

## تأثیر آب و هوا بر کشت سویا در منطقه بندرگز

اثر: دکتر حسینمراد محمدی  
استادیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران  
(از ص ۳۶۷ تا ۳۸۶)

### چکیده:

آب و هوا که یکی از علل اصلی پراکنندگی جغرافیایی گیاهان است مطالعه آن برای کنترل آب و خاک حائز اهمیت است. اطلاعات هواشناسی برای بسیاری از تصمیم‌گیری‌های کشاورزی مهم هستند و متخصصین کشاورزی برای تصمیم‌گیری‌های دراز مدت (استراتژیک) و کوتاه مدت (تاکتیکی) به اطلاعات جزئی نیاز دارند. تأثیر عناصر آب و هوایی بر کشت سویا، از مرحله بذر افشانی تا هنگام برداشت محصول مهم است. تاریخ کشت سویا در زراعت بهاره از اواخر اردیبهشت ماه و در زراعت تابستانه بعد از برداشت گندم در منطقه انجام می‌پذیرد. از ارقام مهم سویا که در منطقه کشت می‌شود «هیل» و «سحر» می‌باشند، تاریخ برداشت سویا در منطقه بسته به ارقام زودرس یا دیررس، از اواسط مهر ماه شروع می‌شود.

با تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، برداشت محصول سویا در طی ۱۵ سال و نیازهای آبی گیاه (تبخیر و تعرق عملی) نتایج به دست آمده نشان دهنده این بود که بین برداشت محصول سویا و نیازهای آبی گیاه و بین دمای ماه‌های فصل رویش و برداشت محصول سویا در هر هکتار همبستگی وجود دارد. همچنین وجود خاک‌های عمیق رسی - شنی هوموس دار شرایط کشت سویا را در نواحی منطقه فراهم آورده است.

واژه‌های کلیدی: نیازهای آبی گیاه، ضریب گیاهی (KC)، کشت سویا، خاک

عمیق، فصل رویش.

## مقدمه :

اثر آب و هوا بر روی رشد گیاهان کشاورزی به خوبی شناخته شده است، ولی این اثر به طور کیفی در نظر گرفته شده، زیرا هم معلومات کمی به قدر کفایت موجود نیست و هم اندازه گیری های کافی از عوامل جوی به عمل نیامده است. دستگاه های سنجش انتقال حرارت در خاک هواشناسی را به کشاورزی نزدیک تر ساخته و کاربرد آن را از نظر کمی در کشاورزی افزایش داده است. این پیشرفت ها منجر به توسعه هواشناسی کشاورزی گردیده است. با وجود این کشاورزی از نظر بهره برداری از زمین، ایجاد کار برای مردم و تولید غذا هنوز مهم ترین فعالیت اقتصادی بشر است. از جمله گیاهان زراعی که امروزه نیاز غذایی انسان را به طرق مختلف تأمین می کند و به روش های مختلف در صنایع غذایی استفاده می شود، سویا می باشد. یک هکتار سویا می تواند مقدار پروتئین مورد نیاز یک فرد را به مدت ۸۹۰ روز تأمین نماید. در حالی که این رقم برای گندم ۳۵۰ روز برای ذرت ۱۴۲ روز است، دانه سویا مهم ترین منبع روغن نباتی و پروتئین خوراکی در جهان است. به طور متوسط از هر صد کیلوگرم دانه ارقام روغنی سویا، ۱۸ کیلوگرم روغن، ۷۶ کیلوگرم کنجاله، حاوی ۴۰ درصد پروتئین به دست می آید (رنیسی، ۱۳۸۰).

در برنامه ریزی های کشاورزی، اطلاع دقیق از میزان بارندگی درجه حرارت و نحوه توزیع آن اهمیت فوق العاده ای در تعیین نوع محصولات کشاورزی بر مبنای پریرود گیاهی دارد (زاهدی، ۱۳۷۰).

در کشاورزی تنها مقدار باران سالانه دلیل رشد و نمو گیاهان نخواهد بود بلکه نحوه پراکنش و فصل باران بسیار مهم می باشد. عوامل آب و هوایی در کشاورزی متغیرهای کنترل نشده ای است که تغییرات هر یک از آنها در یک منطقه بر روی اوضاع اقلیمی مناطق مجاوز نیز اثر می گذارد و نمی توان حد و مرزی معین به عنوان عملکرد این عوامل تعیین نمود. به همین علت، می بایست نسبت به هر یک از عوامل جوی شناخت پیدا کرد تا بتوان از عوامل جوی مساعد حداکثر بهره برداری را به عمل آورد و اثرات مخرب عوامل جوی نامساعد را به حداکثر ممکن تقلیل داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). به طور کلی کشاورزان در مورد استفاده از خاک بیش از منابع اقلیمی که کاملاً از آن بهره برداری می نمایند، اطلاع دارند. یکی از علل کندی پیشرفت هواشناسی کشاورزی وجود این نظریه غلط است که اظهار می دارد استفاده

عملی مطالعه روابط بین گیاهان و آب هوا محدود است. مطالعات هواشناسی به سه طریق در امر کشاورزی مفید واقع می‌شود:

(الف) اولین استفاده مربوط به حل مشکل انتخاب محل مناسب برای تولید یک زراعت به خصوص و یا زراعتی برای یک محل مخصوص می‌باشد.

(ب) اندازه‌گیری‌های آب و هوا در آزمایشات کشاورزی امری الزامی است.

(ج) طبقه استفاده از تحقیقات کاربرد اقلیمی آنها در عملیات زراعی است (علیزاده و کوچکی، ۱۳۷۴). در واقع هدف هواشناسی کشاورزی، کاربرد دانش هواشناسی در توسعه کشاورزی است. دستیابی به این هدف از دو طریق تأمین می‌گردد، نخست با ایجاد بهترین شرایط برای محصول تا بتوان از فاکتورهای اقلیمی مناسب برای تولید مواد آلی به نحو صحیحی استفاده کرد و دوم با یافتن روش‌هایی به منظور جلوگیری و یا کاهش مستقیم و یا غیرمستقیم اثرات زیان بخش پدیده‌های جوی مانند خشکی، یخبندان، تگرگ و غیره تا بتوان به این طریق با این عوامل مبارزه کرد. این امر به دو صورت تاکتیکی و استراتژیکی دنبال می‌گردد. در جنبه تاکتیکی تأثیر تغییرات هوای روزانه در توسعه محصول و ارزیابی عملکرد مورد نیاز بوده و در جنبه‌های استراتژیکی، هواشناسی کشاورزی در طرح‌های دراز مدت کشاورزی مانند تغییر محصول در یک ناحیه به خصوص و پیشنهاد الگوی کشت که می‌بایستی کلیه محدودیت‌های اقلیمی در نظر گرفته شود. هواشناسی کشاورزی با تعیین پتانسیل اقلیمی هر منطقه در ارتباط با نیازها و محدودیت‌های آب و هوایی محصولات مختلف کمک به تعیین بهترین محصول برای استفاده از اراضی منطقه می‌نماید.

