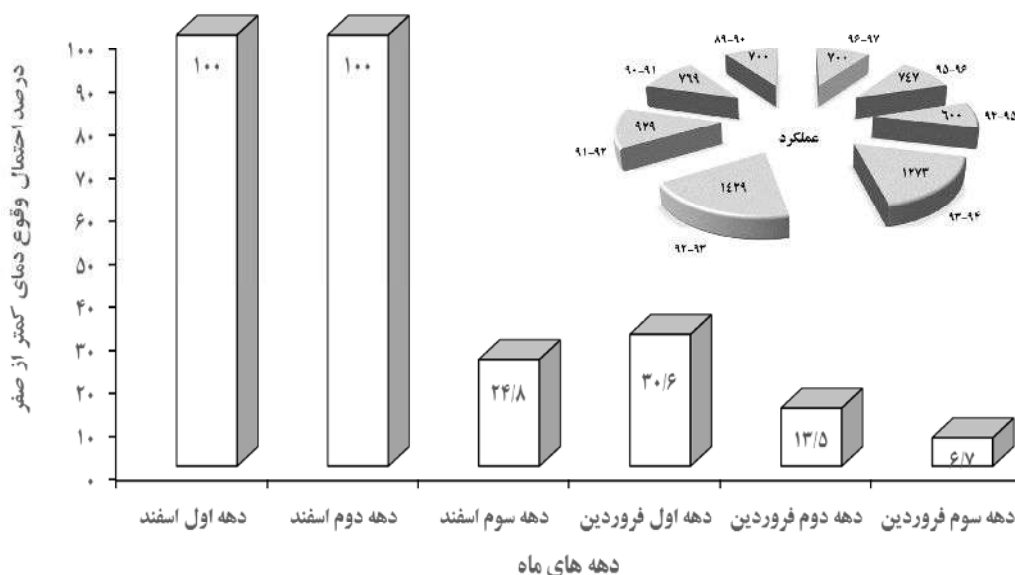
شکل ۳۵- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان لنجان



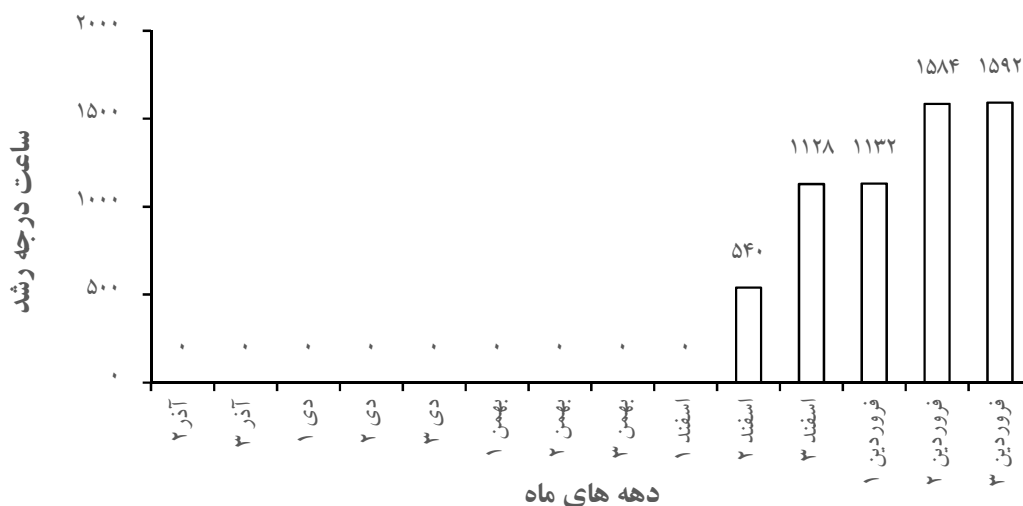
شکل ۳۶- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۷- مبارکه

سطح باغ بادام در این شهرستان فقط ۲۰ هکتار است و دامنه عملکرد آن نیز از ۷۰۰ تا ۱۴۲۹ کیلوگرم در هکتار در تغییر بوده است. وجود فقط ۵ هکتار باغ بادام غیر بارور بیانگر آن است که برنامه توسعه کشت بادام در این شهرستان وجود ندارد. دو دهه اول اسفندماه احتمال وقوع دمای صفر درجه و کمتر معادل ۱۰۰ درصد است ولی در دهه سوم اسفند و دهه اول فروردین این احتمال به ترتیب به ۲۴/۸ و ۳۰/۶ درصد کاهش می یابد. درصد احتمال خسارت در دهه دوم و سوم فروردین ناچیز است (شکل ۳۷). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه برای این شهرستان ۱۶۶۸ ساعت درجه رشد است (شکل ۳۸).



