بررسی تأثیر دما بر مراحل رشد انگور یاقوتی در منطقه سیستان

منصور فاضلی رستم‌پور[۱]

چکیده

پدیده گرمایش جهانی باعث افزایش دما و درنتیجه تغییر در الگوی رشد انگور یاقوتی در منطقه سیستان شده است؛ بنابراین لازم است جهت جلوگیری از کاهش عملکرد، تغییراتی در مدیریت تاکستان‌ها اعمال نمود. این آزمایشی در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ اجرا گردید. حداکثر و میانگین دمای روزانه و پایش مراحل رشد شامل شکفتن جوانه، تمام گل، تغییر رنگ حبه و برداشت میوه به‌صورت روزانه انجام شد. نتایج نشان داد که تعداد روز از مرحله شکفتن جوانه تا برداشت میوه برای سال اول تا پنجم به ترتیب ۱۰۷، ۱۰۰، ۹۴، ۹۵ و ۹۹ روز طول کشید. درجه روز رشد تجمعی برای سال اول تا پنجم در زمان برداشت میوه انگور یاقوتی به ترتیب ۱۴۳۴/۶، ۱۴۳۱/۸، ۱۴۲۴/۹، ۱۴۱۸/۴ و ۱۴۰۸/۵ درجه – روز سانتی‌گراد بود. عملکرد میوه برای سال اول تا پنجم به ترتیب ۷۱۴۰، ۶۸۴۳، ۶۵۴۵، ۶۶۷۹ و ۶۶۷۷ کیلوگرم در هکتار بود. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش تدریجی دما و درنتیجه تغییر الگوی رشد انگور یاقوتی در منطقه سیستان باعث تعجیل در زمان شکفتن جوانه‌ها از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ شده است.

واژه‌های کلیدی: درجه روز رشد، برداشت میوه، تغییر رنگ حبه، شکفتن جوانه، تمام گل

بیان مسئله

در دهه‌های اخیر، تغییرات اقلیمی و افزایش تدریجی دمای کره زمین به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی کشاورزی مطرح شده است. این پدیده به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأثیرات قابل‌توجهی بر چرخه‌های رشد گیاهان باغی دارد. تغییرات اقلیمی و به‌ویژه نوسانات دمایی در سال‌های اخیر نقش چشمگیری در فرایند رشد و عملکرد محصولات باغی داشته‌اند (لوبل و گرجی، ۲۰۱۲). از میان عواملی چون اقلیم محلی، خاک و موقعیت منطقه، اقلیم نقش بسیار پررنگی در رشد و عملکرد انگور دارد و یک رژیم اقلیمی بهینه، شدیداً در کیفیت کلی انگور سهیم است؛ لذا، اقلیم یک مؤلفه کلیدی برای توزیع جغرافیایی انگور در سراسر جهان است (حجابی و همکاران، ۱۳۹۸). انگور یکی از محصولات باغی حساس به تغییرات دمایی است که مراحل رشد و نمو آن به‌شدت تحت‌تأثیر شرایط اقلیمی، به‌ویژه دما قرار دارد (پودل و همکاران، ۲۰۲۰). منطقه سیستان با اقلیم گرم و خشک، تابستان‌های بسیار گرم، زمستان‌های معتدل و محدودیت منابع آبی، از جمله مناطقی است که تحت تأثیر مستقیم تغییرات اقلیمی قرار گرفته است. در مناطق گرمسیر، افزایش دمای متوسط روزانه می‌تواند منجر به تسریع مراحل رشد شود (کلر، ۲۰۲۳). رقم یاقوتی از ارقام مهم و زودرس انگور در سیستان است که به دلیل بازارپسندی و عملکرد مطلوب، موردتوجه باغداران این منطقه قرار دارد. این رقم در شرایط اقلیمی سیستان توانسته خود را با بازه‌های دمایی بالا تطبیق دهد، کاهش سرمای زمستانه در سال‌های اخیر، فرایند برطرف‌شدن نیاز سرمایی انگور را با اختلال مواجه کرده و در نتیجه بر جوانه‌زنی و باردهی آن اثر گذاشته است. از سوی دیگر، افزایش تدریجی دما در فصل‌های بهار و تابستان، مراحل رشد انگور را تحت‌تأثیر قرار داده و

[۱] استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران.

موجب کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول شده است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش دما می‌تواند زمان‌بندی مراحل مختلف رشد از جمله گلدهی، تشکیل میوه و رسیدگی را تغییر دهد و به کوتاه‌شدن فصل رشد، کاهش کیفیت میوه و افت عملکرد منجر شود. همچنین، بررسی‌های فیزیولوژیک فتوسنتز در انگور نشان داده‌اند که دماهای بالا بازده نوری برگ تاک را کاهش داده و به طور مستقیم بر وزن و غلظت قند میوه اثر منفی می‌گذارند (فلکساس، ۱۹۹۹).

