Arshive of SID

مدیریت مخاطرات محیطی (دانش مخاطرات سابق)/ دورهٔ ۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵/ ص ۳۷۸-۳۶۵

تحلیل مخاطرهٔ یخبندان و سرمازدگی محصولات باغی آذربایجان غربی

سعید بازگیر*
استادیار و عضو هیأت علمی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
حسین محمدی (hmmohammadi@ut.ac.ir)
استاد و عضو هیأت علمی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
لیلا شریفی (leyla.sharifi@ut.ac.ir)
دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران
نوشین سلیمانی (nsoleimani@ut.ac.ir)
دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مخاطرات محیطی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۱۲/۶ – تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۴/۱۳)

چکیده

در این مطالعه با توجه به اهمیت خسارت یخبندان و سرمازدگی در کاهش سالانهٔ محصولات باغی استان آذربایجان غربی، دماهای میانگین و کمینهٔ روزانهٔ هوا و احتمال رخداد اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره و شدت و تداوم یخبندان در یک دورهٔ ده‌ساله (۲۰۱۲-۲۰۰۳) بررسی شد. هدف اصلی این مطالعه، تشخیص انواع یخبندان (تابشی، فرارفتی و ترکیبی) به‌منظور ارائهٔ راهکارهایی برای کاهش خسارت ناشی از آن به درختان باغی بوده است. به‌دلیل محدودیت پیوستگی آمار خسارت یخبندان از صندوق بیمهٔ کشاورزی، بررسی‌های لازم تنها برای سه شهرستان ارومیه، میاندوآب و سلماس به‌عنوان مهم‌ترین مراکز تولید سیب، انگور و گردو انجام گرفت. برای این منظور یخبندان‌ها به دو دستهٔ اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره تقسیم شدند. پس از مشخص شدن تاریخ رخداد اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره، تاریخ ها به روزهای ژولیسی تبدیل و سپس در محیط نرم‌افزاری SMADA بهترین تابع توزیع احتمال به داده‌ها برازش و احتمالات ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵ درصد محاسبه شد. نتایج حاصل در خصوص خسارت سرمازدگی به محصولات کشاورزی (دماهای بیشتر از صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس)، نشان داد که این محدودهٔ دمایی در آبان، اسفند و فروردین، تأثیری در خسارت به محصولات مذکور نداشته است. بیشترین خسارت برای مجموع هر سه محصول در شهرستان‌های ارومیه (۲۴۰۳/۷ هکتار)، سلماس (۵۰۱ هکتار) و میاندوآب (۱۳۶۳/۳ هکتار) در سال ۹۱-۱۳۹۰ به‌دلیل تداوم یخبندان در ماه‌های آبان، اسفند و فروردین (به‌ترتیب با ۴۲، ۴۰ و ۳۸ روز) مشاهده شد. با توجه به مرحلهٔ رشد محصولات مطالعه‌شده، آستانهٔ دمایی خسارت‌زای یخبندان در دمای کمینهٔ ۶- درجهٔ سلسیوس و کمتر برای انگور در زمان برداشت محصول (شهریور و مهر) و دمای کمینهٔ ۵- و کمتر برای درختان سیب و گردو در زمان جوانه‌های گل و برگ (فروردین و اردیبهشت) است. پیشنهاد می‌شود برای تشخیص دقیق‌تر انواع یخبندان، در کنار تحلیل‌های آماری، بررسی فرارفت هوای سرد به‌کمک نقشه‌های ژئوپتانسیل (به‌خصوص تراز ۸۵۰ میلی‌بار) نیز انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: آذربایجان غربی، محصولات باغی، مخاطرات آب‌وهوایی، یخبندان.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۴۰۱۳۲۶۴ Email: sbazgeer@ut.ac.ir

