

ارزیابی شرایط حرارتی سیب زمینی به منظور بهترین تقویم کشت در سطح ایستگاه-های هواشناسی منتخب استان ایلام

حمزه احمدی*

کارشناسی ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

اکبر شائمی

استادیار گروه جغرافیا و عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور مرکز آران و بیدگل

چکیده

شناخت شرایط حرارتی مناطق مختلف برای اتخاذ تصمیم درباره تقویم کشت حائز اهمیت است. در این پژوهش آمار درجه حرارت-های حداقل و حداکثر روزانه برای دوره آماری ۱۰ ساله از سال (۲۰۰۸ - ۱۹۹۹) در سطح ایستگاه-های منتخب براساس آستانه (۰ و ۱۰ درجه سانتی-گراد) و آستانه-های حداقل مراحل فنولوژیکی گیاه سیب زمینی با شاخص-های درجه روزهای فعال و طول درون مراحل فنولوژی ارزیابی شده است. در ایستگاه-های ایلام و ایوان مناسبترین بازه زمانی که پتانسیل گرمایی لازم برای رشد و نمو محصول-های مختلف را دارد، ماه آوریل(فروردین) تا اواسط ماه نوامبر(آبان) می باشد. ایستگاه دهلران کل سال از شرایط حرارتی بالایی برخوردار است. مرحله ظهور غنچه تا گل دادن و مرحله گل دادن تا رسیدن سیب زمینی در منطقه به ترتیب با ۲۱ و ۴۷ روز کوتاهترین و بلندترین طول درون مراحل فنولوژی می باشند. زمان مناسب برای کشت بهاره اواخر ماه مارس تا اواسط ماه جولای و برای کشت پاییزه اواخر ماه دسامبر تا اواسط ماه می می باشد.

واژگان کلیدی: شرایط حرارتی، سیب زمینی، فنولوژی، آستانه، ایستگاه-های منتخب.

مقدمه

با توجه به روند افزایش جمعیت در سطح جهان، تامین مواد غذایی مورد نیاز انسانها امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. در بین عوامل مختلف تاثیر گذار در تولید محصول-های کشاورزی، شرایط جوی از مهمترین متغیرها محسوب می شود(مظفری، ۱۳۸۲، ۵). شناخت پارامترهای آب و هوایی و اثر آنها بر روی گیاهان زراعی یکی از مهمترین عوامل موثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می باشد(ساری صراف و همکاران، ۱۳۸۸، ۶). هوا شناسی کشاورزی ارتباط متقابل عوامل اقلیمی را با کشاورزی بررسی می کند، هدف هوا شناسی کشاورزی به کارگیری اطلاعات آب و هوایی به منظور بهبود عملیات کشاورزی و افزایش تولید کشاورزی از جنبه کیفی و کمی است(عزیزی و شائمی، ۱۳۸۳، ۷۴). هواشناسی کشاورزی، پتانسیل-های اقلیمی هر منطقه را منطبق با نیازها و محدودیت-های جوی مربوط به محصول-های مختلف، شناسایی کرده و از این رهگذر به تولید بهترین و مناسبترین محصول اراضی آن منطقه، کمک شایانی می کند(موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۸۸، ۱۹). درجه حرارت عامل اصلی انرژی گرمایی است و اهمیت زیادی برای زندگی موجودات زنده دارد. درجه حرارت محیط نقش عمدهای در رشد گیاه و پراکندگی جغرافیایی آنها بر روی زمین دارد(محمدی، ۱۳۸۴، ۴۹). با شناسایی و تعیین پتانسیل-های گرمایی هر منطقه می توان هرگونه گیاهی را با داشتن

شرایط فنولوژی سنجید و آهنگ رشد آن را به دست آورد(شامی، ۱۳۷۱، ۱۲۹). درجه حرارت یکی از مهمترین عناصر آب و هوایی می‌باشد که در مطالعات اکولوژی و آگروکلیماتولوژی، خصوصا مطالعات مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و اهمیت خاصی در کشاورزی دارد(ثابتی، ۱۳۴۸، ۱۱). عامل محیطی که بر روی گیاه تاثیر می‌گذارد درجه حرارت می‌باشد، این آثار بر روی رشد و عملکرد محصول به طرق مختلف مثل: فتوسنتز، تنفس، ارگان‌های اولیه، رشد نسبی، تولید ماده خشک می‌باشد. یک محصول به طور متوالی مراحل فنولوژیکی را طی می‌کند. طول هریک از این مراحل به میزان تحولی که به وسیله درجه حرارت تعدیل شده وابسته است(مازرزیک و همکاران، ۲۰۰۶، ۱۶۹). مطالعه درجه حرارت از این نظر اهمیت دارد که اولین گام در تعیین مکان مناسب برای یک محصول خاص می‌باشد و برای مکانیابی یک گونه خاص در یک ناحیه اولین گام مطالعه شرایط حرارتی است. هر گیاه برای این که بتواند در یک منطقه رشد کند، نیاز به تعداد درجه روز مشخصی دارد که شرایط محیطی آن منطقه باید قادر به تامین آن در طول دوره رشد گیاه باشد(موسوی بایگی و اشرف، ۱۳۸۸، ۱۱۷). در بین عناصر اقلیمی رژیم حرارتی بیشترین تاثیر را بر روی نمو گیاهان در مراحل مختلف آن دارد. شناخت نیازهای حرارتی مناطق مختلف برای اتخاذ تصمیم درباره تاریخ کشت و انجام عملیات زراعی ضروری است(حجازی زاده و مقیمی، ۱۳۸۶، ۹۲).

