پیش‌بینی زمان گلدهی سیب رقم Golden براساس نیازهای تجمعی سرمایی جهت جلوگیری از خسارت یخبندان در منطقه گلمکان خراسان[1]

غلامعلی کمالی[*]، محمد رحیمی[**] ، نوشین محمدیان[***] و عبدالرضا مهدویان[****]

[*] پژوهشکده هواشناسی و علوم جو

[**] دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس

[***] کارشناس ارشد اقلیم شناسی پژوهشکده هواشناسی و علوم جو

[****] کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی

چکیده

یکی از مراحل فنولوژیکی بحرانی در درختان میوه ، مرحله گل دهی است که در این مرحله گیاه به تنش‌های محیطی به ویژه سرما و یخبندان بسیار حساس می‌باشد. بنابراین پیش‌بینی زمان مرحله گلدهی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد .چنانچه یک مدل مناسب بتواند به خوبی زمان شکوفه‌دهی را پیش‌بینی نماید می‌توان تاریخ پیش‌بینی زمان باز شدن شکوفه را با زمان وقوع آخرین یخبندان بهاره در منطقه مقایسه و در صورت همزمانی این دو رویداد، تمهیدات لازم را جهت جلوگیری سرمازدگی گلهای باز شده به عمل آورد. سیب یکی از میوه های مهم دانه دار خراسان بوده و سطح کاشت آن به ۱۶ هزار هکتار در استان خراسان رضوی می رسد. در سرمازدگی فروردین ۸۴ حدود ۱۰ هزار هکتار از باغات سیب این استان آسیب دیدند و میزان خسارت حدود یکصد و هفتاد میلیارد تومان برآورد گردید. دراین پژوهش بر اساس اطلاعات اقلیمی و فنولوژیکی سیب رقم Golden طی سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ و با استفاده از مدل تجمعی سرما زمان گلدهی سیب در بهار سال ۱۳۸۴ در منطقه گلمکان خراسان پیش بینی شده است. همچنین ریسک وقوع یخبندان دیررس بهاره نیز با استفاده از توزیع نرمال تعیین گردید. بر این اساس زمان گلدهی سیب در گلمکان روز ۶ فروردین سال ۸۴ پیش بینی شده است و با توجه به احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره با احتمال ۶۷ درصد بعد از روز ۴ فروردین احتمال بروز خسارت بر روی گل های درختان سیب در این منطقه بالا است و لازم است باغداران منطقه نسبت به محافظت از گل درختان سیب با روشهای مناسب اقدام نمایند.

[1]- این مقاله بر اساس پژوهش انجام شده طی سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴ با حمایت مالی سازمان هواشناسی کشور تهیه گردیده است. همچنین از آقای مهندس احمدیان رییس ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی مشهد به خاطر در اختیار قرار دادن برخی از آمار و اطلاعات مورد نیاز پژوهش تشکر می شود.

واژه‌های کلیدی: نیاز تجمعی سرمایی، گلدهی، واحد های سرمایی، ظهور برگ، واحدهای حرارتی، خراسان.

مقدمه

سیب یکی از قدیمی ترین انواع درختان در دنیا است. دو مرکز بزرگ در آسیا به عنوان مراکز احتمالی پیدایش سیب مطرح هستند که از ویژگیهای آنها دمای بالا در تابستان و دمای پایین در زمستان می باشد. درخت سیب بر اساس قابلیت تطابق زیادی که با شرایط مختلف آب و هوایی دارد ، در سطح وسیعی کشت می شود (WMO,1996).

محصول سیب یکی از محصولات باغی مهم خراسان می باشد که سطح کل کشت آن در شهرستانهای استان به ۱۶۳۲۸ در سال ۸۴ بالغ بوده است که از این سطح حدود ۹۲٪ آن سطح بارور می باشد. میزان عملکرد باغات سیب در سال ۸۴ به طور میانگین ۵ تن در هکتار و کل تولید در استان خراسان رضوی به یکصد و ده هزار تن بالغ بوده است. در سرمازدگی فروردین ۸۴ در خراسان رضوی حدود ۱۱۶۰۰ هکتار از باغات میوه دانه دار شامل گلابی، به و سیب آسیب دیدند که حدود ۱۰ هزار هکتار از آن مربوط به محصول سیب بوده است. میزان خسارت وارده بر محصول سیب در طی این یخبندان حدود یکصدو هفتاد میلیارد تومان برآورد شده است.

در مرحله گل دهی ، گل ها بشدت از دمای پایین آسیب می بینند. گل های رقم گلدن تا ۳/۹- درجه سانتی‌گراد تحمل به سرما از خود نشان داده اند. طول مدت باز شدن جوانه ها تحت تاثیر دما بوده و بطور کلی بین ۴ الی ۵ روز طول می کشد(رحیمی ، ۱۳۸۲).

رقم گلدن در سال ۱۳۳۰ برای اولین بار توسط دایره باغبانی وقت در باغ کلکسیون قدیم کرج به تعداد ۵ درخت کاشته شد. بعد از مشاهده اولین محصول که دارای بهترین خواص بود ، باغداران با مشاهده نتایج مطلوب و تقاضای بازار و قیمت بالای آن استقبال عظیمی رقم بعمل آوردند و کشت آن در اغلب نقاط کشور شروع شد . تعداد زیادی نهال به همه مراکز کشاورزی در استانها فرستاده شد و طبق برنامه وسیعی به ازدیاد آن از طریق ایجاد خزانه و پیوند در کرج ، مشهد ، میاندوآب ، باجگاه شیرازو دستجرد اصفهان و ... پرداخته شد. استقبال عامه از خرید نهال های پیوندی ، کار خزانه و توزیع نهال را به شغل پر درآمدی تبدیل کرد و صدها هزار نهال علاوه بر موسسه، از طرف شرکتهای خصوصی بین مردم توزیع گردید (رحیمی، ۱۳۸۲).