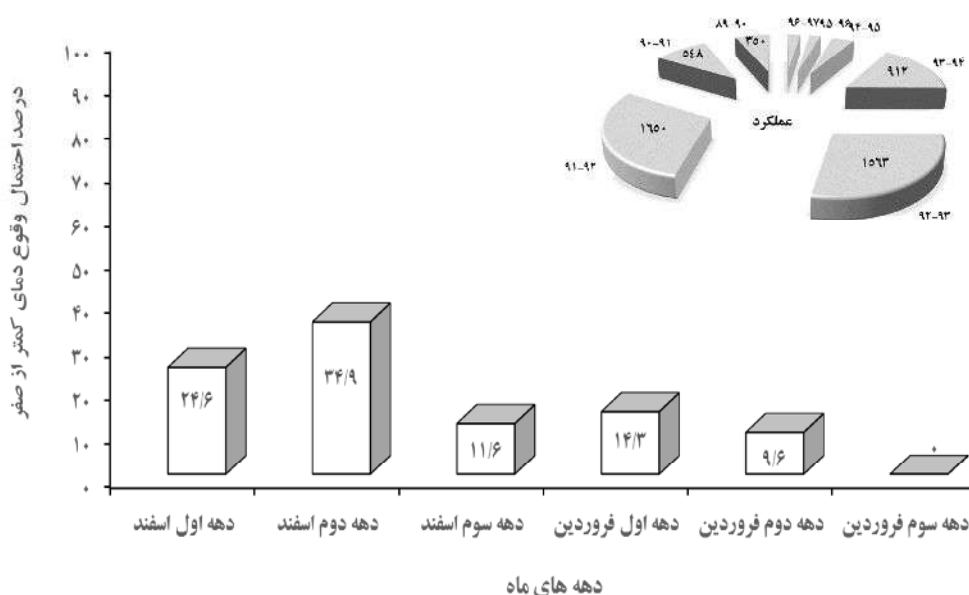
شکل ۳۷- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان مبارکه



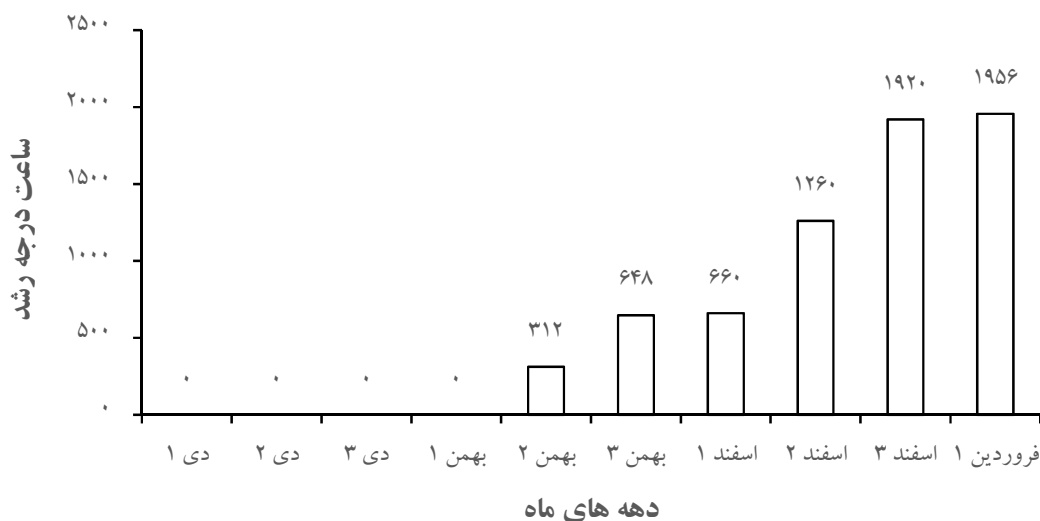
شکل ۳۸- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۸-نائین

در این شهرستان ۱۵۲ هکتار باغ بادام بارور و فقط یک هکتار باغ غیر بارور وجود دارد که بیانگر نداشتن تصمیم برای توسعه باغ بادام در این شهرستان است. حداکثر عملکرد بادام این شهرستان در ۸ سال گذشته برابر ۱۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. این شهرستان جزو مناطق گرمسیر استان محسوب می شود و احتمال وقوع دمای کمتر از صفر حتی در دهه اول اسفند برابر ۲۴/۶ درصد است و از دهه دوم اسفند به بعد این احتمال ناچیز است (شکل ۳۹). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت برای این شهرستان به عنوان یک منطقه کویری از بهمن ماه شروع شده و قبل از فصل بهار مجموعاً ۴۸۰۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۴۰).