سیب زمینی یکی از مهمترین محصولات غذایی است که بعد از غلات یعنی برنج، گندم و ذرت در مقام چهارم از لحاظ اهمیت غذایی می‌باشد. سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (فائو)^۱ سیب زمینی را به عنوان یک محصول کشاورزی اشتغالزا و تامین کننده امنیت غذایی آینده در دنیا معرفی کرده است. سیب زمینی^۲ یک محصول سالانه از خانواده سولاناسه یا (تیره بادمجانیان) است که منشا اولیه آن در کوه‌های آمریکای جنوبی می‌باشد. سیب زمینی یک گیاه روز کوتاه و محصول فصل خنک می‌باشد. بعد از محصول ذرت، سیب زمینی دارای گسترده‌ترین توزیع در دنیا است. بیشترین تولید آن هم در مناطق معتدله است(رضائی و سلطانی، ۱۳۷۶، ۱۰). سیب زمینی به علت انعطاف پذیری شدیدی که از لحاظ اکولوژی دارد در سراسر جهان پراکنده شده است(کوانتا، ۱۳۵۳، ۸) سیب زمینی معمولی یکی از مهم‌ترین محصولات کشورهای شناخته شده در کلیه کشورهای جهان است. سیب زمینی معمولی در نقاطی توسعه و تکامل پیدا کرده که دارای اقلیم های معتدل می‌باشد(یاراحمدی، ۱۳۸۰، ۷۲).

هارتز^۴ و مور (۱۹۷۸) در پژوهشی با استفاده از روش درجه روز (GDD) عملکرد سیب زمینی با داده‌های درجه حرارت را مورد بررسی قرار داده‌اند. کالدیز^۵ و دیگران (۲۰۰۱) پژوهشی را در مورد پهنه بندی آگرواکولوژیکی و پتانسیل‌های کشت سیب زمینی در آرژانتین با متغیرهای: دما، و درجه روز انجام داده و به شناسایی نواحی آگرواکولوژیکی برای تولید سیب زمینی و تعیین مدت زمان فصل رشد دست یافتند. مازرزیک^۶ و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی در لهستان مرکزی رابطه بین مجموع درجه حرارت و طول دوره نمو سیب زمینی نشان دادند که، درجه حرارت یکی از مهمترین متغیرهای محیطی موثر بر محیط گیاهی است که این آثار بر روی رشد و بازده محصول می‌باشد. آندری^۷ و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی جامع، تولید سیب زمینی را از نظر اقلیم کشاورزی مورد بررسی قرار دادند که از نتایج این پژوهش می‌توان به، اثر اقلیم مختلف بر راندمان تولید سیب زمینی، درجه حرارت هوا و فتوپریود محصول اشاره کرد. مدنی^۸ (۲۰۰۶) در پژوهشی ارزیابی اثر تغییر اقلیم را بر روی تولید سیب زمینی در مصر مورد بررسی قرار داده که از نتایج مهم پژوهش، آستانه کشت سیب زمینی در شرایط آب و هوایی مصر بین ۷.۵ تا ۸ درجه سانتیگراد است که فاکتور عمده برای راندمان تولید است.

1- Mazurcyc & et al
2- F.A.O
3- Solanum Tuber sum
4- Hartz & Dmoor
5- Kaldeez
6- Mazurzyk
7- Andre
8- Medany

سانتوش^۱ و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی رشد و نمو سیب زمینی را بررسی کرده و به نتایج تعیین تاریخ کاشت محصول بر اساس، شاخص درجه روز و درجه حرارت روزانه دست یافتند. طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا (مهندسین مشاور با همکاری انستیتو هواشناسی و آب شناسی رومانی) (۱۳۵۳) پارامترهای بیوکلیماتیک مورد نیاز سیب زمینی در شرایط آب و هوایی ایران بررسی شده است. محمدی (۱۳۸۶) در پژوهشی در رابطه با کشت سیب زمینی با تحلیل مشاهدات آب و هوایی پهنه بندی آگروکلیمایی کشت سیب زمینی را در استان کردستان انجام داده که از نتایج پژوهش می توان به تعیین تقویم زراعی کشت محصول اشاره کرد. خوشحال و مردانیان (۱۳۸۸) در پژوهشی شرایط محیطی و نیازهای حرارتی کشت پسته در دشت جرقویه سفلی را مورد بررسی قرار داده اند، شناخت نیازهای حرارتی لازم و مطلوب در هر مرحله فنولوژیک بر اساس آستانه های حرارتی بایستی برای کشت هر گیاه در نظر گرفته شود. شائمی و احمدی (۱۳۸۹) در پژوهشی ارزیابی پتانسیل های اقلیمی کشاورزی استان ایلام بر اساس روش پاپاداکیس را مورد بررسی قرار داده، آنها در این پژوهش با استفاده از آمار پارامترهای اقلیمی و آستانه های روش پاپاداکیس مشخص کردند که مناطق گرمسیر و کم ارتفاع استان مانند دهلران پتانسیل کشت مرکبات و محصولات متنوع در زمستان را دارند.

استان ایلام با وجود اقلیم متنوع و نواحی زراعی مستعد کمترین سطح زیر کشت سیب زمینی را در کشور دارا می باشد، با وجود شرایط طبیعی مناسب برای توسعه و افزایش تولید این محصول، همچنان میزان تولید و عملکرد در این منطقه در سطح بسیار پایینی قرار دارد، لذا هدف از پژوهش حاضر این است که، به منظور توسعه و پیشرفت کشاورزی منطقه برای این محصول، شرایط حرارتی منطقه به منظور مناسب ترین زمان و تقویم کشت بر اساس مشاهدات درجه حرارت روزانه ایستگاه های هواشناسی سینوپتیک ارزیابی و تعیین شود.

مواد و روش ها

استان ایلام با ۲۰۰۷۷ کیلومتر مربع مساحت، حدود ۱/۴ درصد کل مساحت کل کشور را در بر می گیرد. این استان بین محدوده ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است (مطالعات سطح و نقشه اراضی کشاورزی استان، ۱۳۸۶، ۵۰). در این پژوهش آمار درجه حرارت های روزانه ایستگاه های سینوپتیک منتخب استان، با طول دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۸-۱۹۹۹) از سازمان هواشناسی کشور و اداره هواشناسی استان ایلام تهیه شده و پس از همگنی و نرمال بودن، داده ها با شاخص های متداول درجه روزهای فعال و طول درون مراحل فنولوژی در محیط نرم افزار آمار Excel ارزیابی و تحلیل شده است. جدول ۱، مشخصات ایستگاه های منتخب را نشان می دهد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه های هواشناسی

