نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۷۰، پاییز ۱۴۰۲

ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط حرارتی و فنولوژیکی کشت انگور در استان همدان

دریافت مقاله: ۹۸/۹/۱۲ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۴/۱۸

صفحات: ۳۲۱-۲۹۹

اکبر شائمی برزکی: استادیار و عضو هیئت‌علمی گروه جغرافیا دانشگاه پیام نور، تهران، ایران[۱].
Email: a.shaemi@pnu.ac.ir
نسرین نیک اندیش: استادیار و عضو هیئت‌علمی گروه جغرافیا. دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
Email: niknasrin@pnu.ac.ir
ابوالفضل باغبانی آرانی: استادیار و عضو هیئت‌علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
Email: abolfazlbaghbani@pnu.ac.ir
سمیرا علیقلی: کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
Email: Aligholisamira2@gmail.com

چکیده

کشاورزی در بستر آب‌وهوا به نتیجه مطلوب می‌رسد. واکاوی پارامترهای جوی مؤثر بر محصولات مختلف کشاورزی، بخصوص شرایط حرارتی، یکی از اهداف مهم در مطالعات اقلیم کشاورزی محسوب می‌شود. در این تحقیق، با استفاده از آمار دمای کمینه و بیشینه روزانه پنج ایستگاه هواشناسی استان همدان شرایط حرارتی برای درخت انگور واکاوی شد. در این مطالعه از روش‌هایی نظیر پتانسیل گرمایی، توزیع نرمال، انحراف از شرایط بهینه، درجه روزهای رشد فعال و طول دوره فنولوژی استفاده گردید. برای بررسی تاریخ احتمال وقوع یخبندان از محیط نرم‌افزار آماری SMADA و روش توزیع نرمال استفاده شد. به‌منظور پهنه‌بندی از نرم‌افزار ArcGis10/2 و روش درون‌یابی IDW استفاده گردید. نتایج نشان داد که نیمه جنوبی استان، در مناطق ملایر و نهاوند از مجموع واحدهای حرارتی بالاتر و پتانسیل گرمایی بالاتری برای کشت و توسعه انگور برخوردار می‌باشند. از جنوب به نیمه شمالی استان، از مجموع واحدهای گرمایی کاسته می‌شود. بررسی تاریخ احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاری در سطح ۹۵ درصد نشان داد که این تاریخ در اواخر فروردین در مناطق جنوبی استان تا دهه اول اردیبهشت در مناطق نیمه شمالی منطقه متغیر می‌باشد که به‌دلیل رخداد آن در اواخر فروردین‌ماه در نیمه جنوبی (ملایر و نهاوند) مصادف با مرحله فنولوژیکی جوانه‌زنی می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است. به‌علت افزایش ارتفاع از جنوب به شمال استان، زمان تکمیل مراحل فنولوژیکی انگور ۱۰ روز به تأخیر می‌افتد. نتایج حاکی از آن است که میزان انحراف از شرایط بهینه-های دمایی در هر مرحله فنولوژیکی، در نیمه شمالی استان بیشتر از نیمه جنوبی می‌باشد. با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهاد می‌شود با توجه به پتانسیل گرمایی کمتر در نیمه شمالی استان، کشت ارقام زودرس انگور توصیه می‌گردد.

کلید واژگان: اقلیم کشاورزی، انگور، پتانسیل گرمایی، واحدهای حرارتی، استان همدان.

---

۱. **نویسنده مسئول:** استان اصفهان، دانشگاه پیام نور آران و بیدگل، ۰۹۱۳۲۶۲۷۸۰۶

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

مقدمه

اقلیم‌شناسی نقش مهمی در توسعه و درک خیلی از موضوعات کاربردی مرتبط با کشاورزی ایفا می‌نماید، زیرا کشاورزی در بستر آب‌وهوا صورت می‌گیرد (ماوی و تاپر، ۲۰۰۴: ۱۰). مطالعات اقلیم‌شناسی کشاورزی در کاهش و مقابله با مخاطرات زیان‌بار اقلیم مؤثر است. همچنین در انتخاب محل مناسب کاشت، کنترل آبیاری و انتخاب مناسب‌ترین محصول بسیار راهگشاست (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۷؛ جوانشیر، ۱۳۸۴، ۱۶). محدودیت‌ها و مرزهای تولید محصولات کشاورزی وابسته به شرایط اقلیمی است. آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در فعالیت انسان به‌ویژه بخش کشاورزی است که تعیین‌کننده نوع گیاه زراعی جهت کشت در هر منطقه می‌باشد (وانگ[1]، ۲۰۱۴: ۵۱؛ سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۷). بحث امنیت غذایی و تولید محصولات و فرآورده‌های کشاورزی یکی از مشکلات مهم بشر امروزی می‌باشد. با توجه به تأثیرپذیری غیرقابل‌انکار گیاهان زراعی از تغییرات اقلیمی هر منطقه، شناخت این ویژگی ها و خصوصیات در هر منطقه به برنامه‌ریزان و کشاورزان آن منطقه کمک می‌نماید (کوزه گران، ۱۳۸۸، ۱۵).

کشور ایران، یکی از مراکز مهم پراکنش و تنوع گونه‌های مهم درختان میوه می‌باشد. در حال حاضر، کشور ایران بیش از ۲ درصد از میوه دنیا را تولید می‌نماید که در این میان انگور یکی از این محصولات مهم تجاری به شمار می‌رود. در حال حاضر کشور ما ازنظر سطح زیر کشت، هشتمین کشور و از لحاظ میزان تولید هفتمین کشور جهان می‌باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶). امروزه انگور در بیش از ۴۰ کشور دنیا کشت می‌شود. صرف‌نظر از کمیت میزان برداشت انگور، کیفیت آن اصولاً به عوامل طبیعی و انسانی متعددی بستگی دارد. در این زمینه یکی از عوامل مؤثر طبیعی، آب‌وهواست و از میان عناصر اقلیمی آن، شاخص‌های‌حرارتی، عاملی مؤثر در چرخه تولید انگور به شمار می‌آید که بر کیفیت و کمیت آن تأثیر می‌گذارد (حیدری و سعیدآبادی، ۱۳۸۶: ۵۹). انگور۲ به تیره تاکستان۳ تعلق دارد. این تیره شامل ۱۰ جنس بوده و انگور خوراکی متعلق به جنس ویتیس می‌باشد. انگور از جمله درختان میوه معتدله محسوب می‌شود (عراقی و همکاران، ۱۳۹۲: ۵۲). بر اساس تازه‌ترین گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، میزان تولید انگور در کشور ۲ میلیون و ۷۰۰ هزار تن است که از این میزان، ۳۷۰ هزار تن سهم استان همدان می‌باشد. در استان همدان، شهرستان ملایر، با تولید سالانه، ۲۲۰ هزار تن انگور، مقام اول استان را دارا می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، ۱۳۹۴).

آب‌وهوا فاکتور عمده‌ای است که تاکستان‌ها را به‌طور شدید، هم از نظر دوره رشد و نمو و هم از نظر تولید بالقوه تحت تأثیر قرار می‌دهد (اریما[4] و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۰۵). پارامترهای اقلیمی مختلفی بر روی کشت انگور تأثیرگذار هستند، اما درجه حرارت از اهمیت بالاتر و تعیین‌کننده‌تری برخوردار می‌باشد (نویمان و ماتزاراکیس[5]، ۲۰۱۴: ۴۰۸، باخ[6] و

2. Wang
3. Vitis vinifera L.
4. Vitaceae
5. Irimia
6. Neumann & Matzarkis
7. Bock

همکاران، ۲۰۱۱: ۷۰). درجه حرارت یکی از مهم‌ترین متغیرهای تعیین‌کننده در تعیین شرایط اقلیمی محسوب می شود. به‌طوری‌که مبنای خیلی از طبقه‌بندی‌های قدیمی اقلیمی محسوب می‌شود (جانگمن[۱]، ۱۹۹۰: ۱۹۵). دمای هوا در میان فاکتورهای متعدد اقلیمی، مهم‌ترین و مؤثرترین پارامتر اقلیمی در رشد و نمو و عملکرد مو کاری یا پرورش تاکستان‌ها محسوب می‌شود (گو[۲]، ۲۰۱۵: ۱۱). درجه حرارت ترکیبات و کیفیت انگورها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (تونیتو و کاربناو[۳]، ۲۰۰۴: ۸۲). در کنار اهمیت شرایط اقلیمی برای کشت و تولید انگور، می‌توان بررسی مناطق مناسب و انتخاب مکان مناسب با توجه به شرایط اقلیمی را یکی از مهم‌ترین ابزارها و شاید اصلی‌ترین راهکارها برای مقابله با سرماهای شدید و یخبندان‌ها نام برد (کریسی و کریسی[۴]، ۲۰۰۹).

استفاده از درجه روزهای رشد از طریق آمار ایستگاه‌های هواشناسی در مقیاس روزانه نقش مؤثری در تعیین و سنجش اقلیم یک منطقه برای واریته‌های مختلف برای باغداران حائز اهمیت می‌باشد (کوانتا، ۱۳۵۳).