www.SID.ir

Arshive of SID

مقدمه

پایه و اساس پژوهش‌ها و فعالیت‌های حوزهٔ مخاطره‌شناسی، سلامت محیط و انسان است [۱۴]. بنابراین شناخت مخاطرات و بررسی رفتار آنها در طبیعت کمک شایانی به افزایش امنیت غذایی خواهد کرد. با توجه به اثرهای گسترده و متقابل اقلیم در بخش‌های مختلف جوامع انسانی، امروزه از تأثیر اقلیم بر بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی قرن بیست‌ویکم یاد می‌شود که پیامدهای جدی اقتصادی در پی دارد [۲۱، ۱۸، ۱۴،۱۷]. همچنین بخش‌های مختلف اقتصادی اعم از کشاورزی، جنگلداری، آب، صنعت، گردشگری، انرژی و حتی بیمه از اقلیم متأثر می‌شوند [۱۲، ۸، ۴]. اقلیم از عوامل مؤثر بر تولیدات کشاورزی است. در دهه‌های اخیر بررسی آثار اقتصادی و ارزیابی راهکارهای تطبیق و سازگاری با پدیده‌های اقلیمی به یکی از موضوعات مورد علاقهٔ اقتصاددانان کشاورزی تبدیل شده است [۱۱، ۷،۱۰ ، ۳]. چگونگی آسیب یخبندان بر محصولات زراعی و باغی در مراحل مختلف رشد گیاه، از اهمیت بسزایی برخوردار است. از دیدگاه هواشناسی، یخبندان هنگامی رخ می‌دهد که دمای کمینهٔ هوا درون پناهگاه هواشناسی (ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین) به صفر یا زیر صفر درجهٔ سلسیوس برسد. از طرف دیگر در سرمازدگی، دمای هوا لزوماً به زیر صفر نمی‌رسد و آسیب حاصل از آن در دماهای بیشتر از صفر درجه رخ می‌دهد. محصولات کشاورزی در محدودهٔ دمایی مشخص و معینی می‌توانند رشدونمو کنند. هر گونه انحراف دما از این محدوده، سبب کاهش رشد و حتی از بین رفتن کامل محصول می‌شود. خسارت یخبندان زمانی آشکار می‌شود که دمای هوا به زیر آستانهٔ سرمازدگی گیاهان کاهش می‌یابد و به‌دلیل نبود رطوبت کافی در هوا، آب میان‌بافتی گیاه یخ می‌زند و بافت‌های گیاه متلاشی می‌شوند [۱۹، ۱۶ ، ۱۳]. یخبندان‌های زودرس پاییزه سبب خسارت به محصولاتی می‌شود که هنوز برداشت نشده‌اند و یخبندان‌های دیررس بهاره سبب خسارت به محصولات کشاورزی و از جمله درختان میوه می‌شوند. درختان باغی در مرحلهٔ گلدهی و تا مرحلهٔ میوهٔ کوچک سبز به‌طور فزاینده‌ای به صدمهٔ سرما حساس‌اند [۱۶]. در پژوهشی در زنجان تحلیل زمانی- مکانی احتمال رخداد شاخص‌های یخبندان مطالعه شد [۱۵]. در این پژوهش مشاهده شد که اولین یخبندان‌ها در فصل پاییز بین ۷ تا ۲۴ آبان و آخرین یخبندان‌ها در دامنهٔ زمانی ۲۰ فروردین تا ۳۰ اردیبهشت رخ می‌دهد. در تحقیق دیگری دماهای صفر و زیر صفر درجهٔ ۵۴ ایستگاه هواشناسی کشور در یک دورهٔ ۳۱ ساله تحلیل و نقشهٔ پراکندگی مکانی آن در ایران تهیه شد [۵]. نتایج ایشان نشان داد که میانگین سالانهٔ تعداد روزهای یخبندان و میانگین دمای آن به‌ترتیب ۶۲ روز و ۳- درجه بوده است. در مطالعهٔ دیگری در بررسی اثر یخبندان بر محصول سیب در دشت مشهد، نتایج حاکی از ریسک حداکثری خسارت یخبندان در ۳۱

www.SID.ir

Arshive of SID

فروردین ۱۳۸۲ با ۵۳ درصد در مناطق جنوب غربی دشت و با ۳۴/۵ درصد در مناطق جنوب شرقی به عنوان ریسک حداقل بود [۷]. در مطالعه‌ای دیگر، سرمازدگی شدید بهارهٔ باغ‌های پسته در استان یزد بررسی شد [۲]. نتایج این تحقیق نشان داد که باغ‌های پستهٔ شهرستان‌های بررسی‌شده به‌جز طبس و بافق، در فصل بهار سرمازدگی ضعیف را تجربه می‌کنند و جنوب و جنوب غرب (شهرستان‌های دهشیر، مروست، اشکذر، اردکان، بهادران) از نظر وقوع سرمازدگی شدید بهاره، منطقهٔ پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی به‌خصوص باغ‌های پسته هستند.

هرساله پدیدهٔ یخبندان خسارت زیادی به محصولات باغی آذربایجان غربی وارد می‌کند. با توجه به اهمیت محصولات باغی این استان، شناخت انواع یخبندان (تابشی و فرارفتی) و تفکیک آنها از یکدیگر به‌منظور ارائهٔ راهکارهای حفاظت از یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره برای سیب، انگور و گردو از اهداف اصلی این پژوهش بوده است.

موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مطالعاتی

استان آذربایجان غربی در محدودهٔ ´۴۶ و °۳۹ تا ´۵۸ و °۳۵ عرض شمالی و ´۳ و °۴۴ تا ´۲۳ و °۴۷ طول شرقی در منتهی‌الیه شمال غربی ایران قرار گرفته است (شکل ۱). وسعت آن بدون احتساب دریاچهٔ ارومیه بالغ بر ۳۷۶۱۴ کیلومتر مربع است. این استان شامل ۱۴ شهرستان، ۳۰ شهر، ۳۶ بخش، ۱۰۹ دهستان و ۳۷۲۸ روستاست. مرتفع‌ترین بخش استان، سیه‌چشمه با ارتفاع ۱۹۲۰ متر و کم‌ارتفاع‌ترین منطقه، شهرستان خوی با ارتفاع ۱۱۳۹ متر است [۱].