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
ایلام	سینوپتیک	۴۶ ۲۶	۳۳ ۳۸	۱۳۶۰
ایوان	سینوپتیک	۴۶ ۱۹	۳۳ ۵۰	۱۱۷۰
دهلران	سینوپتیک	۴۷ ۱۶	۳۲ ۴۱	۲۳۲

کل حرارت مورد نیاز بین بالاترین و پایین ترین آستانه برای هر گونه جانوری و گیاهی برای رشد و توسعه از یک نقطه به نقطه دیگر در طول چرخه زندگی اش را با واحدی به نام درجه روز می سنجند. درجه روزها محصول تجمعی زمان و

دما بین آستانه‌های تکاملی در هر روز هستند (مقتدری، ۱۳۸۳، ۳۵). درجه روز برای تعیین استعداد نواحی از نظر کاربری اراضی، تخمین میزان موفقیت کاشت محصول‌های جدید در یک ناحیه موثر است (محمدی و مقتدری، ۱۳۸۳، ۱۷۵). شاخص درجه روزهای فعال^۱، تمام مقادیر روزانه را بدون کم کردن دمای مبنا از آنها با هم جمع می‌کنند و فقط برای درجه‌های حرارت دوره رشد و نمو فعال صورت می‌گیرد، با رابطه زیر به دست می‌آید: Tmax درجه حرارت حداکثر روزانه و Tmin درجه حرارت حداقل روزانه می‌باشد،

$$Gdd = \sum \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در روش درجه روزهای فعال از جمع درجه حرارت‌های متوسط روزانه با مقادیر مثبت (اما فقط برای روزهایی که دماهای متوسط بیش از به اصطلاح آستانه بیولوژیکی یا صفر بیولوژیکی محصول‌های می‌باشد، استفاده می‌شود. به منظور تعیین مدت زمان لازم مابین دو مرحله فنولوژیک^۲ (درون مرحله^۳) براساس درجه حرارت می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد (شائمی، ۱۳۸۰، ۲۰۵) (خوشحال و مردانیان، ۱۳۸۸، ۴۷):

$$N = \frac{A}{(T - B)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه:

N: مدت لازم مابین دو مرحله فنولوژیک؛

A: ضریب حرارتی که مجموع درجه حرارت مؤثر لازم برای تکمیل این درون مرحله می‌باشد؛

B: سرحد زیست‌شناسی محصول‌ها؛

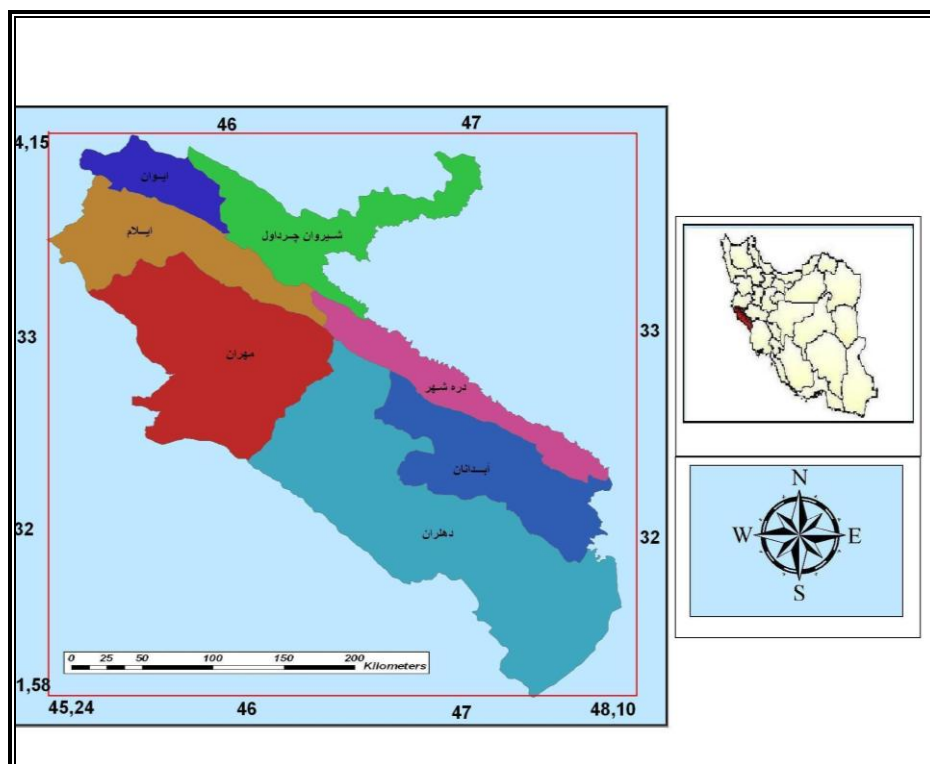
T: درجه حرارت متوسط روزانه.

روش کار در این تحقیق بدین صورت است که، ابتدا به منظور توان گرمایی منطقه، آخرین و اولین رخداد آستانه‌های (۰ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) براساس درجه حرارت‌های حداقل روزانه مشخص و سپس درجه حرارت‌های میانگین حاصل از حداقل‌ها و حداکثرهای روزانه در بین آخرین و اولین رخداد آستانه مورد نظر به صورت تجمعی محاسبه می‌شود، در ادامه با استفاده از آستانه‌های حداقل مراحل فنولوژیکی سیب زمینی براساس طرح مطالعاتی کوانتا (۱۳۵۳) و شاخص درجه روزهای فعال، تاریخ تکمیل درجه حرارت‌های لازم برای زمان کشت مشخص می‌شود و در نهایت به منظور انجام کارهای زراعی طول درون مرحله فنولوژی یا فاصله بین دو مرحله رشد گیاه براساس ضریب حرارتی هر مرحله فنولوژی سیب زمینی و آستانه‌های حداقل و درجه حرارت روزانه مشخص خواهد شد.