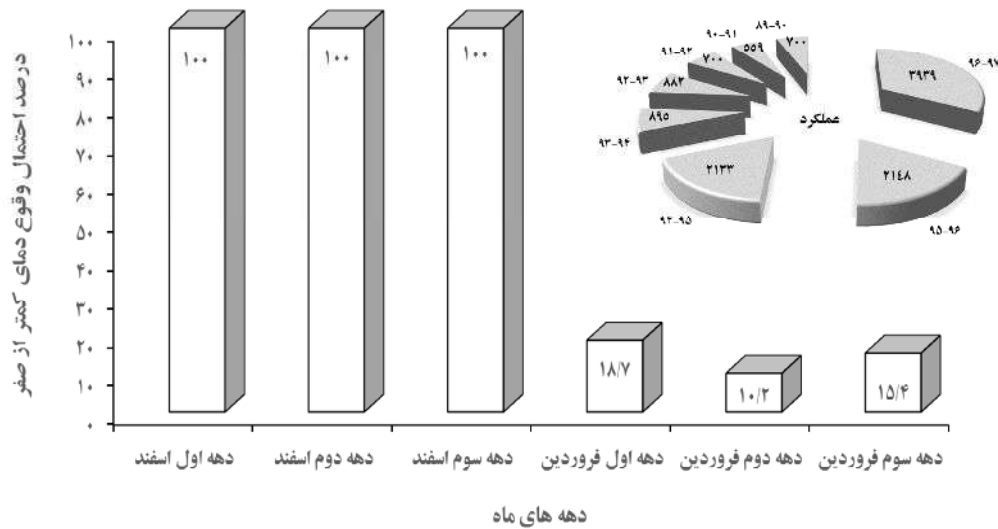
شکل ۳۹- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان نائین



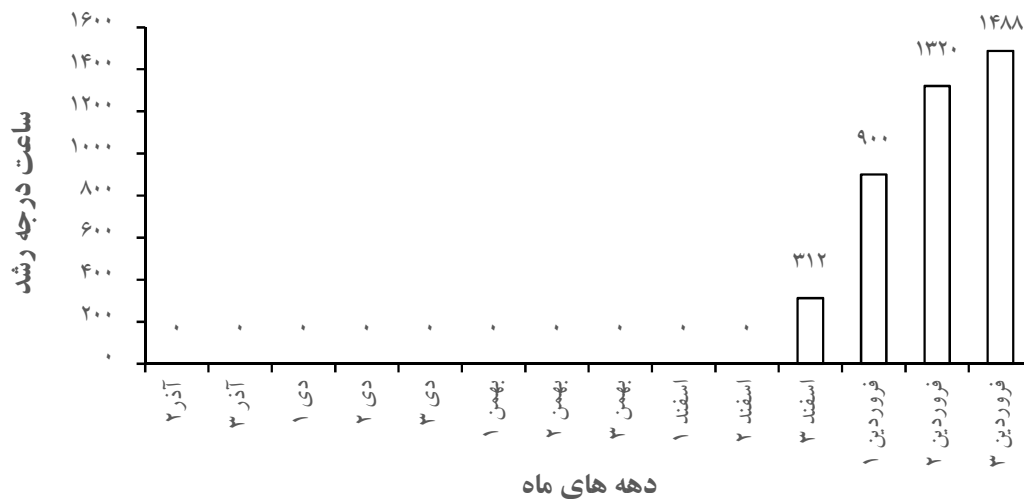
شکل ۴۰- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۱۹-نجف آباد

۶۱۶ هکتار سطح بارور و ۲۵ هکتار سطح غیر بارور بادام، مجموع سطحی است که در شهرستان نجف آباد به کشت بادام اختصاص داده شده است. اگرچه عملکرد ۳۹۳۹ کیلوگرمی در این شهرستان یک رکورد در استان محسوب می شود اما در بسیاری از سال ها نیز عملکرد کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم است. در این شهرستان احتمال بروز خسارت سرمازدگی برای بادام در تمام دهه های اسفند وجود دارد اما در فروردین ماه درصد خسارت کمتر از ۲۰ درصد است (شکل ۴۱). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در اسفندماه برای این شهرستان فقط ۳۱۲ ساعت درجه رشد است (شکل ۴۲).