### هدف و طرح مسئله

هدف از این مقاله بررسی ارتباط بین تولید محصول سویا با نیازهای آبی ماه‌های رویش و شرایط اقلیمی منطقه است.

افزایش جمعیت بشر که سیر تصاعدی را طی می‌نماید این ضرورت را ایجاد نموده که بخش‌های تأمین‌کننده نیازهای این جمعیت و در رأس آن کشاورزی توسعه تصاعدی را در پیش گیرد. امروزه اکثر کشورهای جهان با آگاهی به این اهمیت سعی به تأمین نیاز غذایی و ایجاد امنیت غذایی جمعیت رو به رشد خود می‌نمایند. از این جهت شاید بتوان سویا را

منبع اساسی و عمده پروتئین مصرفی مردم قرن آینده خوانند. امروزه سویا به عنوان یک کالای استراتژیک نه تنها پاسخگوی مصارف غذایی متنوع و متعدد در زنجیره گسترده صنایع غذایی است، بلکه مصارف صنعتی فراوانی نیز یافته است (مرادیان فرد، ۳۷۹).

در این بررسی اهمیت شناخت آب و هوای یک مکان جغرافیایی در ارتباط با کاشت و برداشت محصول سویا و بهره‌گیری صحیح به منظور بالا بردن راندمان تولید و بهبود شرایط اقتصادی مردم مورد نظر است. به نظر می‌رسد در میان پارامترهای آب و هوایی بین نیازهای آبی و برداشت محصول سویا ارتباط وجود دارد. در اثبات این نظر می‌توان گفت با توجه به خاک حاصلخیز، آب و هوای مرطوب، دمای مناسب و بارش کافی (حدود ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر)، اما زراعت سویا در ماه‌های رویشی نیازمند آبیاری مستقیم توسط کشاورزان منطقه می‌باشد.

### پیشینه موضوع

یکی از عوامل اساسی برای بهبود وضع کشاورزی هر مملکت کاربرد صحیح دانش هواشناسی و آب و هواشناسی و حداکثر استفاده از اطلاعات هواشناسی در این زمینه می‌باشد. رابطه هواشناسی و کشاورزی به قدری زیاد است که می‌توان علم هواشناسی و کشاورزی را متمم یا مکمل یکدیگر دانست. تعیین نوع محصول، کشت نباتاتی که منطبق با آب و هوای هر منطقه و یا مزرعه باشد از مسائل ملی و منطقه‌ای است که بایست قبل از اقدام به فعالیت‌های کشاورزی مورد مطالعه قرار گیرد، با بررسی و مطالعه عوامل جوی نوع محصولاتی را که قابلیت رشد دارند تعیین و بدین طریق طرح‌های کشاورزی بر مبنای علمی و منطبق با آب و هوای هر منطقه تهیه می‌گردند. در کلیه مراحل مختلف کشاورزی اطلاع از شرایط جو و اقلیم یکی از ضروریات قطعی برای کشاورزی و در نتیجه ازدیاد محصول می‌باشد (سازمان هواشناسی، ۱۳۶۵).

در بررسی پیشینه موضوع سعی شده است که عوامل اقلیمی مؤثر بر روی کشت سویا مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. زیرا گیاه سویا همانند دیگر نباتات از مرحله بذرافشانی تا هنگام برداشت محصول تحت تأثیر شرایط اقلیمی محیط خود می‌باشد و در این رابطه هم از منابع و مطالعاتی که در ایران و خارج انجام پذیرفته، استفاده گردیده است.

گرین و همکاران دریافتند که کیفیت بالای بذر سویا جهت کشت محصول بعدی ارتباط زیادی با مطلوب بودن شرایط آب و هوایی در طول دوره پر شدن دانه دارد و سویاهایی که در اثر کاشت زود در طول دوره گرم و خشک وارد مرحله رسیدگی شدند، بذرهایی با قوه نامیه آزمایشگاهی و مزرعه‌ای پائین تولید نمودند، بنابراین برای دستیابی به بذرهایی مطلوب باید واریته‌های زودرس سویا طوری کاشته شوند که قبل از گرم و خشک شدن هوا برسند و واریته‌های دیررس نیز طوری کاشته شوند که بعد از هوای نامطلوب برسند (رنیسی، ۱۳۸۰). سعادت لاجوردی (۱۳۵۹) سویا در زمین‌های رسی و شنی به خوبی به عمل می‌آید ولی به شوری خاک حساسیت دارد. مدت رسیدن دانه‌ها از ۷۵ روز تا ۲۰ روز متغیر است، که البته بستگی به نوع واریته‌های آن و شرایط آب و هوایی دارد. رقم مناسب دوره رشد ارقام زودرس ۹۵-۷۰ روز، ارقام متوسط رس ۱۳۰-۱۰۰ روز، ارقام دیررس ۱۸۰-۱۴۰ روز می‌باشد (یوسفی، ۱۳۷۴).

در رابطه با اثرات محیط نمو و عملکرد گیاه سویا دایره عرضی جغرافیایی کشت سویا به دلیل حساس بودن واریته‌ها به طول روز محدود است. تطابق یک واریته به محیط در صورتی که حساس به طول روز نباشد از نظر جغرافیایی قابل گسترش است. براون در سال ۱۹۷۰ یک فرمول ریاضی به نام واحد نمو سویا جهت تشریح رابطه نمو سویا و حرارت هوا طرح‌ریزی نمود. وی نتیجه گرفت رشد علفی بوته تا قبل از تشکیل دانه رابطه بسیار نزدیک با مجموع حرارت دارد ولی دوره تشکیل دانه تا بلوغ گیاه براساس تعداد روز مشخص می‌گردد. میجر و همکاران (۱۹۷۵) یازده روش محاسبه مجموع درجه حرارت را به عنوان راهی جهت پیش‌بینی نمو سویا مورد مطالعه قرار دادند. که در این روش تجزیه و تحلیل رگرسیون قابل تکرار در تعیین ارتباط حرارت و طول روز با رشد سویا استفاده گردید. بهار سرد و روزهای بلند مناطق شمالی گلدهی سویا را به تأخیر انداختند ولی حرارت بیش از طول روز در تأخیر گلدهی کشت‌های زود اثر داشت. شائیک و پرابست (۱۹۵۸) حرارت زیاد هوا ممکن است که برای رشد سویا مضر واقع شود، حرارت ۱۶ تا ۳۲ درجه سانتیگراد سبب افزایش ریزش گل و غلاف می‌گردد. سویا به حرارت کم اوایل بهار حساس است و دچار صدمه می‌شود ولی مقاوم‌تر از ذرت و انواع دیگر لوبیاها می‌باشد (لطیفی، ۱۳۷۲)، ژبسون و مولن در یک بررسی گلخانه‌ای دریافتند که درجه حرارت بالای شب و روز جوانه زنی بذر را کاهش