1-Growing degree day

2-Phenology

3-Interphase



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی استان ایلام

یافته‌ها

توان حرارتی منطقه از نظر رشد و نمو دمای هوا مهمترین متغیر اقلیمی است که بر حیات گیاه تاثیر دارد. رشد گیاهان عالی، در محدوده دمایی ۶۰-۰ درجه سانتی-گراد و گیاهان زراعی در محدوده کوچکتري از تغییرات دمایی، یعنی ۴۰-۱۰ درجه سانتی-گراد محدود می‌شوند (محمدی، ۱۳۸۸، ۵۴). به منظور تعیین وضعیت گرمایی منطقه به عنوان پایه‌ای برای مطالعات کشاورزی تاریخ‌های وقوع حدود مورد نظر آستانه‌های (۰ و ۱۰ درجه سانتی-گراد) مشخص و سپس از طریق روش جمع بندی درجه حرارت فعال تا تاریخ وقوع همان رخدادها مقادیر محاسبه و به صورت جدول و نمودار ارائه شده است. نتایج حاصله از محاسبات جدول (۲) و (۳) اختلاف‌های عمده‌ای را در توان‌های گرمایی در طول سال که توزیع ایستگاه‌ها آن را آشکار ساخته است نشان می‌دهد.

جدول ۲: مجموع سالانه درجه حرارت‌های تجمعی فعال بالاتر از صفر و ۱۰ درجه سانتی-گراد

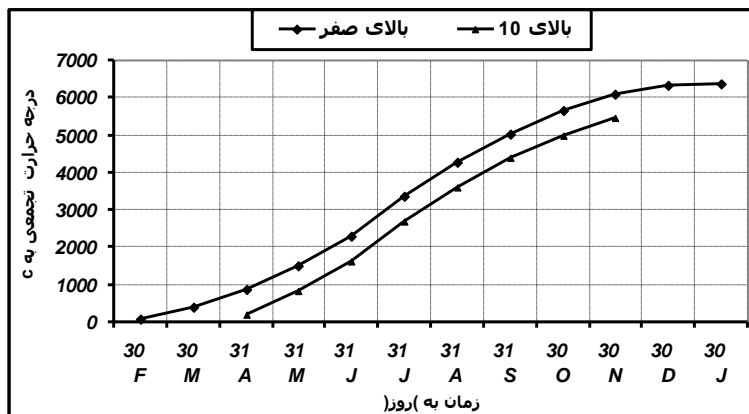
ایستگاه	ارتفاع	مجموع میانگین درجه حرارت‌های روزانه بالاتر از صفر درجه	مجموع میانگین‌های درجه حرارت روزانه بالاتر از ۱۰ درجه سانتی-گراد
دهلران	۲۳۲	۱۰۲۹۹.۲	۹۰۶۷.۹
ایوان	۱۱۷۰	۵۹۵۵	۵۳۱۹.۴
ایلام	۱۳۶۰	۶۳۷۲.۸۵	۵۴۴۲.۶۵

جدول ۳: مجموع روزانه درجه حرارت‌های تجمعی فعال بالاتراز صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

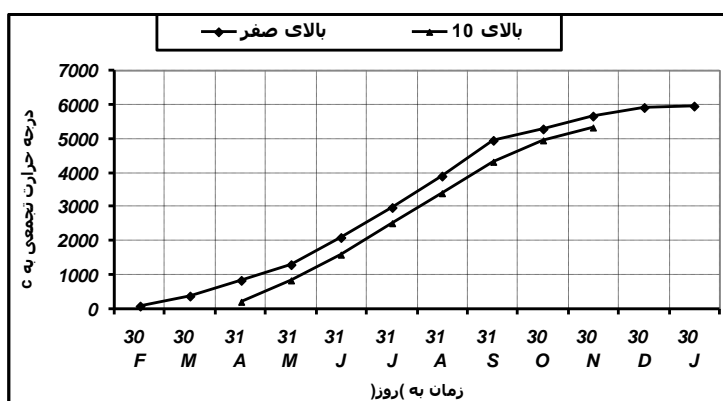
زمان ایستگاه	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۰	۳۰
	JAN	Dec	Nov	Oct	SEP	Agu	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb
دهقان	۱۰۲۹۹	۹۹۱۹	۹۴۸۸	۸۵۹۳	۷۶۹۸	۶۶۲۵	۵۴۱۱	۴۲۷۴	۳۱۳۷	۲۱۵۸	۱۳۸۳	۸۱۱٫۲
	-	تا ۱۳ دسامبر ۹۰۶۷	۸۸۶۳	۷۹۶۸	۷۰۷۳	۶۰۰۰	۴۷۸۶	۳۶۴۹	۲۵۱۲	۱۵۳۳	۷۵۸	از ۱۹ بهمن ۱۸۶
ایوان	تا دی ۵۹۵۵	۵۸۹۲	۵۶۷۱	۵۲۹۲	۴۹۶۶	۳۸۸۶	۲۹۷۸	۲۰۸۹	۱۲۹۴	۸۳۳	۳۷۳	از ۱۹ بهمن ۸۲
	-	-	تا ۱۸ آبان ۵۳۱۹	۴۹۴۰	۴۳۱۷	۳۴۰۹	۲۵۰۱	۱۶۱۲	۸۱۷	۱۹۵	-	-
ایلام	۶۳۷۲	۶۳۱۶	۶۱۰۶	۵۶۴۶	۵۰۴۲	۴۲۶۳	۳۳۴۹	۲۲۹۱	۱۴۸۸	۸۵۹	۳۹۲	از ۱۸ بهمن ۸۹
	-	-	۵۴۴۲	۴۹۸۳	۴۳۷۸	۳۵۹۹	۲۶۸۶	۱۶۲۸	۸۲۵	از ۲۰ فرورد بن ۱۹۶	-	-

این دستاوردها می‌تواند به عنوان قالب و چارچوب مطالعات بعدی کشاورزی با داشتن ضرایب حرارتی و آستانه‌های مربوطه مورد استفاده فراوان باشد. با به دست آوردن و محاسبه مراحل فنولوژی و قرار دادن ضرایب مربوطه در قالب‌های یاد شده ریتم و آهنگ رشد تیپ‌های مختلف گیاهی مشخص می‌شود ۲۱۰۰۰ دیده بانی حداقل‌ها و حداکثرهای درجه حرارت روزانه، مشخص می‌سازد که پتانسیل گرمایی هرگونه با توجه به ویژگی‌های آن منطقه مشخص گردد. در واقع بررسی درجه حرارت‌های فعال و غیر فعال براساس آمار حداقل‌ها و حداکثرهای درجه حرارت روزانه به عنوان اولین تجربه در این زمینه می‌تواند مبنایی برای خیلی از کارهای زراعی در منطقه منظور باشد.