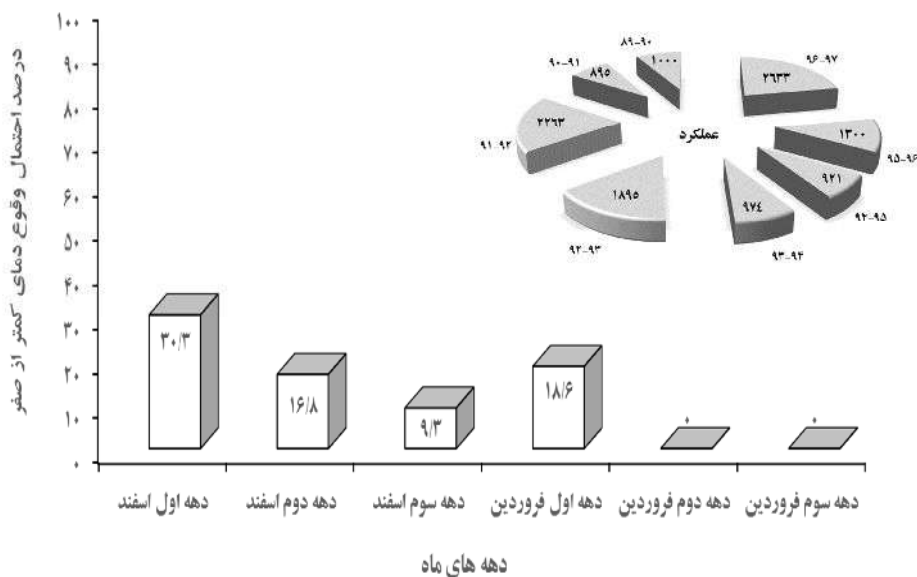


شکل ۴۱- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان نجف آباد

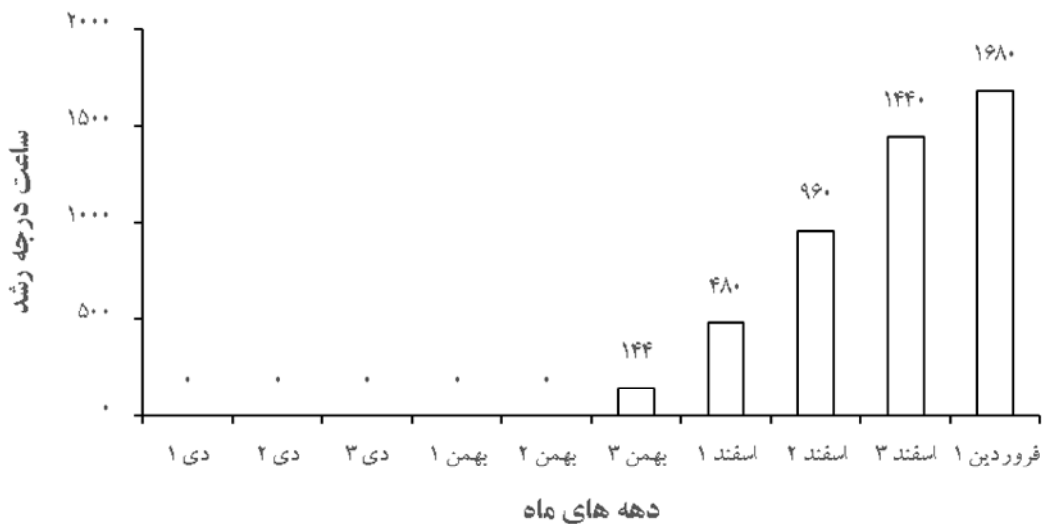


شکل ۴۲- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

این شهرستان جزو مناطق گرمسیر استان اصفهان است اما در نواحی کوهستانی شرایط مستعد برای کشت بادام وجود دارد. ۱۸۸ هکتار باغ بادام بارور در این شهرستان وجود دارد که در سال های مساعد عملکرد هر هکتار به بیش از ۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار هم می رسد. به جز دهه اول اسفند که احتمال سرمازدگی بهاره به ۳۰ درصد می رسد در بقیه شرایط این احتمال کمتر از ۲۰ درصد است (شکل ۴۳). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت قبل از شروع فصل بهار برای این شهرستان ۳۰۲۴ ساعت درجه رشد است (شکل ۴۴).