می دهد و این میزان کاهش بستگی به مرحله رشد و مدت زمان اثر گرما در آن مرحله دارد. سجادی نقل کرده است که بین غلاف بندی و درجه حرارت به خصوص با درجه حرارت شب همبستگی مستقیمی وجود دارد و در صورتی که درجه حرارت در طول شب بیشتر از ۱۸ درجه سانتیگراد باشد، ریزش گل سریع تر و بیشتر خواهد بود (رنیسی، ۱۳۸۰). طبق نظر آن کن بهترین درجه حرارت برای پیشرفت مناسب مراحل رشد گیاهی بین ۲۰-۲۲ درجه سانتیگراد در ماه ژوئن و ۲۲-۲۳ درجه سانتیگراد در ماه های ژوئیه و اوت می باشد. عملکرد سویا با وجود رطوبت کافی خاک ممکن است که تحت تأثیر رطوبت هوا قرار گیرد. کاهش در عملکرد سویا و رطوبت نسبی روز و شب ۴۶/۴۷ درصد در مقایسه با رطوبت نسبی ۸۴/۸۱ درصد به مقدار ۲۱ درصد گزارش شده است (لطیفی، ۱۳۷۲). کواستا و همکاران در یک بررسی که به منظور تعیین اثر متقابل بین تاریخ کاشت و مقدار آب قابل دسترسی بر عملکرد و اجزای آن صورت گرفت مشخص نمودند که در دسترس نبودن آب کافی در مرحله رشد زایشی در تاریخ کاشت های زودتر اتفاق می افتد و این مسئله در تاریخ کاشت های دیرتر رشد رویشی را به مخاطره می اندازد و در هر دو حالت سبب کاهش عملکرد می شود.

همانطور که در منابع بالا اشاره گردید شرایط اقلیمی مهم ترین نقش را بر روی کشت سویا دارد. قابل ذکر است، در رابطه با پیشینه تحقیق تا کنون هیچ منبع دانشگاهی یا غیر دانشگاهی در رابطه با شرایط طبیعی خصوصاً تأثیر اقلیم بر کشت سویا در محدوده مورد مطالعه مشاهده نشده است و این می تواند اولین کاری باشد که در این شهرستان انجام پذیرفته است.

### موقعیت جغرافیایی شهرستان بندرگز

شهرستان بندرگز در ۳۰'، ۴۷'، ۳۶° عرض شمالی و ۵۷'، ۵۳° طول شرقی واقع است (جعفری ۱۳۶۸). ارتفاع شهرستان بندرگز از سطح دریای آزاد ۱۷ متر می باشد. مساحت این شهرستان قریب به ۶۶۰ کیلومتر مربع که از این مقدار مساحت ۳۳۰ کیلومتر مربع خشکی، ۱۵۰ کیلومتر مربع آبی و ۱۸۰ کیلومتر مربع جنگلی می باشد. شهرستان بندرگز در غربی ترین قسمت استان گلستان، در نوار ساحلی خلیج گرگان واقع شده است. از شمال به خلیج گرگان و جزیره میانکاله مازندران، از جنوب به دامنه شمالی رشته کوه البرز و بخش یانسر مازندران،

از غرب به شهرستان بهشهر در استان مازندران و از شمال شرقی و شرق به ترتیب به شهرستان‌های بندر ترکمن و کردکوی منتهی می‌گردد.

## اثر عوامل آب و هوایی بر روی محصول سویا

### نیاز حرارتی

این محصول تحت شرایط آب و هوای گرم در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و آب و هوای معتدل رشد می‌کند. سویا به دماهای پایین و خیلی زیاد نسبتاً مقاوم است اما میزان رشد آن در دمای پایین‌تر از ۳ درجه سانتی‌گراد و بالاتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. در بعضی از گونه‌ها گل دهی ممکن است در دمای زیر ۲۴ درجه سانتی‌گراد به تأخیر بیافتد. حداقل دما برای رشد حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد است و برای تولید محصول حدود ۱۵ درجه تنها ۲۵ تا ۳۰ درصد از گل‌ها دانه می‌دهند، تعداد نهایی بستگی به قدرت گیاه در طول دوره گل دهی دارد. تغییرات دما می‌تواند هر ساله منجر به تفاوت‌هایی در گل دهی شود (فانو، ۲۴). سویا یک گیاه حرارت دوست است. واحدهای حرارتی (جمع درجات حرارت بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد) مورد نیاز برای تمام دوره رویش سویا بسته به واریته‌ها و درجه زودرسی آنها متفاوت است. جدول شماره ۱ حد آستانه‌های حرارتی حد قابل، مناسب و حداکثر را بر حسب مراحل فیزیولوژیکی نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱) حد آستانه‌های حرارتی برای مراحل عمده فنولوژیکی

مراحل فنولوژیکی	درجه حرارت مینیمم (°C)	درجه حرارت مناسب (سانتیگراد)	درجه حرارت ماکزیمم (سانتیگراد)
جوانه زدن و بیرون آمدن از خاک	۸-۱۲	۴-۱۸	
برگ دادن	۱۴	۲۰-۲۵	
گل دادن	۱۶-۱۸	۲۲-۲۸	
تشکیل غلاف بذر	۱۹-۲۱	۲۴-۲۶	بیش از ۲۲
رسیدن	۱۸-۱۹	۲۶-۲۸	

برای جوانه زدن حداقل درجه حرارت معادل ۸ درجه سانتی‌گراد در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک مورد نیاز می‌باشد. کاشت بذر سویا باید موقعی شروع شود که درجه حرارت خاک بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد. زیرا تحت چنین شرایطی است که بذرها می‌توانند زودتر (۸ تا ۲۰ روز) جوانه بزنند و مزرعه‌ای سبز و یکنواخت به دست آید. از کاشت تا بیرون آمدن گیاهچه‌ها از خاک، سویا جمعاً ۱۱۰-۱۳۰ درجه سانتی‌گراد واحد حرارتی نیاز دارد. اگر میانگین درجه حرارت روزانه به طور متوالی از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طی مرحله گل دادن بیشتر باشد و رطوبت خاک کمتر از ۳۰ درصد آب در دسترس گیاه سویا باشد، تعداد زیادی از گل‌ها ریزش کرده و برداشت محصول کمی را در پی خواهد داشت. برای این که بوته‌های سویا بتوانند در طی دوره تشکیل غلاف و پر شدن دانه به طور مناسب به رشد خود ادامه دهند، میانگین درجه حرارت نباید از ۲۴-۲۶ درجه سانتی‌گراد زیادتر و از ۱۹-۲۱ درجه سانتی‌گراد کمتر باشد. درجه حرارت‌های خیلی زیاد در مرحله تشکیل غلاف و رشد آن (بالتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد) رابطه بین فتوسنتز و تنفس گیاه را مختل کرده و باعث می‌شود تا بذرها ریز باشند در نتیجه عملکرد کاهش یابد. درجه حرارت بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد و کمبود رطوبت در هوا و خاک در طی زمان پر شدن بذر نیز منجر به برداشت محصول کم می‌گردند. ولی درجات حرارت معتدل (۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد) زمینه را برای برداشت محصول فراوان مساعد می‌سازند. درجه حرارت به ویژه در تجمع مقدار روغن در بذر سویا موثر است. در صورتی که رطوبت خیلی رضایت بخش (۶۰-۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) و مواد غذایی به اندازه کافی باشند. درجات حرارت مناسب برای



ساخته شدن چربی‌ها بین ۲۶-۲۸ درجه سانتیگراد قرار دارند. تحت چنین شرایطی، میزان روغن بذر ممکن است به ۲۲ درصد یا حتی بیشتر برسد. در درجات حرارت ۲۴-۲۵ درجه سانتیگراد میزان روغن به حدود ۲۰ درصد و در درجات حرارت ۲۰-۲۱ سانتیگراد به ۱۹ درصد و حتی کمتر کاهش می‌یابد.