برای نشان دادن بهتر وضعیت پتانسیل گرمایی منطقه مورد مطالعه از روش نمودارهای پتانسیل گرمایی براساس نتایجی که در جداول بالا به دست آمده استفاده شده است. در این نمودارهای محور افقی به زمان به روز و محور عمودی به درجه حرارت تجمعی به سانتی‌گراد اختصاص داده شده است با بررسی پتانسیل گرمایی توان و پتانسیل گرمایی مناطق مختلف به دست می‌آید که از طریق آن می‌توان محصول‌های زراعی و باغی مختلف را براساس این نتایج ارزیابی کرد. شکل‌های ۲ تا ۴، پتانسیل گرمایی ایستگاه‌های منتخب در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

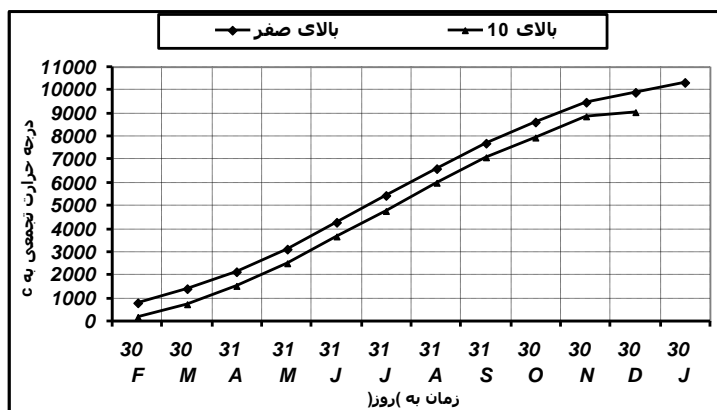


شکل ۲: نمودار پتانسیل گرمایی ایستگاه ایلام



شکل ۳: نمودار پتانسیل گرمایی ایستگاه ایوان

نمودارها به صورت شفاف وضعیت درجه حرارت تجمعی در طول ماه‌های سال را نشان می‌دهند، در شکل ۲ و ۳ یا ایستگاه‌های ایلام و ایوان اگر به خطوط ترسیمی نمودار توجه شود مشاهده می‌شود که محور دوم یا آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد به بالا یک بازه زمانی مشخص از ماه آوریل (فروردین) تا اواسط نوامبر (آبان) را در بر می‌گیرد که بسیار متفاوت‌تر از ایستگاه دهلران می‌باشد، در واقع این نمودارها به طور ساده نشان می‌دهند که در ایستگاه‌های ایلام و ایوان برای خیلی از گونه‌های زراعی بازه زمانی آوریل تا اواسط نوامبر مناسب است، چون شرایط حرارتی لازم جهت رشد و نمو فراهم است. بعضی گونه‌های زراعی مانند گندم و جو که به سرما مقاومند در پاییز در منطقه کشت می‌شوند که البته در زمان شرایط غیر فعال حرارتی این محصولات دوره خواب را می‌گذرانند و شرایط رشد و نمو اصلی آنها در همان بازه‌ای که ذکر شد انجام می‌گیرد.



شکل ۴: نمودار پتانسیل گرمایی ایستگاه دهلران

در ایستگاه دهلران شرایط بسیار متفاوت‌تر از منطقه ایلام و ایوان است یعنی در ایستگاه دهلران طبق نمودار ۴، شرایط حرارتی در آستانه صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً یکسان است و منطقه از پتانسیل بالایی برای کشت گونه‌های مختلف برخوردار است به طوری که کل ایام سال در ایستگاه دهلران هر دو آستانه درجه حرارت‌های تجمعی لازم در تمام ماه‌های سال در حد مناسبی قرار دارد. براساس جدول ۳، دهلران مجموع درجه حرارت‌های بالای صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد خیلی به هم نزدیک هستند و زیاد با هم‌دیگرتفاوت ندارند، در واقع منطقه حتی در ماه‌های سرد سال شرایط حرارتی برای رشد و نمو محصول‌های کشاورزی مختلف را دارا است. شائمی و احمدی (۱۳۸۹) براساس آستانه‌های روش پاپاداکیس و پارامترهای اقلیمی مختلف نشان دادند که منطقه دهلران در زمستان از پتانسیل لازم برای رشد محصول‌های زراعی و باغی گوناگون برخوردار می‌باشد. بنابراین پتانسیل گرمایی بالا در منطقه می‌تواند زمینه‌ای برای کشت‌های زراعی پاییزه در منطقه باشد به خصوص کشت سیب زمینی باشد.

به طور کلی در ایستگاه‌های ایلام و ایوان که در مناطق مرتفع استان قرار گرفته‌اند توان گرمایی متفاوتی با ایستگاه دهلران یا جنوب استان که منطقه کم ارتفاع و گرمسیری را در بر دارند، در واقع در این ایستگاه‌ها درجه حرارت‌های بالای صفر درجه از اواخر بهمن ماه شروع می‌شود و منطقه در چند ماه سرد سال از جمله دسامبر، ژانویه و تا ۱۸ فوریه، درجه حرارت‌های غیر فعال را دارا می‌باشند. در این ایستگاه‌ها درجه حرارت‌های فعال برای رشد و نمو از اول ماه آوریل یا فروردین شروع می‌شود و تا اواخر نوامبر یا آبان ماه طول می‌کشد. نتایج توان گرمایی می‌تواند الگوهایی مناسبی برای کشاورزان و برنامه ریزان کشاورزی منطقه به طور ساده برای کشت محصول‌های زراعی مختلف باشد.