ارقام زودرس مانند انگور یاقوتی، نسبت به تغییرات و جا به جایی ظهور مراحل مهم رشد تحت‌تأثیر تغییرات دمای هوا حساس هستند و تغییر در دمای شب یا روز می‌تواند زمان تمام گل یا رسیدن میوه را جابه‌جا کند (گریر و وتسون، ۲۰۱۶). تحقیقات متعددی به بررسی مراحل رشد انگور تحت‌تأثیر تغییر شرایط اقلیمی پرداخته‌اند. به‌عنوان‌مثال، پژوهش انجام‌شده توسط کامرون و همکاران (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که دما عامل کلیدی در تعیین زمان تمام گل، تشکیل میوه و رسیدگی انگور است. افزایش دما باعث کاهش فواصل بین مراحل فنولوژیکی شده است. طول فصل رشد نسبت به بیش از ۱۰۰ سال اخیر به میزان قابل‌توجهی کاهش‌یافته است و بین دوره‌های بلندمدت گذشته و پیش‌بینی آینده، فصل رشد انگور به میزان قابل‌توجهی زودتر به پایان خواهد رسید (حجابی و همکاران، ۱۳۹۸).

کاهش شدید میزان آب در دسترس تاک‌داران، طوفان‌های شدید شن، گرما و شدت تابش زیاد، کمبود مواد آلی و خاک ضعیف منطقه سیستان باعث کاهش سطح زیر کشت و عملکرد و ازبین‌رفتن بخش زیادی از تاکستان منطقه شده است. در چنین شرایطی لازم است با به‌کارگیری روش‌های مدیریتی مناسب، ضمن کاهش اثرهای شرایط سخت محیطی، منابع تولید را با بهره‌وری بالا بکار گرفت. از طرف دیگر باتوجه‌به اقلیم خاص منطقه سیستان که با تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های سرد مشخص می‌شود، درک پاسخ رشدی انگور یاقوتی به نوسانات دما از اهمیت بالایی برخوردار است. این اطلاعات می‌تواند در مدیریت بهتر باغات، انتخاب ارقام مقاوم، برنامه‌ریزی آبیاری و برداشت مؤثر باشد. در این راستا، شناخت دقیق واکنش انگور یاقوتی نسبت به دما در هر یک از مراحل رشدی، می‌تواند به بهینه سازی زمان‌بندی عملیات باغی، مدیریت منابع آبی و افزایش بهره‌وری در شرایط اقلیمی جدید کمک کند. باتوجه‌به کمبود اطلاعات بومی در این زمینه در منطقه سیستان، انجام پژوهش‌های منطقه‌ای برای پایش اثر دما بر مراحل فنولوژیک ضروری به نظر می‌رسد. هدف این تحقیق، ارزیابی میزان تأثیر دما بر زمان وقوع مراحل فنولوژیکی انگور یاقوتی در شرایط گرم و خشک سیستان و تحلیل نقش گرمایش جهانی در تغییر این زمان‌بندی است تا بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بتوان اطلاعات کاربردی برای مدیریت اقلیمی باغ‌های انگور و سازگاری با تغییرات اقلیمی در منطقه سیستان ارائه نمود.

روش اجرا

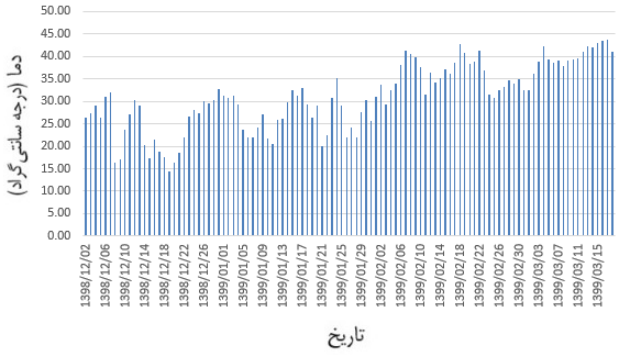
آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری شاهد (آبیاری کامل)، آبیاری پس از ۳۵ درصد کمبود رطوبت خاک و آبیاری پس از ۷۰ درصد کمبود رطوبت خاک به کرت‌های افقی و مرحله آبیاری شامل ۱- مرحلهٔ تورم جوانه تا تمام گل ۲- تمام گل تا تغییر رنگ حبه ۳-تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه و ۴-مرحلهٔ برداشت

میوه تا ریزش برگ به کرت‌های عمودی اختصاص یافت. تاک‌های ۱۵ ساله انگور رقم یاقوتی–غیر پیوندی انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها و روی ردیف‌ها دو متر بود. تاک‌ها به شکل خزنده و کوتاه تربیت شده بودند. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک واقع در عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۵۳ °۳۰ درجه شمالی، طول جغرافیایی ″۴۹ ′۴۰ °۶۱ درجه شرقی و ارتفاع ۴۹۵ متر در سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ انجام شد. این شهرستان دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲). گرم‌ترین ماه‌های سال، خردادماه و تیرماه با بیشینه دمای ۴۷/۴ درجه سانتی‌گراد است. متوسط بارندگی ۵۷ میلی‌متر و بیشترین سرعت باد در مردادماه با ۵۹/۸۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد (دانش شهرکی و همکاران، ۱۳۹۵). ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تاکستان محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

