کنترل سرمازدگی پسته با استفاده از کشاورزی دقیق

احسان زکریایی کرمانی[1*]، محسن شمسی[2]، رضاحسین پور[1]و سهیل رضازاده[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان(Ehsan5zk@yahoo.com)

۲. دانشیار و عضو هیات علمی بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهید باهنرکرمان

۳. دانشجوی کارشناسی مهندسی آب دانشگاه شهید باهنرکرمان

چکیده

امروزه یکی از مشکلات مهم باغداران پسته سرمازدگی محصول این درخت می سیستمهای مقابله با این پدیده گردیده است. با توجه به اینکه هم اکنون درخت پسته بیش از ۴۴۰هزار هکتار معادل ۱۷٪ از سطح باغهای کشور به خود اختصاص داده است و با توجه به صادراتی بودن آن، ارزش اقتصادی بسیاری برای کشور ایجاد می شایسته است در این خصوص تدابیری اندیشه شود. در حال حاضریکی از تکنولژی‌های مطرح و پیش‌رو کشاورزی دقیق است مزیت اصلی این سیستم، بهرموری دقیق و کارآمد از نهاده‌ها و مدیریت منطقه‌ای منابع موجود می‌باشد. این تحقیق در یک باغ پسته واقع در شرق شهر کرمان انجام شد که پس از انتخاب و مشخص نمودن نقاطی در باغ و ثبت موقعیت نقاط به وسیله یک گیرنده GPS با استفاده از نرم‌افزار Surfer نقشه‌های دمایی باغ تهیه گردید. به سادگی می‌توان دریافت در منتهی الیه ضلع جنوب غربی(نقطه A) و شمالی باغ (نقطه C)، بیشترین ریسک سرمازدگی وجود دارد که می‌توان با تعیین موقعیت مناسب برای استقرار دستگاه چاهک معکوس را مشخص نمود. این سیستم می تواند از خسارت ناشی از پدیده سرمازدگی در باغ جلوگیری کرده و به طور متوسط دمای باغ را تا ۲ درجه سانتیگراد افزایش دهد.هدف از بکار گیری این روش، مکان یابی دقیق و فراهم آوردن امکان دسترسی همگانی به این نوع مکان یابی و همچنین کاهش هزینه‌ها در خریداری، نگهداری و یا اجاره این نوع سیستم می‌باشد.

کلمات کلیدی: چاهک معکوس انتخابی، سرمازدگی پسته، کشاورزی دقیق، گیرنده GPS

مقدمه

پیدایش درخت پسته(*Pistacia vera* L.) ازآسیای مرکزی نشات گرفته است. پسته محصول مهم تجاری ایران است و به آب و هوای محلی سازگاری خوبی دارد. ایران در رتبه اول تولید و سطح زیر کشت پسته در جهان می‌باشد(Crane, 1981). پسته به عنوان یک محصول ارز آور در حال حاضر بیش از ۴۴۰هزار هکتار معادل ۱۷٪ از سطح باغ های کشور به خود اختصاص داده است که با توجه به صادراتی بودن آن، ارزش اقتصادی بسیاری برای کشور ایجاد می‌نماید. درخت پسته به علت مقاوم بودن نسبت به شوری آب و خاک، رقیبی بر عرصه‌های استقرار نداشت، همین بلامنازع بودن این محصول باعث شده است که با توجه به افت کیفی و کمی آب های زیر زمینی و کاهش کیفیت اراضی زراعی در بعضی از دست های کشور، به تدریج کشاورزان به کشت پسته روی آورند که گستره استقرار این درخت صبور و پر برکت هم اکنون در ۲۲ استان کشور کشیده شده است. نظر به اینکه سرمای دیر رس بهاره معمولا" در سطح وسیع و در حساس ترین زمان ممکن اتفاق می‌افتد بیشترین خسارت ممکن را نسبت به سایر عوامل طبیعی محدود کننده تولید، به محصولات و به خصوص درختان میوه وارد می‌کند. طبق آمار صندوق بیمه کشاورزی استان کرمان سرمای دیررس فروردین ۱۳۹۱، خسارتی بالغ بر۲۱۳ میلیارد ریال به باغ‌های پسته استان کرمان وارد نمود. میزان خسارات وارده به درختان، رابطه مستقیمی با شدت سرما (حداقل درجه حرارت و مدت زمان سرما)، واریته، مدیریت قبل و بعد از سرما و موقعیت جغرافیایی باغ دارد (شرافتی، ۱۳۸۳).

سرمازدگی پدیده ای است که در درجه حرارت های پایین سبب ایجاد خسارت و یا از بین رفتن اندامهای گیاهی می شود. این عارضه در درختان میوه در فصل زمستان و یا اوایل

آمار ارائه شده تنها حدود ۱۰ درصد از کل زمین های قابل کشت دنیا ممکن است بدون تنش سرمازدگی باشند(حجازی زاده و ناصر زاده، ۱۳۸۴).

بررسی منابع نشان داد که حساسیت بافت های گیاهی به سرمای بهاره

رشد، مقاومت متفاوتی نسبت به سرما دارند. جوانه های گل در حال خواب بیشترین مقاومت را نسبت به سرما دارا هستند، در حالیکه با تورم جوانه، مقاومت افت کرده و در گل های باز شده به حداقل می رسد (Westwood,1978). خسارت سرما در جوانه های پسته به شکل تغییر رنگ بافت ها، نابودی گل در داخل جوانه، پژمردگی کلاله و خامه و نهایتا" قهوه ای شدن و ریزش آنها خواهد بود(Faust, 1997).

در خصوص کاربرد روش آبیاری بارانی در جلوگیری از خسارت سرمازدگی درختان میوه بررسی هایی صورت گرفته است. (Hendershott,1963; Harrison *et al.*, 1971). در مورد اثر انواع بخاری باغی را در کاهش خسارت سرمازدگی درختان میوه نیز مطالعه شده است(Crawford, 1965). ضمنا" مطالعات زیادی در مورد مسائل به زراعی و روشهای مبارزه با پدیده سرمازدگی درختان میوه، جمع آوری و انتخاب ارقام بادام محلی، به نژادی و تولید ارقام بادام دیرگل انجام داده‌اند (Kester *et al.*, 1991).

در پژوهشی دیگر باکتریهای مولد هسته یخ در درختان میوه هسته دار کاربرد ترکیب هر دو را در کنترل جمعیت این باکتری نتیجه کاهش خسارت سرمازدگی درختان میوه مفید دانستند(صحراگرد، ۱۳۷۸).

دمای بحرانی در شرایط آزمایشگاهی، در ارقام پسته قزوینی و اوحدی، برای مرحله جوانه بستن،$-4^{\circ}C$ ، برای مرحله جوانه در حال باز شدن تا $-2^{\circ}C$ و برای مرحله گل‌دهی تا $+2^{\circ}C$ تعیین گردید(قلی پور، ۱۳۸۳). براساس یک مطالعه در ترکیه مشخص گردید که خوشه‌های پسته در آغاز مرحله گل‌دهی و در$-1^{\circ}C$ و به مدت ۳ ساعت، در پستهرقم "Ohadi"، بیش از ۷۲٪ و در رقم "Siirt"بیش از ۴۲٪ از بین رفتند. همچنین در $-3^{\circ}C$ و به مدت یک ساعت، حدود ۸۶٪ از میوه های ریز در دو رقم فوق آسیب دیده و ریزش کردند(Burau, 2005).

روشهای زیادی برای جلوگیری از سرمازدگی ارائه شده است از جمله روشهای فعال در زمان بروز سرما برای مقابله با این پدیده می‌توان به کنترل سرمای بهاره توسط بخاری ها، استفاده از بخاری متحرک با سوخت پروپان و گاز طبیعی، کنترل سرمای بهاره توسط چاهک معکوس انتخابی، ماشین مولد باد و استفاده از مواد شیمیایی در به تأخیر انداختن گلدهی نام برد(نصیر زاده ، ۱۳۸۸).

سرمازدگی تشعشعی یک فرآیند ترمودینامیکی می باشد هرفرآیند ترمودینامیکی را با صرف انرژی می توان کنترل کرد. اما از دیدگاه مهندسی، هزینه های ساخت، تولید و هزینه های جاری مانند نصب، تعمیر و نگهداری و همین بهینه سازی مصرف انرژی بسیار حائز اهمیت می باشد. شاید ایراد روش های قبلی همین دیدگاه باشد. همانطور که می دانیم این روشها در تعدیل سرمازدگی کمک می کنند اما معمولاً از نظر بازده و هزینه مناسب نیستند.دستگاه چاهک معکوس در اواخر سال ۱۳۸۴در سیرجان طراحی، اجرا و مورد آزمایش قرار گرفت، و نتایج منتشر شده نشان از موفقیت این دستگاه در راه مبارزه با بلای عظیم سرمازدگی بوده است. از مزایای سیستم چاهک معکوس در مقایسه با دیگر روش ها می‌توان به مصرف بهینه انرژی نسبت به روش های موجود، هزینه کمتر بین تمام روش های موجود، مدیریت و نصب آسان، قابل حمل و تغییر مکان، قابل استفاده در انواع باغ ها، استفاده از هوای طبیعی بدون تولید هوای گرم مصنوعی، افزایش راندمان سیستم و غیره اشاره نمود(حکم آبادی و همکاران، ۱۳۸۵).