تعیین تقویم کشت سیب زمینی

شناخت درجه حرارت‌های لازم و مطلوب در هریک از فازهای فنولوژیک و درجه توسعه هر فاز با توجه به مجموع واحدهای حرارتی کسب شده و نیز آستانه‌های حداقل و حداکثر محدوده‌های طاقت گیاه مسایلی است که برای کشت هر گیاه در نظر گرفت (خوشحال و مردانیان، ۱۳۸۸، ۴۱). فنولوژی شاخه‌ای از دانش کشاورزی است که در باره روابط بین اقلیم و پدیده‌های بیولوژیکی دوره‌ای گیاه بحث می‌کند. در توصیف فنولوژی محصول‌های تفکیک دو اصطلاح فاز و مرحله دارای اهمیت است. فاز هریک از رخداد‌های دوره‌ای محصول نظیر جوانه زدن، سبز شدن و پنجه زدن را گویند و مدت زمان میان دو فاز متوالی را مرحله می‌نامند (مظفری، ۱۳۸۲، ۴۹۲).

کاربرد ضرایب حرارتی برای تعیین تقویم زراعی در مناطق مختلف حایز اهمیت است. در این قسمت علیرغم نبود مطالعات فنولوژی در سطح وسیع، با بهره گیری از مطالعات اقلیم کشاورزی که توسط مهندسين کوانتا با همکاری مشاوران رومانیایی در سازمان هواشناسی کشور (۱۳۵۳) انجام شده آستانه‌ها و ضرایب حرارتی مراحل فنولوژی مختلف کشت سیب زمینی وارسته دیررس استخراج شده و در جدول ۴، نشان داده شده است.

جدول ۴: آستانه‌های دمایی و ضرایب حرارتی مراحل فنولوژیکی سیب زمینی وارسته دیررس

بیشترین درجه سانتی‌گراد	درجه حرارت مطلوب	کمترین درجه حرارت سانتی‌گراد	ضرایب حرارتی وارسته دیررس سیب زمینی	ضرایب و آستانه‌ها / مراحل فنولوژیکی
۳۳	۱۳-۱۹	۵.۵	۴۱۵	کاشت تا سر برآوردن از خاک
۴۲	۱۹-۲۱	۷	۶۷۵	سر بر آوردن از خاک تا تشکیل گل آذین
۴۲	۱۹-۲۱	۱۷	۵۰۰	ظهور غنچه تا گل دادن
۲۸-۳۳	۱۷-۲۰	۲	۱۱۲۰	گل داده تا رسیدن

برای هر یک از انواع و گونه‌های گیاهان درجه حرارت‌هایی وجود دارد که کمتر از آن درجه رشد و نمو گیاه ممکن نیست (یعنی حداقل دمای رشد) و همین طور یک حداکثر دمایی که در بالاتر از آن رویش متوقف می‌شود. بین این دو حد یک درجه حرارت مطلوبی وجود دارد که در آن رشد با بیشترین سرعت ادامه می‌یابد (مقتدری، ۱۳۸۳، ۱۰۲). سه دمای اصلی برای فعالیت گیاهان تشخیص داده شده است که معمولاً نقاط اصلی نامیده می‌شوند: دمای کمینه که پایین‌تر از آن رشد و نمو صورت نمی‌گیرد، دمای بهینه (مطلوب) در آن بیشترین رشد گیاه به وقوع می‌پیوندد و دمای پیشینه که در بالاتر از آن رشد گیاه متوقف می‌شود (محمدی، ۱۳۸۸، ۵۴).

به منظور تعیین زمان یا تاریخ تکمیل هر مرحله فنولوژی کشت سیب زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب، ابتدا تاریخ آخرین رخداد آستانه مورد نظریه اساس درجه حرارت‌های حداقل روزانه مشخص و سپس براساس شاخص درجه روزهای فعال روزهایی که درجه حرارت بالاتر از آن آستانه قرارداد داشت تا زمانی که ضریب حرارتی لازم برای آن مرحله فنولوژی تکمیل کند محاسبه شد، که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: تاریخ تکمیل مراحل فنولوژیکی گیاه سیب زمینی

مرحله فنولوژیکی	ایستگاه	ارتفاع	تاریخ آخرین رخداد آستانه حداقل	تاریخ تکمیل مرحله فنولوژیکی
مرحله کاشت تا سر برآوردن از خاک	دهلران	۲۳۲	۲۸ دسامبر	۱ فوریه
	ایوان	۱۱۷۰	۲۰ مارس	۲۱ آوریل
	ایلام	۱۳۶۰	۲۱ مارس	۲۲ آوریل
مرحله سربرآوردن از خاک تا گل آذین	دهلران	۲۳۲	۱ فوریه	۱۴ مارس
	ایوان	۱۱۷۰	۱ آوریل	۱۲ می
	ایلام	۱۳۶۰	۱ آوریل	۱۲ می
ظهور غنچه تا گل دادن	دهلران	۲۳۲	۱ مارس	۲۱ مارس
	ایوان	۱۱۷۰	۲۸ می	۱۷ ژوئن
	ایلام	۱۳۶۰	۲۸ می	۱۶ ژوئن
گل دادن تا رسیدن	دهلران	۲۳۲	۲ آوریل	۱۵ می
	ایوان	۱۱۷۰	۱ ژوئن	۱۲ جولای
	ایلام	۱۳۶۰	۱ ژوئن	۱۲ جولای

در ایستگاه ایلام و ایوان تاریخ آخرین رخداد صفر درجه براساس آمار حداقل روزانه برابر ۱۸ بهمن است، با توجه به اینکه حد نهایی ضریب حرارتی بالاتر از صفر درجه برای سیب زمینی واریته دیررس ۲۸۰۰ درجه سانتی‌گراد است در ایستگاه ایلام در ۱۹ جولای ضرایب حرارتی سیب زمینی تکمیل می‌شود که برابر ۲۸۲۶ درجه می‌باشد، در ایستگاه ایوان در ۲۰ جولای تاریخ تکمیل ضریب حرارتی بالاتر از صفر درجه سیب زمینی است که برابر ۲۸۲۲ می‌باشد. در ایستگاه دهلران درجه حرارت صفر درجه وجود ندارد نقطه صفر بیولوژیکی یا نقطه مبنا صفر درجه را می‌توان تاریخ آخرین رخداد آن ۲۸ دسامبر ۶ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفت، تاریخ تکمیل ضریب حرارتی در این ایستگاه ۲۱ می برابر ۲۸۲۲ درجه می‌باشد.

تعیین زمان کاشت و برداشت یک محصول که یکی از اهداف تحقیقات اقلیم کشاورزی و اصلی‌ترین عامل برای کشت و توسعه یک محصول در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. چون با بررسی شرایط اقلیمی بهینه‌های زمانی برای کشت محصول بدست می‌آید. برای تقویم کشت، شرایط اقلیمی اصلی‌ترین عامل محسوب می‌شود و در بین عناصر اقلیمی درجه حرارت از نقش بسزائی برخوردار است. با توجه به تحلیل‌های انجام شده براساس روش‌های مختلف و مطالعات فنولوژی، بهترین تقویم کشت محصول دیررس سیب زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب منطقه مورد مطالعه که در مناطق مختلف واقع شده اند در جدول ۷، مشخص شده است.

جدول ۷: تقویم کشت سیب زمینی در سطح ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
ایلام	اواخر مارس (اسفند)	اواسط جولای (تیر)
ایوان	اواخر مارس (اسفند)	اواسط جولای (تیر)
دهلران	اواخر دسامبر (آذر)	اواسط می (اردیبهشت)

پایین بودن شدید تولید و عملکرد محصول سیب زمینی در منطقه مورد مطالعه سبب گردید که در قالب این پژوهش مبادرت به بررسی وضعیت حرارتی سیب زمینی و تعیین مناسب‌ترین زمان کشت نماییم، لذا تقویم بدست آمده از زوایای مختلف در بالابردن و افزایش تولید این محصول در منطقه نقش مهمی را ایفا می‌نماید.

تعیین طول درون مراحل فنولوژی

برای بالا بردن راندمان و استفاده صحیح از آبیاری و انجام دیگر عملیات زراعی در هر مرحله از رشد گیاه سیب زمینی، می‌توان با تعیین مدت زمان لازم هر دو مرحله فنولوژیک براساس آمار درجه حرارت روزانه و مشخص کردن طول درون مرحله برنامه ریزی‌های لازم برای رشد و نمو محصول به عمل آورد. لذا به منظور تعیین مدت زمان لازم بین دو مرحله فنولوژیک (درون مرحله^۱) از دمای زیستی و ضریب حرارتی هر مرحله فنولوژی استفاده می‌شود. جدول ۸، مدت زمان درون مرحله بین مراحل فنولوژی سیب زمینی را در سطح ایستگاه‌های منتخب استان نشان می‌دهد. واحد داده‌ها به روز می‌باشد.

جدول ۸: طول درون مراحل فنولوژی سیب زمینی به روز در ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	مراحل فنولوژی	کاشت تا سر برآوردن از خاک	سربرآوردن از خاک تا گل آذین	ظهور غنچه تا گل دادن	گل دادن تا رسیدن
دهلران		۳۳	۴۴	۲۱	۴۵
ایوان		۳۰	۴۲	۲۱	۴۷
ایلام		۳۱	۴۲	۲۰	۴۷

همان‌طور که جدول شماره (۸) نشان می‌دهد، به علت اختلافات دمایی، طول مراحل فنولوژیک آن با هم فرق دارند، به طوری که مرحله گل دادن تا رسیدن بلندترین مرحله فنولوژیک و مرحله ظهور غنچه تا گل دادن کوتاه‌ترین مرحله که به ترتیب ۴۷ و ۲۱ روز به طول انجامیده است. برای طول درون مراحل در ایستگاه‌های منتخب رقم دیررس سیب زمینی در سطح ایستگاه‌های منطقه در نظر گرفته شده است. این واریته حداکثر مدت زمان فصل رشد آن ۱۵۰ روز می‌باشد. براساس مدت زمانی که برای مراحل مختلف فنولوژی سیب زمینی به دست آمده می‌توان پیش بینی‌های لازم برای مدیریت کشاورزی از جمله مبارزه با آفات، آبیاری، کود دادن و دیگر اعمال زراعی به عمل آورد.

بحث و نتیجه گیری

شناخت اقلیم و بررسی نیازهای اقلیم شناختی گیاهان زراعی از مهم‌ترین عوامل موثر در تولید محصول و قابلیت کشاورزی هر منطقه به ویژگی‌های اقلیمی و توان گرمایی آن بستگی دارد، انتخاب مناسب‌ترین گیاهان برای هر شرایط اقلیمی یکی از اساسی‌ترین اقدام‌ها برای استفاده از منابع کشاورزی یک منطقه است. در این پژوهش به منظور