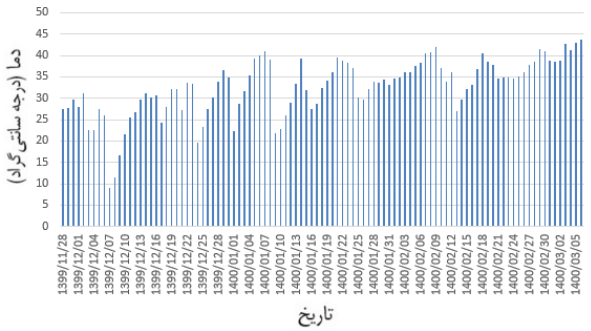
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک تاکستان محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	بافت	شوری (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن
						میلی‌گرم بر کیلوگرم			
۳۰-۰	لوم – شنی	۳/۱۷	۷/۷۴	۰/۲۵	۰/۰۷	۶/۴	۱۲۰	۰/۷۸	۳/۵
۶۰-۳۰	لوم – رسی – شنی	۳/۶۵	۷/۸۷	۰/۲۶	۰/۰۵	۶/۲	۱۱۵	۰/۵۶	۳/۲

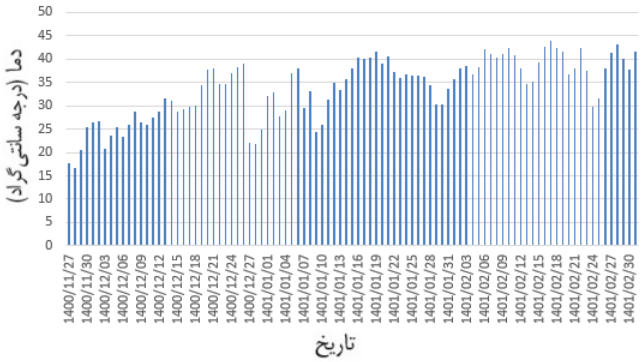
اطلاعات دمایی شامل دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زهک در نزدیکی محل آزمایش طی فصل رشد (از تورم جوانه تا برداشت میوه یعنی اواخر بهمن یا اوایل اسفند تا اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد) اخذ گردید. حداکثر دمای روزانه طی فصل رشد برای سال‌های آزمایش به‌صورت جداگانه در شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان‌داده‌شده است. برای ماه‌هایی که مرحله رشد انگور تنها در چند روز آن‌ها مشاهده گردید، میانگین دما از طریق محاسبه مجموع دماهای همان روزها و تقسیم بر تعداد روزهای مشاهده شده به دست آمد. برای حفظ تفکیک زمانی لازم جهت رصد تأثیر رویدادهای دمایی کوتاه‌مدت بر مراحل فنولوژیکی، داده‌های دمایی با فواصل چهارروزه گزارش و تحلیل شدند. ماه‌هایی که در آن‌ها هیچ مرحلهٔ فنولوژیکی مشاهده نشده بود خارج از بازهٔ فعال رشد قرار داشت و به همین دلیل استبرای تعیین دقیق مراحل رشد، تعداد ۱۰ تاک به‌صورت تصادفی انتخاب و از آغاز فصل رشد تا زمان برداشت، پایش مراحل رشد شامل تورم جوانه، تمام گل، تغییر رنگ حبه و برداشت میوه به‌صورت روزانه انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد، از میان این بوته‌ها، ۳ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و عملکرد میوه آن‌ها (میانگین وزن میوه سه بوته) با ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید.



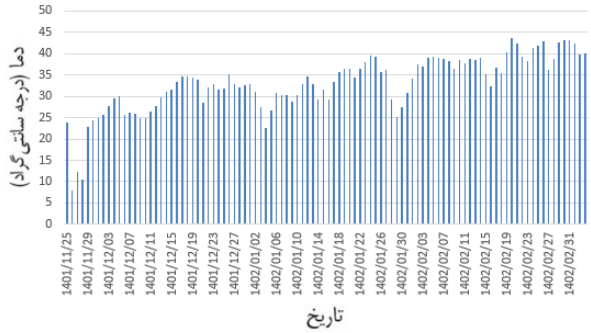
شکل ۱- حداکثر دمای روزانه طی مراحل شکفتن جوانه تا برداشت میوه انگور یاقوتی در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸



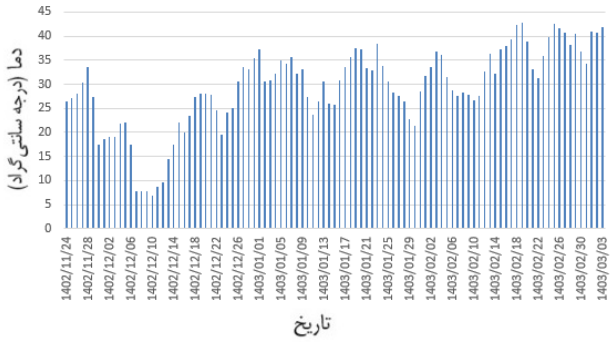
شکل ۲- حداکثر دمای روزانه طی مراحل شکفتن جوانه تا برداشت میوه انگور یاقوتی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹



شکل ۳- حداکثر دمای روزانه طی مراحل شکفتن جوانه تا برداشت میوه انگور یاقوتی در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰



شکل ۴- حداکثر دمای روزانه طی مراحل شکفتن جوانه تا برداشت میوه انگور یاقوتی در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱



شکل ۵- حداکثر دمای روزانه طی مراحل شکفتن جوانه تا برداشت میوه انگور یاقوتی در سال ۱۴۰۳-۱۴۰۲

درجه روز رشد از طریق رابطه ۱ محاسبه شد:

۱۰- (۲/ (درجه حرارت حداقل+درجه حرارت حداکثر))=درجه روز رشد (رابطه ۱)

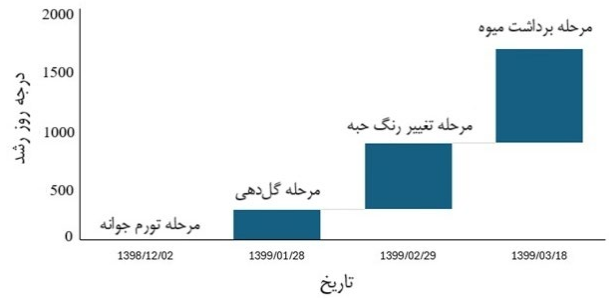
برای انگور دمای پایه ۱۰ درجه سانتی‌گراد (صفر فیزیولوژیک) در نظر گرفته شد (گریلاکیس و همکاران، ۲۰۲۲). مقادیر منفی حاصل از محاسبه (زمانی که میانگین دمای روزانه کمتر از دمای پایه بود) برابر صفر منظور گردید. داده‌های دما از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زهک جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه تا مرحله تمام گل، تمام گل تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه مجموع درجه روز رشد، برای هر مرحله به طور جداگانه محاسبه شد.

معرفی دستاورد و راهکار

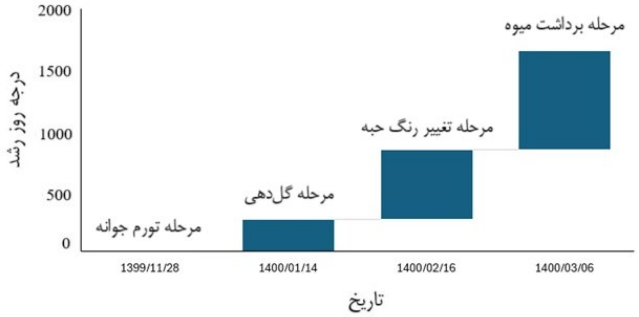
مرحله شکفتن جوانه

نتایج نشان داد زمان آغاز شکفتن جوانه انگور یاقوتی طی سال‌های مختلف بین اواخر بهمن (۲۷ بهمن) تا اوایل اسفند (۲ اسفند) متغیر بود. این تغییرات وابسته به شرایط دمایی اواخر زمستان، به‌ویژه میانگین دمای بهمن و اسفند بود. در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸، ۱۴۰۰-۱۳۹۹، ۱۴۰۱-۱۴۰۰، ۱۴۰۲-۱۴۰۱ و ۱۴۰۳-۱۴۰۲ تاریخ شکفتن جوانه به ترتیب دوم اسفندماه، ۲۸ بهمن‌ماه، ۲۷ بهمن‌ماه، ۲۵ بهمن‌ماه و ۲۵ بهمن‌ماه بود.

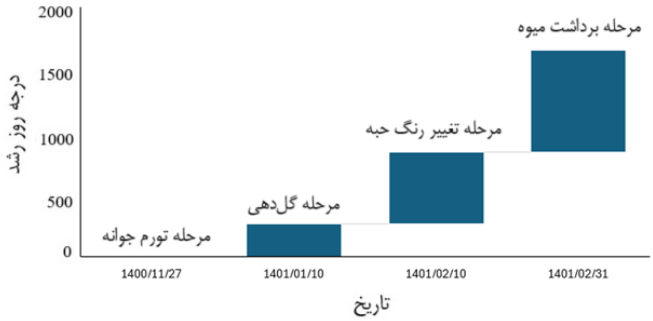
از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ تاریخ شکفتن جوانه‌های انگور یاقوتی با ۸ روز تعجیل اتفاق افتاد. این مرحله به طور متوسط حدود ۲۵ تا ۳۵ روز تا رسیدن به مرحله گلدهی طول کشید.



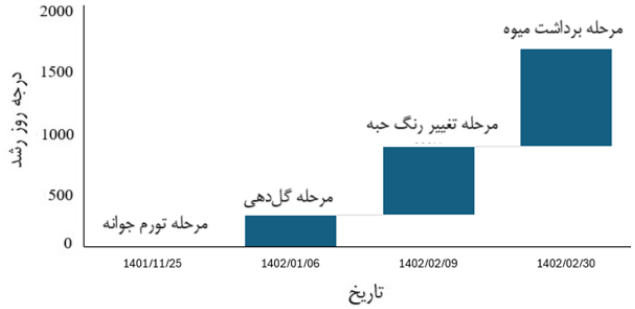
شکل ۶- درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه تا تمام گل، تمام گل تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه انگور یاقوتی