تونیتو و کاربناو (۲۰۰۴) سیستم طبقه‌بندی چند معیاره اقلیمی برای مناطق کشت انگور در سرتاسر جهان را بررسی نمودند. آن‌ها با استفاده از شاخص خشکی، شاخص سرمای شبانه، شاخص هلیوترمال و استفاده از داده‌های اقلیمی برای ۹۷ منطقه کشت انگور در ۲۹ کشور مختلف، سامانه‌ای مشخص نمودند که نقش مؤثری در شناسایی پهنه‌های اقلیمی مساعد برای کشت انگور یا موکاری دارا می‌باشد. با توجه به اهمیت تغییر اقلیم، جونز[۵] و همکاران (۲۰۰۵: ۳۲۰) با بررسی تغییر اقلیم و کیفیت انگور مشخص نمودند که تحت شرایط تغییر اقلیم، افزایش دمای جهانی می‌تواند یکی از فاکتورهای زمینه‌ساز کشت انگور در مناطق خنک و سردسیر یا مجاور قطب باشد. وب[۶] و همکاران (۲۰۰۷: ۱۶۶) پیامدهای تغییر اقلیم در آینده بر انگور را در استرالیا مدل‌سازی نمودند. آن‌ها در این تحقیق با ارزیابی پارامتر درجه حرارت، مشخص نمودند که در آینده با روند گرم شدن کره زمین در بعضی مناطق نیاز سرمایی انگور تأمین نخواهد شد و گرم شدن هوا در فصل برداشت تأثیر بسیار منفی بر کیفیت انگور می‌گذارد. اریما و همکاران (۲۰۱۳) مناطق مساعد اقلیمی کشت انگور را از سطح بزرگ‌مقیاس تا سطح خرد مقیاس ارزیابی و مقایسه نمودند که نتایج آن‌ها مشخص نمود که هر چه از سطح بزرگ‌مقیاس به سطح خرد مقیاس نزدیک می‌شویم، مناطق مساعد بیشتری برای کشت این محصول مشخص و شناسایی می‌شود. پارکر[۷] و همکاران (۲۰۱۳: ۲۵۰) طبقه‌بندی زمان گلدهی با استفاده از مدل فنولوژی روی گونه‌های مختلف انگور را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. آن‌ها این نتایج را برای مطالعات آینده در قالب سناریوهای تغییر اقلیم در برنامه‌ریزی‌ها با تأکید بر پارامتر درجه حرارت و شرایط حرارتی حائز اهمیت دانستند. نویمان و ماتزاکیس (۲۰۱۴: ۴۱۴) ویژگی‌های انگور را با استفاده از شاخص هلیوترمال اصلاح‌شده در منطقه بادن ورتنبرگ آلمان موردبررسی قرار داده‌اند. آن‌ها با استفاده از آمار ۱۱ ایستگاه هواشناسی، این شاخص را مورد

8. Jongman
9. Gu
10. Tonietto & Carbonneau
11. Creacy & Creacy
12. Jonse
13. Weeb
14. Parker

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

راستی آزمایی قرار داده و مشخص نمودند که درجه حرارت و ساعات آفتابی نقش بارزتری در مو کاری ایفا می‌نمایند. وادور و شاو[1] (۲۰۰۵: ۱۰۶) دورنمایی جهانی از پهنه‌بندی یا منطقه‌بندی کشت انگور را بررسی نموده‌اند. آن‌ها با استفاده از دانش سنجش‌ازدور و با تأکید بر الگوهای جغرافیایی، زون‌بندی‌های مختلف از کشت انگور در سرتاسر جهان را ارزیابی و تحلیل نمودند. شینامیا[2] و همکاران (۲۰۱۵: ۷۷) اثرات درجه حرارت و نور خورشید را روی رنگ انگور بررسی نموده‌اند. دماهای بیشتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد در طول فصل رسیدن انگور منجر به کاهش رنگینی دانه انگور در اثر کاهش آنتوسیانین می‌شود.

با توجه به نقش و کاربرد دانش اقلیم‌شناسی در مطالعات اقلیم کشاورزی، تحقیقات متعددی در زمینه مطالعات اقلیم کشاورزی روی محصولات مختلف بر اساس مدل‌های مختلف اقلیم کشاورزی و سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام‌شده است. حیدری و سعیدآبادی (۱۳۸۸) طبقه‌بندی اقلیمی چند معیاری نواحی کشت انگور در ایران را بررسی نمودند. آن‌ها با بررسی پارامترهای مختلف مشخص نمودند که نواحی شرق و مرکزی ایران از گرمای شبانه برخوردار می‌باشد. برای رشد و توسعه انگور بهتر است گونه‌های متناسب با شرایط اقلیمی موردبررسی قرار بگیرد. علیخانی (۱۳۹۰) در تحقیقی با استفاده از آمار دمای کمینه و بیشینه روزانه شش ایستگاه هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری شرایط حرارتی برای درخت سیب‌درختی را واکاوی کرد. در این مطالعه از روش‌هایی نظیر پتانسیل گرمایی، توزیع نرمال، انحراف از شرایط بهینه، درجه روزهای رشد فعال و طول دوره فنولوژی استفاده گردید نتایج آنان نشان داد که همه مناطق موردمطالعه از لحاظ پتانسیل گرمایی مستعد کشت سیب‌درختی هستند و طول دوره مراحل فنولوژیکی در سیب‌درختی به دما وابسته بوده و تحلیل‌های فنولوژیکی روشن ساخت که به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، تاریخ وقوع هرکدام از مراحل فنولوژی سیب‌درختی ۳ روز عقب می‌افتد. خوش‌اخلاق و سلطانی (۱۳۹۰) در بررسی پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی توت‌فرنگی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان مازندران به این نتیجه رسیدند که پارامتر اقلیم تأثیرگذارترین عامل در بحث پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی می‌باشد. حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی مکان‌یابی کشت زیتون با استفاده از پارامترهای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی؛ استان فارس) گزارش کردند که نقش هر یک از عناصر مؤثر در کشت زیتون متفاوت بوده و پنج عنصر اقلیمی بارش سالانه، درجه- روزهای رشد، دمای سالانه و حداقل دمای سردترین ماه سال (ژانویه) و رطوبت نسبی با توجه به وزن دهی کارشناسانه و منابع علمی مرتبط در فرایند کشت درخت زیتون اثرگذارتر و سهم و قابلیت بیشتری را نشان می‌دهند. همچنین از طریق انطباق لایه‌های وزن گذاری شده با در نظرگیری میزان اهمیت هر یک از لایه‌های مؤثر در فرایند کشت در محیط GIS، امکان شناخت میزان مطلوبیت مناطق جهت کشت این درخت باغی ارزشمند شناسایی شد.

از مجموع روش‌های مطرح‌شده مشخص است که هدف از ارائه نواحی اقلیم زراعی، ایجاد نوعی پهنه‌بندی اراضی بر اساس توان‌ها و استعدادهای تولید کشاورزی با تأکید بر جنبه‌های آب و هوایی است. لذا هدف اصلی این تحقیق

15. Vaudour & Shaw
16. Shinomiya

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

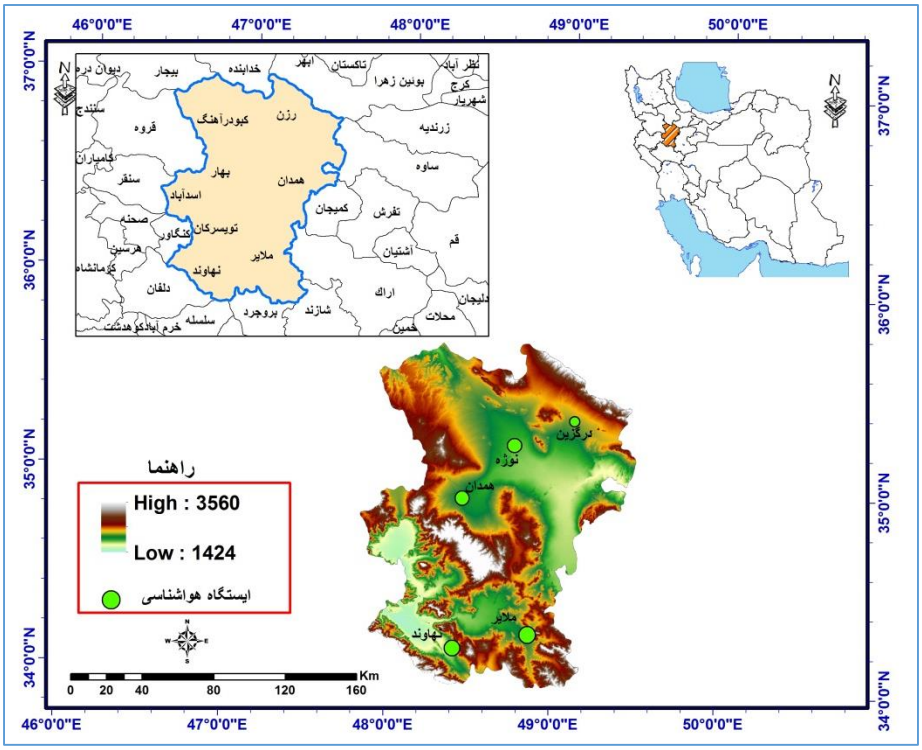
پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت انگور در استان همدان می‌باشد. استان همدان یکی از مناطق عمده تولید انگور در کشور و منطقه غرب کشور محسوب می‌شود. با کمک مطالعات اقلیمی می‌توان توان‌های محیطی دیگر مناطق را به‌منظور توسعه و افزایش تولید مورد ارزیابی قرار داد. در این راستا تحقیق حاضر سعی دارد، برای اولین‌بار بر اساس آمار روزانه و طولانی‌مدت پارامتر درجه حرارت به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر اقلیمی؛ ۱) وضعیت پتانسیل گرمایی منطقه را در آستانه‌های دمایی صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد، به‌عنوان مبنایی در مطالعات کشاورزی مشخص نموده ۲) به پیش‌بینی و برآورد تاریخ احتمال وقوع یخبندان‌های دیررس بهاره و زودرس پاییزه بپردازد و ۳) بر اساس مراحل فنولوژیکی رشد درخت انگور و شاخص درجه روزهای رشد، بهینه‌های زمانی و مکانی، میزان انحراف از شرایط بهینه و طول دوره مراحل فنولوژی درخت انگور را مشخص و پهنه‌بندی نماید.

روش تحقیق

معرفی محدوده موردمطالعه

استان همدان، با ۱۹۴۴۵ کیلومترمربع مساحت از استان‌های غربی کشور است که ۱/۱۹ درصد از کل کشور را شامل می‌شود. از نظر جغرافیایی، در موقعیت ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرارگرفته است. این استان، از شمال به استان زنجان، از جنوب به استان لرستان، از شرق به استان مرکزی و از غرب به استان‌های کرمانشاه و کردستان محدود می‌شود شکل (۱). از نظر تقسیمات کشوری، دارای ۸ شهرستان، ۱۶ شهر، ۱۸ بخش و ۶۸ دهستان است (مریانجی، ۱۳۸۲). بلندترین و پست‌ترین نقاط محدوده مطالعاتی به ترتیب در الوند کوه ۲۰۰۰ متر و عمرآباد ۱۵۰۰ متر از سطح دریای آزاد و متوسط وزنی آن ۱۸۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد است. متوسط بارندگی منطقه ۳۵۰ میلی‌متر و آب‌وهوای آن سرد نیمه‌خشک می‌باشد. وسعت زیاد منطقه به همراه موقعیت جغرافیایی آن از یک‌سو و نحوه گسترش و استقرار ارتفاعات زاگرس از سوی دیگر مانع برخورداری کامل منطقه از ریزش‌های جوی ورودی از جبهه غربی کشور می‌شود. وجود چنین شرایطی سبب ناهمگنی درونی در مقدار و رژیم بارش گردیده که در رفتار زمانی- مکانی عوامل اقلیمی تبلور یافته است. همدان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران است که اقتصاد آن وابستگی زیادی به منابع آب و بارش‌های منظم و مناسب دارد. درصد بالایی از آب موردنیاز این ناحیه از منابع آب رودخانه‌ای دو حوضه گاماسیاب و قره‌چای و منابع آب زیرزمینی حاصل از ذوب برف‌های بخش کوهستانی بالادست و بارش‌های بهاری تأمین می‌شود. ازاین‌رو بررسی و تعیین مناسب کشت محصولات کشاورزی از جمله (انگور) با توجه به وسعت استان و تغییرات عوامل هواشناسی منطقه از اهمیت بسزایی برخوردار است (زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۹۰).