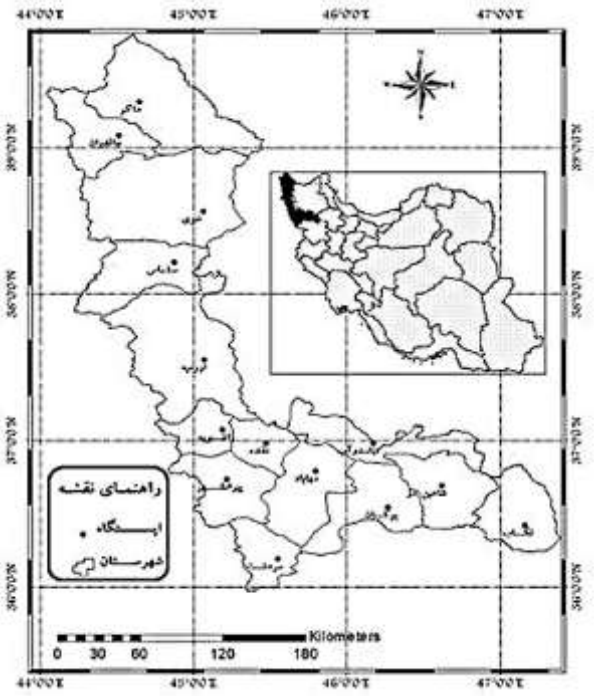
مواد و روش‌ها

آمار و اطلاعات ساعتی مربوط به دمای کمینهٔ هوا، رطوبت نسبی هوا، ابرناکی و سمت و سرعت باد ۱۶ ایستگاه همدیدی ارومیه، بوکان، ماکو، شاهین‌دژ، نقده، سردشت، تکاب، پیرانشهر، خوی، مهاباد، چالدران، سلماس، اشنویه، میاندوآب، قره‌ضیاءالدین و کهریز از سازمان هواشناسی کشور برای یک دورهٔ اقلیمی ده‌ساله (۲۰۱۲-۲۰۰۳) اخذ شد. همچنین آمار خسارت سرمازدگی محصولات استان آذربایجان غربی از صندوق بیمهٔ کشاورزی دریافت شد. در این مطالعه یخبندان‌ها به دو دستهٔ اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره تقسیم شدند. تاریخ رخداد اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره پس از مشخص شدن، به روزهای ژولیسی تبدیل شد و سپس در محیط نرم‌افزاری SMADA بهترین تابع توزیع احتمال به داده‌ها برازش و احتمالات ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵ درصد محاسبه شد. با توجه به محدودیت پیوستگی آمار خسارت یخبندان به محصولات کشاورزی و بررسی عینی داده‌های جمع‌آوری‌شدهٔ خسارت از صندوق بیمهٔ کشاورزی، تحلیل‌های لازم تنها برای

www.SID.ir

Arshive of SID

سه شهرستان ارومیه، میاندوآب و سلماس به‌عنوان مهم‌ترین مراکز تولید سیب، انگور و گردو در سال‌های موجود بر اساس نوع یخبندان انجام گرفت (جدول ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مطالعاتی و ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی

تعیین طول دورهٔ یخبندان و بدون یخبندان

طول دورهٔ یخبندان، فاصلهٔ بین شروع اولین یخبندان تا خاتمهٔ آخرین یخبندان است و دورهٔ بدون یخبندان، فاصلهٔ بین آخرین یخبندان تا شروع یخبندان سال بعد است. با توجه به مشخص شدن تاریخ اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره، این دو دوره با احتمال‌های یادشده محاسبه شد.

تداوم و شدت یخبندان

برای به‌دست آوردن تداوم یخبندان در ماه‌های اکتبر و نوامبر (مهر و آبان) و همچنین مارس، آوریل و می (اوایل اسفند تا اوایل خرداد)، تعداد روزهایی که دمای کمینهٔ هوا به صفر و زیر صفر درجهٔ سلسیوس رسیده بود، در هر ماه محاسبه و شدت یخبندان بر اساس کمترین دمای

www.SID.ir

Arshive of SID

گزارش‌شده از ایستگاه محاسبه شد. براساس منابع موجود [۱۳]، بیشترین خسارت حاصل از یخبندان به انگور در ماه‌های اکتبر و نوامبر در زمان برداشت محصول (یخبندان‌های زودرس پاییزه، ۷ شهریور تا ۷ آبان) و محصولات سیب و گردو در ماه‌های مارس و آوریل در زمان جوانه‌های گل و برگ (یخبندان‌های دیررس بهاره،۱۱ اسفند تا۱۱ اردیبهشت) وارد شده است.

جدول ۱. انواع یخبندان و معیارهای تشخیص آنها [۲۳]

نوع یخبندان	معیار تشخیص
تابشی	آسمان صاف (ابر کمتر از سه‌هشتم)، سرعت باد کمتر از ۱/۵ متر بر ثانیه، نبود پدیده (باران، برف، تگرگ)
فرارفتی	ابرناکی (ابر بیش از سه‌هشتم)، در اغلب موارد همراه با باد با سرعت بیش از ۱/۵ متر بر ثانیه، وجود پدیده و افت شدید دما
ترکیبی	در طول روز به‌دلیل وجود پدیده و ابرناکی، یخبندان و سرمازدگی از نوع فرارفتی و در ساعات شب با توجه به عبور سامانه از منطقه و صاف شدن آسمان، به‌دلیل یخبندان تابشی، شدت و آسیب این نوع یخبندان بیشتر است

بحث و نتایج

در خصوص خسارت سرمازدگی به محصولات کشاورزی، تحلیل‌های لازم روی اثر تداوم دماهای بین صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس صورت گرفت. براساس بررسی‌های انجام‌گرفته، این محدودهٔ دمایی در ماه‌های آبان، اسفند، فروردین و اردیبهشت در هر سه ایستگاه ارومیه، سلماس و میاندوآب مشاهده شد. بر این اساس مشخص شد که این دماها تأثیری در خسارت به محصولات مذکور ندارد و صدمهٔ ناشی از سرمازدگی و یخبندان به انگور در زمان برداشت محصول (شهریور و مهر) در شرایط دماهای کمتر از ۴- درجهٔ سلسیوس و برای درختان سیب و گردو در زمان جوانه‌زنی (فروردین و اردیبهشت‌ماه) با دماهای کمتر از ۵- درجهٔ سلسیوس رخ می‌دهد [۴].