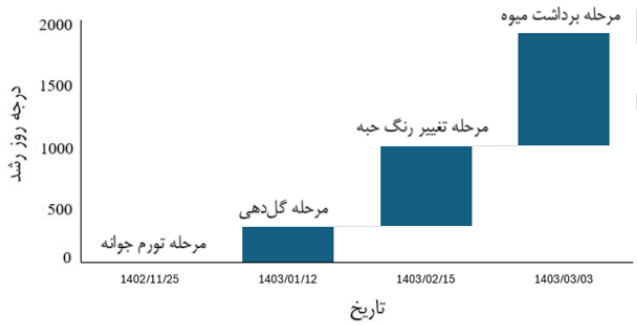
شکل ۷- درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه تا تمام گل، تمام گل تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه انگور یاقوتی



شکل ۸- درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه تا تمام گل، تمام گل تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه انگور یاقوتی



شکل ۹- درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه تا تمام گل، تمام گل تا تغییر رنگ حبه و تغییر رنگ حبه تا برداشت میوه انگور یاقوتی



شکل ۱۰- درجه روز رشد تجمعی در مراحل شکفتن جوانه، گلدهی، تغییر رنگ حبه و برداشت انگور یاقوتی

مرحله تمام گل

زمان گلدهی معمولاً از اوایل فروردین تا نیمه دوم همین ماه آغاز شد. بیشترین تغییرپذیری زمانی در این مرحله مربوط به سال‌هایی بود که دماهای اسفند و فروردین از حد نرمال بالاتر یا پایین‌تر بودند. دمای بالاتر در این دوره باعث تسریع رسیدن به گلدهی شد، درحالی‌که سرمای اسفند موجب تأخیر نسبی در ورود به این مرحله گردید. بررسی درجه روز تجمعی نشان داد که مرحله شکفتن جوانه تا گلدهی به طور متوسط به حدود ۴۵۰–۴۶۰ درجه-روز سانتی‌گراد نیاز داشت که نشان‌دهنده ثبات نسبی نیاز حرارتی این مرحله است. در سال ۱۳۹۹–۱۳۹۸، ۱۴۰۰–۱۳۹۹، ۱۴۰۱–۱۴۰۰، ۱۴۰۲–۱۴۰۱ و ۱۴۰۳–۱۴۰۲ تاریخ تمام گل به ترتیب ۲۸ فروردین، ۱۴ فروردین، ۱۰ فروردین، ۶ فروردین و ۱۲ فروردین بود. از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲، تاریخ ظهور تمام گل در انگور یاقوتی با ۲۲ روز تعجیل اتفاق افتاد.

مرحله تغییر رنگ حبه

مرحله تغییر رنگ حبه در نیمه دوم اردیبهشت آغاز شد. به طور میانگین، فاصله زمانی گلدهی تا تغییر رنگ حبه حدود ۳۰ تا ۳۵ روز طول کشید و نیاز حرارتی آن در محدوده ۵۴۰ تا ۵۵۳ درجه - روز سانتی‌گراد بود. در سال‌هایی که فروردین و اردیبهشت گرم‌تر از حد نرمال بودند، این مرحله زودتر آغاز شد و طول دوره کوتاه‌تر گردید. کوتاه‌تر شدن طول این مرحله می‌تواند اثر منفی بر پر شدن حبه و افزایش وزن میوه داشته باشد. در سال ۱۳۹۹–

۱۳۹۸، ۱۳۹۹–۱۴۰۰، ۱۴۰۰–۱۴۰۱، ۱۴۰۱–۱۴۰۲ و ۱۴۰۲–۱۴۰۳ تاریخ تغییر رنگ حبه به ترتیب ۲۹ اردیبهشت، ۱۶ اردیبهشت، ۱۰ اردیبهشت، ۹ اردیبهشت و ۱۵ اردیبهشت بود. از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲، تغییر رنگ حبه در انگور یاقوتی با ۲۰ روز تعجیل اتفاق افتاد.

مرحله برداشت میوه

دوره تغییر رنگ تا برداشت میوه به طور متوسط حدود ۲۸–۳۲ روز طول کشید و نیاز حرارتی آن بین ۴۱۷ تا ۴۳۲ درجه–روز سانتی‌گراد متغیر بود. سال‌هایی که اردیبهشت دمای بالاتری داشت، این مرحله کوتاه‌تر شده و برداشت زودتر انجام شد. در سال ۱۳۹۹–۱۳۹۸، ۱۴۰۰–۱۳۹۹، ۱۴۰۱–۱۴۰۰، ۱۴۰۲–۱۴۰۱ و ۱۴۰۳–۱۴۰۲ تاریخ برداشت میوه به ترتیب ۱۸ خرداد، ۶ خرداد، ۳۱ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۳ خرداد بود. از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲، برداشت میوه در انگور یاقوتی با ۱۸ روز تعجیل اتفاق افتاد. این تغییرات به تاریخ آغاز شکفتن جوانه و شدت گرما در طول فصل رشد بستگی داشت.