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه و پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

داده و روش کار

تحقیق حاضر ماهیتی تحلیلی- آماری داشته و از نتایجی کاربردی برخوردار می‌باشد. بررسی تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که کشت و پرورش درخت مو و تولید میوه انگور به‌شدت به پارامتر اقلیمی درجه حرارت وابستگی دارد (ماوی و تاپر، ۲۰۰۴: ۱۰؛ پارکر و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۵۰)؛ بنابراین تحقیق حاضر به شاخص‌سازی این پارامتر مهم اقلیمی از دیدگاه اقلیم کشاورزی می‌پردازد. در این تحقیق، از آمار روزانه و ماهانه پنج ایستگاه‌های هواشناسی معتبر در سطح استان همدان استفاده گردید. متغیرهای مورداستفاده شامل: دمای کمینه و بیشینه روزانه ثبت‌شده، در دوره آماری ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ می‌باشد. همچنین از آمار ماهانه پارامترهای اقلیمی برای دوره آماری ۲۰۱۱ –۱۹۸۶ در تکمیل تحلیل‌های آماری استفاده شد. جدول (۱)، مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی موردمطالعه را نشان می‌دهد. برای رسیدن به اهداف تعیین‌شده، از روش‌های پتانسیل گرمایی، درجه روزهای رشد فعال[۱]، انحراف از شرایط بهینه، طول دوره مراحل فنولوژی و برآورد احتمال تاریخ وقوع روزهای یخبندان پاییزه و بهاره بر اساس توزیع نرمال استفاده گردید. در انجام تحلیل‌های آماری از محیط نرم‌افزارهای آماری SPSS، Excel و SMADA استفاده شد. برای توزیع

17. Growing Degree Day

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

فضایی نتایج تحلیل‌های آماری به‌دست‌آمده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در محیط نرم‌افزار ArcGis 10/2 و تکنیک IDW استفاده شد.

جدول (۱). مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی موردمطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی E	عرض جغرافیایی N	ارتفاع از سطح دریا به m	نوع ایستگاه
ملایر	۴۸° ۵۱′	۳۴° ۱۵′	۱۷۷۷	سینوپتیک
درگزین	۴۴° ۹′	۳۵° ۲۱′	۱۸۷۰	اقلیم‌شناسی
نهاوند	۴۷° ۴۱′	۳۴° ۱۴′	۱۶۷۷	سینوپتیک
همدان - فرودگاه	۴۸° ۳۲′	۳۴° ۵۲′	۱۷۴۱	سینوپتیک
نوژه	۴۸° ۴۳′	۳۵° ۱۲	۱۶۷۹	سینوپتیک

در ابتدا، بر اساس آمار دمای کمینه و بیشینه روزانه، تاریخ وقوع اولین و آخرین رخداد آستانه‌های دمایی (صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دو آستانه دمایی مهم در مطالعات کشاورزی) مشخص شد، سپس با استفاده از شاخص درجه روزهای فعال رابطه (۱)، مجموع واحدهای حرارتی برای هر ایستگاه مشخص گردید. برای تعیین مجموع واحدهای حرارتی دو روش اصلی وجود دارد که عبارت‌اند از: مجموع مؤثر و مجموع فعال. در این تحقیق از مجموع فعال استفاده‌شده است. به‌نحوی‌که برای جمع‌بندی درجه حرارت، کلیه مقادیر درجه حرارت‌های روزانه (بدون کسر کردن درجه حرارت‌های پایه) با یکدیگر جمع می‌شود (مک مستر و میلهلم[۱]، ۱۹۹۷: ۲۹۵). در این رابطه، HU، مجموع واحدهای حرارتی (درجه- روز) که در طی N روز جمع‌آوری‌شده است، T_{Max} دمای بیشینه، T_{Min}: دمای کمینه، N: تعداد روزها در یک مدت‌زمان مشخص می‌باشد.

$$HU = \sum_{i}^{N} \frac{T_{Max} + T_{Min}}{2} \qquad \text{If Hu>Td} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

روش‌هایی مانند مجموع درجه حرارت فعال و درجه روزهای رشد مؤثر با توجه به اهمیتی که برای تعیین میزان تجمع یا انباشت گرمایی لازم برای تنظیم رشد و نمو گیاهان، در کشاورزی دارند؛ ابداع و توسعه‌یافته‌اند. این روش‌ها با وجود پیشرفت‌های متعدد علوم محیطی، همچنان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تعیین نیاز حرارتی لازم برای کشت محصولات مختلف و همچنین تعیین مکان مناسب برای واریته‌های مختلف، از جمله کشت انگور (گو، ۲۰۱۵: ۱۴)، سیب (فلاح قالهری و احمدی، ۱۳۹۷: ۱۲۴) و سایر درختان میوه در دنیا محسوب می‌شوند (گیو و همکاران[۲]، ۲۰۱۴: ۱۱۹۸). برای درخت مو، ۱۲ مرحله فنولوژیکی وجود دارد. هر مرحله فنولوژیکی یک دمای اپتیمم یا بهینه را دارا می‌باشد که حداکثر رشد و نمو در این دمای بهینه رخ می‌دهد. با شناسایی و تعیین این اپتیمم‌ها برای هر مرحله فنولوژیکی و

18. McMaster & Wilhelm
19. Gue

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

انطباق آن با داده‌های حرارتی، می‌توان بهینه‌های مکانی را مشخص نمود و در واقع نقاطی که کمترین انحراف از شرایط بهینه را داشته باشند، به‌عنوان مکان بهینه معرفی کرد. در این راستا، ابتدا از طرح مطالعات هواشناسی کشاورزی سازمان هواشناسی کشور روی محصولات باغی مختلف (کوانتا، ۱۳۵۳)، آستانه‌ها و بهینه‌های دمایی برای درخت مو استخراج و تنظیم گردید. سپس بر اساس کمینه و بیشینه دمای روزانه میزان انحراف از شرایط دمای بهینه در محیط نرم‌افزار اکسل مشخص شد.

مطالعه رفتار فنولوژیکی درختان میوه به‌صورت بخشی از تأثیر شرایط محیطی حائز اهمیت است؛ زیرا برای دستیابی به تولید مطلوب و همچنین تعیین فنون و اعمال مدیریت مناسب‌تر، دانستن مراحل فنولوژیکی محصول ضروری است. در معمول‌ترین حالت، مطالعه فنولوژیکی درختان میوه تنها رهیافت ممکن برای درک و شناسایی اثرهای آب‌وهوا بر درختان محسوب می‌شود که در بین عناصر اقلیمی، مطالعه دما تنها رهیافت لازم برای سنجش انباشت سرمایی و گرمایی و مطالعه فنولوژی درختان میوه به شمار می‌رود (فلاح قالهری و احمدی، ۱۳۹۷: ۱۲۵). دانستن زمان دقیق مراحل فنولوژی برای مدیریت باغات بسیار حائز اهمیت است. لذا بدین منظور بر اساس آمار درجه حرارت روزانه و دمای پایه هر مرحله فنولوژیک برای درخت مو و همچنین مقدار ضریب حرارتی یا مجموع واحدهای حرارتی در هر مرحله از رشد این درخت، مدت‌زمان لازم بین هرکدام از مراحل فنولوژیک درخت مو، از طریق رابطه (۲) مشخص گردید. در واقع با تعیین مدت‌زمان لازم بین مراحل فنولوژی می‌توان راندمان و مدیریت صحیح آبیاری و انجام عملیات باغبانی مؤثر در هر مرحله از رشد درخت انگور را به انجام رساند. در این رابطه: n، طول روزهای بین مراحل فنولوژیکی، A، درجه روزهای رشد لازم برای هر مرحله فنولوژیکی، T، درجه حرارت روزانه و a، دمای پایه بیولوژیکی.

$$n = \frac{A}{T-a}$$ رابطه (۲)

از سوی دیگر رخداد یخبندان به دلیل خسارت شدیدی که بر محصولات کشاورزی و بخصوص محصولات باغی وارد می‌سازد، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در این راستا، ابتدا تاریخ وقوع یخبندان‌های زودرس پاییزی و دیررس بهاری مشخص شد. سپس با استفاده از روش توزیع نرمال و محیط نرم‌افزار آماری smada، احتمال تاریخ‌های وقوع و دوره بازگشت آخرین یخبندان بهاری و اولین یخبندان پاییزی در سطوح احتمالاتی مختلف مشخص گردید. به‌منظور نمایش توزیع فضایی تحلیل‌های آماری از روش میان‌یابی IDW[1] یا وزن دهی معکوس فاصله، در محیط نرم‌افزار ArcGIS10/2 استفاده گردید. به دلیل اینکه ایستگاه‌های موردمطالعه هواشناسی در تحقیق محدود هستند، همچنین با مقایسه نتایج دیگر روش‌های درون‌یابی، مناسب‌ترین روش برای درون‌یابی در این تحقیق، روش IDW در نظر گرفته شد. در این روش فرض اساسی بر این است که میزان همبستگی و تشابه بین همسایه‌ها با فاصله بین آن‌ها متناسب است که می‌توان آن را به‌صورت تابعی با معکوس از فاصله هر نقطه از نقاط همسایه تعریف کرد.

[20]. Inverse Distance Weight

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

نتایج

بررسی پتانسیل گرمایی منطقه

مجموع واحدهای حرارتی آستانه‌های صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد، به‌عنوان دو آستانه دمایی مهم در مطالعات کشاورزی در جداول(۲ و ۳) مشخص‌شده است.