کشاورزی دقیق روشی از مدیریت مزرعه می‌باشد که به کشاورزان اجازه تولید مؤثرتر را از طریق استفاده بهینه از منابع، به صورت اقتصادی می‌دهد. یکی از اثرات مهم کشاورزی دقیق فایده زیست محیطی بالای آن می‌باشد که ناشی از استفاده زمانی و مکانی مناسب از تیمارهای شیمیایی گوناگون می‌باشد. کشاورزی دقیق نگاهی است اجمالی به آینده کشاورزی، آینده‌ای که در آن مدیریت نهاده‌های تولید محصولات زراعی نظیر کودهای شیمیایی، علف‌کش، بذر و غیره بر اساس ویژگی‌های مکانی مزرعه با هدف کاهش ضایعات و افزایش درآمد و حفظ محیط زیست اجرا می‌گردد(Shanwad *et al.*,2004).

اهمیت و ضرورت کشاورزی دقیق در تحقق کشاورزی پایدار می‌باشد که در قالب کاهش استفاده از نهاده‌هایی چون کودهای شیمیایی و سموم، آفت‌کش‌ها، افزایش کارایی کودها و در نتیجه افزایش بازدهی نهاده‌ها، جلوگیری از فرسایش خاک قابل دستیابی می‌باشد که با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و کنترل از راه دور (RS)،

اطلاعات و یافته های علمی بدست آمده را جهت مدیریت هرچه دقیق‌تر مزرعه بکار می‌برند. کشاورزی دقیق جدیدترین فناوری در عرصه کشاورزی می‌باشد که بر مبنای کشاورزی پایدار و تولید غذای سالم و پاک، استوار می‌باشد و بر اساس سه اصل افزایش عملکرد، افزایش بهره اقتصادی و کاهش اثرات سوء زیست محیطی دنبال می‌شود (ابوزهرا، ۱۳۸۴).

هدف از این تحقیق بررسی و ارائه یک روش مناسب با استفاده از کشاورزی دقیق جهت تعیین محل دقیق و مناسبی برای نصب و تجهیز دستگاه چاهک معکوس می‌باشد.که این خود به تنهایی می‌تواند موجب کاهش ضایعات، جلوگیری از اتلاف انرژی، افزایش درآمد و حفظ محیط زیست گردد.

مواد و روش ها

این پروژه در باغ پسته مرکز آموزش عالی رضوان واقع در شمال شرق شهر کرمان انجام گرفت. این باغ به مساحت تقریبی هکتار و از سه جهت محصور بین کوه‌های شرقی شهر کرمان قرار دارد. جهت وزش باد غالب، از غرب به شرق و ارتفاع منطقه بین ۱۷۵۸ تا ۱۷۸۳ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد.برای ثبت مختصات جغرافیایی باغ و همچنین ثبت نقاط استقرار سنسور دما از یک دستگاه گیرنده GPS مدل GARMIN-75CS استفاده شد. ابتدا جهت ارزیابی کار با استفاده از نرم‌افزار Google Earth یک نقشه ماهواره ای از باغ تهیه گردید(شکل ۱).