### نیاز به نور (رابطه نور و سویا)

گیاه سویا به نور خیلی حساس است. این حساسیت از نقطه نظر طول روز می‌باشد. فتوپریودیسم بدین معنی که تغییر از مرحله رشد گیاهی به مراحل گل دادن تحت تأثیر مستقیم طول روز صورت می‌گیرد. حساسیت فتوپریودیک عامل اصلی در توسعه تکامل و قابلیت تطبیق سویا در محیط‌های مختلف می‌باشد. در اکثر واریته‌های سویا به مجرد این که روزها شروع به کوتاه شدن نمودند، گل دادن آغاز می‌شود. بنابراین، ارقام سویا جزو گیاهان روز کوتاه هستند. اساساً سویا یک گیاه روز کوتاه است، اما پاسخ به طول روز به نوع و دما بستگی دارد و گونه‌های گسترش یافته به تفاوت‌های عرض جغرافیایی نسبتاً کم سازگار هستند. طول روز بر میزان گسترش محصول تأثیر می‌گذارد. در انواع روز کوتاه، طول روز بلند ممکن است در تأخیر گلدهی و گیاهان بلندتر با شاخه‌های بیشتر نتیجه بخش باشد. روزهای کوتاه گلدهی را تسریع می‌بخشد، به ویژه برای انواعی که دیررس هستند. رشد گیاه به طور عادی در هنگام محصول دهی متوقف می‌شود. طول فصل رویش به طور کلی ۱۰۰ تا ۱۳۰ روز یا بیشتر است. برگ سویا در شدت نور ۲۳۶۸۰ لوکس که حدود ۲۰ درصد نور کامل خورشید است اشباع می‌شود. اغلب در زمان فصل رشد تنها برگ‌های فوقانی مزرعه سویا نور کامل خورشید را دریافت می‌کنند. به برگ‌های تحتانی کمی و یا هیچ نور نمی‌رسد. میزان فتوسنتز برگ‌های تحتانی مزرعه سویا می‌تواند با تابش نور بر آنها افزایش یابد (لطیفی، ۱۳۷۲).

### نیاز به رطوبت

جذب رطوبت اولین قدم در تنش بذر است. بنابراین وجود رطوبت در خاک مهم‌ترین عامل محیطی در سبز شدن بذر می‌باشد. نیاز به رطوبت زیاد سویا از موقع جوانه زدن شروع می‌شود، در این موقع بذر سویا مقدار آبی معادل ۱۲۰-۱۳۰ درصد وزن اولیه خود را جذب

می‌کند. کمبود رطوبت منجر به کاهش شدید محصول به دلیل ریزش یا نقص گل و غلاف می‌گردد. رطوبت‌های اضافی معمولاً برای رشد گیاهی مساعد و برای عملکرد بذریان آورند. براساس اندازه‌گیری‌هایی که در فرانسه به وسیله فولیر انجام شده مصارف آب بر حسب مراحل عمده سیکل بیولوژیکی سویا به شرح زیر تعیین گردیده‌اند:

- ۱- از کاشت تا شروع گل دادن ۱۵۰-۱۹۰ میلیمتر
- ۲- از شروع گل دادن تا خاتمه آن ۱۷۰-۱۹۰ میلیمتر
- ۳- از خاتمه گل دادن تا رسیدن کامل محصول ۱۶۰-۲۳۰ میلیمتر

### نیازهای آبی

نیازهای آبی برای حداکثر تولید از ۴۵۰ تا ۷۰۰ میلیمتر در فصل رویش متغیر است و بستگی به آب و هوا و طول دوره رشد دارد. نیازهای آبی که به وسیله ضریب گیاهی (Kc) در ارتباط با میزان تبخیر و تعرق ارائه می‌شود چنین است: در طول مرحله اولیه رشد ۰/۲ تا ۰/۴ (۲۰ تا ۲۵ روز) می‌باشد. دوره تکامل و توسعه گیاهی ۰/۷ تا ۰/۸ (۲۵ تا ۳۵ روز) در مرحله میانه فصل رویش گیاه ۱/۰-۱/۱۵ (۴۵ تا ۶۵ روز)، در آخرین مرحله‌ای رشد ۰/۷-۰/۸ (۲۰ تا ۳۰ روز) و در مرحله برداشت ۰/۵ تا ۰/۴ است.

### اثر باد بر محصول سویا

باد یک عامل مهم محیط است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد سویا اثر دارد. باد میزان حرارتی را که تراکم سویا از دست می‌دهد و یا به دست می‌آورد افزایش می‌دهد. میزان تبادل حرارت طی این روند بستگی به سرعت باد دارد. باد با سرعت ۳ تا ۵ کیلومتر در ساعت نیز کاهش گرمای تراکم بوته را تشدید می‌کند. باد باعث افزایش میزان تبخیر و تعرق می‌شود. بنابراین باد ممکن است سبب انرژی موجود برای تبخیر و تعرق بیش از انرژی تابشی باشد. در اثر بالا بودن میزان تبخیر و تعرق باید رطوبت خاک را در حد مناسب و زیاد نگهداشت تا گیاه دچار نارسایی ناشی از کمبود آب نشود. باد از گردش برگ‌های سویا به سمت نور نیز جلوگیری می‌کند که در نتیجه ممکن است گیاه دچار نارسایی حاصل از کاهش جذب نور شود. سرعت تکرار، طول زمانی و مسیر باد ممکن است که خسارات مکانیکی و غیره به سویا وارد کند (لطیفی، ۱۳۷۲).

### اهمیت و نحوه زراعت سویادر منطقه بندرگز

محصول سویا در بندرگز یک کشت غالب نیست ولی پهنه وسیع از منطقه را (روستای کهنه کلباد در غرب و روستای کارکنده در شرق) به خود اختصاص داده است. گسترش کشت سویا در محدوده مورد مطالعه از سال ۱۳۵۲ به بعد می‌باشد. در سال‌های اخیر به دلیل توجه بیشتر به توسعه و ترویج سویا، سطح زیر کشت آن افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته و در سال زراعی ۱۳۷۹، ۲۷۰۰ هکتار و در سال زراعی ۱۳۸۰، ۳۸۰۰ هکتار در منطقه زیر کشت بوده است.