از نظر توزیع زمانی، زمان آخرین رخداد آستانه دمایی صفر درجه سانتی‌گراد در بین ایستگاه‌های موردمطالعه، از دهه اول فروردین‌ماه آغاز می‌شود. با توجه به شرایط توپوگرافیکی و جغرافیایی منطقه، زمان رخداد این آستانه از جنوب به شمال استان تا ۱۰ روز به تأخیر می‌افتد. به‌طوری‌که در جنوب استان بر مبنای ایستگاه نهاوند در اول فروردین‌ماه و در شمال استان بر مبنای ایستگاه درگزین، در ۱۰ فروردین رخ می‌دهد. در واقع نقش عرض جغرافیایی در این شرایط نسبت به عامل ارتفاع از سطح دریا بارزتر بوده است، چون تمام ایستگاه‌های منطقه از ارتفاع بالایی از سطح دریا برخوردار می‌باشند. تاریخ آخرین رخداد این آستانه نیز از ۱۷ آبان ماه در درگزین تا اواخر آبان ماه در مناطق جنوبی برای ایستگاه‌های ملایر و نهاوند متغیر می‌باشد. با توجه زمان رخداد اولین و آخرین رخداد دمای صفر درجه به‌عنوان دمای یخبندان، فصل رشد در استان از فروردین‌ماه تا اواخر آبان ماه، رخ می‌دهد.

زمان رخداد اولین آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد، از هفتم خردادماه در ایستگاه نهاوند تا ۱۵ خردادماه در ایستگاه درگزین به‌عنوان سردترین مناطق استان، به طول انجامد. در واقع یک بازه‌ی زمانی به مدت یک هفته، بین مناطق شمالی و جنوبی استان، از نظر زمان رخداد این آستانه تأخیر وجود دارد. زمان آخرین رخداد آن نیز، از ۱۷ شهریورماه در ایستگاه درگزین و همدان تا ۲۰ مهرماه در ایستگاه نهاوند به تأخیر می‌افتد. مجموع دماهای فعال در ایستگاه‌های درگزین، نوژه و همدان نسبت به ایستگاه‌های ملایر و نهاوند کمتر می‌باشد. نقش شرایط جغرافیایی در این شرایط مؤثر بوده است. آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای پایه درخت مو برای جوانه‌زنی محسوب می‌شود (پور احمدی، ۱۳۸۹). بر اساس تاریخ آخرین رخداد این آستانه، می‌توان بیان نمود که در استان همدان درخت مو از اوایل خردادماه از جنوب استان، به‌تدریج تا اواسط خردادماه در شمال استان شروع به جوانه‌زنی و رشد و نمو می‌کند. همچنین با استناد به نتایج به‌دست‌آمده، در منطقه موردمطالعه از اوایل فروردین‌ماه تا اواسط آبان ماه شرایط فعال حرارتی برقرار است. در بقیه ایام سال شرایط حرارتی از نظر رشد و نمو غیرفعال می‌باشد. دماهای فعال تأثیرگذار، در رشد رویشی و زایشی درخت مو، از خردادماه تا مهرماه در یک بازه زمانی هشت‌ماهه رخ می‌دهد. این پتانسیل گرمایی فعال از شمال به جنوب استان بیشتر مشاهده گردید.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

جدول (۲). مجموع ماهانه و سالانه درجه حرارت‌های فعال بالای صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

ایستگاه / زمان		۳۱ فروردین	۳۱ اردیبهشت	۳۱ خرداد	۳۱ تیر	۳۱ مرداد	۳۱ شهریور	۳۰ مهر	۳۰ آبان	۳۰ آذر	۳۰ دی	۳۰ بهمن	۲۹ اسفند
درگزین	> ۰	از ۱۰ فروردین ۲۲۴/۴	۶۱/۴۴	۱۲۱/۸۹	۱۹۳/۳۸	۲۷۱/۸۶	۳۳۸/۸۳	۳۸۵/۴۳	تا ۱۷ آبان ۴۰۱۸	-	-	-	-
	>۱۰	-	-	از ۱۵ خرداد ۳۴۰	۱۱۲/۴۱	۱۹۰۰	تا ۳۱ شهریور ۲۵۶۷	-	-	-	-	-	-
ملایر	>۰	از ۳ فروردین ۲۸۸/۷	۷۵/۵۷	۱۳۹۰	۲۱۶/۱۶	۲۹۵/۳۵	۳۶۴/۵۱	۴۱۵۵	تا ۲۶ آبان ۴۴۳/۹۳	-	-	-	-
	>۱۰	-	-	از ۱۱ خرداد ۴۲۹/۴	۱۲۰/۵۵	۱۹۹/۷۴	۲۶۸/۹۰	تا ۷ مهرماه ۲۸۱/۲۳	-	-	-	-	-
نوژه	> ۰	از ۱۲ فروردین ۱۸۸	۶۱۱	۱۲۱۶	۱۹۸۶	۲۷۶۰	۳۴۱۷	۳۸۸۲	۴۰۶۸ تا ۲۰ آبان	-	-	-	-
	>۱۰	-	-	از ۲۰ خرداد ۲۶۰	۱۰۳۰	۱۸۰۴	تا ۱۷ شهریور ۲۱۸۸	-	-	-	-	-	-
همدان	> ۰	از اول فروردین ۳۳۴,۱	۸۱۴	۱۴۵۷	۲۲۴۶	۳۰۵۴	۳۷۵۵	۴۲۸۴	۴۵۹۵	-	-	-	-
	>۱۰	-	-	از ۷ خرداد ۵۳۴	۱۳۲۳	۲۱۳۲	۲۸۳۲	تا ۲۰ مهرماه ۳۱۹۸	-	-	-	-	-
	> ۰۰۰۰ ÷	از ۴ فروردین ۲۸۸	۷۳۶	۱۳۳۶	۲۰۸۷	۲۸۴۴	۳۴۹۷	۳۹۸۰	۴۱۹۳	-	-	-	-
	۱۱۰۱۱۱۰ > ۱۰۱	-	-	از ۱۴ خرداد ۳۷۴	۱۱۲۳	۱۸۸۰	تا ۱۷ شهریور ۲۲۶۳	-	-	-	-	-	-

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

جدول (۳). مجموع سالانه درجه حرارت‌های فعال بیشتر از صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

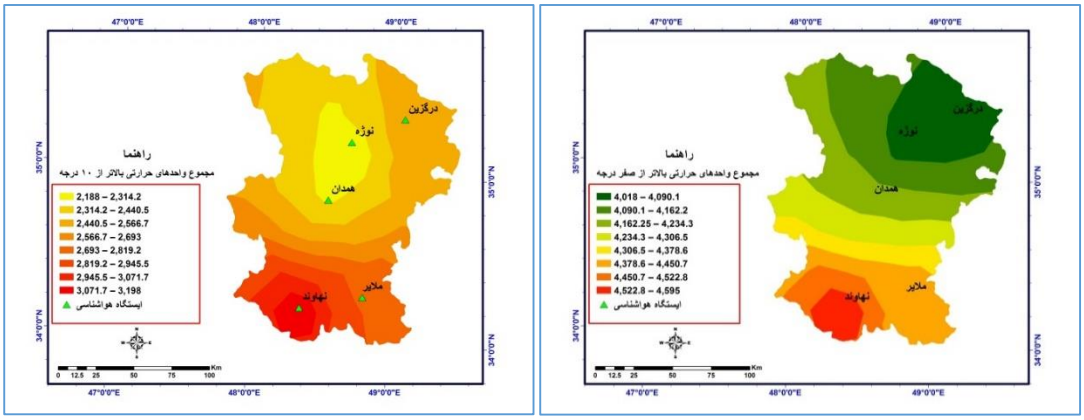
ارتفاع	گرمای تجمعی / ایستگاه	∑tmean>0	∑tmean >10
۱۸۴۰	درگزین	۴۰۱۸	۲۵۶۷
۱۷۲۵	ملایر	۴۴۳۳	۲۸۱۳
۱۶۷۹	نوژه	۴۰۶۸	۲۱۸۸
۱۶۵۸	نهاوند	۴۵۹۵	۳۱۹۸
۱۷۴۹	همدان	۴۱۹۳	۲۲۶۳

مجموع واحدهای حرارتی فعال بیشتر از صفر درجه سانتی‌گراد، با ۴۵۹۵ و ۴۴۳۳ به ترتیب در ایستگاه‌های نهاوند و ملایر مشاهده گردید. کمترین مجموع این واحدهای حرارتی فعال با ۴۰۱۸، ۴۰۶۸ و ۴۱۹۳ به ترتیب در ایستگاه‌های درگزین، نوژه و همدان رخ می‌دهد.

مجموع دماهای بالاتر از آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای پایه یا حداقل بیولوژیکی درخت مو یا انگور برای جوانه‌زنی و رشد رویشی، ۳۱۹۸ و ۲۸۱۳ به ترتیب در ایستگاه‌های نهاوند و ملایر و کمترین میزان با ۲۱۸۸ در ایستگاه نوژه رخ می‌دهد جدول (۳). با استناد به این نتایج، مناطق جنوبی استان بر اساس ایستگاه‌های نهاوند و ملایر، از مجموع واحدهای گرمایی بیشتری برای رشد و نمو محصولات مختلف بخصوص درخت مو یا انگور دارا می‌باشد. می‌توان استنباط نمود که مجموع دماهای فعال و طول فصل رشد در مناطق جنوبی استان بیشتر و طولانی‌تر از دیگر مناطق استان می‌باشد. برای مناطق نیمه شمالی یا سردسیر استان، انتخاب واریته‌های با طول فصل کوتاه‌تر یا واریته-های زودرس انگور مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

توزیع فضایی مجموع واحدهای حرارتی فعال بالاتر از آستانه‌های دمایی صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در شکل (۲)، مشخص‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود از شمال به جنوب منطقه میزان مجموع دماهای فعال افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که شرایط توپوگرافی منطقه نقش مؤثری در میزان و مجموع واحدهای حرارتی منطقه ایفا می‌نماید. به‌طورکلی نیمه جنوبی استان، از پتانسیل گرمایی بالاتری برای محصولات باغی از جمله انگور دارا می‌باشد.