تاریخ اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره

در جدول‌های ۲ و ۳، به‌ترتیب تاریخ اولین یخبندان زودرس پاییزه و آخرین یخبندان دیررس بهاره با احتمال‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵ درصد برای ایستگاه‌های بررسی‌شده نشان داده شده است. با توجه به جدول ۲، شروع یخبندان‌های پاییزه در بین مناطق مختلف استان در شهرستان‌های تکاب و چالدران با احتمال ۲۵ درصد به‌ترتیب در ۷/۱۶ و ۷/۱۷، و با احتمال ۹۵ درصد برای هردو ایستگاه در ۸/۱۷ اتفاق افتاده که زودترین تاریخ شروع یخبندان‌های

www.SID.ir

Arshive of SID

پاییزه در بین همهٔ ایستگاه‌ها بوده است. در شهرستان سردشت با احتمال ۲۵ درصد، ۸/۲۸؛ و با احتمال ۹۵ درصد، ۱۰/۵ دیرترین تاریخ اولین یخبندان پاییزه بوده و شهرستان‌های میاندوآب، سلماس، بوکان، خوی، ماکو، مهاباد، ارومیه، پیرانشهر و سردشت در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. با استناد به جدول ۳، آخرین یخبندان‌های بهاره در شهرستان تکاب نسبت به سایر شهرستان‌ها با احتمال ۲۵ و ۹۵ درصد به‌ترتیب در ۱/۲۴ و ۳/۲ به‌عنوان دیرترین تاریخ‌ها به‌وقوع پیوسته و پس از آن شهرستان‌های چالدران، پیرانشهر، ارومیه، سلماس، خوی، ماکو، میاندوآب، سردشت، مهاباد و بوکان در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. شایان ذکر است که در شهرستان‌های بوکان و مهاباد تاریخ آخرین رخداد یخبندان‌های بهاره برای احتمالات ۲۵ و ۹۵ درصد به‌ترتیب ۱۲/۲۷، ۲/۷ و ۱/۲ ، ۲/۳ بوده است.

طول دورهٔ یخبندان و بدون یخبندان

برای تعیین طول دورهٔ یخبندان و بدون یخبندان در هر ایستگاه و در هر سال با توجه به تاریخ شروع و خاتمهٔ یخبندان، تعداد روزهایی که دمای کمینهٔ هوا به صفر و زیر صفر درجه رسیده بود، مشخص و شمارش شد. نتایج نشان داد که بیشترین دورهٔ بدون یخبندان مربوط به ایستگاه سردشت با تعداد روزهای ۲۱۹، ۲۳۷، ۲۴۹ و ۳۰۶ به‌ترتیب برای احتمال‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵ درصد نسبت به سایر ایستگاه‌ها به وقوع پیوسته و بیشترین طول دورهٔ یخبندان در ایستگاه تکاب با تعداد روزهای ۱۷۳، ۱۸۸، ۲۰۶ و ۲۲۰ برای احتمالات مذکور رخ داده است. کمترین دورهٔ یخبندان نیز مربوط به ایستگاه سردشت با تعداد روزهای ۱۱۶، ۱۲۷، ۱۴۶ و ۱۵۴ بوده است (جدول‌های ۲ و ۳).

تعیین دورهٔ ریسک یخبندان

در طول یک دورهٔ آماری فاصلهٔ زمانی بین اولین شروع یا خاتمه و آخرین شروع یا خاتمهٔ یخبندان را دورهٔ ریسک یخبندان می‌گویند [۳]. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین طول دورهٔ ریسک اولین یخبندان‌های پاییزه مربوط به ایستگاه ارومیه به‌مدت ۶۰ روز و زودترین و دیرترین تاریخ شروع یخبندان نیز به‌ترتیب در ۷/۱۷ و ۹/۱۷ دیده شد. کمترین طول دورهٔ ریسک نیز مربوط به ایستگاه میاندوآب به‌مدت ۲۷ روز بود و از طرفی زودترین و دیرترین تاریخ شروع یخبندان در این ایستگاه ۷/۲۹ و ۸/۲۶ بود. پس از ایستگاه ارومیه، ایستگاه‌های خوی، مهاباد، سردشت، چالدران، تکاب، ماکو، پیرانشهر، سلماس و بوکان به‌ترتیب با دورهٔ ریسک ۵۸، ۵۴، ۵۱، ۴۸، ۴۵، ۴۳، ۳۵، ۳۲ و ۳۲ روز در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در خصوص دورهٔ ریسک آخرین یخبندان‌های بهاره، ایستگاه بوکان با ۵۳ روز و ایستگاه سلماس با ۲۶ روز به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول دورهٔ ریسک آخرین یخبندان‌های بهاره بودند.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۲. تاریخ و احتمالات اولین یخبندان پاییزه (روز و ماه خورشیدی)

ردیف	ایستگاه	احتمال			
		۲۵ درصد	۵۰ درصد	۷۵ درصد	۹۵ درصد
۱	بوکان	۷/۳۰	۸/۱۵	۸/۲۲	۸/۲۷
۲	چالدران	۷/۱۷	۸/۲	۸/۱۴	۸/۱۷
۳	خوی	۸/۱	۸/۱۰	۸/۲۱	۹/۸
۴	مهاباد	۸/۱۲	۸/۲۲	۹/۱	۹/۷
۵	ماکو	۸/۶	۸/۱۵	۸/۲۳	۸/۲۸
۶	میاندوآب	۷/۲۹	۸/۱۲	۸/۱۷	۸/۲۵
۷	ارومیه	۸/۸	۸/۱۷	۸/۲۵	۹/۱۴
۸	پیرانشهر	۸/۱۹	۸/۲۴	۸/۳۰	۹/۱۱
۹	سلماس	۷/۲۹	۸/۱۴	۸/۱۸	۸/۲۶
۱۰	سردشت	۸/۲۸	۸/۳۰	۹/۱۹	۱۰/۵
۱۱	تکاب	۸/۱۶	۷/۲۷	۸/۷	۸/۱۷

جدول ۳. تاریخ و احتمالات آخرین یخبندان بهاره (روز و ماه خورشیدی)

ردیف	نام ایستگاه	احتمال			
		۲۵ درصد	۵۰ درصد	۷۵ درصد	۹۵ درصد
۱	بوکان	۱۲/۲۷	۱/۷	۱/۲۹	۲/۷
۲	چالدران	۱/۱۶	۱/۲۷	۲/۲	۲/۶
۳	خوی	۱/۷	۱/۱۶	۱/۲۶	۲/۱۰
۴	مهاباد	۱/۲	۱/۹	۱/۱۹	۲/۳
۵	ماکو	۱/۶	۱/۱۳	۱/۲۵	۲/۵
۶	میاندوآب	۱/۴	۱/۱۷	۱/۲۷	۲/۶
۷	ارومیه	۱/۹	۱/۱۷	۲/۱	۲/۹
۸	پیرانشهر	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۲۳	۲/۴
۹	سلماس	۱/۸	۱/۱۸	۱/۲۶	۱/۲۶
۱۰	سردشت	۱/۳	۱/۱۰	۱/۲۳	۲/۱۹
۱۱	تکاب	۱/۲۴	۲/۷	۲/۱۹	۳/۲

www.SID.ir

Arshive of SID

نوع یخبندان

براساس تحلیل‌های انجام‌گرفته، بیشترین یخبندان فرارفتی بهاره (۲۴ روز، سال ۲۰۰۳)، تابشی (۲۶ روز، سال ۲۰۰۹) و تابشی پاییزه (۲۶ روز، سال ۲۰۰۹) مربوط به ایستگاه تکاب، و بیشترین تعداد یخبندان فرارفتی پاییزه مربوط به ایستگاه چالدران بوده است (۱۶روز، سال ۲۰۱۱). همچنین نسبت یخبندان‌های فرارفتی به تابشی در مجموع ایستگاه‌های هواشناسی استان در فصول بهار و پاییز به‌ترتیب ۳۸ و ۲۵ درصد بوده است. یخبندان ترکیبی نیز تنها در پنج مورد در ایستگاه‌های ارومیه، سلماس، خوی و چالدران مشاهده شد. بنابراین خسارت حاصل از یخبندان‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره به محصولات کشاورزی، بیشتر از نوع تابشی بوده تا فرارفتی.

تداوم و شدت یخبندان‌ها

همان‌گونه که در بخش مواد و روش‌ها بیان شد، مبنای تحلیل خسارت یخبندان به محصولات کشاورزی داده‌های خسارت، دریافت‌شده از صندوق بیمهٔ کشاورزی در سال‌های موجود و همچنین توجه به مراکز عمدهٔ تولید سیب، انگور و گردو در استان بوده است. به همین دلیل تحلیل‌های لازم برای شهرستان‌های ارومیه، سلماس و میاندوآب صورت گرفته است. جدول‌های ۴ و ۵ تداوم و شدت یخبندان به‌ترتیب در ماه‌های نوامبر و مارس و آوریل در سال‌های مختلف ایستگاه‌های بررسی‌شده را نشان می‌دهند.

شدت خسارت

براساس جدول‌های ۶ تا ۸، بیشترین مجموع خسارت به سه محصول در شهرستان‌های ارومیه (۲۴۰۳/۷)، سلماس (۵۰۱) و میاندوآب (۱۳۶۳/۳ هکتار) در سال ۹۱-۱۳۹۰ (۲۰۱۱) به‌دلیل تداوم یخبندان در ماه‌های آبان، اسفند و فروردین بوده است. در شهرستان‌های سلماس و میاندوآب بیشترین خسارت به‌ترتیب مربوط به سیب (۴۴۴) و انگور (۱۰۶۶/۳ هکتار) در همین سال بوده است. با توجه به جدول ۸، بیشترین تداوم یخبندان‌ها در هر سه ایستگاه ارومیه، سلماس و میاندوآب به‌ترتیب با ۲۹، ۲۹ و ۲۱ روز در ماه‌های مارس و آوریل ۲۰۱۲ (۱۱ اسفند ۱۳۹۰ تا ۱۱ اردیبهشت ۹۱) رخ داد که همزمان با بیشترین خسارت به سیب و گردو بوده است. در این دوره از سال محصولات سیب و گردو در مرحلهٔ جوانه‌های گل و برگ هستند [۸].