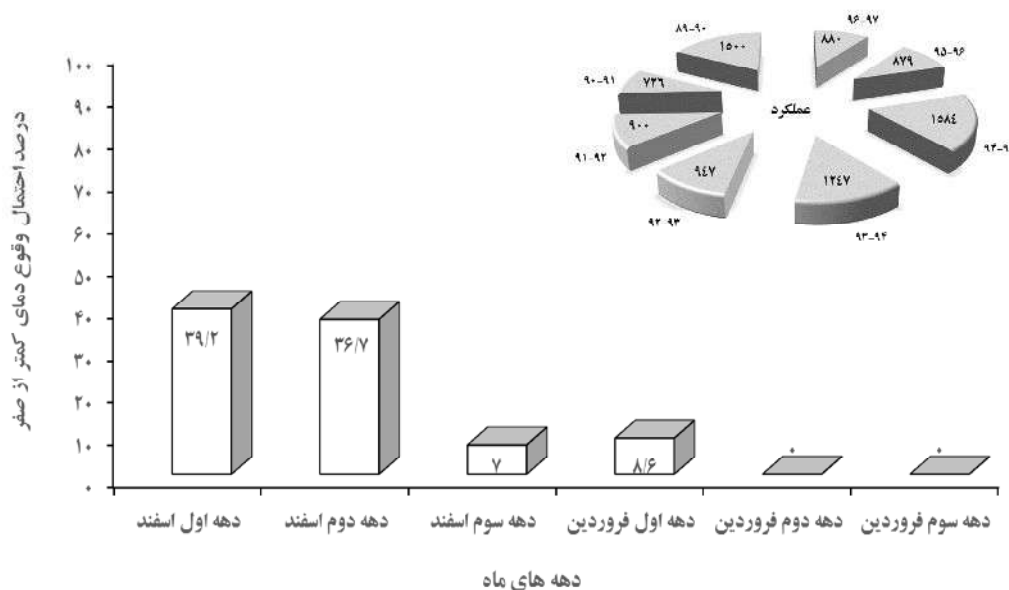
شکل ۴۳- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان نطنز



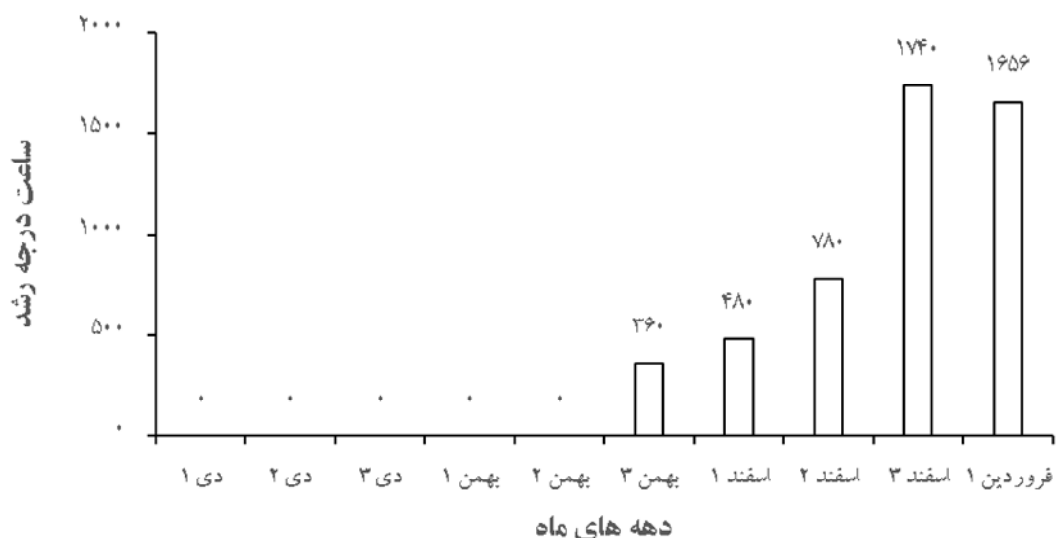
شکل ۴۴- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

۵-۳-۲۱-کاشان

مشابه شهرستان نطنز، شهرستان کاشان نیز از نواحی گرمسیری استان اصفهان است که ۶۴۸ هکتار باغ بادام بارور با دامنه عملکرد ۸۷۹-۱۵۸۴ کیلوگرم در هکتار در نواحی مرتفع آن وجود دارد. به جز دو دهه اول و دوم اسفند که احتمال خسارت سرمای بهاره به ۴۰ درصد نزدیک می شود در دهه سوم اسفند به بعد احتمال خسارت اندک است (شکل ۴۵). مجموع دماهای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد قابل دریافت در ماه های بهمن و اسفند برای این شهرستان ۳۳۶۰ ساعت درجه رشد است (شکل ۴۶).