طول کل فصل رشد

مدت‌زمان کل فصل رشد (از شکفتن جوانه تا برداشت) طی سال‌های مورد مطالعه بین ۹۴ تا ۱۰۷ روز متغیر بود. سال اول طولانی‌ترین دوره رشد (۱۰۷ روز) را داشت که احتمالاً ناشی از سرمای نسبی اواخر زمستان و کندی شروع رشد و همچنین در طول فصل رشد بود. سال سوم کوتاه‌ترین دوره رشد (۹۴ روز) را داشت که می‌تواند نتیجه دماهای بالاتر و تسریع در فرآیندهای فیزیولوژیک باشد.

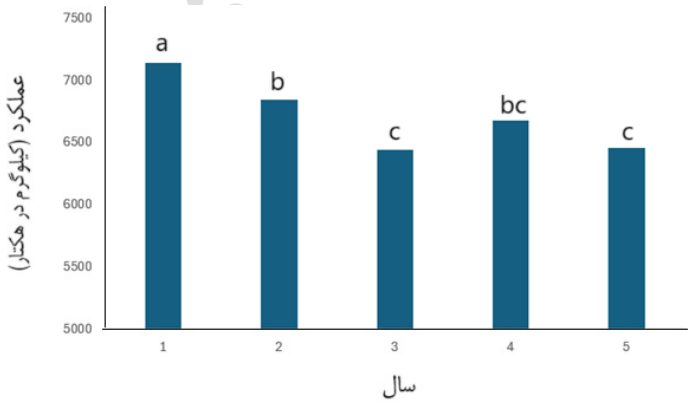
عملکرد میوه

عملکرد انگور یاقوتی طی پنج سال بین ۶۵۴۵ تا ۷۱۴۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. بالاترین و کم‌ترین عملکرد به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۹–۱۳۹۸ و ۱۴۰۱–۱۴۰۰ مشاهده شد. باتوجه‌به شرایط دمایی متعادل‌تر در سال ۱۳۹۹–۱۳۹۸ مراحل شکفتن جوانه، تمام گل، تغییر رنگ حبه و برداشت میوه نسبت به سال های دیگر طولانی‌تر بود به همین دلیل نیز عملکرد بالاتر بود. کمترین عملکرد مربوط به سال سوم بود که باوجود افزایش درجه روز تجمعی در مرحله گلدهی تا تغییر رنگ، به دلیل میانگین دمای بالاتر و دوره رشد کوتاه‌تر و نوسانات شدید دمایی پیش از مرحله گلدهی، اختلال در تلقیح گل‌ها رخ داد و تشکیل میوه کاهش یافت.

به‌طورکلی نتایج نشان داد که سال اول طولانی‌ترین دوره رشد را داشت که می‌تواند به دلیل تأخیر در رسیدن دما به آستانه‌های موردنیاز برای رشد باشد. در مقابل، سال سوم کوتاه‌ترین دوره رشد را داشت که نشان‌دهنده دمای بالاتر در ماه‌های ابتدایی و سرعت گرفتن رشد فیزیولوژیک بود. از طرف دیگر کوتاه‌شدن دوره رشد می‌تواند منجر به کاهش عملکرد شود (رفیق و همکاران، ۲۰۲۳). اسفندماه در سال پنجم سردتر از دیگر سال‌ها بود که علیرغم شروع زودهنگام مرحله شکفتن جوانه در بهمن ماه، باعث تأخیر نسبی در آغاز رشد شده است. ماه اسفند در سال سوم و چهارم گرم‌تر بود که موجب تحریک زودتر شکفتن جوانه و گلدهی گردید. درجه روز رشد در مراحل جوانه‌زنی تا تغییر رنگ حبه در طی سال‌های آزمایش ثبات نسبی داشت. مرحله تغییر رنگ حبه تا برداشت در سال پنجم کمترین مقدار درجه روز رشد (۴۱۷/۸) را داشت. سال سوم با وجود درجه روز رشد بالا در مرحله گلدهی تا تغییر رنگ (۵۵۳)، باز هم عملکرد پایین‌تری داشت که بدلیل میانگین دمای بالاتر نسبت به سال های دیگر و

احتمالاً اختلال در فتو سنتز و پر شدن میوه بود. سال اول بالاترین عملکرد (۷۱۴۰ کیلوگرم در هکتار) و سال سوم کمترین عملکرد را (۶۴۰۵ کیلوگرم) را داشت. در سال سوم، میانگین دمای بهمن پایین‌تر (۱۲/۳ درجه سانتی‌گراد) و اسفند بالاتر (۲۱ درجه سانتی‌گراد) از حد نرمال (میانگین دمای روزانه سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۶۹ در بهمن و اسفند به ترتیب برابر با ۱۱/۶ و ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد بود) بالاتر بود که موجب بی‌نظمی در رشد اولیه شده و این تغییرات شدید دمایی پیش از گلدهی، باعث کاهش تلقیح گل‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد میوه شد. سال چهارم، شرایط نسبتاً متعادل‌تری از نظر دما و درجه روز رشد داشت. افزایش دمای اسفند و فروردین در محدوده مطلوب باعث بهبود گلدهی و تشکیل میوه شد. به همین دلیل عملکرد نسبتاً بهبود یافته و به ۶۶۷۰ کیلوگرم رسید. سال پنجم با وجود شباهت نسبی به سال سوم در برخی دماها، از نظر دمای اسفند (۱۳/۶درجه) کاهش غیرمنتظره‌ای نسبت به سال‌های دیگر داشت که این کاهش می‌تواند باعث کند شدن رشد ابتدایی و تأخیر در رسیدن دمای مناسب برای شکوفایی جوانه باشد، اما عملکرد سال پنجم مشابه سال سوم بود.