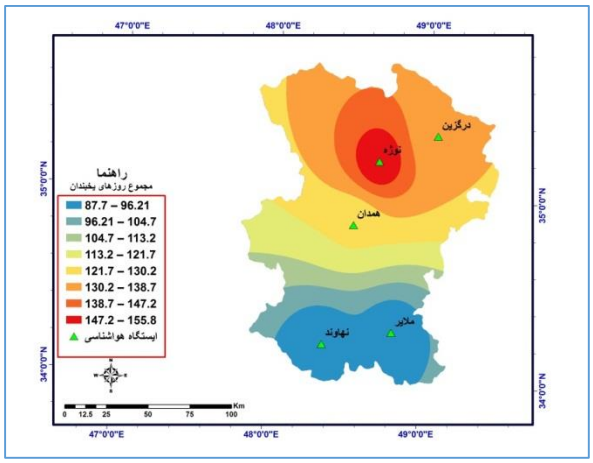
[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]



شکل (۲). توزیع فضایی مجموع واحدهای حرارتی فعال بالاتر از آستانه دمایی صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

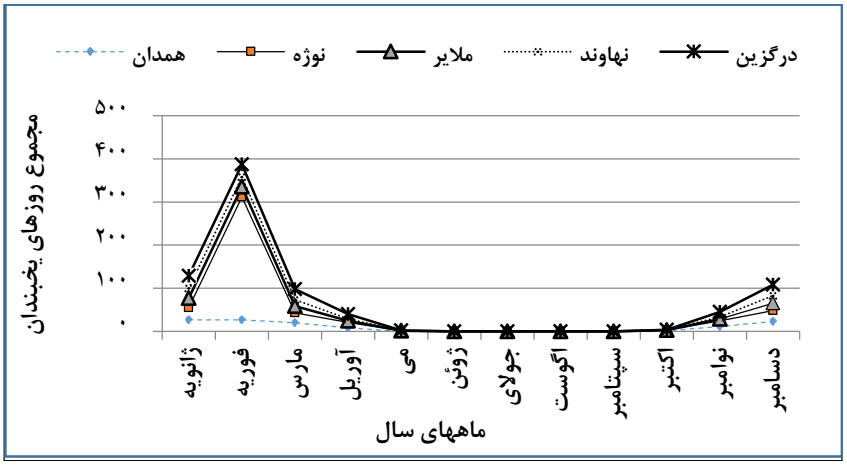
فراوانی و احتمال تاریخ وقوع یخبندان‌های پاییزه و بهاره

مجموع فراوانی روزهای همراه با یخبندان به‌صورت سالانه در شکل (۴)، مشخص‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که ایستگاه‌های ملایر و نهاوند به ترتیب با ۸۸/۶ و ۸۷/۷ روز، کمترین روزهای یخبندان و درگزین، نوژه و همدان به ترتیب با ۱۳۲، ۱۵۵ و ۱۲۳ روز بیشترین تعداد روزهای یخبندان در آن‌ها رخ می‌دهد. توزیع فضایی مجموع روزهای یخبندان در استان همدان در شکل (۳)، مشخص‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین روزهای یخبندان در نیمه شمالی استان، به ترتیب در محدوده ایستگاه‌های نوژه، درگزین و همدان قرار دارد. شرایط توپوگرافی منطقه بخصوص عامل ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی نقش مؤثری در فراوانی یا مجموع روزهای یخبندان در منطقه ایفا می‌نماید. با توجه به شکل (۵)، نقش عامل عرض جغرافیایی در توزیع روزهای یخبندان در استان بارزتر می‌باشد.



شکل (۳). توزیع فضایی مجموع روزهای یخبندان در استان همدان

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]



شکل (۴). مجموع روزهای یخبندان در مقیاس ماهانه

یکی از پارامترهای جوی که هرساله خسارت‌هایی را بر محصولات باغی وارد می‌سازد، وقوع یخبندان‌های دیررس بهاری و زودرس پاییزی می‌باشد. آگاهی داشتن از تاریخ احتمال وقوع این یخبندان‌ها، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش وقوع خسارت به همراه داشته باشد. در بسیاری از سال‌ها درختان انگور مراحل رشد جوانه‌زنی، گل‌دهی و شکوفه دادن به‌شدت در خطر آسیب ناشی از یخبندان‌های دیررس بهاره هستند. محاسبه تاریخ احتمال وقوع آخرین یخبندان‌های بهاری برای درخت انگور، از نظر دوره اولیه رشد رویشی و مراحل جوانه‌زنی و گل‌دهی اهمیت فراوان دارد. یخبندان زودرس پاییزی نیز از نظر تأثیر بر کیفیت و کاهش شیرینی میوه انگور در پاییز نقش بارزی دارد (پوراحمدی، ۱۳۸۹). در کنار اهمیت شرایط اقلیمی برای کشت و تولید انگور، بررسی مناطق مناسب با توجه به شرایط اقلیمی یکی از مهم‌ترین ابزارها و شاید اصلی‌ترین راهکار برای مقابله با سرماهای شدید و یخبندان‌ها نام برد (کریسی و کریسی، ۲۰۰۹)؛ بنابراین در این راستا، تاریخ احتمال وقوع و دوره بازگشت تاریخ آخرین رخداد یخبندان بهاره و اولین یخبندان پاییزه در سطوح احتمالاتی ۷۵، ۹۵ و ۹۹ و دوره بازگشت مربوط به آن برای ایستگاه‌های درگزین، ملایر، نهاوند، نوژه، همدان در جداول (۴ و ۵) نشان داده‌شده است. نتایج تاریخ احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاره در سطح ۹۵ درصد مصادف با مرحله فنولوژیکی جوانه‌زنی در سطح ایستگاه‌های نیمه جنوبی استان یعنی، همدان، ملایر و نهاوند می‌باشد جدول (۴). بنابراین با سطح ۹۵ درصد احتمال، زودترین یخبندان‌های پاییزه در سطح ایستگاه‌های نیمه شمالی (مناطق سردسیر استان درگزین، نوژه و همدان) در نیمه دوم آبان ماه رخ می‌دهد. در مناطق جنوبی زودترین یخبندان‌ها در دهه اول آذرماه رخ می‌دهد. می‌توان این‌گونه بیان کرد که تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزی در نیمه شمالی در ایستگاه درگزین و نوژه نسبت به دیگر ایستگاه‌ها زودتر شروع‌شده و احتمال اینکه مصادف با دوره رسیدن انگور باشد بیشتر است جدول (۵).

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

جدول (۴). تاریخ احتمال وقوع و دوره بازگشت آخرین یخبندان دیررس بهاره با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع		۰،۰۱	۵	۱۰	۲۰	۳۰	۵۰	۷۵	۹۰	۹۵	۹۹
دوره بازگشت سال		۱۰۰	۲	۱۰	۵	۳	۲	۱	۱	۱	۱
تاریخ وقوع	درگزین	۱۰ فروردین	۱۴ فروردین	۱۶ فروردین	۱۹ فروردین	۲۱ فروردین	۲۴ فروردین	۲۸ فروردین	۱ اردیبهشت	۳ اردیبهشت	۹ اردیبهشت
	ملایر	۶ فروردین	۱۰ فروردین	۱۳ فروردین	۱۵ فروردین	۱۷ فروردین	۲۱ فروردین	۲۵ فروردین	۲۹ فروردین	۳۱ فروردین	۶ اردیبهشت
	نهاوند	۲۴ اسفند	۳۰ اسفند	۳ فروردین	۷ فروردین	۱۱ فروردین	۱۶ فروردین	۲۳ فروردین	۲۹ فروردین	۱ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت
	نوژه	۶ فروردین	۱۰ فروردین	۱۳ فروردین	۱۵ فروردین	۱۷ فروردین	۲۱ فروردین	۲۵ فروردین	۲۹ فروردین	۳۱ فروردین	۶ اردیبهشت
	همدان	۳۰ اسفند	۴ فروردین	۶ فروردین	۱۰ فروردین	۱۳ فروردین	۱۷ فروردین	۲۲ فروردین	۲۷ فروردین	۳۰ فروردین	۵ اردیبهشت

جدول (۵). تاریخ احتمال وقوع و دوره بازگشت اولین زودرس یخبندان پاییزه با استفاده از توزیع نرمال

درصد احتمال وقوع		۰،۰۱	۵	۱۰	۲۰	۳۰	۵۰	۷۵	۹۰	۹۵	۹۹
دوره بازگشت سال		۱۰۰	۲	۱۰	۵	۳	۲	۱	۱	۱	۱
تاریخ وقوع	درگزین	۲۴ مرداد	۷ شهریور	۱۴ شهریور	۲۳ شهریور	۲۹ مهر	۲۷ مهر	۱۰ آبان	۲۲ آبان	۳۰ مهر	۱۲ آذر
	ملایر	۲ آبان	۸ آبان	۱۱ آبان	۱۵ آبان	۱۸ آبان	۲۳ آبان	۲۸ آبان	۴ آذر	۷ آذر	۱۵ آذر
	نهاوند	۲۳ مهر	۳۰ مهر	۲ آبان	۸ آبان	۱۲ آبان	۱۸ آبان	۲۶ آبان	۲ آذر	۶ آذر	۱۳ آذر
	نوژه	۲۱ مهر	۲۶ مهر	۲۸ مهر	۳۱ مهر	۵ آبان	۹ آبان	۱۴ آبان	۱۸ آبان	۲۱ آبان	۲۷ آبان
	همدان	۲۰ مهر	۲۵ مهر	۲۷ مهر	۳۰ مهر	۴ آبان	۷ آبان	۱۲ آبان	۱۶ آبان	۱۹ آبان	۲۵ آبان

توزیع زمانی – مکانی تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی

هر گیاهی در مراحل فنولوژیکی از آستانه‌های دمایی کمینه، بهینه و بیشینه برخوردار می‌باشد. جدول (۶) آستانه‌های حرارتی درخت انگور در مراحل فنولوژیکی اصلی مختلف را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

جدول (۶). آستانه‌های دمایی انگور در مراحل فنولوژیکی

مراحل فنولوژیکی	کمترین درجه سانتی‌گراد	درجه حرارت مطلوب	بیشترین درجه به سانتی‌گراد
جوانه زدن	۹	۱۵-۲۰	۳۰
گل دادن	۱۴-۱۵	۲۵-۳۰	۴۵
رسیدن چوب مو	۱۰	۲۵-۳۵	بالاتر از ۳۵
رسیدن انگور	-۵	۲۵-۳۵	بالاتر از ۳۵