### شرایط آب و هوایی منطقه

سویا را می‌توان به عنوان یک محصول دیم در مناطقی با ۵۰۰ میلی‌متر بارندگی یا بیشتر کشت نمود. میانگین رطوبت نسبی ماهانه ایستگاه تیرتاش از ماه اردیبهشت تا آخر شهریور ۷۳/۵ میلی‌متر و ایستگاه گرگان هم ۶۸/۹ میلی‌متر است. بنابراین بالا بودن رطوبت نسبی هوا در محدوده مورد مطالعه (۶۸/۹-۷۳/۵ میلی‌متر) مانع رشد آفات گیاهی این محصول می‌شود و شرایط مناسبی را برای رشد آن فراهم می‌آورد. میانگین دمای ماهانه ایستگاه تیرتاش در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور به ترتیب (۲۶/۴، ۲۷/۳، ۲۴/۹) درجه سانتیگراد می‌باشد این همان درجه حرارتی است که گیاه سویا در سه ماهه فصل رویش و در طی دوره تشکیل غلاف و پر شدن دانه نیاز دارد تا به طور مناسب به رشد خود ادامه دهد. میانگین دمای ماهانه ایستگاه گرگان در تیر ماه ۲۷/۳، مرداد ۲۷/۶، شهریور ۲۵/۷ درجه سانتیگراد می‌باشد که نشانگر تأمین درجه حرارت مورد نیاز برای گیاه در طول سه ماه فصل رویش است و با توجه به نزدیک بودن فاصله ایستگاه تیرتاش تا محدوده مورد مطالعه منطقه است که نتایج حاصل از این ایستگاه مبنای اصلی ما قرار گیرد. با اندکی تأمل در درجه حرارت استاندارد مورد نیاز سویا که (۲۶-۲۸) درجه سانتیگراد است، می‌توان گفت سویا در این منطقه به خوبی رشد و محصول دهی خواهد داشت.

### نوع خاک

وجود خاک‌های عمیق رسی - شنی هوموس دار در منطقه و خاک‌های قهوه‌ای جنگلی خصوصاً روستاهای نزدیک جنگل (وطنا - استون آباد - بنفش تپه) باعث رونق کشت سویا در منطقه شده است. از آنجایی که ریشه سویا تا عمق ۱/۵ متری زمین نفوذ می‌کند، این گیاه در

خاک‌های عمیق رشد بیشتری داشته و محصول بهتری می‌دهد.

### تاریخ کشت

فصل کشت سویا به میزان بارندگی، دما و طول روز بستگی دارد. بهترین تاریخ کشت به فصل و محل کاشت بستگی دارد (بوسفی، ۱۳۷۴).

کشت سویا در منطقه هم به صورت زراعت بهاره و هم تابستانه انجام می‌گیرد. زراعت بهاره از اول اردیبهشت ماه و زراعت تابستانه بعد از برداشت گندم، سیب زمینی، کاهو، باقلا و کلزا (اواسط خرداد) انجام می‌شود و بدین لحاظ نیاز به اختصاص زمینی خاص جهت کشت ندارد. کشت سویا در اردیبهشت ماه دارای این امتیاز است که بذر کاشته شده از باران‌های بهاره استفاده نموده بهتر سبز می‌شود برای این که سویا محصول قابل توجهی بدهد لازم است که دوره نباتی آن حداقل بین ۴۰-۶۰ روز باشد، به عبارت دیگر، از سبز شدن تا گل کردن سویا اگر کمتر از ۴۰ روز باشد عملکرد قابل توجهی نخواهد داشت.

### ارقام سویا

از ارقام مهم سویا که در منطقه کشت می‌شود هیل و سحر می‌باشد و چون رقم هیل بیشتر به خشکی مقاوم است در سال‌های اخیر بیشترین قرارداد با کشاورزان منطقه بسته شده است. برای مازندران و گلستان ارقام هیل، گرگان ۳، پیشنهاد می‌شود. رقم هیل یک رقم قدیمی است و امروزه تمام محصول این منطقه از این رقم تأمین می‌شود. (مجتهدی و نبی‌بی، ۱۳۵۴).

### آفات سویا

از مهمترین آفات سویا در منطقه، آفت کارادینا، شته، کنه و برخی دیگر از برگ خوارها و غلاف خوارها می‌باشند. جمعیت بسیاری از آفات را می‌توان با یخ آب زمستانه، شخم پاییزه و تناوب زراعی کاهش داد. کنترل شیمیایی زمانی انجام می‌شود که آفت مزبور خسارت خود را آغاز نموده باشد. به عبارت دیگر مبارزه در حد آستانه اقتصادی باشد (کربمی، ۱۳۷۰).

### کاشت سویا

امروزه در بیشتر ایران کشت خطی یا ردیفی سویا معمول و متداول گشته و محصول بیشتری نسبت به کشت کرتی به عمل می‌آورند. فاصله بوته‌ها روی خطوط را هم باید حدود پنج سانتی متر در نظر گرفت. در محدوده مورد مطالعه، جای سوبایی که در بهار کشت می‌گردد و در اوایل پاییز برداشت می‌شود، گندم و دیگر محصولات پاییزه کشت می‌شود.

همچنین فاصله بین خطوط کاشت بسته به رقم و فصل کاشت متفاوت است (کریبی، ۱۳۷۰). ارقام دیررس با فاصله بیشتری از یکدیگر کشت می‌گردند، و ارقام زودرس در روی خطوط نزدیک‌تر به هم کشت می‌شوند. به طور معمول بهترین محصول با کاشت ۲۰ تا ۱۸ بوته در یک متر به طور ردیفی به دست می‌آید (حدود ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار). بهترین عمق برای کاشت بذر سویا ۳ تا ۵ سانتی متر است. کشت عمیق‌تر از ۵ سانتی متر جوانه زدن را به تأخیر می‌اندازد، بذر ممکن است بپوسد و بوته‌ها غیر یکنواخت گردند (یوسفی، ۱۳۷۴).

### برداشت سویا

برداشت سویا بستگی به ارقام سویا دارد و از تاریخ پانزدهم مهرماه به بعد شروع می‌شود، و کشاورزان از همان زمان برداشت (۱۵ مهر به بعد) محصول خود را به شرکت‌های دانه‌های روغنی منطقه تحویل می‌دهند. بوته‌های سویا زمانی برای برداشت دانه با کمباین مناسب هستند که برگ‌هایشان بریزد، غلاف‌هایشان خشک باشد و رطوبت دانه‌ها ۱۴ درصد یا کمتر باشد. دانه‌های سویا برای تبدیل به مواد غذایی، روغن‌گیری و فروش به طور استاندارد باید کمتر از ۱۳ درصد رطوبت داشته باشند. بیشتر محصولات سویای منطقه به کارخانه بهپاک بهشهر و اسرم ساری و شهرستان کرج و ورامین تحویل داده می‌شود. با توجه به مقایسه شرایط اقلیمی رویش سویا در جهان و شرایط اقلیمی منطقه می‌توان گفت مراحل فنولوژیکی و شرایط آب و هوایی سویا در این منطقه با دیگر مناطق دنیا مطابقت دارد.