ارزیابی وضعیت حرارتی و تعیین تقویم کشت محصول سیب زمینی در شرایط اقلیمی ایستگاه‌های منتخب استان ایلام، از داده‌های درجه حرارت روزانه ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک منتخب استفاده به عمل آمده چون که درجه حرارت نقش تعیین کننده برای کشت تولید و عملکرد این محصول ایفا می‌نماید. گیاه سیب زمینی از بین عناصر اقلیمی بیشترین حساسیت را به پارامتر درجه حرارت داشته و در نتیجه برای کشت آن در هر منطقه باید درجه حرارت از جنبه‌های مختلف کاملاً مطالعه شود. با توجه به آمار هواشناسی و شرایط آستانه‌هایی تعریف شده آستانه مناطق شمالی و مرتفع استان براساس ایستگاه‌های ایوان و ایلام ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه جزء ماه‌های غیرفعال اند و رشد و نمویی در آنها صورت نمی‌گیرد، بهترین زمان برای رشد و نمو از ماه آورل تا اواسط ماه نوامبر است. در مناطق کم ارتفاع و گرمسیر جنوبی استان یعنی ایستگاه دهلران کل سال از برای رشد و نمو درجه حرارت و توان گرمایی لازم را داراست و می‌تواند محصول‌های متنوع را در محیط خود پرورش دهد. توان گرمایی بدست آمده براساس آمار درجه حرارت روزانه و آستانه (۰ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) به عنوان قالب و چارچوبی برای مطالعات کشاورزی منطقه محسوب می‌شود، چون با داشتن ضرایب حرارتی و آستانه‌های مربوطه مراحل فنولوژی رشد و نمو تیپ‌های مختلف گیاهی و جانوری را مورد بررسی قرار داد. بهترین زمان برای کاشت سیب زمینی براساس آستانه‌های حداقل و ضرایب حرارتی مراحل فنولوژی مختلف سیب زمینی در ایستگاه‌های ایلام و ایوان از اواخر ماه مارس (اسفند) تا اواسط ماه جولای (تیر) و در ایستگاه دهلران از اواخر ماه دسامبر (آذر) تا اواسط ماه می (اردیبهشت) با در نظر داشتن کشت دیررس می‌باشد. کشت پاییزه سیب زمینی دهلران از لحاظ تجاری ارزشمند است چون در زمانی وارد بازار می‌آید که بازار از سیب زمینی اشباع نیست و این می‌تواند نقطه قوت برای پیشرفت کشاورزی منطقه باشد. پایین بودن تولید، عملکرد ضعیف محصول سیب زمینی، تجارب و شناخت نگارنده در ارتباط با کشاورزی منطقه و نبود مطالعات اقلیم کشاورزی در منطقه مورد مطالعه سبب شد تا به عنوان اولین تجربه به ارزیابی شرایط حرارتی و تعیین زمان مناسب برای کشت سیب زمینی پردازیم. بنابراین به طور کلی ارزیابی و شناخت از توان گرمایی منطقه علاوه بر محصول سیب زمینی برای دیگر گونه‌ها زراعی و باغی حائز اهمیت است. زمان بدست آمده براساس آمار درجه حرارت‌های روزانه ایستگاه‌های هواشناسی و تعیین طول درون مراحل فنولوژی یا فاصله بین هر حله از رشد سیب زمینی در پیشبرد کارهای زراعی و افزایش راندمان حائز اهمیت است.

این پژوهش مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی استاد محترم دکتر اکبر شائمی در دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان می‌باشد.

منابع

- ۱- اچ، اس، ماوی، اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی، ترجمه، غلامعلی مظفری، (۱۳۸۲): چاپ اول، انتشارات نیک پندار.
- ۲- اچ، بیو، ک ما، ای، وان، درزاگ، (۱۳۷۵): زراعت سیب زمینی، ترجمه، عبدالمجید رضایی و افشین سلطانی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- خوشحال دستجردی، جواد، مردانیان، حسین، (۱۳۸۸): بررسی شرایط محیطی و نیازهای حرارتی کشت پسته در دشت جرقویه سفلی، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره ۲، صص ۴۴ - ۴۱.
- ۴- حجازی زاده، زهرا، مقیمی، شوکت، (۱۳۸۶): کاربرد اقلیم در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور.

- ۵- ساری صراف، بهروز، و همکاران، (۱۳۸۸): پهنه بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذر بایجان غربی، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص، ۲۶-۵.
- ۶- شائمی، اکبر، عزیزی، قاسم، (۱۳۸۳): ارزیابی تنوع و استعداد های کشاورزی ایران با روش پایاداکسیس، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹، پاییز ۸۳، صص ۷۱-۹۲.
- ۷- شائمی، اکبر، (۱۳۷۱): بررسی جنبه‌های بیوکلیمایی پرورش زنبور عسل در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، علیجانی، بهلول، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا.
- ۸- شائمی، اکبر و احمدی، حمزه (۱۳۸۹): ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشاورزی استان ایلام براساس روش پایاداکسیس، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران- زاهدان، ۲۷-۲۵ فروردین، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۹- راهنمای نیازها و محدودیت‌های هواشناسی کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران (کوانتا) مهندسين مشاور با همکاری انستیتو هواشناسی و آب شناسی رومانی، (۱۳۵۳): سازمان هواشناسی کشور.
- ۱۰- فرج زاده، منوچهر، (۱۳۸۶): تکنیک‌های اقلیم شناسی، چاپ اول، انتشارات سمت.
- ۱۱- محمدی، حسین، مقتدری، قاسمعلی، (۱۳۸۳): ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت نخل در استان گلستان، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۸، صص ۱۷۸-۱۶۵.
- ۱۲- مقتدری، قاسمعلی، (۱۳۸۳): بررسی شرایط آگروکلیمایی کشت نخل در ایران، رساله دکتری، استاد راهنما، محمدی، حسین، دانشگاه تهران، گروه جغرافیا.
- ۱۳- محمدی، نبی، (۱۳۸۶): مطالعه آگروکلیمای کردستان در رابطه با کشت سیب زمینی، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، زاهدی، مجید، دانشگاه تبری، گروه جغرافیایی طبیعی.
- ۱۴- موسوی بیگی، محمد، اشرف، بتول (۱۳۸۸): هوا و اقلیم شناسی در کشاورزی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۵- مطالعات برآورد سطح و تهیه نقشه اراضی کشاورزی استان ایلام به تفکیک شهرستان، (۱۳۸۶): اداره آمار و فناوری اطلاعات، سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام.
- ۱۶- یاراحمدی، ثریا، (۱۳۸۰): تاثیر یخبندان بر گیاه سیب زمینی (غرب استان اصفهان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، خالدی، شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، گروه جغرافیا.

- 17- Andre. B. & et al. (2005): A Review of Agro Meteorology and Potato Production. Potato Research.
- 18-Alvarado and, K.J. (2002): Brad ford .A Hydro Thermal Time Model Explains the Cardinal Temperature for Need Germination. Planet Cell and Environment. PP, 1061-1069.
- 19- Hartz. K. & F. Dmoor. (1978): Prediction on Potato Yield Using Temperature and Insolation Data. American Potato Journal. PP, 432-438.
- 20- Mazurozyk. W. & et al. (2003): Relation Between Air Temperature and Lengh of Vegetation Period of Potato Crops Agricultural and Meteorology. PP. 169 -173.
- 21- Mahmod. Medany. (2006): Assessment of Impact of Climate Chang and Adaption on Potato Production. Agricultural Research Center. Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Egypt. Final Report. Central Laboratory for Agricultural Climate.