منبع: کوانتا، ۱۳۵۳

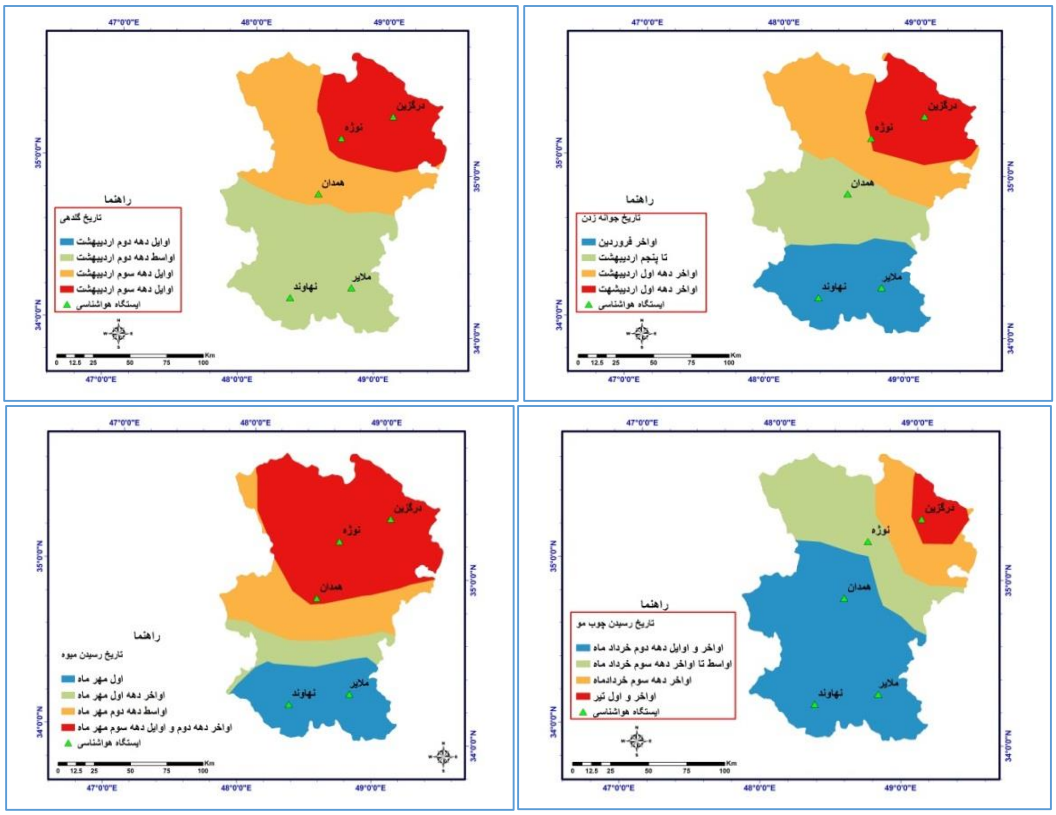
بر اساس آمار دمای کمینه و بیشینه روزانه، تاریخ تکمیل هرکدام از مراحل فنولوژیکی درخت انگور در سطح ایستگاه-های موردمطالعه در جدول (۶)، مشخص‌شده است. زودترین زمان تکمیل مرحله جوانه‌زنی در ایستگاه نهاوند در ۳۰ فروردین‌ماه و دیرترین زمان در هشتم اردیبهشت در ایستگاه درگزین رخ می‌دهد. در ایستگاه‌های ملایر، همدان و نوژه به ترتیب یکم، دوم و ششم اردیبهشت رخ می‌دهد. زودترین گل‌دهی در ۱۱ اردیبهشت‌ماه در ایستگاه نهاوند و دیرترین گل‌دهی در ۲۱ اردیبهشت در ایستگاه درگزین تکمیل رخ می‌دهد. در کل تاریخ گل‌دهی در سطح ایستگاه‌های منطقه در دهه دوم اردیبهشت‌ماه رخ می‌دهد. تاریخ ظهور گل‌دهی درخت انگور از جنوب تا شمال استان، ۱۰ روز به تأخیر می‌افتد. تاریخ رسیدن چوب درخت انگور در دهه آخر خردادماه تکمیل و رخ می‌دهد. تاریخ رسیدن میوه انگور از اول مهر در ایستگاه نهاوند تا ۱۸ مهرماه در ایستگاه نوژه متغیر می‌باشد جدول (۷).

جدول (۷). تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی گیاه انگور

ایستگاه	تاریخ جوانه زدن	تاریخ گل‌دهی	تاریخ رسیدن چوب	تاریخ رسیدن میوه
همدان	۲ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت	۲۵ خرداد	۱۵ مهر
نوژه	۶ اردیبهشت	۱۹ اردیبهشت	۲۸ خرداد	۱۸ مهر
ملایر	۱ اردیبهشت	۱۲ اردیبهشت	۲۲ خرداد	۵ مهر
نهاوند	۳۰ فروردین	۱۱ اردیبهشت	۲۱ خرداد	۱ مهر
درگزین	۸ اردیبهشت	۲۱ اردیبهشت	۲۹ خرداد	۱۷ مهر

توزیع مکانی تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی درخت انگور در شکل (۵) مشخص‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که در تمام مراحل فنولوژی نیمه جنوبی استان زودتر از دیگر مناطق، مراحل فنولوژیکی رخ می‌دهد. از جنوب به شمال استان، تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی تا ۱۰ روز به تأخیر می‌افتد. نقش عامل عرض جغرافیایی نقش مؤثر و بارزی در تعیین، پهنه‌های با تاریخ‌های یکسان ایفا می‌نماید.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]



شکل (۵). توزیع فضایی تاریخ تکمیل مراحل فنولوژی درخت انگور در استان همدان

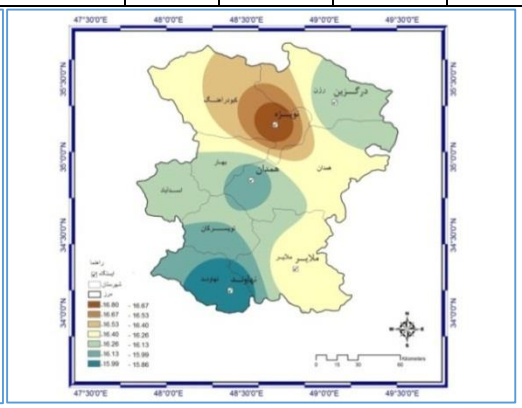
تحلیل انحراف از شرایط بهینه

در ادامه تحلیل‌های فنولوژیکی، با تعیین بهینه‌های دمایی هر مرحله فنولوژیکی که بیشترین رشد و نمو درختان میوه در آن رخ می‌دهد، میزان انحراف از دمای بهینه برای هر ایستگاه، محاسبه و در جدول (۸) مشخص‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که کمترین میزان انحراف از شرایط بهینه دمایی برای هرکدام از مراحل فنولوژیکی در سطح ایستگاه‌های نهاوند و ملایر و بیشترین انحراف نیز در سطح ایستگاه‌های درگزین، نوژه و همدان مشاهده می‌شود. این دستاوردها در مدیریت تاکستان‌ها از نظر استفاده بهینه از منابع، بخصوص، آبیاری حائز اهمیت می‌باشد شکل (۶).

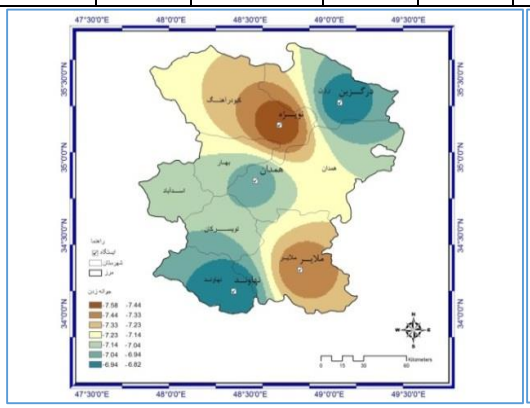
[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

جدول (۸). میزان انحراف از شرایط بهینه مراحل فنولوژیکی مختلف درخت انگور در ایستگاه‌های موردمطالعه

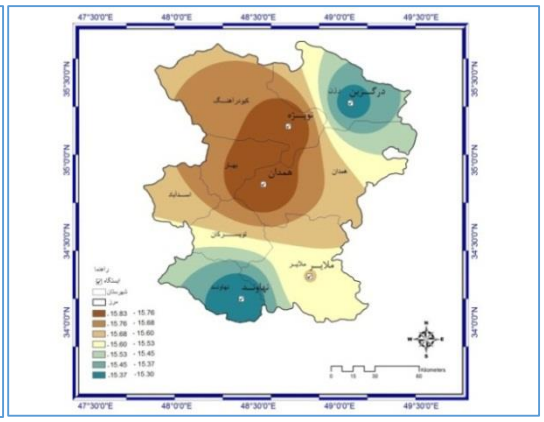
مراحل رشد / ایستگاه	جوانه زدن		گلدهی		رسیدن چوب مو		رسیدن انگور		مجموع انحرافات
	بهینه	انحراف از شرایط	بهینه	انحراف از شرایط	بهینه	انحراف از شرایط	بهینه	انحراف از شرایط	
همدان	۱۵-۲۰	-۶/۹۸	۲۵-۳۰	-۱۶/۰۵	۲۵-۳۵	-۱۵/۶۴	۲۵-۳۵	-۱۱/۰۵	-۴۹/۷۲
نوژه	۱۵-۲۰	-۷/۵۹	۲۵-۳۰	-۱۶۱/۸	۲۵-۳۵	-۱۵/۸۴	۲۵-۳۵	-۱۱/۰۹	-۵۱/۳۳
ملایر	۱۵-۲۰	-۷/۴۴	۲۵-۳۰	-۱۶/۳۹	۲۵-۳۵	-۱۵/۶۱	۲۵-۳۵	-۱۰/۳۲	-۴۹/۷۶
نهاوند	۱۵-۲۰	- ۶/۸۵	۲۵-۳۰	-۱۵/۸۶	۲۵-۳۵	-۱۵/۳۰	۲۵-۳۵	-۹/۸۵	-۴۷/۸۵
درگزین	۱۵-۲۰	-۶/۸۲	۲۵-۳۰	-۱۶/۱۳	۲۵-۳۵	-۱۵/۳۴	۲۵-۳۵	-۱۰/۶۶	-۴۸/۹۴



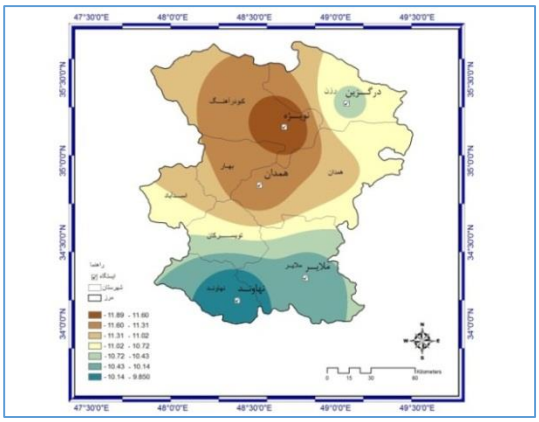
جوانه زدن



گلدهی

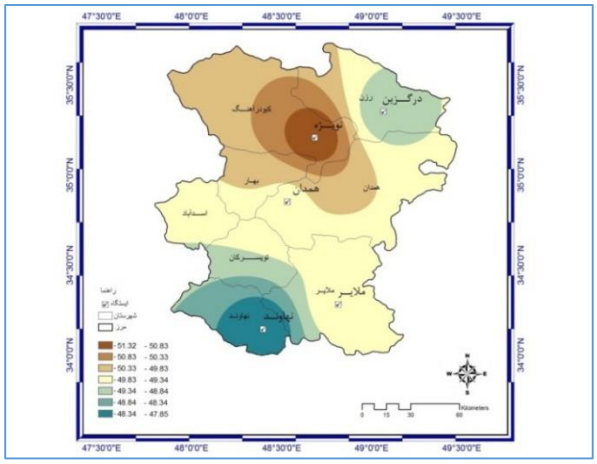


رسیدن چوب مو



رسیدن

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]



مجموع انحرافات

شکل (۶). توزیع فضایی میزان انحراف از شرایط بهینه در مراحل مختلف فنولوژیکی درخت انگور

تعیین طول دوره مراحل فنولوژی

یکی از بخش‌های عمده در مطالعات اقلیم‌شناسی کشاورزی، تعیین یا فاصله بین دو مرحله فنولوژیکی در هر گیاه، در هر منطقه می‌باشد. آگاهی از فاصله بین مراحل فنولوژیکی درخت انگور برای برنامه‌ریزی‌ها به‌منظور مقابله با یخبندان و انجام آبیاری با راندمان بالاتر حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق، طول دوره هر یک از مراحل فنولوژی در ایستگاه-های منتخب بر اساس ارقام میان‌رس انگور محاسبه‌شده است. از این نتایج می‌توان در امر مدیریت باغبانی از جمله مبارزه با آفات، آبیاری، کود دادن، برداشت و دیگر اعمال باغی به عمل آورد جدول (۹).

جدول (۹). طول دوره مراحل فنولوژی انگور به‌روز در ایستگاه‌های منتخب

مرحله فنولوژیکی / ایستگاه	گل دادن	جوانه زدن	رسیدن چوب مو	رسیدن میوه
همدان	۴۱/۴۷	۳۰/۴۳	۸۵/۵۶	۱۹۷/۸۹
نوژه	۴۴/۴۱	۳۲/۲۹	۸۴/۷۵	۱۹۸/۳۲
ملایر	۴۲/۷۴	۳۱/۸۰	۸۳/۳۹	۱۹۰/۵
نهاوند	۴۰/۷۹	۳۰/۰۳	۸۱/۶۲	۱۸۶/۰۷
درگزین	۴۰/۷۶	۲۹/۹۶	۸۱/۸۴	۱۹۳/۸۸

تعیین تقویم بهینه برداشت انگور

تعیین زمان بهینه برداشت یک محصول، یکی از اهداف تحقیقات اقلیم کشاورزی به‌حساب می‌آید که شرایط اقلیمی نقش کلیدی در تعیین آن دارد؛ زیرا آب‌وهوا تعیین‌کننده میزان شیرینی میوه انگور است که به طول روز و میزان

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

درجه حرارت بستگی دارد (تونیتو و کاربناو، ۲۰۰۴: ۸۲). با توجه به تحلیل‌های انجام‌شده، مناسب‌ترین تقویم برداشت در مناطق نیمه جنوبی استان، اوایل مهرماه و در نیمه شمالی استان، در اواسط مهرماه پیشنهاد می‌گردد جدول (۱۰).

جدول (۱۰). تقویم بهینه برداشت انگور در سطح ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	تاریخ برداشت
همدان	اواسط مهر
نوژه	اواسط مهر
ملایر	اوایل مهر
نهاوند	اوایل مهر
درگزین	اواسط مهر

نتیجه‌گیری

عملیات کشاورزی در بستر اقلیم صورت می‌پذیرد. بررسی و واکاوی سازه‌های جوی مؤثر بر محصولات کشاورزی با توجه به شرایط اقلیمی حال حاضر بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد. یکی از بخش‌های مهم در مطالعات اقلیم کشاورزی، مطالعه و کمی‌سازی شرایط حرارتی بر اساس آمار ایستگاه‌های هواشناسی و مطالعات فنولوژیکی می‌باشد. دمای صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به‌عنوان دمای یخبندان و دمای پایه درخت مو برای جوانه‌زنی محسوب می‌شود (پور احمدی، ۱۳۸۹). بررسی آستانه‌های دمای صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که از اوایل فروردین‌ماه تا اواسط آبان دوره رشد فعال یا دماهای بالاتر از صفر درجه در سطح استان برقرار بوده و برای آستانه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیز از خرداد تا مهرماه برای درخت انگور فراهم می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان‌دهنده نقش شرایط توپوگرافیکی (ارتفاع) در کاهش پتانسیل گرمایی در مناطق نیمه شمالی استان، می‌باشد. در تحقیقی حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۶) در ارزیابی قابلیت‌های آگروکلیمایی استان‌های کرمانشاه و اصفهان از نظر استعداد کشت چغندرقند پاییزه گزارش کردند که شرایط توپوگرافی مناطق، تأثیر بسیار مهمی در پتانسیل‌های دمایی (درجه حرارت‌های فعال) چغندرقند داشته به‌گونه‌ای که در استان کرمانشاه ایستگاه سر پل ذهاب با ارتفاع کمتر دارای بیشترین تعداد روز فعال و ایستگاه کنگاور با ارتفاع بیشتر داری کمترین روزهای فعال و در استان اصفهان ایستگاه خور و بیابانک با قرار گرفتن در عرض‌های پایین‌تر و ارتفاع کمتر دارای بیشترین تعداد روزهای فعال و ایستگاه خوانسار با قرار گرفتن در عرض‌های بالاتر و ارتفاع بیشتر دارای کمترین تعداد روزهای فعال برای چغندرقند است. با توجه به اینکه از جنوب به شمال استان همدان، از میزان پتانسیل گرمایی کاسته می‌شود، کشت ارقام زودرس انگور برای مناطق نیمه شمالی استان توصیه می‌گردد. تاریخ تکمیل مرحله جوانه‌زنی در نیمه جنوبی استان (ملایر و نهاوند)، با یخبندان‌های دیررس بهاره مصادف می‌باشد. قابل‌توجه است که از جنوب به شمال استان، زمان تکمیل مراحل فنولوژیکی ۱۰ روز به تأخیر می‌افتد. این مسئله از لحاظ تعیین مکان بهینه کشت انگور و تولید محصول تجاری حائز اهمیت است. در تحقیقی علیخانی (۱۳۹۰) در ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط حرارتی و فنولوژیکی کشت سیب‌درختی

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

در استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که تاریخ وقوع شروع آستانه زیستی سیب‌درختی تابع ارتفاع بوده، با افزایش ارتفاع به تأخیر می‌افتد به‌گونه‌ای که به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، تاریخ وقوع هرکدام از مراحل فنولوژی سیب‌درختی ۳ روز عقب می‌افتد و در مناطق پست جنوبی استان چهارمحال و بختیاری به نمایندگی ایستگاه لردگان به دلیل ارتفاع کم و درجه حرارت بالا طول هر مرحله فنولوژیکی از بقیه ایستگاه‌ها کمتر و ایستگاه‌های کوهرنگ، امام قیس و آورگان به دلیل ارتفاع زیاد و برودت هوا، طول این دوره‌های فنولوژیکی از بقیه ایستگاه‌های موردمطالعه بیشتر می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از آن است که در سطح ۹۵ درصد، تاریخ آخرین یخبندان‌های دیررس بهاری در اواخر فروردین‌ماه در مناطق جنوبی استان تا دهه اول اردیبهشت‌ماه در مناطق نیمه شمالی منطقه متغیر می‌باشد. بررسی تاریخ احتمال وقوع یخبندان دیررس بهاری در سطح ۹۵ درصد نشان داد که به دلیل رخداد آن در اواخر فروردین‌ماه در نیمه جنوبی (ملایر و نهاوند) مصادف با مرحله فنولوژیکی جوانه‌زنی می‌باشد. در این راستا حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که مناطقی که دارای ارتفاع بالاتری هستند بیشترین تعداد روز یخبندان و زودترین احتمال وقوع یخبندان پاییزه و دیرترین احتمال وقوع یخبندان بهاره (در احتمال وقوع ۹۹ درصد) در کشت چغندرقند را داشتند. همچنین تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی در منطقه از اولین مرحله یعنی مرحله جوانه‌زنی از اواخر فروردین‌ماه آغازشده و به‌تدریج تا آخرین مرحله (رسیدن میوه) تا اواسط مهرماه به طول می‌انجامد. بر این اساس، طول فصل رشد درخت انگور در منطقه موردمطالعه ۲۰۰ روز می‌باشد. میزان انحراف از بهینه‌های دمایی در هر مرحله فنولوژیکی درخت انگور، در مناطق نیمه شمالی استان همدان بیشتر از مناطق نیمه جنوبی آن می‌باشد. در تحقیقی گزارش گردید که انحراف از شرایط بهینه‌دمایی هر منطقه موردبررسی برای کشت سیب‌درختی در استان چهارمحال و بختیاری نشان‌دهنده این واقعیت است که ایستگاه‌هایی با کمترین مقدار انحراف، بیشترین استعداد را برای توسعه باغات سیب‌درختی دارند که بر این اساس بالاترین سطح زیر کشت سیب‌درختی در این استان به شهرستان لردگان و بروجن تعلق دارد که کمترین مقدار انحراف از شرایط بهینه‌دمایی را داشت (علیخانی، ۱۳۹۰). نتایج حاکی از آن است که میزان انحراف از شرایط بهینه‌های دمایی در هر مرحله فنولوژیکی، در نیمه شمالی استان بیشتر از نیمه جنوبی می‌باشد به‌گونه‌ای که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان انحراف از شرایط بهینه‌دمایی برای هرکدام از مراحل فنولوژیکی در سطح ایستگاه‌های نوژه و نهاوند مشاهده گردید. این دستاوردها در مدیریت تاکستان‌ها از نظر استفاده بهینه از منابع، بخصوص، آبیاری حائز اهمیت می‌باشد. با در نظر گرفتن آستانه‌ها و بهینه‌های دمایی هریک از مراحل فنولوژیکی درخت انگور در منطقه، مناسب‌ترین زمان برداشت میوه انگور از اوایل تا اواسط مهرماه پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

منابع

احمدی، حمزه. (۱۳۸۹). **بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت سیب‌زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب استان ایلام**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور اصفهان، گروه جغرافیا.

احمدی، حمزه؛ شائمی برزکی، اکبر. (۱۳۹۱). **ارزیابی شرایط حرارتی سیب‌زمینی به‌منظور بهترین تقویم کشت در سطح ایستگاه‌های هواشناسی منتخب استان ایلام**. فصلنامه جغرافیای طبیعی، **۵(۴)**: ۷۶-۶۵.

اسماعیل‌زاده، یاسمن؛ جهانبخش، سعید. (۱۳۹۰). **انطباق نیازهای آگروکلیمایی گیاه زعفران با اقلیم جلگه مغان**. فصلنامه علمی – پژوهشی فضای جغرافیایی، **۱۱(۳۵)**: ۱۸-۱.

براتیان، علی. (۱۳۹۱). **شناسایی مناطق بهینه اقلیمی کشت کلزا در کشور**. رساله دکتری، دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا، گروه آب و هواشناسی.

پوراحمدی، ابراهیم. (۱۳۸۹). **بررسی برخی فاکتورهای مؤثر در موفقیت تکنیک نجات جنین به‌منظور اصلاح انگورهای بی‌دانه**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، دکتر علی عبادی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران.

جوانشیر، زینب. (۱۳۸۴). **مطالعه آگروکلیمای دشت میاندوآب**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، گروه جغرافیایی طبیعی، استاد راهنما، مجید زاهدی.

حجازی زاده، زهرا؛ سلیقه، محمد؛ بلیانی، یدالله؛ ماهوتچی، محمدحسن. (۱۳۹۲). **در بررسی مکان‌یابی کشت زیتون با استفاده از پارامترهای اقلیمی و زمینی به روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی؛ استان فارس**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۳(۳۰)**: ۱۷۱-۱۹۰.

خوش‌اخلاق، فرامرز؛ سلطانی، محسن. (۱۳۹۰). **پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی توت‌فرنگی با استفاده از GIS در استان مازندران**، فصلنامه سپهر، سال بیستم، شماره ۷۸، تابستان ۱۳۹۰.

حیدری، حسن؛ سعیدآبادی، رشید. (۱۳۸۸). **طبقه‌بندی اقلیمی چند معیاری نواحی کشت انگور در ایران**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، **۶۸**: ۷۰-۵۹.

زارع ابیانه، حمید؛ بیات ورکشی، مریم؛ یزدانی، وحید. (۱۳۹۰). **تحلیل روند تغییرات سالانه و فصلی دما، بارش و خشک‌سالی‌های استان همدان**، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، **۱(۳)**: ۴۷-۵۸.

سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. (۱۳۹۴). **گزارش تولید محصولات باغی**.

سبحانی، بهروز؛ صفریان زنگیر، وحید؛ کرمی، اخضر. (۱۳۹۸). **تعیین تقویم زراعی کاشت ذرت با استفاده از آزمون Tمشاهده‌ای و پهنه بندی آگروکلیمایی و زراعی آن با آزمون هتلینگ در استان کرمانشاه**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۲۰(۵۷)**: ۳۷-۲۵.

صیدی شاهیوندی، مسلم؛ خالدی، شهریار؛ شکیبا، علیرضا و میرباقری، بابک. (۱۳۹۳). **پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، **۱۳(۲۹)**: ۲۱۴- ۱۹۵.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

طرح مطالعات هواشناسی کشاورزی سازمان هواشناسی کشور (کوانتا). (۱۳۵۴). **راهنمای نیازها و محدودیت‌های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران**.

عراقی، حسین؛ تهرانی فر، علی؛ داوری نژاد، غلامحسین و محمود، شور. (۱۳۹۲). **بررسی نیاز سرمایی چهار رقم تجاری انگور**. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، **۲۷(۱)**: ۵۸-۵۲.

علیخانی، سحر. (۱۳۹۰). **بررسی شرایط آگروکلیمایی سیب‌درختی در استان چهارمحال و بختیاری**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی.

فلاح قالهری، غلام‌عباس؛ احمدی، حمزه. (۱۳۹۷). **تعیین مراحل فنولوژی و انباشت سرمایی و گرمایی درخت سیب تابستانه تحت شرایط اقلیمی کرج**. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، **۵۰(۱)**: ۱۳۹-۱۲۳.

کمالی، غلامعلی؛ ملائی، پگاه و بهیار، محمدباقر. (۱۳۸۹). **تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و** GIS. نشریه آب‌وخاک، **۲۴(۵)**: ۹۰۷-۸۰۴.

کوانتا. (۱۳۵۳). **مطالعات هواشناسی کشاورزی**، سازمان هواشناسی کشور.

کوزه گران، سعیده. (۱۳۸۸). **پهنه‌بندی آگروکلیماتولوژی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از GIS**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی، گروه هواشناسی کشاورزی.

مریانجی، زهره. (۱۳۸۲). **مطالعه طرح جامع سیل در استان همدان**، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان.

میان‌آبادی، آمنه؛ موسوی بایگی، محمد؛ ثنایی نژاد، حسین و نظامی، احمد. (۱۳۸۸). **بررسی و پهنه‌بندی تنش‌های گرمایی مؤثر بر محصولات کشاورزی استان خراسان رضوی با استفاده از GIS**. مجله آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)، **۲۳(۲)**: ۱۱۴-۱۰۴.

وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۲). **بخش فناوری و اطاعات، آمارنامه و گزارش ۱۳۹۲**.

وزارت جهاد کشاورزی، معاونت باغبانی. (۱۳۹۶). **دفتر امور میوه‌های سردسیری و خشک. گزارش آمار و عملکرد**.

یزدان پناه، حجت اله؛ کمالی، غلامعلی؛ حجازی زاده، زهرا و ضیاییان، پرویز. (۱۳۸۵). **مکان گزینی اراضی مستعد کشت بادام در استان آذربایجان شرقی**، مجله جغرافیا و توسعه، **۴(۸)**: ۲۰۳-۱۹۳.

Bock, A. Sparks, T. Estralla, N. Menzel, A. (2011), **Changes in the phenology and composition of the wine from Franconia, Germany**. Climate Research, **50:** 69-81.

Creacy, G.L. Craecy, L.L. (2009), Grapes. ISBN-13:978 184593 4019.

Gu, S. (2015), **Growing degree hours – a simple, accurate, and precise protocol to approximate growig heat summation for grapevines**. International Journal of Biometeorology, 1-12.

Gue, L. Dai, J. Ranjitkar, S. Yu, H. (2014), **Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees,** International journal of biometeorology, **58:** 1195-1206.

Irimia, L. Patriche, C.V. Quénol, H. (2013), **Viticulture zoning: A comparative study regarding the accuracy of different approaches in vineyards climate suitability assessment**. Cercetari agronomic in Moldova, **46(3):** 95-106.

Jones, G.V. White, M.A. Cooper, O.R. Storchmann, K. (2005), **Climate change and global wine quality. Climatic change**, **73(3):** 319-343.

Jongman, H.G. (1990), **Echological classification of the climate of the Rhin catchment. International Journal of Biometeorology**, **34:** 194-203.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]

Mates, A. Crisci, A. Filipo Di Gennaro, S. Primicerio, J. Tomasi, D. Marcuzzo, P. Guidoni, S. (2015), **Spatial variability of meteorological conditions at different scales in viticulture**, Agricultural and Forest Meteorology, 189-190.

McMaster, G.S. Wilhelm, W.W. (1997), **Growing degree-days: one equation, two interpretations**, Agricultural and Forest Meteorology, **87(4):** 291-300.

Mavi, H.S. Tupper, H. (2004), Agrometeorology, Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture. Food Product Press.

Neumann, P.A. Matzarkis, A. (2014), **Estimation of winr characteristics using a modified Heliothermal index in Baden-Wurttemberg, SW Germany**. International Journal of Biometeorology, **58:** 407-415.

Parker, A. de Cortázar-Atauri, I.G. Chuine, I. Barbeau, G. Bois, B. Boursiquot, J.M. Guimberteau, G. (2013), **Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: A case study for the grapevine species Vitis vinifera L.** Agricultural and Forest Meteorology, **180:** 249-264.

Shinomia, R. Fujiishima, H. Muramoto, K. Shiraishi, M. (2015), **Impat of temperature and sunlight on the skin coloration of the Kyoho table grape**. Scientia Horticulturae, **193:** 77-83.

Tonietto, J. Carbonneau, A. (2004), **Amulticriteria climates classification system for grape – growing region worldwide**. Agricultural and Forest Meteorology, **124:** 81-97.

Vaudour, E. Shaw, A.B. (2005), **A worldwide perspective on viticulture zoning**. South African Journal for Enology and Viticulture, **26(2):** 106.

Wang. X. (2014), **Divergence of climate impacts on maize yield in Northeast China**, Agriculture, Ecosystems ND environment, **196:** 51-58.

Webb, L.B. Whetton, P.H. Barlow, E.W.R. (2007), **Modelled impact of future climate change on the phenology of wine grapes in Australia**. Australian Journal of Grape and Wine Research, **13(3):** 165-175.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2025-04-06]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.121.4]
[DOI: 10.61186/jgs.23.70.299]