اصغرزاده و همکاران (۱۴۰۳) نشان دادند که شاخص‌های حدّی اقلیمی (مثل دماهای پایدار حداقلی و دماهای بالا) با عملکرد انگور رابطه معنی‌دار دارند، به‌ویژه تغییرات دمایی در فصول رشد بر روی عملکرد کمی اثرگذار بودند. نتایج علیزاده و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که دماهای حداقل و حداکثر در سال‌های اخیر افزایش یافته‌اند و این افزایش دما باعث بروز تغییراتی در زمان گلدهی، تغییر رنگ و زمان برداشت شده است. همچنین عملکرد کمی انگور تحت تاثیر قرار گرفته و تحت سناریوی RCP۴,۵ و RCP۸,۵ به ترتیب میانگین عملکرد به‌میزان ۰/۵۴ و ۰/۸۶ تن در هکتار کاهش خواهند یافت.



شکل ۱۱- عملکرد انگور رقم یاقوتی در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳

1: سال ۱۳۹۹، 2: سال ۱۴۰۰، 3: سال ۱۴۰۱، 4: سال ۱۴۰۲، 5: سال ۱۴۰۳

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش تدریجی دما در اثر تغییر اقلیم باعث تغییر الگوی رشد انگور یاقوتی در منطقه سیستان شده است. در این بررسی زمان شکفتن جوانه‌ها از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ به‌صورت معنی‌داری زودتر اتفاق افتاده است. این تغییر زمانی، ناشی از کاهش تدریجی دریافت سرما است که برای شکستن کامل خواب جوانه‌ها ضروری است. پیامدهای فیزیولوژیکی این پدیده شامل تأخیر

در شروع رشد فعال، ناهم‌زمانی مراحل رشدی، کاهش یکنواختی در خوشه ها، همز مانی مرا حل حساس با دمای بالای فصل رشد و در نهایت، کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌با شد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ادامه روند گرمایش، در صورت عدم تطبیق مدیریت باغی، می‌تواند تهدیدی جدی برای عملکرد اقتصادی انگور در مناطق گرم و خشک کشور محسوب شود.

توصیه‌های ترویجی

۱. افزایش تدریجی دما در منطقه سیستان باعث شد که زمان شکفتن جوانه‌ها در منطقه سیستان طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ زودتر اتفاق بیفتد لذا برای جلوگیری از کاهش عملکرد و شکفتن زودرس جوا نه ها و همچنین آسیب احتمالی سرمای بهاره، لازم است هرس زمستانه پس از اطمینان از تکمیل نیاز سرمایی تاک انگور یاقوتی انجام شود (باغداران منطقه سیستان بهتر ا ست هرس زمستانه انگور یاقوتی را در اواسط بهمن ماه، قبل از متورم شدن جوانه‌ها، همزمان با کاهش خطر سرمای زمستانه انجام دهند). هرس پس از این مرحله باعث حذف جوانه‌های انتهایی آ سیب‌پذیر و فعال سازی جوانه‌های بارور پایینی و در نتیجه رشد هماهنگ جوانه های بارور می‌شود.

۲. باتوجه‌به کاهش سرمای زمستانه در منطقه سیستان، استفاده از مالچ‌های آلی مانند کمپو ست یا بقایای گیاهی به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در پاییز و اوایل زمستان در بین ردیف‌های تاک، می‌تواند به حفظ دمای خاک کمک نماید. مالچ آلی می‌تواند منجر به حفظ یا تعدیل سرمای مؤثر خاک در زم ستان شده و احتمالاً کمک کند تا نیاز سرمایی خاک و جوانه‌ها به شیوه‌ای پا یدارتر تأمین گردد. همچنین مالچ آلی با عث تنظیم بهتر دمای خاک و افزایش رطوبت آن در فصل رشد انگور شده و عملکرد را بهبود بخشد. مالچ آلی توصیه‌ای عملی و مقرون‌به‌صرفه برای باغداران منطقه سیستان است.

۳. به‌کارگیری سایه‌بان‌های پلی‌اتیلنی یا پلی‌پروپیلینی با در صد سایه‌اندازی بین ۲۰ تا ۳۰ در صد، دمای محیط اطراف تاک را ۳ تا ۵ درجه کاهش داده و می‌تواند باعث کاهش دمای روزانه تاکستان و تامین سرما شود.

۴. با کا شت گونه‌های مقاوم مانند کنوکارپوس و گز در مرزهای تاکستان سرعت باد کاهش‌یافته و در نتیجه مانع تبخیر بیش از حد از تاکستان شده و باعث کاهش آسیب‌های دمایی کاهش عملکرد ناشی از رسیدگی زودرس می گردد.

۵. تامین آب موردنیاز تاک در روزهای نزدیک به شکفتن جوانه و گلدهی باعث ر شد یکنواخت و جلوگیری از تنش‌های حرارتی زودهنگام می گردد.