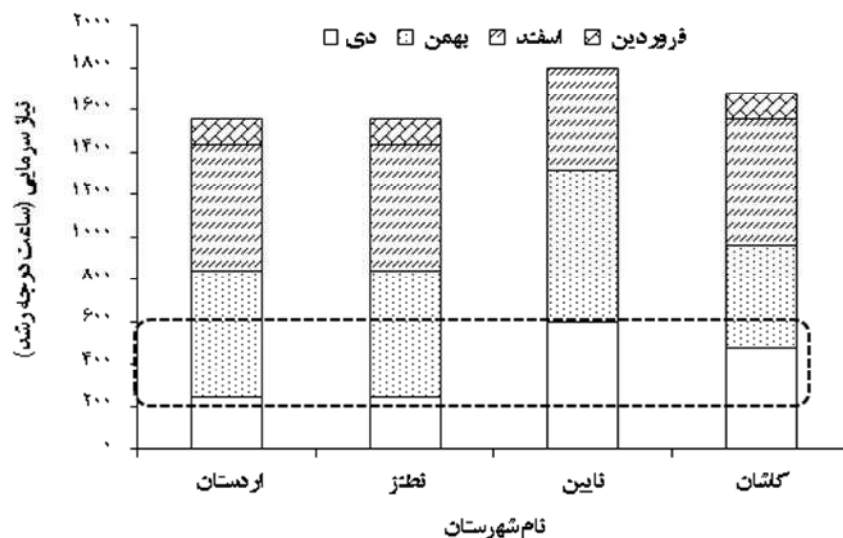
شکل ۴۵- درصد احتمال وقوع دمای کمتر از صفر درجه سانتی گراد در اسفند و فروردین ماه شهرستان کاشان



شکل ۴۶- قابلیت جذب دمای بیش از ۴/۵ درجه سانتی گراد برحسب ساعت در دهه های مختلف ماه های مختلف

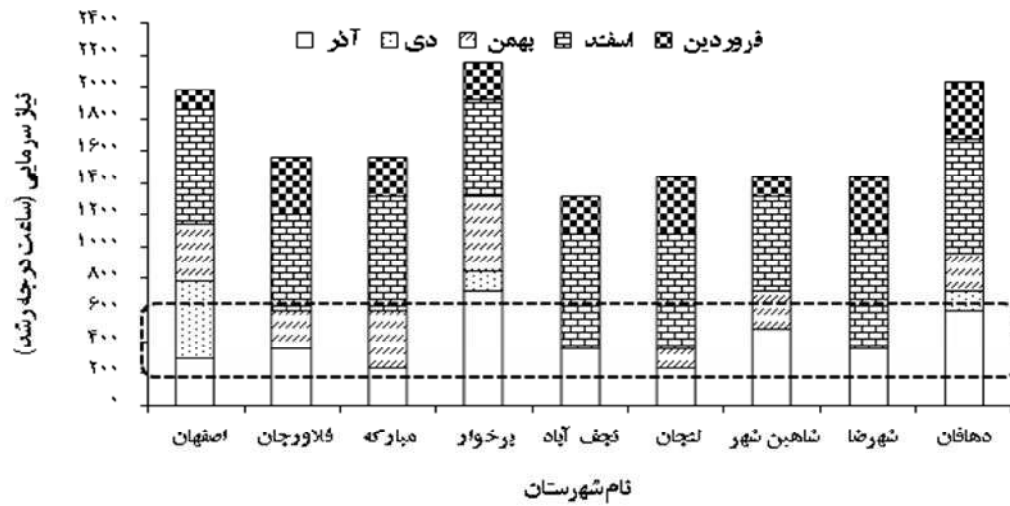
۶- نتیجه گیری و توصیه

تقسیم شهرستان های مختلف استان اصفهان به سه گروه ناحیه گرم، ناحیه معتدل و ناحیه سرد به ما کمک می کند تا بتوانیم تحلیل مناسب تری از سرمای بهاره و خسارت آن به بادام داشته باشیم. در صورتی که نیاز سرمایی ارقام مورد استفاده را ۲۰۰ تا ۶۰۰ واحد (و حتی تا ۸۰۰ واحد) در نظر بگیریم، در منطقه گرم که شهرستان های نایین، نطنز، اردستان و کاشان واقع شده اند قبل از فرارسیدن اسفندماه نیاز سرمایی بادام برطرف شده است (شکل ۴۷). این در حالی است که مقدار گرمای جذب شده تا پایان اسفندماه در شهرستان های نایین، نطنز، اردستان و کاشان به ترتیب برابر ۴۸۰۰، ۳۰۲۴، ۲۷۶۰ و ۳۳۶۰ ساعت-درجه-رشد بوده و احتمال بروز دماهای یخبندان در این شهرستان ها دامنه ای از ۱۷ تا ۵۲ درصد دارد. چنین شرایطی بروز خسارت به اندام های زایشی بادام را محتمل می سازد. به عبارت ساده تر، گرم بودن ناحیه و تأمین دمای رشد کافی زمینه را برای ایجاد خسارت سرمای احتمالی فراهم نموده است؛ بنابراین انتخاب رقم مناسب در این شرایط حائز اهمیت است.



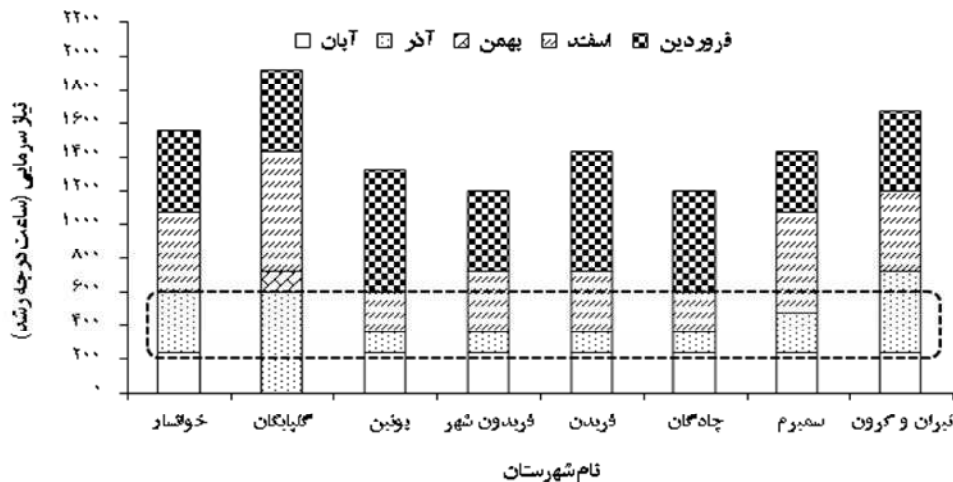
شکل ۴۷- تأمین نیاز سرمایی بادام در شهرستان های منطقه گرم استان اصفهان.

تعداد بیشتری از شهرستان های استان اصفهان در منطقه معتدل قرار دارند. این شهرستان ها عبارت اند از اصفهان، فلاورجان، مبارکه، برخوار، نجف آباد، لنجان، شاهین شهر، شهرضا و دهاقان. در این شهرستان ها نیاز سرمایی بادام (در دامنه ۲۰۰ تا ۶۰۰ ساعت درجه رشد) در آذر و دی و حداکثر تا اواسط اسفند برطرف شده و با توجه به مقدار گرمای دریافتی (بین ۱۵۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ ساعت درجه رشد) در صورت وقوع دماهای صفر درجه سانتی گراد و کمتر، احتمال خسارت بهاره افزایش می یابد (شکل ۴۸). مقدار گرمای جذب شده تا پایان اسفندماه در شهرستان های معتدله نسبت به ناحیه گرمسیر استان کمتر است بنابراین استفاده از ارقام مناسب و به ویژه استفاده از ارقام دیر گل در این ناحیه اقلیمی می تواند رویکرد مناسبی برای مقابله با سرمای بهاره باشد.



شکل ۴۸- تأمین نیاز سرمایی بادام در شهرستان های منطقه معتدل استان اصفهان.

در مناطق سرد استان اصفهان شهرستان های خوانسار، گلپایگان، تیران و کرون، بوئین و میان دشت، فریدون شهر، فریدن، چادگان و سمیرم واقع شده است. در این شهرستان ها نیز نیاز سرمایی مورد نیاز در حد معمول (۲۰۰ تا ۶۰۰ ساعت درجه رشد) قبل از شروع بهار و غالباً در اسفند تأمین می شود (شکل ۴۹). تفاوتی که شهرستان های این منطقه با دو منطقه گرم و معتدل دارند این است که جذب گرمای لازم برای رشد گیاه غالباً در فروردین ماه انجام می شود. این مورد به ویژه در شهرستان های بوئین و میان دشت، فریدن و فریدون شهر دیده می شود. در شهرستان های خوانسار، گلپایگان، تیران و کرون و چادگان بخشی از جذب گرمای مورد نیاز رشد در اسفند ماه تأمین می شود ولی مقدار آن در مقایسه با شهرستان های معتدله کمتر است. دماهای ایجاد کننده سرمازدگی بهاره در این ناحیه در فروردین ماه (به ویژه دهه اول فروردین) دارای اهمیت هستند.



شکل ۴۹- تأمین نیاز سرمایی بادام در شهرستان های منطقه سرد استان اصفهان.

۲- **سپاس گذاری:** این دستورالعمل با همکاری و اطلاعات موجود در پایگاه الگوی کشت استان اصفهان و طرح جامع تهیه الگوی کشت استان اصفهان تهیه شده است، لذا نویسندگان بر خود لازم می دانند از معاونت بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان جهت این همکاری قدردانی نمایند.

۸- منابع

- آمارنامه کشاورزی، استان اصفهان ۱۳۹۸. آمار زراعی. <http://www.agri-es.ir/Default.aspx?tabid=1927>
- ایمانی، علی و مهرشاد زین العابدینی. ۱۳۹۷. گرده افشانی و تلقیح گل در ارقام تجاری بادام. کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۷۲ صفحه.
- دژم پور، جلیل. ۱۳۹۲. ارزیابی خسارت سرمای بهاره در تیپ های مختلف ارقام بادام و زردآلو. نشریه علوم باغبانی. ۲۷، ص ۳۰۹-۳۰۱.
- رهنمون، حمید و جلیل دژم پور. ۱۳۹۵. آشنایی با خصوصیات و نیازهای اقلیمی ارقام بادام دیر گل (متحمل به سرمای دیررس بهاره). نشریه ترویجی ۱۵۸. مدیریت ترویج کشاورزی آذربایجان شرقی. ۱۳ صفحه.
- Alonso, J.M., Ansón, J.M. and Espiau, M.T. 2005. Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130:308-318.
- Ashworth, E.N. and Wisniewski, M.E. 1991. Response of fruit tree tissues to freezing temperatures. *HortScience* 26, 501-504.
- Brewer, R.F. 1978. Frost protection in Almonds. In: Micke, W.C. and Kester, D. (eds) *Almond Orchard Management*. Publication 4092. Division of Agriculture Sciences, University of California, Davis, California, pp. 2-67.
- Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P. and Dicenta, F. 2003. Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 50:79-85.
- Fernández i Martí, A., Font i Forcada, C., Kamali, K., Rubio-Cabetas, M.J., Wirthensohn, M. and Sociasi Company, R. 2015. Molecular analyses of evolution and population structure in a worldwide almond [*P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb syn. *Prunus amygdalus* Batsch] pool assessed by microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 62, 205-219.
- Food and Agriculture Organization. 2020. FAOSTAT, Retrieved January 12, 2017, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>. (Accessed 24 Mars 2020).
- Gradziel, T.M. 2017. *Almonds: Botany, Production and Uses*. CABI. 494pp.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D. and Walker, D.R. 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elbera peach trees. *Hortscience* 82:302-306.
- Tanino, K.K., Kalcsits, L., Silim, S., Kendall, E. and Gray, G.R. 2010. Temperature-driven plasticity in growth cessation and dormancy development in deciduous woody plants: a working hypothesis suggesting how molecular and cellular function is affected by temperature during dormancy induction. *Plant Molecular Biology* 73, 49-65.

Technical instruction on evaluation of probability of spring cold stress in almond orchards in Isfahan province

Abstract

The occurrence of spring cold (March and April) is one of the major problems in the almond-growing areas of Isfahan province, which causes significant yield loss in some years. According to the long-term statistics of meteorological stations in Isfahan province, the probability of temperatures less than 0°C for three decades of March in the cities of Buoyin and Dasht, Tiran and Karvan, Chadegan, Khansar, Fereydoon Shahr and Najaf Abad was 100%. In these cities, the probability of temperatures less than 0°C in the first decade of April is often below 30%. The city of Frieden is the only city in the first decade of April to have a probability of temperatures less than 0°C equal to 100%. Semirom city which is one of the coldest regions of Isfahan province in the first and second decade of March has a probability of encountering a temperature of less than 0°C equal to 100% and in the third decade of March this probability is 54.8%. In temperate cities of the province such as Isfahan, Borkhar and Shahin Shahr and Meymeh, only the first decade of March have a temperatures less than 0°C. In other temperate cities of the province, including Dehaghan, Shahreza, Falavarjan, Golpayegan, Lenjan, and Mobarka, the probability of temperatures less than 0°C in the first and second decades of March was 100%. Of the four warm cities of Isfahan province, Ardestan city has only 100% probability of spring cold in the first decade of March and the three cities of Nain, Natanz and Kashan in Esfahan have no probability of temperatures less than 0°C in March. The potential for accumulation of temperatures over 4.5°C after meeting the cooling needs until the end of March in the cities of Nain, Natanz, Ardestan and Kashan has been equal to 4800, 3024, 2760 and 3360 GDH, respectively. According to the results, one of the most important factors for success in the construction of new almond orchards or revitalization of existing gardens is considering the probability of spring cold occurrence and temperature requirements of cultivars.

Keywords: Chilling, Yield, Flowering

پژوهشکده میوه‌های
معتدله و سردسیری
کرج: جاده محمد شهر
شهرک نهال و بذر
تلفن: ۰۲۶-۳۶۷۰۲۵۴۱
دورنگار: ۰۲۶-۳۶۷۰۰۹۰۸
www.tfri.areeo.ac.ir