**ارتباط عناصر اقلیمی (نیازهای آبی - دما) با برداشت محصول سویا در منطقه در نجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی (نیازهای آبی و دما) و رابطه آنها با برداشت محصول سویا می‌توان گفت بین میزان ریزش‌های جوی در هر سال با میزان محصول در همان سال یک همبستگی وجود دارد، جدول شماره (۲) آمار فعالیت‌های برداشت محصول سویای منطقه را در طی ۱۵ سال نشان می‌دهد. با اطلاعات آماری جدول شماره (۳) همبستگی و سپس خط رگرسیون بین تبخیر عملی و برداشت محصول سویا جهت رابطه آب مورد نیاز گیاه سویا از طریق تبخیر و تعرق عملی و میزان برداشت محصول سطح زیر کشت از طریق فرمول زیر انجام گردید:**

$$E_t (\text{تبخیر و تعرق پتانسیل}) \times ETO (\text{ضریب گیاهی}) = KC (\text{تبخیر و تعرق عملی}) \times E_t$$

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بین تبخیر و تعرق عملی و برداشت محصول سویا

همبستگی معنادار و قوی یعنی ( $r=0/65$ ) وجود دارد. همین طور با جمع متوسط درجه حرارت ماههای فصلی رویش سویا (تقویم کشت تابستانه) که در جدول شماره (۴) نشان داده شده است که بین دما و برداشت سویا در هر هکتار ارتباط همبستگی  $r=0/38$  می باشد. نمودارهای شماره ۱ تا ۲ رابطه بین دما و عملکرد محصول (دمای ماهانه) بین نیازهای آبی محصول و عملکرد آن را نشان می دهند.

جدول شماره (۲) فعالیت های ۱۵ ساله برداشت محصول سویا شهرستان بندرگز سالهای ۱۳۶۴-۱۳۷۸

ردیف	سال زراعی	تعداد پیمانکاران	سطح انعقاد قرارداد	سطح سبز (کشت) هکتار	میزان خرید محصول تن برداشت
۱	۱۳۶۴	۷۸۲	۲۱۸۲	۱۲۵۰	۲/۲۲۰/۷۱۲
۲	۱۳۶۵	۷۷۸	۲۱۴۵	۱۵۵۰	۱/۵۴۴/۱۷۸۰
۳	۱۳۶۶	۹۷۳	۲۷۰۷	۱۹۶۰	۲/۵۱۱/۸۸۴
۴	۱۳۶۷	۱۲۶۷	۳۴۲۵	۲۴۰۱	۶/۳۱۰/۶۷۸
۵	۱۳۶۸	۱۶۱۰	۴۸۹۲	۳۶۸۴	۵/۲۸۷/۳۵۶
۶	۱۳۶۹	۱۷۷۵	۵۱۳۲	۴۲۲۲	۳/۷۶۰/۱۳۸
۷	۱۳۷۰	۱۵۵۵	۴۴۱۰	۳۳۸۰	۲/۶۳۹/۰۴۸
۸	۱۳۷۱	۱۵۳۵	۶۱۲۰	۳۷۷۸	۶/۳۳۶/۷۱۰
۹	۱۳۷۲	۱۸۳۲	۴۶۵۲	۴۶۵۲	۸/۲۱۰/۸۶۰
۱۰	۱۳۷۳	۱۵۸۸	۴۶۸۷	۴۶۸۷	۹/۸۸۳/۱۳۴
۱۱	۱۳۷۴	۱۰۱۱	۳۷۴۱	۱۷۴۴	۳/۰۶۶/۲۰۴
۱۲	۱۳۷۵	۱۲۵۵	۲۷۶۸	۲۳۱۰	۳/۸۷۱/۶۳۸
۱۳	۱۳۷۶	۱۶۸۲	۴۶۵۵	۳۷۲۴	۷/۸۸۴/۵۷۶
۱۴	۱۳۷۷	۱۴۴۸	۳۷۴۱	۴۰۲۱	۶/۷۸۱/۴۴۶
۱۵	۱۳۷۸	۱۲۲۸	۳۷۲۴	۲۲۴۴	۳/۶۶۸/۰۰۴

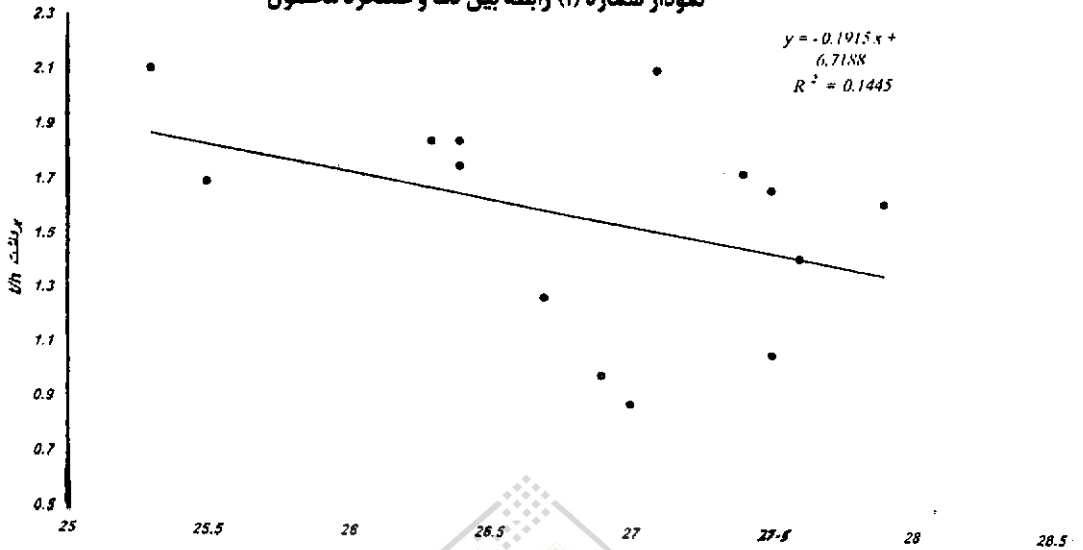
تأثیر آب و هوا بر کشت سویا در منطقه بندرگز / ۳۸۱

جدول شماره (۳) آمار فاکتورهای (برداشت، دما، نیازهای آبی) محصول سویا شهرستان بندرگز

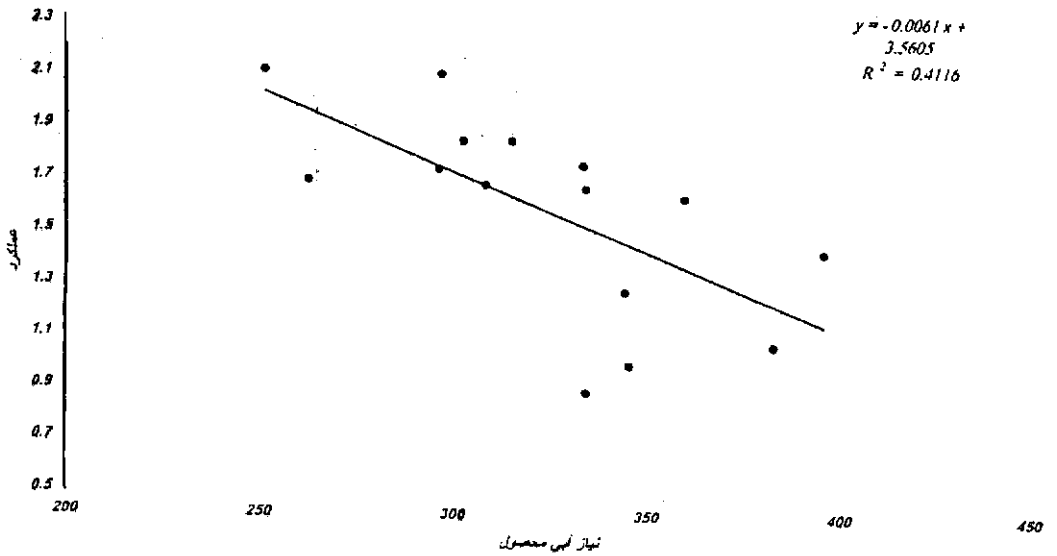
سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۸

سال	برداشت محصول سویابه تن	نیخیر عملی	دما	نیخیر پتانسیل و عملی	مقدار بارش در ماههای فصل رویش
۱۳۶۴	۱/۸۵۶	۳۱۵/۵	۲۶/۴	۱/۳۸۸	۹۵/۵
۱۳۶۵	-/۹۹۶	۳۴۵/۵	۲۶/۹	۱/۳۷۲	۶۰/۵
۱۳۶۶	۱/۲۸۱	۳۴۴/۶	۲۶/۷	۱/۳۷۷	۲۱۲
۱۳۶۷	۱/۸۵۵	۲۰۲	۲۶/۳	۱/۴۷۷	۲۴۵
۱۳۶۸	۱/۴۳۵	۳۹۵/۹	۲۷/۶	۱/۳۶۵	۱۸۱
۱۳۶۹	-/۸۹۰	۳۳۴/۵	۲۷/۰	۱/۳۷۰	۱۳۸/۵
۱۳۷۰	۱/۰۷۶	۳۸۲/۸	۲۷/۵	۱/۳۹۴	۱۰۱/۵
۱۳۷۱	۱/۶۹۹	۲۶۲/۹	۲۵/۵	۱/۴۴۹	۹۲/۵
۱۳۷۲	۱/۷۶۴	۳۳۴/۰	۲۶/۴	۱/۳۲۲	۱۵۱/۵
۱۳۷۳	۲/۱۰۸	۲۹۷/۵	۲۵/۳	۱/۳۱۷	۹۰/۷
۱۳۷۴	۱/۷۶۶	۲۹۶/۶۷	۲۷/۳	۱/۴۶۰	۱۳۴/۲
۱۳۷۵	۱/۶۷۵	۳۳۴/۷	۲۷/۶	۱/۳۶۷	۶۴
۱۳۷۶	۲/۱۱۷	۲۵۱/۷	۲۷/۱	۱/۳۸۴	۱۵۸
۱۳۷۷	۱/۶۸۶	۳۰۸/۷۵	۲۷/۵	۱/۳۴۵	۱۰۰
۱۳۷۸	۱/۶۴۱	۳۵۹/۹۴	۲۷/۹	۱/۳۸۵	۱۵۲/۲

نمودار شماره (۱) رابطه بین دما و عملکرد محصول



نمودار شماره (۲) رابطه بین نیازهای آبی محصول و عملکرد آن





### نتیجه:

افزایش عملکرد گیاهان زراعی به سادگی امکان پذیر نیست، زیرا عملکرد گیاهان تحت تاثیر اقلیم، خاک و عوامل گیاهی و اثرات متقابل آنها است. این عوامل و اثرات متقابل آنها از منطقه‌ای به منطقه دیگر، فصلی به فصل دیگر از سالی به سال دیگر و از گیاهی به گیاه دیگر و در مواردی از رقمی به رقم دیگر و بر حسب شرایط اقتصادی اجتماعی کشاورز متغیر است. برای آن که بتوان از هر رژیم اقلیمی حداکثر بهره اقتصادی را به دست آورد، لازم است قبل از هر برنامه ریزی میزان تابش، تبخیر و تعرق، دامنه نوسانات شبانه روزی دما، توازن آب و دیگر عوامل هواشناسی را در نظر گرفت. با دستیابی بر این داده هاست که می توان با تعیین پتانسیل های اقلیمی هر منطقه در ارتباط با نیازها و محدودیت های جوی مربوط به محصولات مختلف، به مسئله تعیین مناسب ترین محصول برای استفاده از اراضی هر منطقه و یا مناسب ترین اراضی برای محصول معین به توصیه های علمی دست یافت. با بررسی مطالب گذشته می توان چنین اظهار نظر نمود:

۱- با توجه به جدول شماره (۴) میزان برداشت محصول سویا منطقه در هر هکتار ۱/۵ تا ۲/۵ تن می باشد. و این مقدار برداشت محصول با استاندارد جهانی که فائو اعلام کرده است مطابقت دارد.

۲- با برنامه ریزی های اصولی و علمی در تاریخ کشت و تقویم زراعی کشت در منطقه و آگاهی از تأثیر پذیری عناصر اقلیمی بر کشت سویا و استفاده از وارته های اصلاح شده و سازگار با محیط ممکن است حتی میزان برداشت محصول در هر هکتار از سطح استاندارد هم بالاتر رود.

۳- در ارتباط با نیاز آبی گیاه و محصول سویا در منطقه با استفاده از فرمول (تبخیر پتانسیل  $\times$  ضریب گیاهی = تبخیر و تعرق عملی)  $ET_m = KC \cdot ETo$  همبستگی به دست آمده ۰/۶۵ را نشان می دهد که ضریب همبستگی نسبتاً معناداری می باشد و می توان نتیجه گرفت که زراعت سویا در منطقه در ماه های رویشی نیازمند آبیاری می باشد.

۴- حداکثر محصول به شرایط محیط آب و هوایی، خصوصیات ژنتیکی، خاک و گونه های

گیاهی ارتباط دارد. و حداکثر محصول عبارت است از بالاترین تولید یک وارینه که بر شرایط رشد محیطی یک منطقه سازگاری پیدا کرده باشد این شامل زمان برای رشد و عدم وجود آفات است که به محصول صدمه نزنند و رشد را محدود نمایند. وقتی که گیاه با کمبود آب مواجه نباشد یعنی  $ET_a = ET_m$  (تبخیر تعرق عملی = تبخیر تعرق پتانسیل) حداکثر محصول خواهد بود در نتیجه  $Y_a = Y_m$  (حداکثر بازده = بازده عملی) می شود. ولی اگر گیاه با استرس و کمبود آب مواجه باشد باید ارتباط بین محصول و میزان تبخیر (که همان آب مورد نیاز است) محاسبه گردد.

۵- اگر چه سویا گیاهی مقاوم به خشکی نیست ولی احتیاجات آبی آن نیز زیاد نمی باشد. جدول شماره (۴) گویای این حقیقت است که در بعضی ماههای رویشی بارندگی زیاد نه تنها باعث افزایش برداشت محصول سویا نشده، بلکه باعث کاهش تولید سویا شده است. مثلاً در سال ۱۳۶۶ با وجود بارندگی ماهانه ۲۱۲ میلیمتر که بیشترین آمار بارندگی در طی این ۱۵ سال می باشد، میزان برداشت محصول  $1/281$  تن بوده است. در صورتی که در سال ۱۳۷۳ با بارش ماهانه  $90/7$  میلیمتر، میزان برداشت محصول سویا  $2/108$  تن بوده است.

۶- بهترین محل کاشت سویا از لحاظ دما، بارش، خاک مناطق جلگه‌ای ارتفاع ۵۰ تا ۱۰۰ متر می باشد. که اکثر کشاورزان منطقه در همین نواحی جلگه‌ای به کشت سویا می پردازند.

۷- توزیع فصلی نامناسب بارندگی در بعضی سال‌ها باعث افزایش یا کاهش برداشت محصول سویا می شود. از آنجایی که بخش اعظم اراضی منطقه را به کشت دانه‌های روغنی (سویا) اختصاص دارد، اما فقدان بارندگی‌های نافع در اوایل بهار و ادامه این وضع در اوایل تابستان سبب کاهش شدید تولید محصول سویا در بعضی سال‌ها و موجب نوسان در میزان برداشت سویا می شود و برای کمبود آب باید عملیات آبیاری (استفاده از آب‌های سطحی و زیرزمینی) را انجام داد.

۸- در ارتباط با ماکزیمم تبخیر و تعرق ( $ET_m$ )، می توان گفت: اقلیم یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین آب مورد نیاز در یک شرایط ایده آل غیر محدود بر رشد و تولید محصول است. آب مورد نیاز گیاه به طور نرمال به مقدار ماکزیمم تبخیر و تعرق بستگی دارد، که از این فرمول

ETm=KC.ETO به دست می آید.

۹- آبیاری سویا در موقع غلاف بندی در تعیین عملکرد مهم ترین عامل می باشد. در شهرستان بندرگز در سال های که موقع غلاف بندی باران کافی ببارد به طور محسوس، عملکرد بالا می رود. لذا توصیه می شود در صورت ممکن از آبیاری موقع غلاف بندی سویا کوتاهی نگردد (رعایت اصول جدول زمان بندی آبیاری).

۱۰- به گفته کشاورزان محل علت موفقیت افزایش برداشت محصول سویا در سال های ۸۰-۱۳۷۹ عبارت بودند از:

۱- بکارگیری از وسایل مکانیزه ۲- استفاده از بذر اصلاح شده ۳- رعایت تقویم کشت ۴- کشت به صورت خطی یا ردیف کار ۵- استفاده از کود، وچین کردن، سمپاشی و سرکشی مداوم از زمین ۶- آبیاری به موقع ۷- برداشت به موقع.

رعایت این عوامل موجب شده است برخی از کشاورزان منطقه در سال ۱۳۷۹ مقدار ۲ تن و ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار از اراضی خود محصول سویا برداشت نمایند. این زارعین موفق معتقدند در چند سال اخیر با رعایت اصولی در کاشت، داشت، برداشت سویا (با توجه به محصور بودن زمین های منطقه به جنگل و دریا، توانسته اند از مزارع خود بیش از ۲ تن محصول سویا برداشت نمایند. اگر فاکتورهای اقلیمی از قبیل میزان تابش، طول روز آفتابی، آب مورد نیاز گیاه و دیگر شرایط اقلیمی موجود در منطقه رعایت شود، قطعاً بازده محصول بیش از وضعیت موجود خواهد بود.

### منابع:

- ۱- ای. جفری. نورمن، زراعت سویا، ترجمه ناصر لطیفی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۲.
- ۲- پتروشوت، گیاهان اقتصادی جهان، ترجمه مسعود پورصالح، انتشارات سپهر، ۱۳۷۴.
- ۳- ج. سی. کوان، دلبیوج. ولف، روغن کشی و پروتئین گیری از سویا، ترجمه مهندس مسعود فلاحی، انتشارات گوتمبرگ، زمستان ۱۳۷۰.
- ۴- رئیس، سامیه. بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت بر نمو اجزاء عملکرد دو رقم سویا با تیپ های مختلف، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه منابع طبیعی گلستان، ۱۳۸۰.

- ۵- زاهدی، مجید، کاربرد آب و هواشناسی، رشد آموزش جغرافیا، سال هفتم، شماره ۲۵، بهار ۱۳۷۰.
- ۶- سعادت لاجوردی، ناصر، دانه‌های روغنی انتشاراتی دانشگاه تهران، سال ۱۳۵۹.
- ۷- صمدی، اسماعیل، نباتات صنعتی، گیاهان لیفی و روغنی، سال ۱۳۵۵.
- ۸- علیزاده، امین، کوچکی، عوض، کشاورزی و آب و هوا، نشر مشهد، ۱۳۷۴.
- ۹- کوچکی، عوض و همکاران، کاربرد مدل‌های آب و هوایی در کشاورزی، انتشارات سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، ۱۳۷۲.
- ۱۰- کریمی، هادی، گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران، سال ۱۳۷۰.
- ۱۱- مجتهدی، علی، نبی پی لشکری، میرحسین، زراعت سویا، سال ۱۳۵۴.
- ۱۲- نیازهای آبی گیاه (Water crop yield) انتشارات FAO شماره ۲۴ سال ۱۹۸۴.
- ۱۳- مرادیان فرد، احمد سویا گیاه استراتژیک، ماهنامه مزرعه شماره ۳۶، سال ۱۳۷۹.
- ۱۴- مقدسی، فخری، اشاره کوتاه به هواشناسی کشاورزی، ایستگاه تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی کرج، بهار ۱۳۶۷.
- ۱۵- وزارت جهاد کشاورزی، شناسنامه آماری تصویری سویا، اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی، سال ۱۳۷۹.
- ۱۶- یوسفی، فاطمه، اصول مقدماتی کشت سویا، سال ۱۳۷۴.