منابع

۱. اصغرزاده، ع.، غ. ر. جانبازقبادی، ص. متولی، م. طاهریان، و م. کوهی. ۱۴۰۳. بررسی نقش نمایه‌های حدی اقلیم بر عملکرد محصول انگور (مطالعه موردی: قوچان، سبزوار و کاشمر). نشریه مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۵ (۲): ۱۴۳-۱۶۳.

۲. حجابی، س.، ح. عباسعلی‌نژاد شرامین، و ح. دولتی‌بانه. ۱۳۹۸. تأثیر تغییر اقلیم بر فنولوژی انگور رقم بی‌دانه سفید در استان آذربایجان‌غربی. دو فصلنامه پژوهش میوه

کاری، ۴ (۲): ۵۲-۴۳.

۳. دانش شهرکی، م.، ع. شهریاری، م. گنجعلی، و ا. بامری. ۱۳۹۵. تغییرات فصلی و مکانی نرخ گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۳ (۶): ۲۱۵-۱۹۹.

۴. علیزاده ا.، ا. بابائیان، ح. نوری، م.ع. نجاتیان. ۱۳۹۹. بررسی اثر تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور بیدانه سفید. فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۱۲ (۴۹): ۵۴-۳۵.

۵. کریمی، م.، م. ح. یزدانی، و ا. نادری. ۱۳۹۲. تاثیر بادهای ۱۲۰ روزه بر منطقه سیستان. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۵۰ (۲): ۱۱۱-۱۲۸.

۶. فرخیان فیروزی، ا.، ا. یوسفی، و ا. میالدزاده. اثر مالچ بر تغییرات رطوبت، دما و شار گرمایی خاک در حضور سطح ایستابی کم عمق.

7. Cameron, W., Petrie, P.R., and Barlow E.W.R. 2022. The effect of temperature on grapevine phenological intervals: Sensitivity of budburst to flowering, Agricultural and Forest Meteorology, 315: 1-13.
8. Flexas, J., J. Escalona, M., and Medrano, H. 1999. Water stress induces different levels of photosynthesis and electron transport rate regulation in grapevines, Plant, Cell and Environment, 22, 39–4.
9. Grillakis M.G., Doupis, G., Kapetanakis, E., Goumenaki, E. 2022. Future shifts in the phenology of table grapes on Crete under a warming climate, Agricultural and Forest Meteorology, 318(1): 1-16.
10. Grillakis M.G., Doupis, G., Kapetanakis, E., Goumenaki, E. 2022. Future shifts in the phenology of table grapes on Crete under a warming climate, Agricultural and Forest Meteorology, 318(1): 1-16.
11. Greer, D.H., and Weston, C. 2016. A comparison of the phenology, berry ripening and canopy temperatures of four common grapevine cultivars in response to high temperatures, Acta Horticulture, 1115: 111-118.
12. Lobell D.B., and Gourdji, S.M. 2011. The influence of climate change on global crop productivity, Plant Physiology, 160: 1686–1697.
13. Keller, M. 2023. Climate change impacts on vineyards in warm and dry areas: Challenges and opportunities, American Journal of Enology and Viticulture, 74: 1-9.
14. Poudel, P.R., Koyama, K., Goto-Yamamoto, N. 2020. Evaluating the influence of temperature on proanthocyanidin biosynthesis in developing grape berries (*Vitis vinifera* L). Molecular Biology Reports, 47: 3501–3510.
15. Rafique, R., Ahmad, T., Ahmed, M., Khan, M.A., Wilkerson C.J., Hoogenboom, G. 2023. Seasonal variability in the effect of temperature on key phenological stages of table grape cultivars. International Journal of Biometeorology. 67:745–759.

Investigation of the Effect of Temperature on the Growth Stages of Yaghouti Grapes (*Vitis vinifera* L) in the Sistan Region

Mansour Fazeli Rostampour[1]

Abstract

The phenomenon of global warming has led to an increase in temperature and, consequently, alterations in the growth pattern of Yaghouti grape (*Vitis vinifera* L.) in the Sistan region. Therefore, to prevent yield reduction, it is necessary to implement changes in vineyard management practices. This experiment was conducted at the Agricultural and Natural Resources Research and Education Station in Zahak County over the years 2019 to 2024. Maximum and average daily temperatures were recorded, and phenological stages including bud break, flowering, berry color change (veraison), and harvest were monitored daily. The results indicated that the number of days from bud break to harvest for the first to fifth years were 107, 100, 94, 95, and 99 days, respectively. The accumulated growing degree days at the time of fruit harvest in the first to fifth years were 1434.6, 1431.8, 1424.9, 1418.4, and 1408.5, degree-day °C respectively. Fruit yield for the first to fifth years was 7140, 6843, 6545, 6679, and 6677 kg/ha, respectively. Overall, the findings of this experiment demonstrated that the gradual increase in temperature and the resulting changes in the growth pattern of Yaghouti grapes in the Sistan region led to an advancement in the timing of bud break from 2019 to 2024.

Keywords: Berry color change, bud break, flowering, fruit harvest, growing degree days

[1] Assistant Prof, Horticultural crops research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran.