علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال ششم شماره ۲ ، پاییز و زمستان ۱۴۰۲

مدیریت آبیاری در زراعت سیب‌زمینی

*سید معین‌الدین رضوانی [۱] **

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

**نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.rezvani@areeo.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۷/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳

چکیده

افت سطح ایستابی در دشت‌های عمده سیب‌زمینی‌کاری استان همدان در چند دهه گذشته سبب کاهش آبدهی چاه‌های کشاورزی و در نتیجه کم‌آبیاری ناخواسته در زراعت سیب‌زمینی شده است. مدیریت صحیح آبیاری با کاهش اثرات کم‌آبیاری و نیز جلوگیری از بیش‌آبیاری در شرایط موجود نه‌تنها به بهبود عملکرد کمی و کیفی در زراعت سیب‌زمینی بلکه به حفظ منابع آبی نیز کمک می‌کند. دامنه بهینه رطوبت خاک در زمان کشت حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آب قابل دسترس خاک (کمی کم‌تر از ظرفیت مزرعه) است. در این مرحله رطوبت زیادی خاک سبب کندی گرم شدن خاک و تأخیر در جوانه‌زدن و سبز شدن بذر، افزایش پوسیدگی غده‌های بذر و پیری فیزیولوژیک بذر کاشته‌شده می‌شود. در زمان داشت، میانگین آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه می‌بایست بین ٦٥ تا ٨٥ درصد نگهداری شود. سیب‌زمینی در آغاز غده‌زایی و رشد اولیه غده به تنش آبی حساس است. زیادی آب در آخر فصل رشد نیز سبب توسعه و خسارت بیماری‌های باکتریایی می‌شود. برای تشکیل پوست غده‌ها و کامل شدن آن‌ها در زمان خشکیدن شاخ و برگ‌ها، آب قابل دسترس خاک باید به حدود ٦٠ تا ٦٥ درصد برسد. پیش از برداشت، آبیاری باید شرایط را برای بهینه شدن شرایط خاک و میزان آبداری غده‌ها در هنگام برداشت مهیا کند. در این مرحله نیز باید از خیس شدن خاک به‌دلیل افزایش قابلیت لهیدگی، پارگی و بریدگی، جراحت و خراش و نیز مشکل سختی جدا شدن خاک از غده‌ها و مسائل پوسیدگی انباری جلوگیری کرد.

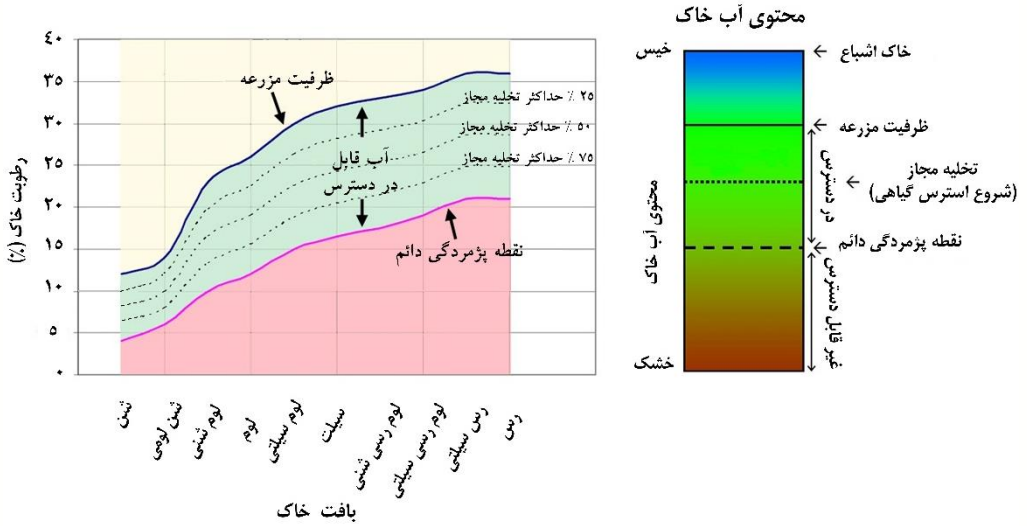
واژه‌های کلیدی: *عملکرد، کم‌آبیاری، محتوای آب در خاک، مراحل رشد*

بیان مساله

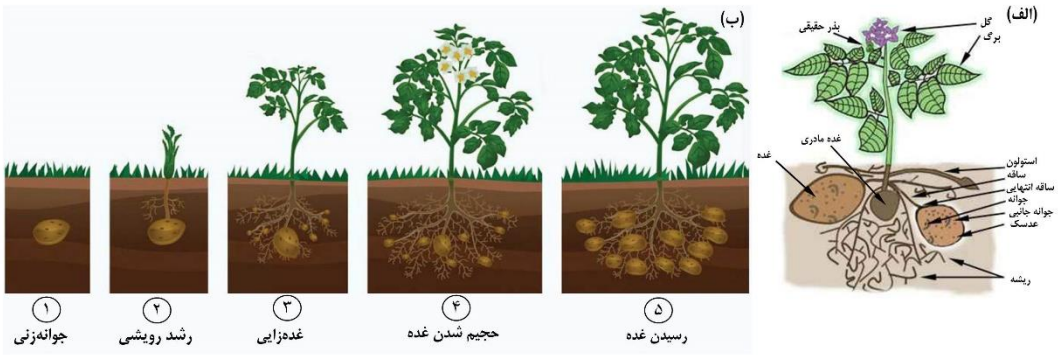
در چند دهه گذشته افت سطح ایستابی در دشت‌های عمده استان همدان همانند وضعیت موجود در سایر دشت‌های کشور سبب کاهش تدریجی و مداوم آبدهی چاه‌های کشاورزی و در نتیجه کم‌آبیاری ناخواسته در زراعت سیب‌زمینی شده است. با توجه به شرایط کم‌آبی و محدودیت منابع آبی در استان همدان، مدیریت کارآمد آب برای کشاورزان بسیار حیاتی است. مدیریت صحیح آبیاری نه‌تنها بر بهبود عملکرد کمی و کیفی در زراعت سیب‌زمینی مؤثر است بلکه به حفظ منابع آبی نیز کمک می‌کند. کم‌آبیاری یا بیش‌آبیاری در هر مرحله رشد محصول می‌تواند بر عملکرد کمی و کیفی، رشد و توسعه بیماری‌ها و کارایی مصرف کود مؤثر باشد. هدف از مدیریت آبیاری در زراعت سیب‌زمینی، بیشینه کردن عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی با نگهداری رطوبت خاک در دامنه مناسب در تمام مدت فصل رشد با کاربرد به‌موقع و کنترل‌شده آب مورد نیاز محصول است.

یکی از علل حساسیت سیب‌زمینی به کمبود آب، عمق محدود ریشه‌دهی آن است. با توجه به ساختار ریشه‌ای کم‌عمق سیب‌زمینی، معمولاً ۷۰ درصد از کل آب از لایه ۰/۳ متری و ۱۰۰ درصد از ۰/٤ تا ۰/٦ متری از سطح خاک جذب می‌شود. به هرحال، الگوی جذب آب بستگی به بافت و ساختمان خاک دارد. مقدار آب قابل دسترس و بیشینه تخلیه مجاز در بافت‌های مختلف خاک در شکل (۱) نشان داده شده است.

در شکل (۲) اجزاء گیاه سیب‌زمینی (۲- الف) و مراحل رشد سیب‌زمینی شامل: جوانه‌زنی، رشد رویشی، غده‌زایی، حجیم شدن و رسیدن غده‌ها (۲- ب) نشان داده شده است.



شکل ۱- مقدار آب قابل دسترس و بیشینه تخلیه مجاز در بافت‌های مختلف خاک



شکل ۲- (الف) اجزاء گیاه سیب‌زمینی و (ب) مراحل رشد سیب‌زمینی

تنش آبی در مرحله رشد رویشی و تا قبل از مرحله تشکیل غده‌ها سطح برگ، تعداد ساقه‌های فرعی، ساختار ریشه، ارتفاع بوته و به‌طور کلی نمو پوشش سبز گیاه را کاهش می‌دهد. سومین مرحله رشد سیب‌زمینی مرحله تشکیل غده است که تنش آبی در این مرحله یکی از اجزای عملکرد یعنی تعداد غده در بوته را کاهش می‌دهد. چهارمین مرحله رشد گیاه سیب‌زمینی، مرحله حجیم شدن غده‌ها است. در این مرحله تنش آبی به‌شدت عملکرد و کیفیت محصول را کاهش می‌دهد. آخرین مرحله رشد گیاه سیب‌زمینی، مرحله رسیدگی است. در این مرحله پوشش سبز گیاه کاهش یافته و پوست غده‌ها ضخیم شده و نیاز آبی کاهش می‌یابد (شکل ۳) (۲).

سیب‌زمینی به کمبود آب در خاک نسبتاً حساس می‌باشد. کمبود آب در دوره تشکیل ساقه‌های رونده (استالون‌ها)، شروع تشکیل غده‌های زیرزمینی و شکل‌گیری عملکرد، بیش‌ترین اثر سوء را بر عملکرد دارد (۷). سیب‌زمینی در دوره رشد رویشی و رسیدگی به کمبود آب حساس می‌باشد. به‌طور کلی، کمبودهای آب در اواسط تا اواخر دوره رشد در مقایسه با اوایل دوره رشد، بیش‌تر سبب کاهش عملکرد محصول می‌شود (٦). در عین حال ارقام مختلف سیب‌زمینی نسبت به کمبود آب حساسیت‌های مختلفی نشان می‌دهند. درحالی‌که بعضی ارقام در اوایل دوره شکل‌گیری عملکرد، واکنش بهتری به آبیاری نشان می‌دهند دیگر ارقام در اواخر این دوره چنین واکنشی دارند. عملکرد ارقامی که تعداد کم‌تری ساقه زیرزمینی تولید می‌کنند نسبت به ارقامی که تعداد زیادتری ساقه زیرزمینی تولید می‌کنند، کم‌تر تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد (۲).

شکل ۳- تغییرات آب در خاک، رشد پوشش گیاهی، رشد غده و اثرات آب اضافی و کمبود آب در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی (اثر کاهشی با علامت (-) و اثر افزایشی با علامت (+))

معرفی دستاورد

رقم

از آنجا که سیب‌زمینی محصولی است که هم مقدار و هم کیفیت آن هر دو مطرح و مهم می‌باشند، از این‌رو در شرایط محدودیت آب، مصرف آب موجود به‌منظور بیشینه کردن عملکرد در واحد سطح به توزیع آب محدود در سطح وسیع با عملکرد کم، برتری دارد. صرفه‌جویی در مصرف آب در بیش‌تر موارد می‌تواند با اصلاح دور و ارتفاع آب آبیاری انجام شود. وقتی بارندگی کم و آب آبیاری محدود باشد، تقویم آبیاری بایستی براساس پرهیز از کمبود آب در دوره تشکیل ساقه‌های رونده و شروع تشکیل ساقه‌های زیرزمینی (شکل ۲- ب) و شکل‌گیری عملکرد باشد (۷). محدودیت تأمین آب می‌تواند در دوره‌های اولیه رشد رویشی و رسیدگی اعمال شود. صرفه‌جویی در آب نیز می‌تواند در دوره‌ای که رشد محصول

به طرف رسیدگی می‌رود (٦)، از طریق افزایش درصد تخلیه آب خاک انجام شود، یعنی همه آب قابل استفاده خاک در منطقه ریشه به مصرف برسد. این عمل موجب تسریع در رسیدن محصول نیز می‌شود. به عبارت دیگر با زمان‌بندی صحیح آبیاری، امکان حذف یک تا سه بار آبیاری که شامل آبیاری قبل از برداشت نیز می‌شود، امکان‌پذیر خواهد بود (۲). اثر میزان رطوبت خاک در زمان کاشت، در مرحله داشت و نیز در هنگام برداشت سیب‌زمینی در زیر تشریح شده است:

کاشت

دامنه بهینه رطوبت در زمان کشت حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آب قابل دسترس خاک (۲۰ تا ۳۰ درصد بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی خاک و کم‌تر از ظرفیت مزرعه) است (شکل ۱). این رطوبت شرایطی آرمانی را برای کاشت و جوانه زدن اولیه فراهم می‌کند. شرایط خاک بیش از حد مرطوب، ممکن است که گرم شدن خاک را کند کرده و رشد و ظهور جوانه‌ها را به تأخیر بیندازد. شرایط خاک سرد و مرطوب، می‌تواند با افزایش پوسیدگی ناحیه‌ای بذر و نیز افزایش پیری فیزیولوژیک آن سبب بیش‌تر شدن تعداد ساقه‌ها و غده‌ها شود. خاک‌های خیلی خشک باید قبل از کاشت آبیاری شوند تا از مشکلات احتمالی پوسیدگی ناحیه‌ای بذر که گاهی از آبیاری بین کاشت و سبز شدن ناشی می‌شود، جلوگیری شود (۷).

داشت

به‌طور کلی، میانگین آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه در دوره رشد فعال سیب‌زمینی برای کسب نتیجه بهینه می‌بایست بین ٦٥ تا ٨٥ درصد (۱۵ تا ۳۵ درصد بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی خاک) نگهداری شود. در عمل در زمانی کمی قبل و بعد از آبیاری، آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه در دامنه کمی بالا و پائین این مقادیر (٦٥ تا ٨٥ درصد) قرار دارد (۲). حساسیت سیب‌زمینی به تنش آبی به احتمال زیاد ناشی از ساختار ریشه سطحی (شکل ۲- الف) است. یکی از اولین پاسخ‌های گیاه در اثر کمبود آب بر روی رشد برگ‌ها، روزنه‌ها و غده‌ها ظاهر می‌شود. اولین پاسخ گیاه، بستن روزنه‌ها است. تبخیر آب از برگ‌ها سبب خنک شدن برگ‌ها می‌شود، در نتیجه تحت شرایط آبی مطلوب دمای پوشش گیاهی کم‌تر از دمای هوا می‌شود. تحت کمبود آب گیاه، روزنه‌های برگ‌ها برای مقابله با از دست دادن آب بسته می‌شوند. نشانه فیزیکی این عمل افزایشی در دمای برگ پوشش گیاهی ناشی از کمبود کاهش تبخیر است که عامل خنک‌کننده برگ‌ها می‌باشد. هم‌زمان با بسته شدن روزنه‌ها که آب تلف‌شده از برگ‌ها را کاهش می‌دهد، جذب دی‌اکسیدکربن به‌وسیله برگ‌ها نیز کاهش می‌یابد. این مسئله باعث آهسته شدن فتوسنتز و کاهش تولید نشاسته و قند به‌وسیله گیاه و انتقال آن‌ها از برگ‌ها به غده‌ها می‌شود. عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی بستگی به بیشینه کردن تجمع دائمی نشاسته و قند در غده دارد. وقتی تولید این مواد اضافه بر نیاز تنفس و ادامه رشد گیاه می‌شود، در داخل غده‌ها ذخیره می‌شوند.

کمبود آب، رشد گیاه را به‌وسیله کاهش فشار آب داخلی سلول‌های گیاهی (فشار آماس) که برای نمو ضروری است، کاهش می‌دهد. کاهش رشد ساقه و برگ، ظرفیت کل فتوسنتز را محدود می‌کند در حالی‌که کاهش توسعه ریشه قابلیت گیاه برای جذب آب و مواد غذایی را کاهش می‌دهد. کمبود آب هم‌چنین الگوی رشد طبیعی غده را با کاهش یا قطع کردن رشد غده مختل می‌کند. رشد غده بعد از جبران کمبود آب گیاه ادامه می‌یابد اما قطع سرعت رشد طبیعی غده، ممکن است که باعث بدشکل شدن غده مانند: ناهنجاری تشکیل غده‌چه از جوانه انتهایی و دمبلی شدن انتهایی غده شود (شکل ٤). دامنه زیاد نوسان رطوبت خاک فرصت بیش‌تری را برای توسعه این نوع اثرات بر غده ایجاد می‌کند. رشد ترک خوردگی (شکاف) می‌تواند همراه با دامنه نوسان آب خاک قابل دسترس و متناظر با تغییرات آماس و حجم بافت‌های داخلی باشد (۲). سیب‌زمینی به‌ویژه در آغاز غده‌زایی و رشد اولیه غده به تنش آبی حساس است. کمبود آب در این زمان می‌تواند عملکرد را به‌دلیل افزایش غده‌های بدشکل کاهش دهد. تنش آبی اوایل فصل نیز می‌تواند وزن مخصوص را کاهش و مقدار قندی شدن[1] یا کدر شدن انتهایی[2] را افزایش دهد.

[1]- Sugar end
[2]- Translucent ends

شکل ۴- ناهنجاری شکل غده بر اثر تنش آبی

تنش آبی طی غده‌بندی معمولاً بر عملکرد کل غده مؤثرتر از کیفیت آن است. یک سطح برگ فتوسنتزکننده فعال و گسترده برای نگهداری نرخ بالای غده‌بندی در دوره رشد ضروری است. نگهداری این سطح برگ وسیع فعال نیاز به تداوم جایگزینی برگ‌های جوان با برگ‌های پیرتر که دارای راندمان پائین‌تری هستند ، دارد. تنش آبی، پیر شدن برگ‌ها و قطع شکل‌گیری برگ‌های جدید را شتاب می‌بخشد که نتیجه آن از دست دادن غیر قابل جبران غده‌بندی است.

در آخرین قسمت فصل رشد (مرحله پنجم رشد)، گیاه شروع به پیری می‌کند و میزان استفاده آب گیاه به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد (شکل ۳)، در نتیجه می‌بایست آبیاری به‌صورت تنظیم‌شده صورت گیرد تا از خیسی زیاد خاک پرهیز شود. سطح بالای میزان آب خاک در طی این دوره می‌تواند سبب بزرگ‌تر شدن عدسک‌ها شود که روزنه‌هایی را برای ورود پوسیدگی باکتریایی نرم[1] به غده‌ها فراهم می‌کنند. بیماری‌های پوسیدگی صورتی[2] (شکل ۵- الف) و پوسیدگی آبکی[3] (شکل ۵- ب) نیز با آب زیادی آخر فصل، افزایش می‌یابند. به‌منظور فراهم آوردن شرایط بهینه برای تشکیل پوست غده‌ها و ضخیم شدن آن‌ها، می‌بایست اجازه داد تا آب قابل دسترس خاک به حدود ٦٠ تا ٦٥ درصد (٣٥ تا ٤٠ درصد بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی خاک) در زمان خشکیدن شاخ و برگ‌ها برسد. شرایط خشک‌تر خاک در زمان خشکیدن شاخ و برگ‌ها، احتمال توسعه تغییر رنگ انتهای غده٤ را افزایش می‌دهد (٢).

عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی به آب زیاد خاک نیز حساس است. آب اضافی خاک ناشی از آبیاری مکرر یا زیاد و یا بارندگی در طی هر مرحله رشد با آبشویی نیترات- نیتروژن به زیر منطقه ریشه به‌صورت ذاتی باعث کمبود نیتروژن گیاهان، کاهش کارایی مصرف کود و افزایش صدمات به آب زیرزمینی می‌شود. اشباع بودن نیمرخ خاک برای ۸ تا ۱۲ ساعت می‌تواند سبب صدمه به ریشه ناشی از فقدان اکسیژن لازم برای تنفس طبیعی شود. برای رسیدن به عملکرد بیشینه، محتوای رطوبت خاک بایستی نسبتاً بالا نگهداشته شود. این توصیه ممکن است که اثر بدی نیز داشته باشد، چون آبیاری متناوب با آب سرد ممکن است درجه حرارت خاک را به کم‌تر از مقدار بهینه آن (۱۵ تا ۱۸ درجه سلسیوس) که برای شکل‌گیری ساقه‌های زیرزمینی لازم است، کاهش دهد. هم‌چنین، مشکلات ناشی از عدم تهویه مناسب خاک در خاک‌های مرطوب با بافت سنگین را موجب شود (٢).

سیب‌زمینی که در کل دوره رشد رویشی و آغاز غده‌زایی زیادی آبیاری شده باشد، قابلیت بیش‌تری برای توسعه قهوه‌ای شدن مغز غده٥ (شکل ٦ – الف) و تو خالی شدن مغز غده٦ (شکل ٦ – ب) دارد و عموماً بیش‌تر در معرض مسائل مرگ زودرس٧ (شکل ٦ – پ) قرار دارد. آب اضافی خاک هم‌چنین می‌تواند منجر به بروز مشکلات کیفیت و انبارداری غده شود. در مجموع در مرحله کاشت تا سبز شدن سیب‌زمینی، خاک اطراف بذر باید مرطوب نگه داشته شود ولی نباید غرقاب شود.

[1]- Soft rot bacteria
[2]- Pink rot
[3]- Pythium Leak
[4]- Stem-end discoloration
[5]- Brown center
[6]- Hollow heart
[7]- Early die

در مرحله سبز شدن تا تشکیل غده‌ها باید آبیاری زیادتر با دور طولانی‌تر نسبت به مراحل بعدی رشد اعمال شود. از مرحله تشکیل غده به بعد نیز باید رطوبت مناسب و کافی در اطراف غده‌ها تأمین شود. تنش آبی در تعدادی از گیاهان به‌خصوص در برخی از مراحل رشد آن‌ها می‌تواند مفید باشد که دلیل عمده آن، تحمل به تنش در این گیاهان و عمیق بودن عمق توسعه ریشه می‌باشد.

شکل ۵- (الف) پوسیدگی صورتی و (ب) پوسیدگی آبکی به علت آبیاری زیادی آخر فصل

شکل ۶- (الف) قهوه‌ای شدن مغز غده، (ب) تو خالی شدن مغز غده و (پ) مرگ زودرس

برداشت

آبیاری پیش از برداشت باید فرصتی را برای بهینه شدن شرایط خاک و میزان آبداری غده‌ها در هنگام برداشت فراهم کند. غده‌های رسیده در شرایط نسبی خاک خشک (آب قابل دسترس کم‌تر از ٦٠ درصد) تمایل به از دست دادن آب دارند که این مسئله احتمال سیاه شدن بافت‌های غده (لکه سیاه[1]) در اثر کوبیدگی را افزایش می‌دهد. در چنین شرایطی مزرعه باید کمینه یک هفته قبل از برداشت برای دوباره آبدار کردن غده‌ها، آبیاری شود.

اگر آب قابل دسترس خاک در طی مرحله رسیدن غده بالای ٦٠ درصد (بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی خاک کم‌تر از ٤٠ درصد) نگهداشته شود، مزرعه می‌تواند ۲ تا ۳ روز قبل از برداشت آبیاری شود. هم‌چنین باید از خیس شدن خاک به‌دلیل افزایش قابلیت لهیدگی، مشکل سختی جدا شدن خاک از غده‌ها و مسائل پوسیدگی انباری جلوگیری کرد.

در زمان برداشت، میزان رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری بر متحمل شدن صدمات مکانیکی در طی فرایند برداشت دارد. غده‌هایی که آب خود را در نتیجه رطوبت کم خاک از دست

[1]- Blackspot bruise

می‌دهند، در زمان برداشت بسیار در معرض سیاه شدن بافت‌های غده در اثر کوبیدگی هستند. غده‌هایی که در نتیجه آب زیاد خاک آماس می‌کنند، در زمان برداشت بسیار در معرض پارگی و بریدگی[2] و جراحت و خراش[3] هستند (۲).

توصیه ترویجی

۱- دامنه بهینه رطوبت در زمان کشت حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آب قابل دسترس خاک (کمی کم‌تر از ظرفیت مزرعه) باشد. در این مرحله از خیسی زیادی خاک پرهیز شود زیرا سبب کندی گرم شدن خاک و در نتیجه تأخیر در جوانه‌زدن و سبز شدن بذر، افزایش پوسیدگی غده‌های بذر و افزایش پیری فیزیولوژیک بذر کاشته‌شده می‌شود. در صورت خشکی زیادی خاک و برای پرهیز از مسائل پوسیدگی غده‌های بذر، می‌بایست آبیاری قبل از کشت انجام شود.

۲- در زمان داشت به‌طور کلی، میانگین آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه در دوره رشد فعال سیب‌زمینی برای کسب نتیجه بهینه می‌بایست بین ٦٥ تا ٨٥ درصد نگهداری شود. در عمل در زمانی کمی قبل و بعد از آبیاری، آب قابل دسترس خاک در ناحیه ریشه در دامنه کمی بالا و پائین این مقادیر (٦٥ تا ٨٥ درصد) قرار دارد. سیب‌زمینی به‌ویژه در آغاز غده‌زایی و رشد اولیه غده به تنش آبی حساس است. کمبود آب در این زمان می‌تواند عملکرد را به‌دلیل افزایش غده‌های بدشکل کاهش دهد. در این مرحله می‌بایست از کمبود آب که می‌تواند بر عملکرد کمی و کیفی محصول تأثیر منفی بگذارد، پرهیز شود. در اواخر فصل رشد و با شروع پیری گیاه می‌بایست آبیاری به‌صورت تنظیم‌شده صورت گیرد تا از خیسی زیاد خاک پرهیز شود. آب زیادی در آخر فصل رشد می‌تواند سبب بیماری‌هایی مانند: پوسیدگی باکتریایی نرم، پوسیدگی صورتی و پوسیدگی آبکی شود. برای تشکیل پوست غده‌ها و ضخیم شدن آن‌ها می‌بایست در زمان خشکیدن شاخ و برگ‌ها، آب قابل دسترس خاک به حدود ٦٠ تا ٦٥ درصد برسد. در صورت شرایط خشک‌تر خاک در این زمان، احتمال توسعه تغییر رنگ انتهای غده وجود دارد.

۳- پیش از برداشت، آبیاری باید شرایط را برای بهینه شدن شرایط رطوبتی خاک و میزان آبداری غده‌ها در هنگام برداشت مهیا کند. در صورت بروز شرایط نسبی خشکی خاک (آب قابل دسترس کم‌تر از ٦٠ درصد)، غده‌های رسیده آب خود را از دست می‌دهند و احتمال ایجاد لکه سیاه در اثر کوبیدگی افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، مزرعه باید کمینه یک هفته قبل از برداشت برای دوباره آبدار کردن غده‌ها آبیاری شود. در صورتی‌که در طی رسیدن غده آب قابل دسترس خاک بالای ٦٠ درصد (بیشینه تخلیه مجاز رطوبتی خاک کم‌تر از ٤٠ درصد) نگهداری شده است، می‌توان ۲ تا ۳ روز قبل از برداشت آبیاری را انجام داد. هم‌چنین باید از خیس شدن خاک به‌دلیل افزایش قابلیت لهیدگی، پارگی و بریدگی، جراحت و خراش و نیز مشکل سختی جدا شدن خاک از غده‌ها و مسائل پوسیدگی انباری جلوگیری کرد.

فهرست منابع

۱-جاهدی، آژنگ؛ هرمز سلطانی؛ امیر ارجمندیان؛ مزدشت گیتی؛ عزیز باقری؛ سید معین‌الدین رضوانی؛ کامران آذری؛ مراد محمدی؛ امیرحسین افشار و زهید ناصری ملکی. ١٣٩٦. راهنمای سیب‌زمینی (کاشت، داشت، برداشت و انبارداری)؛ فصل چهارم: داشت، صفحه ٦٧ تا ١٦٢. کرج، ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.

۲-رضوانی، سید معین‌الدین. ١٣٩٦. راهنمای سیب‌زمینی (کاشت، داشت، برداشت و انبارداری)؛ فصل چهارم: داشت، مدیریت آبیاری در زمان داشت سیب‌زمینی، صفحه ١٣٨ تا ١٤٥. کرج، ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.

3-Cherlinka, V. 2024. Growing Potatoes: Requirements, Conditions, And Techniques. EOS Data Analytics. Available: https://eos.com/blog/how-to-grow-potatoes/. Last Access 10/19/2024.

4- CropWatch. Potato growth and irrigation scheduling. University of Nebraska-Lincoln extension service Available:

[2]- Shatter bruise

[3]- Thumbnail cracking

https://cropwatch.unl.edu/potato/plant_growth. 1Last Access 10/19/2024.

5- Ephytia. 2018. Brown heart and hollow heart. Available: http://ephytia.inra.fr/en/C/21135/Potato-Brown-heart-and-hollow-heart (2024-09-27). Last Access 10/19/2024.

6- FAO. 2014. Crop Water Information: Potato. Available: https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/potato/en/ (2024-09-25). Last Access 10/19/2024.

7- King, B.A., Stark, J.C. and Neibling, H. 2020. Potato irrigation management (pp. 417-446). Springer International Publishing.

8- Halsall, M. 2021. Banding Together to Stop Potato Early Dying in Canada. Spud Smart. Seed World . Last Access 10/19/2024.

Group. Available: https://spudsmart.com/banding-together-to-stop-potato-early-dying-in-canada/ (2024-10-04). Last Access 10/19/2024.

9- Vales, M.I. and Yilma, S. 2006. OSU Potato Breeding and Genetics Program. Organic Growers meeting. Dept. of Crop and Soil Science Corvallis, Oregon State University. Available: https://horticulture.oregonstate.edu/sites/agscid7/files/horticulture/department-of-horticulture/vales_organicgrowers_feb2006.pdf. Last Access 10/19/2024.

10- Voyle, G. 2016. Hollow heart in potatoes. Michigan State University Extension. Available: https://www.canr.msu.edu/news/hollow_heart_in_potatoes