شکل۱) موقعیت باغ و نقاط ثبت درجه حرارت

با استفاده از گیرنده GPS کلیه نقاط حاشیه‌ی باغ بدین صورت که در مسیرهای مستقیم هر ۱۰ متر یک نقطه و در مسیرهای منحنی هر ۳ متر یک نقطه مشخص شد. ابتدا در محدوده باغ هر ۲متر یک نقطه مشخص و برای نشان دادن آن از یک شاخص استفاده گردید. و به مدت ۳ شب در ساعات ۲۴، ۲و ۴ بامداد داده های دمایی ثبت گردید. پس از آن مشاهده شد که نقاط در فواصل کوتاه دارای اختلاف دمایی ناچیز و در محدوده صفر تا ۰/۱ درجه می‌باشند و در فواصل بیش از ۲۰۰متر مخصوصا در حاشیه‌ها اختلاف دمایی بالاتر از یک درجه دارد. لذا با توجه به مساحت و شکل باغ، ۵ نقطه در محدوده داخلی مشخص وبرای ثبت

دمای نقاط درون محدوده باغ از ۵ دماسنج max/min استفاده گردید که داده‌های دمایی ثبت شده در ۴ ماه و در۶ شب با لحاظ جهت وزش باد در منطقه وmin دمای نقاط که همگی در ساعات انتهایی شب اتفاق افتادند مشاهده گردید.

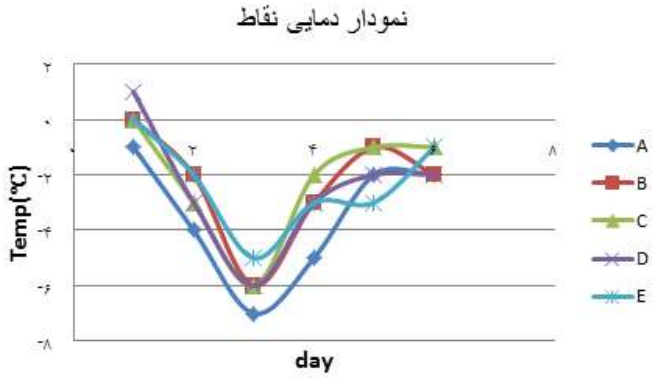
پس از آن با استفاده از داده‌های جمع آوری شده جهت پردازش و ترسیم نقشه سه بعدی توسط نرم افزار Surfer، این داده‌ها بر پایه دماهای استخراج شده به نرم‌افزار منتقل گردید. نرم افزارSurfer این ویژگی را داراست که می‌تواند پس از اعمال اطلاعات نقاط در نقشه، نسبت به تخمین دمای نسبتا" دقیقی در سایر نقاط نقشه اقدام نماید. پس از ترسیم این نقشه‌ها می‌توان نقاط دارای ریسک بالا و پایین سرمازدگی را شناسایی کرد. که در نهایت جهت انتخاب محل مناسب و استقرار دستگاه چاهک معکوس برای جلوگیری از سرمازدگی تصمیم گیری نمود.

نتایج و بحث

همانطور که از جداول۱ تا ۴ و شکل های۲ تا ۵ پیداست کمترین درجات حرارت مربوط به نقطه C و A می‌باشد.

جدول۱) جدول ثبت اطلاعات دمایی مربوط به دی ماه

		۳ دی غربی	۵ دی غربی	۷ دی غربی	۱۰ دی غربی	۱۲ دی غربی	۱۶ دی غربی	Min دمای نقاط
Min درجه حرارت (°C)	A	−۱	−۴	−۷	−۵	−۲	−۲	−۷
	B	۰	−۲	−۶	−۳	−۱	−۲	−۶
	C	۰	−۳	−۶	−۲	−۱	−۱	−۶
	D	۱	−۳	−۶	−۳	−۲	−۲	−۶
	E	۰	−۲	−۵/۵	−۳	−۳	−۱	−۵/۵

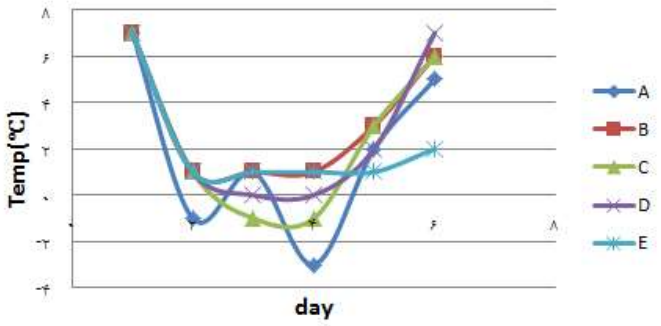


شکل۲) نمودار دمایی نقاط مربوط به دی ماه

جدول۲) جدول ثبت اطلاعات دمایی مربوط به بهمن ماه

		۱۱ بهمن غربی	۱۴ بهمن غربی	۱۶ بهمن غربی	۱۹ بهمن غربی	۲۳ بهمن شمالغربی	۲۵ بهمن شمالغربی	Min دمای نقاط
Min درجه حرارت (°C)	**A**	۷	-۱	۱	-۳	۲	۵	-۳
	B	۷	۱	۱	۱	۳	۶	۱
	C	۷.۵	۱	-۱	-۱	۳	۶	-۱
	D	۷	۱	۰	۰	۲	۷	۰
	E	۷	۱	۱	۱	۱	۴	۱

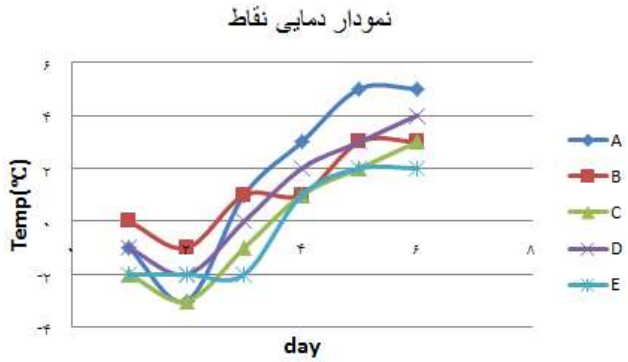
نمودار دمایی نقاط



شکل۳) نمودار دمایی نقاط مربوط به بهمن ماه

جدول۳) جدول ثبت اطلاعات دمایی مربوط به اسفند ماه

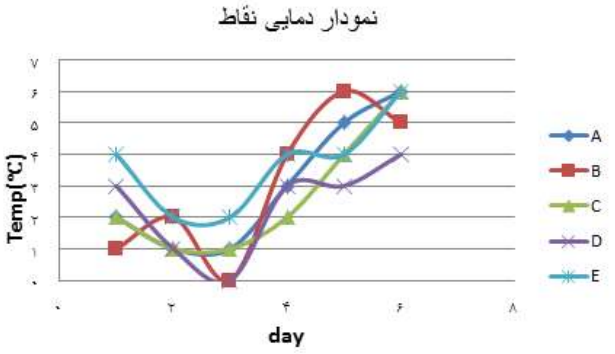
		۱۷ اسفند غربی	۱۹ اسفند غربی	۲۰ اسفند غربی	۲۲ اسفند غربی	۲۳ اسفند غربی	۲۵ اسفند غربی	Min دمای نقاط
Min درجه حرارت (°C)	**A**	-۱	-۲	۱	۳	۵	۵	-۲
	B	۰	-۱	۱	۱	۳	۳	-۱
	C	-۲	-۳	-۱	۱	۲	۳	-۳
	D	-۱	-۲	۰	۲	۳	۴	-۲
	E	-۲	-۳	-۲	۱	۲	۲	-۳



شکل۴) نمودار دمایی نقاط مربوط به اسفند ماه

جدول۴) جدول ثبت اطلاعات دمایی مربوط به فروردین ماه

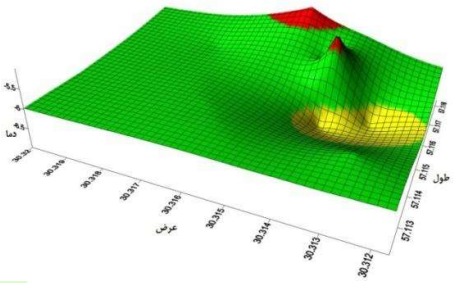
		۶فروردین غربی	۸فروردین غربی	۱۱فروردین غربی	۱۴فروردین غربی	۱۷فروردین غربی	۲۰ فروردین غربی	Min دمای نقاط
Min درجه حرارت (°C)	**A**	۲	۱	۱	۳	۵	۶	۱
	B	۱	۲	۵/۰	۴	۶	۵	۵/۰
	C	۲	۱	۰	۲	۴	۶	۰
	D	۳	۱	۵/۰	۳	۳	۴	۵/۰
	E	۴	۲	۲	۴	۴	۶	۲



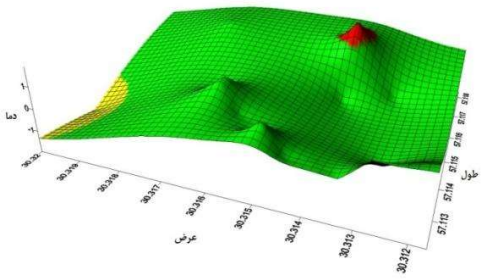
شکل۵) نمودار دمایی نقاط مربوط به فروردین ماه

با استفاده از نرم افزار Surfer و همچنین داده‌های دمایی یک نقشه سه بعدی دمایی از باغ تهیه شد (شکل های ۶ تا ۹).به جز فروردین ماه همانگونه که در جداول و نمودارها مشاهده می‌شود min دمای ثبت شده،در نقاط A و C می‌باشد. که در اینجا می-

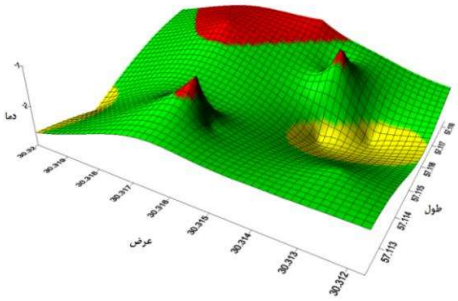
توان این نقاط را با اطلاعات نقشه مقایسه نمود. این اطلاعات به اضافه داده‌های مکانی در نرم افزار این امکان را می‌دهد که نقشه های تهیه شده، مطلوب و مطابق با توقعات باغدار باشد.



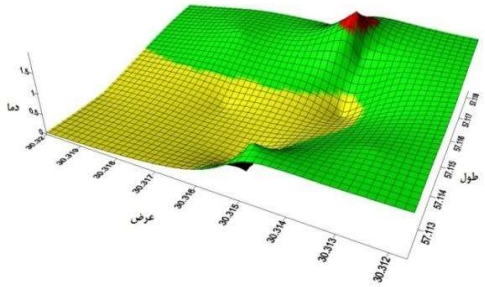
شکل۷) نقشه سه بعدی باغ مربوط به بهمن ماه



شکل ۶) نقشه سه بعدی باغ مربوط به دی ماه



شکل ۹) نقشه سه بعدی باغ مربوط به فروردین ماه



شکل ۸) نقشه سه بعدی باغ مربوط به اسفند ماه

همانطور که در شکل های بالا مشاهده می‌شود نقاط دارای فرورفتگی نشان دهنده حداقل دمای آن نقطه در راستای محور Z ها می‌باشد. رنگ بندی نقشه ها می‌تواند به تجزیه و تحلیل سریع نقشه کمک نماید. پس از این مرحله با تطابق نقشه های باغ از لحاظ موقعیت مکانی مشخص می‌شود در فرورفتگی ها بیشترین ریسک سرمازدگی وجود دارد. با توجه باینکه درصد قابل توجهی از باغداران از دانش کافی برخوردار نبوده لذا ارائه نقشه به این سبک حتی در صورت کم سوادی باغدار می‌تواند کمک زیادی به آنها نماید و همچنین جهت صرفه جویی در مصرف انرژی و زمان و در نهایت کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی و افزایش تولید، مفید باشد.

اساسا" هدف دستگاه چاهک این است که هوای سرد کف باغ را بمکد و آن را به لایه ۱۵ متر بالاتر بفرستد در حقیقت دستگاه مانند یک پمپ هوا عمل می کند. همانطور که می دانیم پمپ چاه به این صورت عمل می نماید که با غلبه بر نیروی جاذبه زمین آبرا از ته چاه به چندین متر بالاتر هدایت می کند. دستگاه چاهک معکوس می‌تواند هوای سردی که در سطح زمین وجود دارد ودارای چگالی بیشتری نسبت به هوای گرم موجود در لایه های بالاتر است را با انجام یک فرآیند مکانیکی جابجا نماید (Guarge *et al.*,2000).

این دستگاه از یک سری ادوات مکانیکی شامل بدنه چاهک ، پروانه (ملخ یا فن)، گیربکس، یاطاقان، بلبرینگ، رینگ دور فن , محفظه نگهدارنده گیربکس, سیم های بکسل، Hosing میل گاردان و نیروی محرکه (الکترو موتور یا موتور دیزل یا تراکتور) تشکیل شده است.

مهمترین قطعه در این دستگاه، فن داخل چاهک می باشد که عمل جمع کردن و فرستادن هوای سرد به بالا را انجام می دهد. دونکته در انتخاب فن در صنعت حائز اهمیت می باشد:دبی و اختلاف فشار. در این پروژه این دو پارامتر به این صورت انتخاب می شود که دبی مستقیماً مربوط به مساحت تحت پوشش دستگاه می باشد که محاسبات آن در زیر آمده است و اختلاف فشار مربوط به Head خروجی هوای فن می باشد که در واقع همان ارتفاع ۱۵ متر به بالا می باشد و مفهوم ارتفاع پرتاب هوا را می دهد.

محاسبات دبی فن بدین صورت است:

دستگاه چاهک به گونه‌ای طراحی شده است که در عرض ۲۰ دقیقه (آستانه زمانی مقاومت جوانه گیاه نسبت به سرما) کل هوای سرد کف باغ که دستگاه توانایی پوشش آن را دارد، را به لایه بالاتر بفرستد. تمام محاسبات در این ۲۰ دقیقه انجام می شود.لایه هوای سرد کف باغ در باغات پسته تا ارتفاع ۱/۵ متر از سطح زمین محاسبه شده است(Guarge *et al*.,2000). بنابراین حجم هوای سرد کف باغ برابر است با:

$$V=A*h \qquad (۱)$$

در فرمول (۱)، A مساحت باغ و h همان ارتفاع ۱/۵ متر می‌باشد، که این حجم باید در مدت ۲۰ دقیقه تخلیه شود:

$$\frac{m^3}{V} \quad \frac{s}{۲۰\times ۶۰}$$

$$Q \sim ۱ \rightarrow Q=۹۳/۷۵ m^3/s$$

یعنی باید دبی فن (Q) برابر ۹۳/۷۵ m^3/s باشد تا بتواند در عرض ۲۰ دقیقه هوای کف باغ را به سطوح بالاتر بفرستد.

نتیجه گیری کلی

پس از انجام ثبت نقاط و مشاهده دمای سایت به مدت ۵ الی ۷ شب در ۴ ماه متوالی که منجر به تهیه نقشه دمایی باغگردید به سادگی می‌توان دریافت در منتهی الیه ضلع جنوب غربی(نقطه A) و شمالی باغ(نقطه C)، بیشترین ریسک سرمازدگی را شاهد هستیم که می‌توان با سیستم چاهک معکوس از خسارت ناشی از این پدیده در این نقاط و در نهایت در کل سایت جلوگیری نمود. نتایج پژوهش گورگا و همکاران نشان می‌دهد که دستگاه چاهک می‌تواند بطور میانگین دما را حداکثر تا ۳/۲ ، حداقل ۰/۳ و بطور میانگین ۲ درجه سانتی گراد تعدیل نماید،که این مقدار تعدیل دما در بسیاری از موارد می تواند نجات بخش محصول باشد(Guarge *et al*.,2000). با توجه به گران بودن اغلب این سیستم‌ها و همچنین جهت جلوگیری از به هدر رفتن سرمایه انجام این روش می‌تواند کمک شایانی به باغداران کرده و از مصرف بی‌مورد انرژی جلوگیری شود. که این به تنهایی باعث کاهش

ضایعات و افزایش درآمد و حفظ محیط زیست می‌گردد. خوشبختانه به علت عدم وقوع سرمای بهاره مشخص در باغ محل آزمایش امکان بررسی خ

صورت بروز سرما در باغات مشابه می‌توان علاوه بر ثبت دما، از هر هکتار باغ تیمار و شاهد ۲۵ درخت در اطراف باغ و از هر درخت چهار شاخه در چهار طرف درخت بصورت تصادفی انتخاب نمود و از نظر ماکروسکپی با استفاده از نرم افزار Surfer خسارت مشاهده شده شامل تغییر رنگ بافتها (نشان دهنده آسیب اولیه و احتمالاً قابل برگشت)، قهوه‌ای شدن (شاخص آسیب جدی و غیر قابل برگشت سلولها و بافتها) و سیاه شدن (نابودی کامل بافتهای مربوطه) یاداشت برداری و نقشه آن را نیز تهیه نمود و با استفاده از روش های آماری اختلاف بین شاهد و تیمار موجود را مورد بررسی قرار داد.

فهرست منابع

۱- ابوزهرا، ا. ۱۳۸۴. مبانی کشاورزی دقیق و زمینه‌های کاربرد آن در کشاورزی کشور. مجله سنبله ۱۴۷.

۲- حجازیزاده، ز.، و ناصرزاده، ح.۱۳۸۴. محاسبه و تجزیه و تحلیل ساعت های تداوم یخبندان با استفاده از برنامه نویسی به زبان دلفی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۷۶:۱۵۰ -۱۳۹.

۳- حکم آبادی، ح.، کدخدایی، ا.، اسلامی، س.، و مختارزادگان، م. ۱۳۸۵، طراحی، ساخت و بررسی فنی امکان استفاده از چاهک معکوس انتخابی در کنترل سرمای بهاره باغات. موسسه تحقیقات پسته کشور.

۴- شرافتی، ع. ۱۳۸۳، تاثیر رقم و مدیریت باغ در کاهش خسارت سرمازدگی بهاره درختان پسته در خراسان. مجموعه مقالات همایش علمی و کاربردی راه های مقابله با سرمازدگی، ۳۵۳-۳۵۱.

۵- صحراگرد، ا. ۱۳۷۸، خلاصه مقالات اولین همایش ملی بادام شهرکرد، معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی.

۶- قاسمی، ا. ۱۳۸۳، اصول و مدیریت باغداری در جلوگیری از خسارت سرمازدگی درختان میوه. مجموعه مقالات همایش علمی وکاربردی راه های مقابله با سرمازدگی، ۲۶۲.

۷- قلی پور، ی. ۱۳۸۳. مطالعه آزمایشگاهی و مزرعه ای سرمازدگی جوانه وگل‌های پسته در ارقام قزوینی و اوحدی. پژوهش نامه کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، شماره ۱۱.

۸- نصیر زاده، ح. ۱۳۸۸. سرمازدگی و روش های مقابله با آن، بولتن وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳- ۲.

9- Ballard, J.K. 1993. Frost and frost control in Washington Orchards. Washington state university, Pullman, Washington.

10. Carwford, T.V. 1965. Frost protection with machines and heaters. Agricultural Meterology, Vol.6(28): 81-87.

11- Crane, J.C and B.T. Iwakiri. 1981. Morphology and reproduction of pistachio.Horticulture Review, 3, 376-393.10.

12- Faust, M. 1997. physiology of temprature zone Fruitrees.Academic publishers.

13- Guarga, R., G. Scaglione, E. Supino and P. Mastrangelo. 2000. Evaluation of the SIS – A new frost protection method applied in a citrus orchard. International Citrus Congress (9th: Orlando, Florida),. 2003.P. 583.

14- Hendershott, C.H. 1963.Overhead sprinkler irrigation for cold protection fieldtrials. Proceedings of the florida state. Horticultureal society, Vol. 76:89-91.

15- Kester, D.E., T.M. Gradizl, and C. Grasselly. 1991.Almond.Acta Horticulture N. 29.

16- Shanwad, U.K., V.C. Patil and H.H. Gowda. 2004. Precision Farming: dreams and realities for India agriculture, in proceedings of map India congress, India.

17- Westwood, M.N. 1978. Temprature - zone pomology. WH Freeman and company san Fransisco.

Controlling Pistachio's Nip Using Precision Farming

Ehsan Zakariaie[1*] Mohsen Shamsi[2] Reza hoseinpoor[1] and Soheil Rezazadeh[3]

1- MSc Student, Department of Agriculture Machinery, Bahonar University of Kerman
Ehsan5zk@yahoo.com

2- Associate Professor, Department of Agriculture Machinery, Bahonar University of Kerman

3- Bs Student, Department of Water Engineerig, Bahonar University of Kerman

Abstract

Today, one of the major problems of pistachio growers is seed spring freezing. This needs the development and utilization of systems to deal with this phenomenon. The pistachio trees have coved over 440000 hectares of the lands which is equivalent to the 17% of the total plantation area ofthe country. Currently one of the leading technologies is precision farming. The main advantage of this systemis an accurate and efficient utilization of inputs and management of regional resources available. This study was conducted in a pistachio orchards in east of Kerman to use precision farming for freezing control and management. After selecting and specifying special points in the garden the geographical coordinate of each point was recorded by a GPS receiver and the point temperature was measured. Using this data the thermal maps were produced using Surfer software. It was found from the maps that the extreme southwest corner (point A) and the North of the Garden (point C) have the higher risk of freezing. The SIS(Selecting Inverted Sink) can controlling pistachio's nip.This is better to be implanted at these locations. This system can control the damage caused by freezing in the garden. Itincrease the temperature an average of 2 degrees of Celsius. The goal of this technique is, precise positioning and to reduce the costs of purchase, maintenance or rental of this type of systems.

Keywords: The SIS, pistachio nip, precision farming, GPS receiver.