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۴. تداوم (روز) و شدت یخبندان (درجهٔ سلسیوس) ماه نوامبر (۷ مهر تا ۷ آبان) در ایستگاه‌های منتخب*

ایستگاه	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱
ارومیه	۱۲(-۵)	۸(-۵/۸)	۱۴(-۳/۲)	۲۰(-۸/۲)	۱۳(-۳)	۱۲(۰)	۸(-۳)	۲۱(-۱)	۱۴(-۷)
سلماس	**	**	۱۹(-۴/۶)	۲۲(-۶/۴)	**	۱۲(-۱)	۹(-۵)	۲۴(-۶)	۱۹(-۵)
میاندوآب	۱۴(-۵)	۹(-۷/۲)	۲۵(-۵)	۲۱(-۶)	۱۳(-۱)	۱۶(-۱)	۹(-۲)	۲۵(-۷)	۲۴(-۸)

* اعداد داخل پرانتز کمترین دمای رخداده در دورهٔ یخبندان است، ** نبود داده

جدول ۵. تداوم (روز) و شدت یخبندان (درجهٔ سلسیوس) ماه‌های مارس و آوریل (۱۱ اسفند تا ۱۱ اردیبهشت) در ایستگاه‌های منتخب*

ایستگاه	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲
ارومیه	۱۰(-۷/۶)	۷(-۴)	۱۶(-۳/۸)	۱۶(-۲)	۶(-۲)	۱۲(-۲)	۸(-۱)	۲۴(-۴)	۲۹(-۴)
سلماس	**	۱۷(-۶/۶)	۱۸(-۹/۲)	**	۱۰(-۱)	۱۸(-۴)	۹(-۷)	۱۹(-۷)	۲۹(-۷)
میاندوآب	۱۰(۸/۶)	۱۱(-۷/۲)	۱۰(-۸/۸)	۱۲(-۱)	۹(-۱)	۷(-۳)	۴(-۵)	۱۲(-۸)	۲۱(-۳)

* اعداد داخل پرانتز کمترین دمای رخداده در دورهٔ یخبندان است، ** نبود داده

جدول ۶. شدت خسارت یخبندان (هکتار) به محصولات سیب، انگور و گردو در شهرستان ارومیه*

ردیف	محصول	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۷-۸۸	۸۸-۸۹	۸۹-۹۰	۹۰-۹۱
۱	سیب	**	**	۴	۸۲۷/۹	**	۸۶۳
۲	انگور	۸۱۲/۹	۷۸۵/۵	**	۱۰۴۵/۱	۸۴۹/۵	۱۴۳۷
۳	گردو	**	**	۳۲	۸۴/۷	۶۶/۲	۱۰۳/۷

*منبع: [۸]، ** نبود داده

جدول ۷. شدت خسارت یخبندان (هکتار) به محصولات سیب، انگور و گردو در شهرستان سلماس*

ردیف	محصول	۸۵-۸۶	۸۶-۸۷	۸۷-۸۸	۸۸-۸۹	۸۹-۹۰	۹۰-۹۱
۱	سیب	**	۵۰/۹	۹۹/۵	۳۵۶/۷	**	۴۴۴
۲	انگور	۸۳	۶/۹	۶/۹	۴/۶	۳/۹	۵۳
۳	گردو	۰/۵	۱/۳	۰/۵	۲/۴	۲/۴	۴

*منبع: [۸]، ** نبود داده

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۸. شدت خسارت یخبندان (هکتار) به محصولات سیب، انگور و گردو در شهرستان میاندوآب*

ردیف	محصول	۸۶-۸۵	۸۷-۸۶	۸۸-۸۷	۸۹-۸۸	۹۰-۸۹	۹۱-۹۰
۱	سیب	۲۰۰	**	**	۸۱۷/۴	**	۲۴۰
۲	انگور	۷۳۳	۷۵۴/۳	۸۳۲/۹	**	۱۰۵۶	۱۰۶۶/۳
۳	گردو	۳.۸	۹/۸	۳۶/۹	۶۰/۵	۵۷/۱	۵۷

*منبع: [۸]، ** نبود داده

این در حالی است که طی روزهای مذکور شدت دما در این ایستگاه‌ها به‌ترتیب تا ۴-، ۷- و ۳- درجهٔ سلسیوس کاهش داشته است (جدول ۵). همچنین در ماه نوامبر ۲۰۱۱ (۷ مهر تا ۷ آبان ۱۳۹۰) بیشترین شدت یخبندان در ایستگاه‌های ارومیه (۷- درجهٔ سلسیوس) و میاندوآب (۸- درجهٔ سلسیوس) رخ داد که همزمان با برداشت محصول انگور بوده که بیشترین خسارت به این محصول وارد شده است (در شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب به‌ترتیب ۱۴۳۷ و ۱۰۶۶/۳ هکتار خسارت به محصول انگور وارد شده است (جدول‌های ۶ تا ۸). در بررسی دقیق‌تر نتایج، به‌نظر می‌رسد در مواردی تداوم یخبندان و در موارد دیگر شدت یخبندان در شدت خسارت تأثیرگذار بوده‌اند؛ اگرچه نمی‌توان تأثیر توأم تداوم و شدت را نادیده گرفت. برای نمونه، بیشترین تداوم یخبندان در ماه نوامبر در سال ۲۰۱۰ رخ داد، درحالی که بیشترین شدت در همین ماه مربوط به سال ۲۰۱۱ بود (جدول ۴). این در حالی است که بیشترین خسارت به محصول انگور در سال ۲۰۱۱ رخ داد (جدول‌های ۶ تا ۸). در خصوص اهمیت بیشتر تداوم یخبندان نسبت به شدت آن، می‌توان به ماه‌های مارس و آوریل اشاره داشت، به‌طوری که بیشترین تداوم یخبندان در سال ۲۰۱۲ رخ داد، درحالی که شدت یخبندان در همین ماه‌ها در سال ۲۰۱۱ در ایستگاه‌های ارومیه و سلماس برابر با سال ۲۰۱۲ و در ایستگاه میاندوآب بیشتر از آن بوده است (جدول ۵). بر همین اساس بیشترین خسارت به محصولات سیب و گردو در سال ۲۰۱۱ رخ داد.

نتیجه‌گیری

از نتایج مهم این مطالعه می‌توان به نبود خسارت حاصل از دماهای بین صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس (دماهای سرمازدگی) اشاره کرد. برای نمونه در سال ۲۰۰۹ (۸۸-۱۳۸۷) کمترین خسارت و در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ (به‌ترتیب ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰) بیشترین خسارت به محصولات وارد شد، درحالی که بیشترین تعداد روزهای با این محدودهٔ دمایی (بین صفر تا ۴

www.SID.ir

Arshive of SID

درجه) در سال ۲۰۰۹ و کمترین آن در سال ۲۰۱۲ رخ داد. بنابراین خسارت وارد به محصولات بررسی‌شده حاصل از دماهای زیر صفر بود تا دماهای سرمازدگی که با نتایج مطالعات رستم‌نژاد نهانی [۶]، در خصوص خسارت وارد بر سیب در شهرستان نقده (آذربایجان غربی) مشابه است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که به‌طور معمول اولین یخبندان‌های پاییزه و آخرین یخبندان‌های بهاره از نوع تابشی و تعداد یخبندان‌های تابشی بیشتر از یخبندان‌های فرارفتی بوده است. بیشترین خسارت وارد به باغ‌های سیب، انگور و گردو در شهرستان‌های ارومیه، سلماس و میاندوآب در سال ۹۱-۱۳۹۰ با توجه به تداوم و شدت یخبندان دیده شد. از دیگر نتایج این تحقیق می‌توان به اهمیت تداوم و شدت یخبندان در شدت خسارت اشاره کرد. به‌نظر می‌رسد با توجه به مرحلهٔ رشد محصولات تحت مطالعه، آستانهٔ دمایی خسارت‌زا، دمای کمینهٔ ۶- و کمتر با تداوم ۱۴روزه برای انگور در زمان برداشت (شهریور و مهر) و دمای کمینهٔ ۵- و کمتر با تداوم ۱۲روزه برای درختان سیب و گردو در زمان جوانه‌زنی (فروردین و اردیبهشت) است. به‌علاوه در این تحقیق سعی شد با تفکیک انواع یخبندان (تابشی، فرارفتی و ترکیبی)، راهکارهای عملی مؤثرتر در کاهش خسارت یخبندان بیان شود (جدول ۹). در جمع‌بندی تحقیقات انجام‌گرفته [۲۰، ۹،۱۳]، پیشنهاد می‌شود در کنار تحلیل‌های آماری، به کمک نقشه‌های ژئوپتانسیل ترازهای جو (به‌خصوص تراز ۸۵۰ میلی بار) با بررسی فرارفت هوای سرد[1]، تشخیص انواع یخبندان با دقت بیشتری انجام گیرد. در پایان براساس نتایج این تحقیق و پژوهش‌های قبلی [۱۸، ۱۱]، راهکارهای عملی برای کاهش خسارت یخبندان در محصولات سیب، انگور و گردو در شهرستان‌های ارومیه، سلماس و میاندوآب بیان شده است (جدول ۹).

جدول ۹. زمان عملیات و راهکارهای کاهش خسارت یخبندان در شهرستان‌های بررسی‌شده

مرحلهٔ رشد و زمان عملیات حفاظت از یخبندان	آستانهٔ دمایی شروع خسارت	راهکار
جوانه‌زنی سیب و گردو (فروردین و اردیبهشت)	۵- و پایین‌تر	استفاده از بخاری‌های باغی و AFPs[2]* و همچنین چالکود
رسیدگی، برداشت محصول انگور (شهریور و مهر)	۶- و پایین‌تر	استفاده از ارقام زودرس

* ماده‌ای است که گیاه را به ساختن پروتئین ضدیخ تحریک می‌کند [۲۴، ۲۲ ، ۱۸].

1. Cold Advection
2. Antifreeze Proteins

www.SID.ir

Arshive of SID

سپاسگزاری

نویسندگان از سازمان هواشناسی کشور و سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی بـرای در اختیار قرار دادن آمار هواشناسی و خسارت یخبندان محصولات کشاورزی قدردانی می‌کنند.

منابع

[۱]. آریان‌پور، جمشید (۱۳۸۵). *جغرافیای استان آذربایجان غربی*، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. تهران: مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.

[۲]. امیدوار، کمال؛ دهقان بنادکی، زهرا (۱۳۹۱). «بررسی و تحلیل پدیدهٔ سرمازدگی شدید بهره باغ‌های پسته در استان یزد»، *مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای*. ش ۱۹: ۲۵۴-۲۳۷.

[۳]. پژوهشکدهٔ هواشناسی (۱۳۸۳). *کاهش ضایعات سرمازدگی بر محصولات کشاورزی در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی*. طرح پژوهشی سازمان هواشناسی کشور تهیه‌شده در پژوهشکدهٔ هواشناسی.

[۴]. تهک کشاورزی (۱۳۹۴). *گزارش توسعهٔ هواشناسی کشور (تهک)*. بخش هواشناسی کشاورزی، محصولات باغی: ۱۷-۱۶.

[۵]. جهانبخش، سعید؛ رضایی، سمیه؛ قاسمی، احمدرضا؛ تدینی، معصومه (۱۳۹۰). «تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های بهارهٔ تبریز (مطالعهٔ موردی: سرمای بهار ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳)». *فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی*، ش ۳: ۲۴-۱.

[۶]. رستم‌نژاد نهانی، رقیه (۱۳۹۲). «اثر تنش غیرزیستی سرمازدگی بر باغات و راه‌های مقابله با آن (مطالعهٔ موردی: درختان سیب استان آذربایجان غربی، شهرستان نقده)». *مجموعه مقالات اولین همایش ملی علوم کشاورزی با تأکید بر تنش‌های غیرزیستی*. دانشگاه پیام نور نقده: ۱۵۸-۱۵۲.

[۷]. رحیمی، محمد؛ فرجزاده، منوچهر؛ کمالی، غلامعلی (۱۳۸۹). «مدلسازی خطر خسارت یخبندان بهارهٔ درختان میوه: مطالعهٔ موردی: محصول سیب، مکان دشت مشهد». *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*. ش ۲: ۲۸۴-۲۷۳.

[۸]. سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی (۱۳۹۲). *گزارش خسارت یخبندان به محصولات کشاورزی*. معاون برنامه‌ریزی و امور اقتصادی.

[۹]. فرجزاده، منوچهر؛ حسینی، سید امید (۱۳۸۹). «تحلیل و پهنه‌بندی زمانی-مکانی یخبندان در ایران». *مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای*، ش ۱۵: ۹۰-۶۵.

www.SID.ir

Arshive of SID

[۱۰]. محمدی، حسین (۱۳۸۷). *مخاطرات جوی*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۱]. محمودزاده، حسن (۱۳۹۲). «خسارت سرمازدگی در تاکستان‌های ایران و راهکارهای مقابله با آن». اولین همایش ملی علوم کشاورزی با تأکید بر تنش‌های غیرزیستی. *مجموعه مقالات اولین همایش ملی علوم کشاورزی با تأکید بر تنش‌های غیرزیستی*، ۱۰۵۳-۱۰۴۴.

[۱۲]. محمودی، پیمان؛ خسروی، محمود؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ علیجانی، بهلول (۱۳۹۱). «نابهنجاری همدیدی منجر به یخبندان‌های فراگیر ایران». *مجلهٔ جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ش ۱: ۳۴-۱۷.

[۱۳]. مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی کهریز (۱۳۹۰). «گزارش نیازها و محدودیت‌های محصولات باغی استان آذربایجان غربی»، مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی کهریز، ادارهٔ کل هواشناسی استان آذربایجان غربی: ۶۰-۵۰.

[۱۴]. مقیمی، ابراهیم (۱۳۹۳). *دانش مخاطرات برای زندگی با کیفیت بهتر و محیط پایدارتر*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

[۱۵]. میرموسوی، سیدحسن؛ حسین‌بابایی، مصطفی (۱۳۹۰). «مطالعهٔ توزیع زمانی-مکانی احتمال وقوع یخبندان در استان زنجان». *مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. ش ۳: ۱۸۴-۱۶۷.

[۱۶]. نصرالهی، خدیجه؛ نصرالهی، زهرا؛ شجری، هوشنگ؛ فروتن، محمدرضا (۱۳۸۸). «ارزیابی موقعیت رقابتی تولید و صادرات سیب درختی ایران در ارتباط با کشورهایOECD، مطالعهٔ موردی شهرهای منتخب استان آذربایجان غربی (۱۳۸۳-۱۳۸۲)». *نشریهٔ اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ش ۶۶: ۹۷-۶۵.

[17]. Berry, P.M.; Rounsevell, M.D.A.; Harrison, P. A.; Audsley. E. (2006). "Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policies in facilitating adaptation". *Envirinmental Science and Policy*. 9: 189-2

[18]. Gupta, R.; Deswal, R., (2014). "Antifreeze proteins enable plants to survive in freezing conditions". *Journal of Bioscience*, 39: 931–944.

[19]. Estern, N. (2006). *Stern review on the economics of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press.

[20]. Henseler, M.; Wirsig, A.; Herrmann, S.; Krimly, T.; Hope, S.D. (2009). "Modeling the impact of global change on regional agricultural land use through an activity-based non-linear programming approach". *Agricultural Systems*. 100: 31-42.

[21]. Hope, c. (2005). *Integrated assessment models*. In: Helm, D.; (Eds), Climate Change Policy. Oxford: Oxford University Press.

www.SID.ir

Arshive of SID

[22]. Kemfert, C. (2009). "Climate protection requirements- the economic impact of climate change". In: Bausch, A.; and Schwenker, B. (Eds), *Handbook Utility Management*, Springer-Verlag Berlin: 725-739.

[23]. Rahimi, M.; Eccel, E. (2013). "Modelling the effects of meteorological and geographical drivers on damage from late radiation frost on apple trees in Northeast Iran". *Italian Journal of Agrometeorology*. 3: 13-22.

[24]. Reidsma, P.; Lansink, A. O.; Ewert, F. (2009). "Economic impacts of climatic variability and subsidies on European agriculture and observed adaptation strategies". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14: 35-59.

[25]. Tol, R.; Downing, T.; Kuik, O.; Smith, J. (2004). "Distributional aspects of climate change impacts. Global Environmental Change". (special edition on the benefits of climate policy part A): 259-272.

www.SID.ir