یکی از مراحل فنولوژیکی مهم در درختان میوه خزان کننده از جمله سیب، مرحله شکوفه‌دهی بوده و در این مرحله گیاه به تنش‌های محیطی به ویژه سرما و یخبندان بسیار حساس می‌باشد. بنابراین پیش‌بینی زمان مرحله گلدهی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد(WMO,1996).

آغاز مرحله گلدهی در بیشتر درختان خزان کننده و گیاهان زراعی و آغاز مرحله ظهور برگ در گونه‌های جنگلی بیشتر به دما و تغییرات آن در طول فصل زمستان و همچنین دما و ساعات روشنایی (طول مدت روز) در اواخر زمستان و شروع فصل بهار بستگی دارد. تغییرات طول روز ناشی از تغییر فصل، نیاز نوری گیاهان را برای رسیدن به مرحله گلدهی برآورده می‌نماید. اما به علت تغییر شرایط دمایی طی فصول زمستان و بهار در سالهای مختلف، نیاز سرمایی گیاهان به صورت یکنواخت و مشابه نبوده و از سالی به سال دیگر تغییر می کند (Cesaraccio et al, 2004).

چنانچه یک مدل مناسب بتواند مرحله شکوفه‌دهی را پیش‌بینی نماید ، می توان زمان پیش بینی شده را با آخرین یخبندان محتمل بهاره در منطقه ، در مواردی که احتمال باز شدن شکوفه‌ها قبل از وقوع یخبندان وجود داشته باشد، تمهیدات لازم جهت به تعویق انداختن زمان گلدهی محصول به عمل آورد و یا آمادگی های لازم را برای جلوگیری از خسارت سرما با استفاده از روشهای موجود از قبیل بخاریهای باغی و دستگاههای تولیدکننده باد و... ایجاد نمود(Rahimi et al, 2006).

دمای پایین، سبب تحریک تولید ماده رشدی به نام ورنالین می‌شود که عامل سنتز ماده محرک گلدهی بوده و عمل بهاره‌سازی را باعث می گردد. آنچه مسلم است دمای پایین در اغلب گیاهان سبب شروع گلدهی می‌شود و از آن به بعد برای تکوین گل، اکثر گیاهان بایستی در معرض طول مدت روز (روشنایی) و دمای مناسب قرار گیرند. در برخی از گیاهان ممکن است قرار دادن متوالی آنها در معرض روزهای کوتاه جایگزین نیاز آنها به دمای پایین شود ولی گل دادن اتفاق نخواهد افتاد مگر اینکه گیاهان بعد از آن در معرض روزهای بلند نیز قرار گیرند. در صورتی گل دادن در این گیاهان انجام خواهد شد که پس از طی روزهای بلند، در معرض دمای پایین نیز قرار گیرند. نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده در خصوص بهاره سازی با استفاده از مواد شیمیایی مختلف مانند جیبرلین نشان داد که تا حدی می توان این ماده را جایگزین نیاز سرمایی برای انجام مرحله گل دادن نمود. ولی باید خاطرنشان نمود که همه گیاهان به این ماده عکس‌العمل یکسانی ندارند(لاهوتی ، ۱۳۷۶).

خواب زمستانه شکوفه درختان چوبی، با قرار گرفتن در معرض درجه حرارتهای پایین ولی بالای نقطه انجماد شکسته می شود در حالیکه درجه حرارت های زیر نقطه انجماد تاثیری بر پایان یافتن خواب زمستانه در این درختان ندارد(Pinne et al, 1997).

گلدهی یک پدیده فصلی است که تحت تاثیر و کنترل محیط قرار دارد و این موضوع بویژه در اوایل بهار رخ می دهد که افزایش سرعت ناگهانی فعالیتهای بیولوژیکی مشاهده می شود. تشخیص ظهور گل با آغاز مرحله گلدهی درختان میوه می باشد. شرایط محیطی هر دو مرحله را کنترل می کند. فعالیتهای فیزیولوژیکی ناشی از انگیزش گل مدتی قبل از ظهور گل آغاز می گردد که این مدت بسته به نوع درخت و واریته فرق می کند. زمان گلدهی در حقیقت زمان باز شدن گل می باشد. در درختان دانه دار مثل سیب و گلابی برگها زودتر از گلها ظاهر می شوند در صورتی که در درختان هسته دار مثل زردآلو، هلو و بادام برگها بعد از ظهور گلها پدیدار می شوند(Battey ,2000).

به منظور محاسبه واحدهای سرمایی مورد نیاز گونه‌های مختلف گیاهی مدلهای مختلفی بکار رفته است.

Richardson و همکاران در سال ۱۹۷۹ در ایالت یوتای آمریکا میزان درجه های سرمایی مورد نیاز گیاهان را به صورت درجه حرارتهای تجمعی ساعتی کمی سازی کردند. این مدل که بعد ها به نام مدل یوتا معروف شد مبنا و اساس کار برخی از مدلهای بعدی قرار گرفت (Richardson et al, 1974).

Kobayashi و Fuchigami در سال ۱۹۸۳ یک مدل تجربی را برای پیش بینی زمان گلدهی زغال اخته در ژاپن مورد استفاده قرار دادند که مبتنی بر نیازهای دمایی برای توسعه شکوفه بعد از یک دوره استراحت بود(Kobayashi & Fuchigam, 1983).

Rattigan و Hill با انتخاب ۱۲ رقم بادام طی دوره هفت ساله با در نظر گرفتن اطلاعات هواشناسی یک ایستگاه

هواشناسی استاندارد ، نیاز های حرارتی لازم را برای شکسته شدن دوره خواب زمستانه و بازشدن گلها برای هر رقم محاسبه نمودند. آنها به این نتیجه رسیدند که نیاز حرارتی واریته های مختلف از ۲۲۰ تا ۳۲۰ واحد سرمایی روزانه و واحد های گرمایی ساعتی ۵۳۰۰ تا ۸۹۰۰ ساعت بالای دمای حدود ۴ الی ۵ درجه سانتی‌گراد می باشد. آنها این نیازهای حرارتی را برای برآورد تاریخهای گلدهی ۵۰٪ برای دوره زمانی سالهای ۱۹۸۴–۱۹۵۸ مورد استفاده قرار دادند(Rattigan & Hill, 1986).

Paulo و همکاران سه مدل مختلف پیش بینی زمان گلدهی را بر روی ۱۵ رقم زیتون در اسپانیا و پرتقال طی دوره زمانی سالهای ۲۰۰۲– ۱۹۷۵ مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که مدل اول مناسب برای پیش بینی زمانی گلدهی زیتون می باشد. این مدل در حقیقت یک مدل سرمایی–گرمایی بود و حالت ساده شده ای از مدل ایالت یوتا بوده است. مدل دوم ساعات سرمایی زیر ۷ درجه سانتی‌گراد و مدل سوم بدون اشاره به وضعیت سرما تنها به گرم شدن هوا بعد از اول فوریه اشاره می کرد (Paulo et al, 2004) .

Orlando و همکاران در سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ نقش واحد های سرمایی را در زمان شروع دوره زایشی بهاره بر روی دو گونه از رقم .Olea Europea L زیتون مورد مطالعه قرار دادند که مبتنی بر مدل یوتا بوده است. در این مطالعه همبستگی بسیار نزدیک بین میزان سرمای زمستانی و واکنش زایشی بهاره در هر دو گونه بدست آمد(Orlando et al, 2002).

در این مقاله از مدلی که Cesaraccio و همکاران در سال ۲۰۰۲ برای تعیین نیازهای تجمعی سرمایی و پیش‌بینی زمان گلدهی محصول برخی از گونه های درختی در ایتالیا بکار گرفته اند ، جهت پیش بینی زمان گلدهی سیب رقم گلدن در منطقه گلمکان خراسان استفاده شده است(Cesaraccio et al 2004). در این مقاله هدف مقایسه نتایج مدلهای مختلف پیش بینی زمان گلدهی نبوده و بلکه استفاده از نتایج یک مدل و مقایسه با زمان وقوع یخبندان به منظور جلوگیری از خسارت یخبندان بوده است.

مواد و روشها

ایستگاه تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی گلمکان واقع در استان خراسان رضوی و در شرق مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و در ارتفاع ۱۱۷۶ متری بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است(کوانتا، ۱۳۵۶).

میانگین دمای گلمکان در فصل زمستان ۳/۵ درجه سانتی‌گراد است و در بهار ۱۸/۱ درجه سانتی گراد و در فصل تابستان ۲۲/۲ درجه سانتی‌گراد و در فصل پاییز ۸/۵ درجه سانتی گراد است . رژیم بارش در گلمکان مدیترانه ای و اغلب بارشهای این استان در ماههای سرد سال اتفاق می افتد و فصل خشک در این منطقه منطبق بر ماههای گرم سال است. منشاء اصلی بارشهای گلمکان سیستم های مرطوب و باران زای مدیترانه ای و سودانی است که از مهر ماه تا خرداد غالب بارش های گلمکان را به وجود می آورد. بارش های گلمکان عمدتا به صورت باران و گاهی به صورت برف می باشد. جهت باد غالب در زمستان ، بهار و پاییز شمال غربی و در تابستان جنوب شرقی است.

تعداد روزهای یخبندان در گلمکان به طور متوسط ۸۵ روز و میانگین طول دوره بدون یخبندان در این ایستگاه ۲۰۸ روز می باشد. حداقل تعداد روزهای یخبندان ۶۷ روز که در سال ۱۳۷۸ اتفاق افتاده است و حداکثر ۹۵ روز که در سال

۱۳۶۸ رخ داده است. طولانی ترین دوره بدون یخبندان در سال ۱۳۸۱ با ۲۵۰ روز بوده است و کوتاهترین آن در سال ۱۳۶۸ با ۱۷۳ روز بدون یخبندان ثبت شده است.

آنچه که در رابطه با گل دهی مهم می باشد ، یخبندان

جدول ۱- تاریخ و احتمال وقوع یخبندانهای دیررس بهاره قبل و بعد از هر تاریخ معین در گلمکان

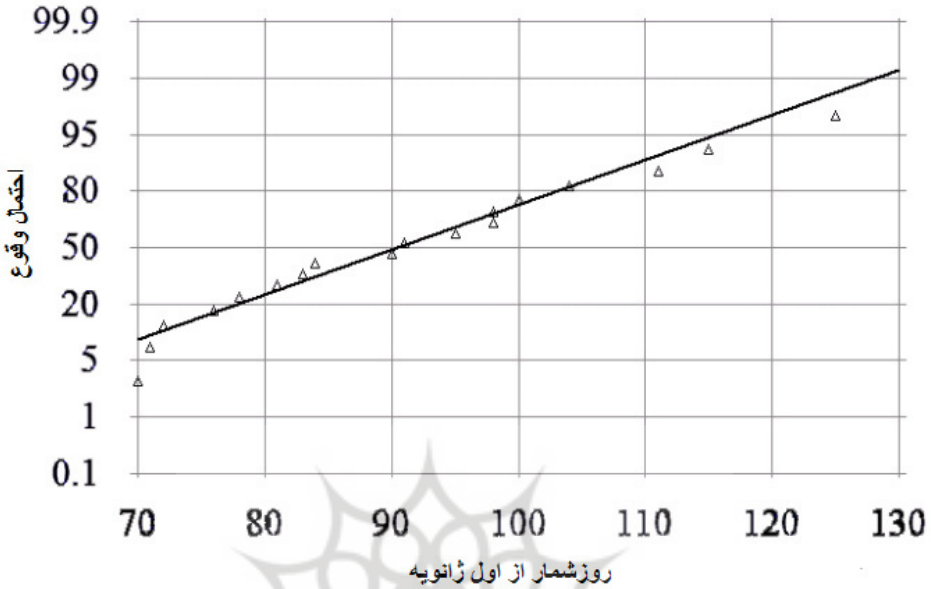
تاریخ	احتمال وقوع قبل از تاریخ معین (درصد)	احتمال وقوع بعد از تاریخ معین(درصد)
۲۸ اسفند	۱۰	۹۰
۲۹ اسفند	۲۰	۸۰
۴ فروردین	۳۳	۶۷
۱۱ فروردین	۵۰	۵۰
۱۸ فروردین	۶۷	۳۳
۲۵ فروردین	۸۰	۲۰
۱ اردیبهشت	۹۰	۱۰
۸ اردیبهشت	۹۶	۴
۱۳ اردیبهشت	۹۸	۲
۱۷ اردیبهشت	۹۹	۱

دیررس بهاره است. تاریخ وقوع یخبندانهای دیررس بهاره برای ایستگاه گلمکان استخراج و آزمونهای برازش توزیع های آماری بر روی آنها انجام گردید و مشخص شد که توزیع نرمال مطابقت بیشتری نسبت به بقیه توزیع های آماری با تاریخ های وقوع یخبندانهای دیررس بهاره در گلمکان دارد (کمالی، ۱۳۸۱). تاریخهای برآورد شده وقوع یخبندانهای دیررس بهاره بر اساس توزیع نرمال این داده ها با ذکر احتمال وقوع بعد از هر تاریخ به شرح جدول ۱ می باشد.

همانطوری که از جدول یک مشخص می شود تاریخ متوسط وقوع یخبندانهای بهاره در گلمکان یازدهم فروردین می باشد. یعنی به احتمال ۵۰ درصد تا این تاریخ یخبندان دیررس بهاره در گلمکان اتفاق می افتد و ۵۰ درصد احتمال دارد بعد از یازدهم فروردین یخبندان رخ دهد. به عبارت دیگر به طور متوسط هر دوسال یکبار قبل از این تاریخ یخبندان دیررس بهاره اتفاق خواهد افتاد. ستون دوم از سمت راست جدول ۱، نشان دهنده احتمال وقوع یخبندان قبل از تاریخ ذکر شده و ستون سوم احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره بعد از تاریخ ذکر شده را مشخص می کند. هر قدر که به سمت بهار پیش می رویم احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره بعد از تاریخ قید شده کمتر می شود ولی احتمال وقوع آن قبل از تاریخ ذکر شده بیشتر می گردد. به کمک این جدول و

بعد از پیش بینی زمان گل دهی درخت سیب خواهیم توانست میزان خطری را که گل های تازه باز شده سیب را تهدید می کند مشخص نماییم.

شکل ۱ نمودار توزیع احتمال نرمال وقوع یخبندان دیررس بهاره را در گلمکان نشان می دهد. در این نمودار محور افقی روز شمار میلادی برای هر تاریخ از



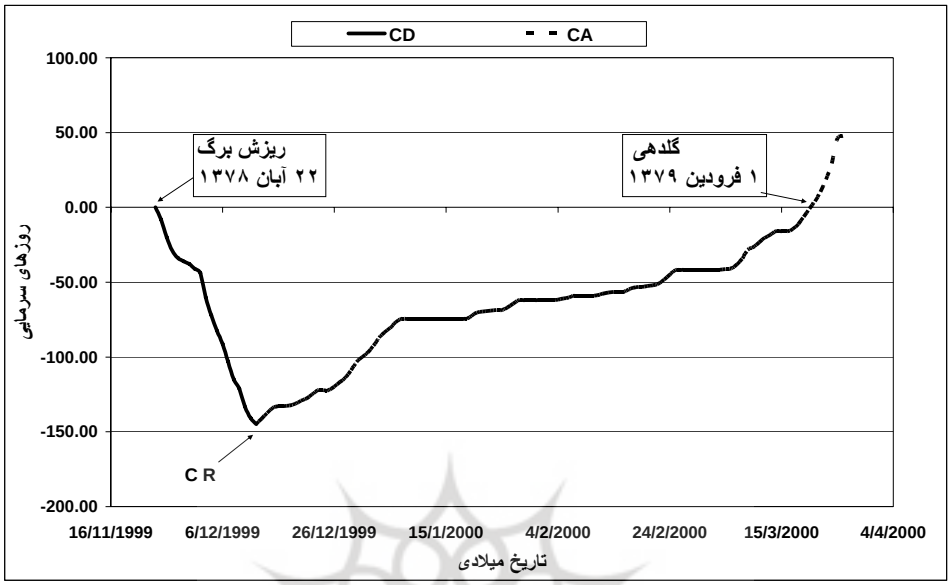
شکل ۱- نمودار توزیع احتمال نرمال برای تاریخ وقوع یخبندان دیررس بهاره در گلمکان

مبداء اول ژانویه را نشان می دهد و محور قائم نیز احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره در گلمکان را تا تاریخ مربوطه، نشان می دهد. با استفاده از این نمودار برای هر تاریخ میزان احتمال مربوطه قابل استحصال می‌باشد.

در این مطالعه از داده های روزانه کمینه و بیشینه دمای ایستگاه هواشناسی کشاورزی گلمکان در طی سالهای ۱۳۷۸ لغایت سال ۱۳۸۴ استفاده بعمل آمده است. تاریخ مراحل فنولوژیکی گلدهی و همچنین تاریخ ریزش برگ سیب از دیدبانی های ایستگاه تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی گلمکان در طی دوره آماری ذکر شده مورد استفاده قرار گرفته است.

در مدل مورد استفاده از دو مقدار واحد های سرمایی (CD) و واحدهای گرمایی (CA) استفاده شده است. واحد های سرمایی (CD) عبارت است از مجموع تعداد ساعات با زیر آستانه سرمایی در شبانه‌روز که به منظور کمی‌سازی مجموع واحدهای سرمایی بکار گرفته شد. مجموع واحدهای سرمایی از شروع ریزش برگ در فصل پاییز و به صورت تجمعی تا زمانی که نیاز سرمایی گیاه تأمین گردد مورد محاسبه قرار گرفت. زمانی که نیاز سرمایی درخت تأمین گردید مجموع واحدهای گرمایی (CA) به منظور بیداری درخت از خواب زمستانی مورد محاسبه قرار گرفتند. بنابراین مقادیر (CD) همیشه منفی و مقادیر (CA) همیشه مثبت می‌باشند. در مدل مقدار نیاز سرمایی سیب با (CR) نشان داده می‌شود. از آنجایی که مقادیر CD منفی است، لذا CR نیز منفی می‌باشد. هنگامی که $\sum CD > CR$ می‌باشد کماکان مدل از مقادیر CD به عنوان نیاز سرمایی استفاده می‌کند، زمانی که مقدار تجمعی

CD برابر با CR شد نیاز سرمایی لازم تأمین شده و دیگر چون درخت احتیاج به نیاز سرمایی اضافه ندارد فقط مقادیر نیاز گرمایی در مدل مدنظر قرار می‌گیرد. مقدار نیاز سرمایی(CR) برای هر محصول قبلاً در نظر گرفته می‌شود و مقدار آن نیز به روش سعی و خطا برآورد می‌گردد که بعدا مورد بحث قرار خواهد گرفت.



شکل ۲- نمودار میزان واحد های سرمایی و گرمایی تجمعی سیب از زمان ریزش برگ در پاییز ۷۸ تا زمان گلدهی در بهار ۷۹

پس از آخرین روزی که مقدار CD آن روز جهت نیاز سرمایی مورد لحاظ قرار گرفت، مدل شروع به اضافه نمودن واحد های گرمایی(CA) به مقدار نیاز سرمایی CR می‌کند. مرحله آغاز شکوفه‌دهی هنگامی است که $CR + \sum CA > 0$ شود. شکل ۲ واحد های سرمایی تجمعی (CD) و واحدهای گرمایی تجمعی (CA) از مرحله ریزش برگ درخت سیب که در تاریخ ۲۲ آبان سال ۱۳۷۸ تا زمان شکوفه‌دهی محصول سیب گلدن در گلمکان که در اول فروردین سال ۱۳۷۹ افتاده است را نشان می‌دهد. اگر از نقطهٔ CR که مجموع نیاز سرمایی سیب است، دو خط بر محورهای X و Y عمود نماییم به ترتیب تاریخ تأمین نیاز سرمایی و میزان واحدهای تجمعی سرمایی بدست خواهد آمد.

واحد های سرمایی و واحد های گرمایی با استفاده از دمای حداکثر روزانه (Tx) و دمای حداقل روزانه (TN) به روش مثلث منفرد محاسبه می شوند(Zalom et al, 1983).

در حالتی که دمای حداکثر روزانه بیشتر یا مساوی دمای آستانه انتخابی سیب باشد ($TC \leq Tx$)باشد هیچ ساعتی دمای بالاتر از TC وجود نداشته است ، لذا واحدهای حرارتی در آن روز $CA = 0$ خواهد بود.

در شرایطی که $TC < TN$ باشد، واحدهای حرارتی بالای TC به صورت زیر می‌باشد:

$$CA = TM - TC$$

که TM متوسط دمای هوا بوده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$T_M = \frac{T_x + T_N}{2}$$

اگر $TN < TC < Tx$ باشد واحدهای حرارتی بالای TC به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$C_A = \left(\frac{T_x - T_c}{T_x - T_N}\right)\left(\frac{T_x - T_c}{2}\right)$$

در حالتی که TC = TN باشد تعداد واحدهای حرارتی بالای TC برابر با CA = TM – TN خواهد بود.

تعداد ساعات با دمای کمتر از TC در شبانه روز معیاری از واحد های سرمایی (CD) می‌باشد. در حالتی که $T_x \leq T_c$ است مقدار CD از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CD = -(TM - TN)$$

اگر $TC \leq TN$ باشد مقدار CD = 0 خواهد بود و هنگامی که $TN < TC < Tx$ باشد، واحدهای سرمایی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_D = -\left[(T_M - T_N) - \left(\frac{T_x - T_c}{T_x - T_N}\right)\left(\frac{T_x - T_c}{2}\right)\right]$$

مقدار بهینه Tc و CR به روش سعی و خطا به ترتیبی تعیین می‌گردد که جذر میانگین مربعات خطا بین روزهای مشاهده شده و پیش‌بینی شده بین مرحله ریزش برگ تا شکوفه‌دهی به حداقل ممکنه برسد.

جذر میانگین مربعات خطا بین مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (d_p - d_o)^2}{N}}$$

که در آن dp تعداد روزهای پیش‌بینی شده و do تعداد روزهای واقعی بین دو مرحله فنولوژیک فوق بوده و N معرف تعداد سالهای آماری می‌باشد. مدل فوق می‌بایست با مقادیر مختلف Tc و CR آزمایش شود تا اینکه کمترین مقدار RMSE حاصل شود.

جدول ۲- تاریخهای ریزش برگ در پاییز و شکوفه‌دهی در بهار طی سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۷۸

تاریخ گلدهی	تاریخ ریزش برگ
۷ فروردین ۱۳۷۹	۳ آذر ۱۳۷۸
۵ فروردین ۱۳۸۰	۱۹ آبان ۱۳۷۹
۱ فروردین ۱۳۸۱	۲۲ آبان ۱۳۸۰
۲۲ فروردین ۱۳۸۲	۵ آبان ۱۳۸۱
۲۴ فروردین ۱۳۸۳	۱۹ آبان ۱۳۸۲
???	۱۹ آبان ۱۳۸۳

نتایج

مدل فوق بر روی محصول سیب رقم گلدن براساس دیده‌بانی‌های انجام شده مراحل فنولوژی که در بولتن‌های کشاورزی ایستگاه تحقیقات هواشناسی کشاورزی گلمکان واقع در ۴۰ کیلومتری شمال مشهد به ثبت رسیده بود مورد آزمایش قرار گرفت. تاریخهای مراحل ریزش برگ و شکوفه‌دهی برای هر سال جداگانه استخراج گردید. زمان ریزش برگ و گل دهی در تاریخی که ۷۵٪ پیشرفت مرحله گلدهی وجود داشت در نظر گرفته شد. جدول ۲ تاریخهای ریزش برگ و شکوفه‌دهی را برای سالهای آماری مورد مطالعه نشان می‌دهد.

مقادیر حداکثر و حداقل دمای روزانه ایستگاه هواشناسی گلمکان برای هر سال زراعی از پاییز تا بهار (از زمان ریزش برگ تا هنگام شکوفه‌دهی) وارد مدل گردید.

محاسبات براساس مقادیر مختلف برای دمای آستانه ۲ تا ۸ درجه سانتی‌گراد و همچنین برای نیاز سرمایی ۱۰۵- = CR تا ۴۹۰- = CR درجه روز انجام گرفت، هنگامی که نزدیکترین تاریخ به زمان شکوفه‌دهی بدست آمد مقادیر TC و CR مربوطه برای آن سال یادداشت گردید. پس از اینکه این محاسبات برای هر سال جداگانه انجام گرفت، آن مقدار TC و CR که به صورت یکسان برای تمام سالها صدق می‌کرد به عنوان TC و CR نهایی انتخاب شدند که به ترتیب برابر با ۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۴۵- درجه روز

جدول ۳- نتایج محاسبات از سال ۱۳۷۸ لغایت سال ۱۳۸۴

خطا	TC	CR	طول دوره پیش بینی شده	طول دوره مشاهده شده	تاریخ پیش بینی شده گلدهی	تاریخ گلدهی	تاریخ ریزش برگ
+۳	۶	-۱۴۵	۱۲۶	۱۲۳	۱۰ فروردین ۷۹	۷ فروردین ۱۳۷۹	۳ آذر ۱۳۷۸
-۷	۶	-۱۴۵	۱۲۸	۱۳۵	۲۷ اسفند ۷۹	۵ فروردین ۱۳۸۰	۱۹ آبان ۱۳۷۹
+۴	۶	-۱۴۵	۱۲۴	۱۲۸	۲۶ اسفند ۸۱	۱ فروردین ۱۳۸۱	۲۲ آبان ۱۳۸۰
-۱۴	۶	-۱۴۵	۱۵۲	۱۶۶	۸ فروردین ۸۲	۲۲ فروردین ۱۳۸۲	۵ آبان ۱۳۸۱
-۱۰	۶	-۱۴۵	۱۳۵	۱۴۵	۴ فروردین ۸۳	۲۴ فروردین ۱۳۸۳	۱۹ آبان ۱۳۸۲
؟؟؟	۶	-۱۴۵	۱۳۶	؟؟؟	۵ فروردین ۸۴	???	۱۹ آبان ۱۳۸۳

می باشند. جدول ۳ نتایج محاسبات، دمای آستانه، نیاز تجمعی سرمایی و تاریخهای مربوطه را نشان می‌دهد.

مقدار RMSE با استفاده از مجموع مربعات اختلافات بین مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی به شرح زیر محاسبه گردید:

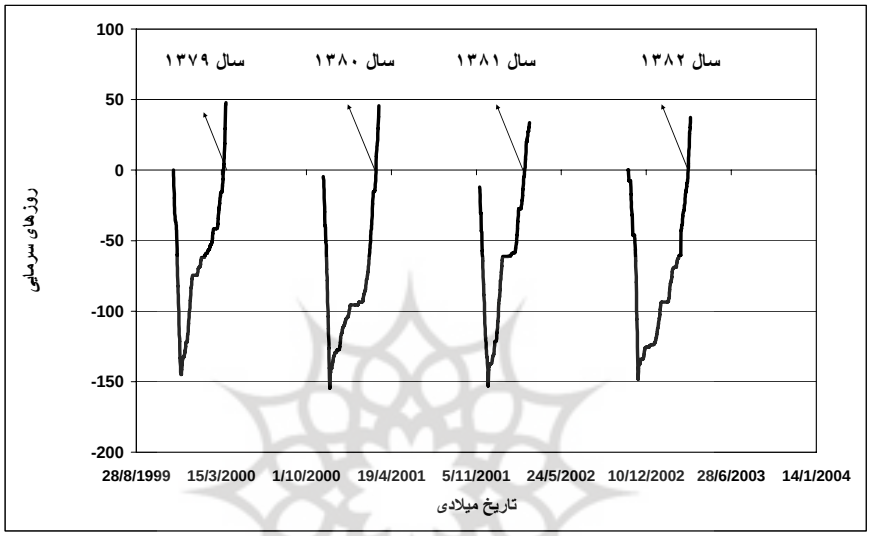
$$RMSE = \sqrt{\frac{(9+49+16+196+100)}{5}} = 8.6$$

مقدار بدست آمده برای RMSE که در واقع خطای مدل را نشان می‌دهد که در حد قابل قبول می‌باشد. شکل ۳ مراحل نیاز سرمایی تجمعی از دمای آستانه ۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۴۵- = CR در طی سالهای ۷۸ تا ۸۱ و شکل ۴ برای سالهای ۸۲ تا ۸۴ برای محصول سیب رقم گلدن در گلمکان را نشان می‌دهد.

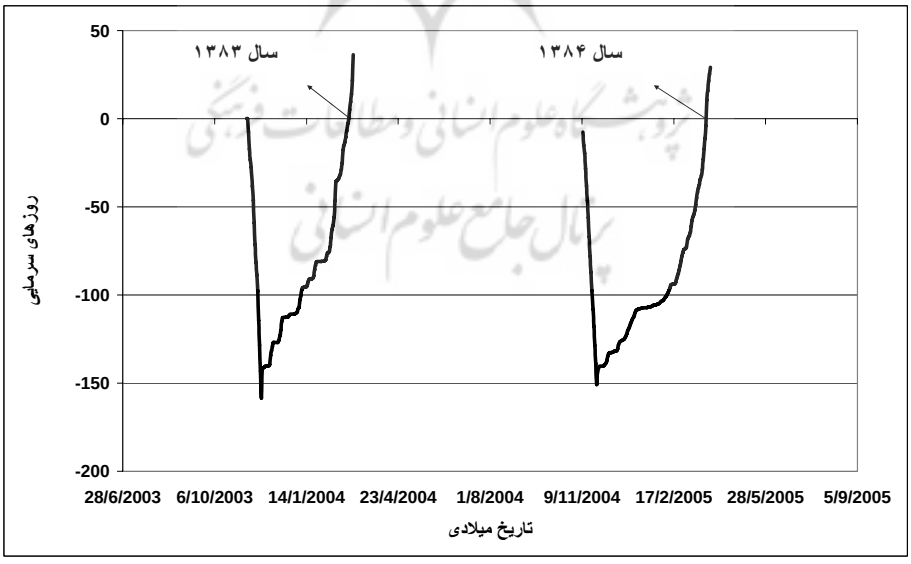
همین که مقدار CR از شروع ریزش برگ در پاییز با توجه به دمای حداقل و حداکثر روزانه به مقدار ۱۴۵- رسید و در واقع نیاز تجمعی سرمایی گیاه تأمین گردید (اواسط زمستان) می‌توان تاریخ شکوفه‌دهی را پیش‌بینی نمود به این ترتیب که ابتدا بر اساس میانگین روزانه بلندمدت دمای حداقل و حداکثر ایستگاه مورد نظر برای روزها و ماههای آینده، دمای حداقل و حداکثر روزانه ساخته می‌شود. سپس روزی که جمع CA برابر ۱۴۵ شد آن روز به عنوان روز بازشدن شکوفه‌ها اعلام می‌گردد. بعد از آن هر روزی که می‌گذرد بجای مقدار دمای حداقل و حداکثری که از روی آمار بلندمدت ساخته شده است مقادیر دمای حداقل و حداکثر روزانه دیده‌بانی شده (واقعی) همان روز وارد مدل می‌شود بنابراین می‌توان تاریخ اعلام شده قبلی را روز به روز اصلاح نمود.

نتیجه گیری

یکی از مراحل فنولـوژیکی بحرانـی در درختـان میـوه خزان‌کننده، مرحله شکوفه‌دهی است زیرا در این مرحلـه گیاه به تنش‌های محیطی به ویژه سـرما و یخبنـدان بـسیار حـساس مـی‌باشـد. آسـتانه تحمـل سـرما در مرحلـه شکوفه‌دهی بسته به نوع محصول و گونه آن بسیار متفاوت اسـت. در بـسیاری از منـابع، دمـای بحرانـی در مرحلـه شکوفه‌دهی درخت سـیب ۱/۵- درجـه سـانتی‌گـراد درج گردیده‌اسـت. بنـابراین چنانچـه دمـای محـیط در مرحلـه شکوفه‌دهی کمتر از مقدار بحرانی گـردد بـسته بـه تـداوم سرما (طول مدتی که دمـا کمتـر از آسـتانه تحمـل اسـت) محصول دچار صدمه شده و گاهی خسارت ناشی از سرما



شکل ۳- نمودار مراحل نیاز سرمایی تجمعی طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲



شکل۴- نمودار مراحل نیاز سرمایی تجمعی در طی سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴

اقتصاد کشاورزی یک منطقه را به شدت تحت تـأثیر قـرار می‌دهد. بنابراین پیش‌بینی زمان بازشدن شکوفه‌ها برای هر

محصول در هر منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است. معمولاً در مطالعات پایه، احتمال وقوع سرمای دیررس بهاره در هرمنطقه از قبل مورد محاسبه قرار می‌گیرد و چنانچه یک مدل مناسب بتواند به خوبی زمان شکوفه‌دهی را پیش‌بینی نماید می‌توان تاریخ پیش‌بینی زمان بازشدن شکوفه را با تاریخ آخرین یخبندان منطقه مقایسه نمود و در مواردی که احتمال بازشدن شکوفه‌ها قبل از خاتمه یخبندان باشد، تمهیدات لازم جهت به تعویق انداختن زمان جوانه‌زنی و گلدهی محصول اتخاذ نمود. روشهایی از قبیل استفاده از هورمونهای تأخیر رشد، پاشیدن آب روی تنه و شاخه‌های درخت قبل از غروب آفتاب می توانند تاخیر انداختن گلدهی را کنترل نمایند.

با توجه به پیش بینی انجام شده برای تاریخ گلدهی سیب که ۴ فروردین سال ۱۳۸۴ پیش بینی شده است، می توان میزان خطر ناشی از یخبندان را در هنگام گلدهی سیب مورد بررسی قرار داد. با مراجعه به جدول شماره ۱ معلوم می شود که احتمال وقوع سرمای دیررس بهاره بعد از۴ فروردین در حدود ۶۷٪ می باشد که احتمال بالایی است و چنانچه سیب بعد از ۴ فروردین وارد مرحله گلدهی شود، به احتمال ۶۷٪ یخبندان بر روی آن خسارت وارد خواهد نمود. بنابر این لازم است که اقدامات لازم جهت جلوگیری از وقوع خسارت بر روی سیب انجام شود. در این مورد استفاده از روشهای فیزیولوژیکی جهت به تاخیر انداختن گلدهی و نیز اتخاذ روشهای مناسب کاهش خسارت یخبندان از قبیل بخاریهای باغی و یا ماشینهای تولید کننده باد و ... امکان پذیر می باشد.

منابع

۱- رحیمی محمد، *پیش بینی زمان گلدهی سیب رقم گلدن در گلمکان خراسان*، گزارش طرح پژوهشی سازمان هواشناسی کشور، تهران، ۱۳۸۴.

۲- کوانتا، مهندسین مشاور، *راهنمای نیازها و محدودیتهای ۱۵ محصول استراتژیک ایران*، سازمان هواشناسی کشور، تهران، ۱۳۵۶.

۳- کمالی غلامعلی، *سرماهای زیانبخش بر کشاورزی ایران در قالب معیارهای احتمالاتی* ، مطالعه موردی تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۱۷ شماره ۱، صص ۱۵۶-۱۴۹، ۱۳۸۱.

۴- لاهوتی مهرداد ، *اصول فیزیولوژی گیاهان زراعی*، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۶.

5- Batty N., Aspects of seasonality, Journal of Experimental Botany, 51, 1769-1780, 2000.

6- Cannell M.G.R., Smith R.I., Thermal time- chill days and prediction of budburst in Picea sitchenis, Journal of Applied Ecology, 20, 951-963, 1983.

7- Cesaraccio C. et all, Chilling and Forcing Model to Predict Bud-burst of Crop and Forest Species, Agricultural and forest Meteorology, 126, 1-3, 2004.

8- Erez A., Couvillon G.A., Hendershott C.H., Quantitive chilling enhancement and negation in peach buds by high Temperatures in a daily cycle, Journal of American Society Horticulture Science, 108, 536-540, 1979.

9- Kobayashi K.D., Fuchigami L.H. Modelling Temperature Effects in breaking rest in Red-Osier

Dogwood (Cornus Sericea L.), Annals of Botany, 52, 205-215, 1983.

10-Linvill D.E., Calculation chilling hours and chill Units from daily maximum and minimum temperature observations, HortScience, 25(1), 14-16, 1990.

11-Orlando F. et all, The use of Phenological data to calculate Chilling Units in Olea Europea L. in relationship to the Onset of reproduction, International Journal of Biometeorology, 46, 2-8, 2002.

12-Paulo De Meo-Abreu J, et al, Modelling Olice flowering date using chilling for dormancy release and thermal time, Agricultural and Forest Meteorology, 125,117-127,2004.

13-Pinne p. et all, freezing exposure releases bud dormancy in *Betula pubescens* and *B. pendula*, Plant Cell and Environment, 20, 1199-1204, 1997.

14-Rahimi M. et al, Risk analysis of first and last occurrences in the Centeral Alborz region, International journal of Climatology, 26, 2006.

15-Rattigan K., Hill S.J., Relationship Between Temperature and Flowering in Almond, Australian Journal of Experimental agriculture, 26, 399-404, 1986.

16-Richardson E.A., Seele S.D., Walker D.R., 1974: A model for estimating the completion of rest for Redlhaven and Elderta peach trees, HortScience, 9(4), 331-332, 1974.

17-Shaultout A.D., Unraut C.R., Rest completion predication model for Starkimson Delicious apples, Journal of American Society Horticulture Science, 108(6), 957-961, 1983.

18-Weinberger J. H., chilling requirements of peach varieties, Proc. Journal of American Society Horticulture Science, 56, 122-128, 1950.

19-WMO, Agro meteorology of Apple, No. 750, 1996.

20-Zalom F. G. et all, 1983: Degree- Days- the calculation and the use of hest units in pest management. Leaflet n. 21373, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Davis, 1983.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی