

مکانیسم‌های مقاومت به تنش خشکی و شوری در گیاهان باغی

تنش خشکی

اغلب واژه صحیح تر تنش کمبود آب به واژه تنش آب خلاصه می شود. از آنجا که تنش آب در شرایط طبیعی محیطی، اکثراً از کمبود نزولات آسمانی که به خشکی معروف است، ناشی می شود، این نوع تنش را تنش خشکی می نامند. در شرایط آزمایشگاه می توان با فراهم کردن شرایط اتلاف آب، به صورت تعرق از برگ‌ها، تنش آب را شبیه سازی نمود. به تنشی که بدین ترتیب ایجاد می شود تنش پسا بیدگی گفته می شود. همچنین تنش آب، در پی وقوع تنش شوری و تنش اسمزی نیز به وجود می آید.

از نظر هواشناسی خشکی به یک دوره بدون باران اطلاق می گردد. از نظر کشاورزی خشکی یک دوره می باشد که منجر به کاهش عملکرد می شود و از نظر فیزیولوژیکی خشکی فراتر از فقدان بارندگی بوده و شامل پایین بودن آب قابل استفاده (آب قابل دسترس) در خاک، زیاد بودن تعرق، افزایش دما و آسیب دیدن ساختمان سلولی و تابش بیش از حد خورشید که منجر به اکسیداسیون نوری می شود. همچنین افزایش سختی خاک، غیر قابل دسترس شدن مواد غذایی خاک، تجمع نمک ها در لایه‌های بالایی خاک که منجر به تنش اسمزی می شود. از آثار خشکی می باشند. در اثر خشکی، به دلیل کاهش آب قابل دسترس به گیاه، تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف به وجود می آید.

سیب و تنش خشکی

درختان بارور سیب تا هنگامی که میوه ها به یک سوم الی نصف رشد خود برسند به تنش خشکی مقاومت نشان می دهند . اما بعد از این مرحله تا رسیدن میوه ها به اندازه طبیعی به آبیاری منظم نیاز دارند . درختان جوان و غیر بارور سیب نباید در معرض تنش خشکی زود هنگام قرار گیرند . در اثر کمبود آب به دلیل افزایش دما و در معرض آفتاب قرار گرفتن میوه ها، عارضه آفتاب سوختگی افزایش می یابد. تیمار کائولین پاشی روی میوه ها احتمال دارد عارضه فوق را کاهش دهد. بین مرحله کاهش رشد شاخه ها تا زمان برداشت محضول، اگر میزان آب قابل استفاده در خاک، ۲۵ درصد باشد، میزان رشد میوه ها به نحو قابل توجهی کاهش می یابد. همچنین اگر میزان آب قابل دسترس خاک ۳۵ درصد باشد تقسیم سلولی در گیاه محدود می شود.

از شاخص های مناسب برای ارزیابی تنش در سیب، میزان زاگزانتین و گلوکاتینون می باشد. علاوه بر آن تشکیل اسکوربات و سوربیتول شاخص های مطمئنی بر وجود تنش خشکی متوسط در درختان سیب می باشد. از ابزارهای مناسب برای بررسی تنش خشکی در درختان سیب، اندازه گیری پارامتر های بیوشیمیایی نسبت به پارامترهای فیزیولوژیکی می باشد.

هلو و تنش خشکی

ارقام هلو و شلیل زودرس در ابتدای فصل رشد تا دوره برداشت به آبیاری کامل نیاز دارند. بعد از برداشت محصول آبیاری را به طور محسوس به غیر از مرحله تمایز جوانه ها که معمولاً در اواخر مرداد تا شهریور انجام می گیرد، می توان کاهش داد. تنش خشکی در مرحله تمایز جوانه ها منجر به تشکیل میوه های دوقلو می گردد. اما ارقام دیر رس هلو، می توانند در مرحله دوم رشد میوه ها و همچنین بعد از برداشت محصول در معرض خشکی قرار گیرند. مرحله دوم رشد میوه ها با سرعت کندی انجام می شود و همزمان با سفت شدن هسته و شروع مرحله سوم رشد میوه ها می باشد. مرحله دوم رشد میوه ها ۴ هفته بعد از تشکیل میوه، آغاز می شود.

هلوهای هسته چسبان نباید از او اخر مرحله اول و یا اوایل مرحله دوم در معرض تنش خشکی قرار گیرند. برای جلوگیری از شکاف هسته نباید در ارقام حساس، آبیاری بی رویه انجام داد. تنش آب در درختان هلو که محصول کمتری داشته اند تأثیر چشمگیری در وزن میوه ها نداشته و این امر نشانگر بی اثر بودن تنش آبی در جذب مواد غذایی از طرف میوه ها می باشد و محدودیتی از طرف منابع ت آمین کربوهیدرات (برگ ها) در تغذیه میوه ها ایجاد نمی شود. اما تنش آب در درختان پر محصول هلو سبب کاهش وزن میوه ها می شود. این پدیده می تواند ناشی از منبع نئمین کربوهیدرات در شرایط تنش باشد. هلو از نظر مقاومت به خشکی از بادام حساس تر است.

در برگ ها و ریشه هلو در واکنش به تنش خشکی میزان قند های محلول و سوربیتول افزایش می یابد. اما میزان نشاسته در ریشه ها با افزایش تنش خشکی، کم می شود. هلو در شرایط کمبود آب با افزایش ضریب مصرف آب و تنظیم هدایت رو زنه ای در

مقابل تنش خشکی مقاومت نشان می دهد. میزان سوربیتول برگ در پتانسیل اسمزی ۱/۹- مگاپاسکال به حداکثر می رسد و در این حالت، برگ ها از تورژسانس کامل برخوردار می باشند. هنگامی که میزان فتوسنتز در اثر کمبود آب کاهش می یابد، تبادل یون های آلی به کندی انجام می گیرد و سنتز سوربیتول از تولید ساکارز جلوگیری می کند. در شرایط کمبود آب، هدایت روزنه ای برگ های هلو کاهش می یابد. طبق اظهار پژوهشگران، میزان هدایت روزنه ای می تواند به عنوان یک شاخص مناسب برای اندازه گیری تنش خشکی در هلو باشد. زیرا به موازات کاهش هدایت روزنه ای، میزان فتوسنتز برگ های هلو نیز کاهش می یابد.

گیلاس و تنش خشکی

درختان گیلاس و حتی آلبالو باید قبل از برداشت محصول به طور منظم آبیاری شوند. بعد از برداشت محصول، کاهش آبیاری را به غیر از مرحله تمایز جوانه ها می توان اعمال نمود. تحت تأثیر تنش خشکی، میزان فتوسنتز در گیلاس کاهش می یابد و مقاومت روزنه ای، همراه با مقاومت مزوفیلی برگ ها برای جذب و تثبیت دی اکسیدکربن افزایش می یابد.

بادام و تنش خشکی

بادام به عنوان یکی از گونه های مقاوم به خشکی مطرح می باشد که به طور معمول در حاشیه نواحی کم آب یا در مناطق بیابانی رشد می کند. تفاوت های بین گونه ای در مورد ظرفیت فتوسنتز می تواند ناشی از لیپیدهای تیلاکوئیدی و ظرفیت غشایی در تحمل تنش اسمزی باشد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که در ارقام مقاوم بادام، تنش اسمزی ناشی از خشکی به دلیل افزایش تحمل غشاء تیلاکوئیدی نسبت به از دست دادن آب می باشد. وجود لیپید فراوان و ترکیب لیپید های تشکیل دهنده به ویژه گلاکتولیپیدها در غشاء تیلاکوئیدی موجب افزایش سازگاری و حفظ ظرفیت فتوسنتز در بادام می شود.

آبیاری در اوایل فصل رشد از نظر سفت شدن هسته بادام و همچنین باروری طولانی مدت الزامی می باشد. میوه های بادام فاقد الگوی رشد مرحله سوم می باشد. لذا درختان در این مرحله به آب زیاد نیاز ندارند. درخت بادام در طول رشد شاخه ها که منطبق با مرحله رشد دوم میوه ها می باشد به کمبود آب مقاوم است، لذا این امر موجب مقاومت بادام به خشکی می شود، بنابراین می توان در تپه های خشک که برای کشت هلو مناسب نیست بادام را جایگزین کرد. در ارقام زودرس یا میان رس بادام می توان به طور قطعی آبیاری را بین اواخر خرداد تا هنگام برداشت محصول که به مدت دو ماه می باشد، متوقف نمود. ارقام دیررس بادام نیز به مدت دو ماه تا قبل از برداشت محصول تنش خشکی را تحمل می کنند. متوقف نمودن آبیاری دو ماه قبل از برداشت فقط موجب کاهش ۱۰ درصد از وزن مغز میوه های بادام می باشد. اما به طور موثر از شکاف خوردن پوسته نرم جلوگیری می گردد. آبیاری درختان بادام دو هفته قبل از برداشت سبب شکاف خوردن پوسته نرم (غلاف میوه) می گردد. تنش

شدید خشکی، سبب کاهش اندازه و کیفیت میوه ها گردیده و موجب دیررس شدن محصول می شود. نتایج تحقیقات نشان می دهد که توقف آبیاری بعد از برداشت محصول موجب کاهش گلدهی و کاهش تشکیل میوه می گردد. در دوره تمایز جوانه های گل که طی اواخر مرداد الی اواخر شهریور انجام می گیرد، تنش کمبود آب موجب کاهش محصول در سال آتی می گردد. اما در مناطق شمالی که بارندگی بعد از برداشت به موقع به وقوع می پیوندد به آبیاری بعد از برداشت نیاز نمی باشد. روش آبیاری قطره ای یا آبیاری سطحی در دوره برداشت محصول برای ی درختان بادام مناسب نمی باشد. حذف برگ ها در دوره قبل از برداشت محصول و آبیاری درختان بادام بعد از برداشت محصول موجب تشکیل برگ های جدید می شود. برعکس توصیه های معمول، این عمل سبب بهتر شدن وضعیت آبی درختان در طی مرحله بحرانی تشکیل جوانه های گل می گردد. گلدهی در اواخر فصل رشد، موجب کاهش محصول سال آتی می شود. گلدهی در اواخر فصل رشد ناشی از سرد شدن هوا و ریزش برگ ها در آبان ماه و متعاقب آن افزایش دمای هوا می باشد. محدود کردن آبیاری در اواخر پاییز احتمالاً سبب کاهش گلدهی بی موقع شود. نتایج به دست آمده نشان می دهد روش کمبود آبیاری تنظیم شده در کنترل تلفات آب در بادام موثر بوده اما برای اجتناب از مشکلات تشکیل میوه طی تمامی جوانه ای گل باید میزان پتانسیل اسمزی برگ ها از $-1/5$ - مگاپاسکال کمتر باشد. بهترین روش مشخص نمودن نیاز آبی بادام می تواند از طریق اندازه گیری، پتانسیل آب شاخه ۱۰، در وسط روز باشد. نتایج آزمایش ها نشان می دهد در شرایط کنترل شده آبیاری، می توان ۳۳ درصد در آب مصرفی، صرفه جویی نمود. اما استفاده از این راهبرد، آستانه مصرف آب در طولانی مدت، موجب کاهش اندازه میوه ها می شود. در ارقام مقاوم بادام به تنش خشکی، کاهش هدایت روزنه ای موجب کاهش دی اکسیدکربن

زیر روزه‌ای می‌شود اما در ارقام حساس به خشکی، علاوه بر کاهش هدایت روزه، میزان تثبیت دی‌اکسیدکربن نیز کم می‌شود. در مقاومت به تنش‌های کوتاه مدت به تنش خشکی عوامل روزه‌ای دخالت دارند اما در تنش طولانی مدت، عوامل غیر روزه‌ای نقش دارد.

پسته و تنش خشکی

درختان پسته نباید از اوایل فصل رشد تا اوایل خرداد ماه در معرض تنش خشکی قرار گیرند. بادهای گرم و خشک سبب ریزش خوشه‌های تازه بارور شده پسته می‌شود. در ارقامی از پسته که دارای پایه‌های حساس به ورتیسیلیوم می‌باشند باید از آبیاری بیشتر و مرطوب نگه داشتن خاک جلوگیری شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد روش کمبود آبیاری کنترل شده هرچند سبب تنش خشکی در بعد از دوره رسیدن درون بر سفت و چوبی میوه به اندازه‌نهایی و قبل از رشد سریع مغز میوه می‌شود، اما تاثیر منفی در عملکرد پسته ندارد.

تنش شدید خشکی از اوایل تیر تا اواخر مرداد سبب کاهش عملکرد و کاهش خندان شدن میوه (شکافتن درون بر) می‌شود. در ضمن کمبود آب از اواخر مرداد تا برداشت محصول موجب کاهش عملکرد و کاهش خندان شدن پسته می‌گردد. اگر میزان بارندگی سالانه ۵۰ میلی‌متر باشد پسته قادر به رشد می‌باشد اما مسلماً در چنین شرایطی بدون آبیاری کافی، عملکرد آن به شدت کاهش می‌یابد. برای تولید محصول کافی به ویژه در فصل گرم هر ۱۰ روز یکبار و در پاییز هر ۲۵ روز یکبار به آبیاری منظم نیاز می‌باشد. برگ‌های برخی از ارقام پسته نظیر رقم پسته

کرمان در شرایط تنش خشکی و حتی شوری قادر هستند در پناسیل اسمزی ۵- مگاپاسکال به عمل فتوسنتز ادامه دهند.

گردو و تنش خشکی

در کشت متراکم گردو به غیر از دو الی سه هفته ی اواخر پاییز آبیاری منظم الزامی می باشد. میزان محصول طبیعی به تعداد آبیاری های فصل رشد بستگی دارد . در کشت متر اکم پخش یکنواخت دوره های آبی اری در طول فصل رشد می تواند راهکار مناسبی باشد . آبیاری در ارقام حساس به گرما ، دو هفته قبل از برداشت محصول از عارضه آفتاب سوختگی جلوگیری می کند . کائولین پاشی می تواند آفتاب سوختگی را کاهش دهد . در شرایط آب و هوای خشک ، مغز میوه به طور کامل رشد نمی کند.

در ضمن، کمبود آب موجب عدم تشکیل میوه در سالی آتی شده و در اثر خشکی تجمع کربوهیدرات، رشد مغز میوه و حتی شاخه ها کاهش می یابد. در رقم گردوی چاندلر که دارای باروری ج انبی می باشد ، وسط روز که مقدار پشمیل آب در شاخه بین ۰/۳۵- الی ۰/۵- مگاپسگال باشد، میانگین ماهانه رشد شاخه ها ، ۳۰ الی ۴۰ سانتی متر بوده اما هنگامی که پتاسیل آب در اثر تنش خشکی، به ۰/۵- الی ۰/۷- مگاپاسکال تقلیل یابد ، سرعت رشد شاخه ها کاهش یافته و میانگین رشد ماهانه شاخه ها به ۲/۵ الی ۲۰ سانتی متر می رسد. در تنش- های خشکی منفی تر از ۰/۷- مگا پاسکال، رشد شاخه ها متوقف می شود. در ادامه آزمایش، نتایج تحقیقات نشان می دهد که کاهش رشد شاخه ها بین پ نلسیل آب

۰/۳۴- الی ۰/۶۲- مگاپاسکال معنی دار نبوده و می توان با تنظیم آبیاری ، بدون اینکه منجر به کاهش رشد شاخه ها شود ، پشمیل آب شاخه ها را در ۰/۶۲- مگاپاسکال حفظ نمود . اما در پتانسیل آب منفی تر از ۰/۶۲- مگاپاسکال، الی ۰/۷۲- مگاپاسکال، نمو جوانه های بارور به شدت کاهش می یابد و تعداد گل های داخل جوانه ها نیز تقلیل می یابد. نتایج فوق نشان می دهد که ارقام با باروری جانبی، خشکی ملایم را تحمل می کنند اما تنش خشکی شدید ، علاوه بر کاهش رشد شاخه ها موجب کاهش عملکرد می شود . ارقام پیوند شده بر روی پایه های پارادوکس نسبت به پایه گردوی سیاه کالیفرنای شمالی مقاوم به تنش خشکی بوده و عملکرد ارقام پیوند شده بر روی این پایه نسبت به پایه گردوی سیاه کالیفر نیای شمالی ۳۰ درصد بیشتر می باشد.

تنش شدید خشکی موجب سیاه شدن مغز میوه های گردو می شود اما تنش ملایم تاثیر چندانی در کاهش کیفیت مغز میوه ندارد و مقدار محصول هم تحت تاثیر خشکی ملایم قرار نمی گیرد. در خشکی ملایم پایه های گردوی کالیفرنای شمالی کمتر در معرض عارضه زوال گردو قرار می گیرند.

توت فرنگی و تنش خشکی

در مورد رفتار های فیزیولوژیکی و تغییرات مورفولوژیکی توت فرنگی ، در شرایط تنش خشکی مطالعات کمتری انجام گرفته است . واکنش ارقام مختلف توت فرنگی نسبت به تنش خشکی مطالعات کمتری گرفته است . واکنش ارقام مختلف توت فرنگی نسبت به تنش خشکی متفاوت می باشد . بعضی از ارقام توت فرنگی نظیر السانتا در شرایط کاهش آبیاری ، قادر به حفظ کار آیی مصرف آب، سرعت فتوسنتز

خالص خود نسبت به ارقام دیگر می باشد . طبق آزمایش های انجام شده ، تنش خشکی در تمامی ارقام توت فرنگی موجب کاهش سطح برگ می شود اما در بعضی از ارقام، توسعه ریشه کمتر تحت تاثیر خشکی قرار می گیرد.

تعداد روزنه ها در ساقه های روند (دستک) توت فرنگی، $0/15 - 0/06$ عدد اما در برگ ها بین 320 الی 350 عدد در هر میلی متر مربع می باشد. پیتلسیل آب در ساقه های رونده، کمتر از برگ ها است. تعرق در ساقه های روند به دلیل کمبود روزنه از طریق کوتیکول انجام می شود و انتقال آب در ساقه های رونده ناشی از فشار ریشه ای می باشد. در شرایط تنش خشکی، انتقال آب در اثر فشار ریشه ای، با کانال های آبی به اندام های هوایی انجام می گیرد ساقه های روند به ویژه در اواخر تابستان و بعد از برداشت محصول رشد سریع انجام می دهند و به یک منبع قوی مصرف کننده آب و مواد غذایی تبدیل می شوند. ساقه های رونده به عنوان یک بافت ویژه انتقال دهنده عمل می کنند و چوب اولیه در نوک ساقه های روند ه در بخش پایین ساقه های رونده به آوند چوبی تبدیل شده و به یک کانال انتقال دهنده آب تبدیل می شود. همچنین افزایش شیب پیتلسیل آب در آوند های چوبی به وجود آمده، همراه با شیب پیتلسیل ضمیحه ایجاد شده از طریق تعرق و فعالیت ATP که از نوک ساقه های رونده به سمت پایین آنها به وجود می آید، انرژی لازم برای انتقال یون ها را فراهم می کند. کانال های آبی به عنوان انتقال دهنده آب در فضای بین سلولی عمل می کنند. نتایج تحقیقات نشان می دهد که در اثر تنش خشکی و با توجه به موارد ذکر شده ساقه های روند ه به ویژه به دلیل کمبود پناسیل آب، بیشتر از بوته های مادری تحت تاثیر قرار می گیرند . در شرایط خشک، سرعت تنفس ساقه های رونده کمتر از برگ ها می باشد. در بوته های توت فرنگی پیتلسیل آب ۱- مگاپاسکال آستانه تاثیر خشکی می باشد و در $1/7$ -

مگاپاسکال پژمردگی شروع شده و در ۲/۵- مگاپاسکال پژمردگی غیر قابل برگشت اتفاق می افتد. به طور کلی توت فرنگی به آب بیشتری نیاز دارد و این امر ناشی از ریشه های سطحی، سطح برگ بیشتر و داشتن میوه هایی با محتوای آب بالا می باشد. در شرایط کمبود آب جلوگیری از رشد می تواند از مکانیسم های مقاومت توت فرنگی در برابر خشکی باشد. بین آب قابل دسترس و رشد بوته های توت فرنگی همبستگی مثبتی وجود دارد. کاهش سطح برگ برای جلوگیری از اتلاف آب نیز از مکانیسم مقاومت ارقام توت فرنگی نسبت به تنش خشکی می باشد و در عوض افزایش سرمایه گذاری در ریشه که منتج به ارتفاع عمق ریشه می شود به جذب آب بیشتر منجر می گردد. در اکثر ارقام توت فرنگی تنش خشکی سبب افزایش نسبت ریشه به اندام های هوایی می شود. در مورد تغییر تعداد روزنه در شرایط کم آبی گزارش های ضد و نقیضی ارائه شده است.

چنین نتایج متضادی نشان می دهد که ارقام مختلف توت فرنگی احتمالاً به عوامل بیرونی با روش های متفاوتی پاسخ می دهند. بعضی محققان معتقدند که افزایش تراکم روزنه در شرایط کمبود آب، مکانیسم سازگاری نبوده، بلکه نتیجه منطقی ناشی از سطح برگ کمتر گیاهان تنش دیده می باشد. در طول کمبود آب، احتمالاً فعالیت روزنه ای سریع، موثرترین روش سازگاری در مقابل خشکی باشد. در ارقام مقاوم به شرایط خشک، اغلب تراکم روزنه در واحد سطح برگ کمتر بوده و ابعاد روزنه ها کمتر می باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده، عوامل فتوسنتزی در بوته های توت فرنگی حدوداً تحت تاثیر خشکی قرار می گیرد. توانایی بوته ها برای تنظیم تبادل گازی از طریق روزنه ها، به کنترل روابط آب و جذب دی اکسیدکربن منجر می شود. بر اساس عقیده بسیاری از محققان بسته شدن روزنه ها، عامل اصلی تعیین کننده کاهش

فتوسنتز در شرایط تنش ملایم (۱- مگاپاسکال) و متوسط (۱۱/۵ مگاپاسکال) می باشد. معمولاً در گیاهان تنش دیده بعضی از ارقام توت فرنگی، کارآیی مصرف آب (WUE) در مقایسه با بوته های شاهد بیشتر می باشد. کارآیی مصرف آب می تواند به صورت نسبت شدت فتوسنتز به شدت تعرق یا به شدت هدایت برگی برای بخار آب، مورد استفاده قرار گیرد و به طور معنی داری به ارقام مختلف توت فرنگی وابسته می باشد. کارآیی مصرف آب بالا در شرایط تنش، نشانگر شدت بیشتر فتوسنتز خالص در طول تعرق پایین می باشد. اکثر ارقام توت فرنگی در تنش ملایم و متوسط، به افزایش کارآیی مصرف آب متمایل می باشند. کارآیی بالای مصرف آب، منعکس کننده توانایی برای حفظ ظرفیت فتوسنتزی در شرایط کمبود آب و مقاومت در برابر خشکی می باشد. مرحله بحرانی رشد، در بوته های توت فرنگی دوره استقرار گیاهچه های جوان در خاک می باشد. در این دوره گیاهان جوان به مدت دو هفته به هر نوع تنش آب حساس می باشند. زیرا در دوره استقرار گیاهچه ها، سیستم ریشه ای ضعیف بوده و تارهای نازک ریشه بوته ها قدرت جذب آب کافی را ندارند. در سال باروری در شرایط خشکی متعادل و بدون آبیاری، کاهش عملکرد به ۳۳ درصد می رسد. در شرایط بدون تنش سرعت فتوسنتزی توت فرنگی ۳۵ میلی گرم دی اکسید کربن بر دسی متر مربع بر ساعت می باشد، اما در شرایط تنش به ۱۶ میلی گرم دی اکسید کربن بر دسی متر مربع بر ساعت تقلیل می یابد. در تنش ملایم که میزان آب مورد استفاده ۷۵ درصد نیاز کامل بوته ها می باشد، سطح برگ می تواند کمتر از نصف شرایطی باشد که گیاهان در شرایط آبیاری کامل قرار می گیرند.

تنش کمبود آب در تعداد گل، تشکیل میوه در هر بوته و اندازه میوه و اثر منفی دارد. در بوته های تحت تنش آب تعداد میوه در هر بوته ۳۰ درصد کاهش می یابد و

عملکرد تا ۸۰ درصد نسبت به بوته های شاهد تقلیل می یابد. در بوته های توت فرنگی تحت تنش خشکی، میوه ها سریع تر می رسند و از نظر اندازه کوچک می باشند. طعم و مزه میوه های توت فرنگی به ترکیبات فرار و غیر معطر بستگی دارد. ترکیباتی نظیر اسید های آلی، فنول ها، تانن ها و قند ها در طعم و عطر میوه های توت فرنگی موثر می باشند. تنش ملایم خشکی، موجب افزایش سنتز مواد معطر در توت فرنگی می شود. در حین تشکیل میوه، تنش شدید خشکی، سبب افزایش آلدئید -۳- هگزال و استا آلدئید می شود.

ایجاد تنش های ملایم خشکی می تواند به عنوان ابزار مدیریتی در افزایش مواد معطر توت فرنگی باشد.

نتایج تحقیقات نشان می دهد که اگر رطوبت خاک حدود ۶۵ درصد ظرفیت مزرعه در عمق ۶۰ سانتی متری خاک باشد، میزان محصول به حد اکثر عملکرد در بوته های توت فرنگی نزدیک می باشد. اگرچه احتمالاً کسب حداکثر عملکرد در برخی از مناطق که با کمبود آب مواجه می باشند و تامین آب هزینه زیادی دارد، اقتصادی نباشد. روش ساده ای که برای تخمین نیاز آب در بوته های توت فرنگی بکار می برند، قراردادن یک سطل روی بوته در اول شب می باشد. در صبح فردای آن روز اگر روی برگ های جوان قطرات آب ناشی از تعریق از طریق روزنه های آبی مشاهده شود، بوته ها در شرایط مطلوب آب قرار دارند. تعریق در اثر فشار ریشه و در طول شب، هنگامی که تعرق کمتر می باشد و رطوبت هوا و خاک بیش تر است، انجام می گیرد.

انار و تنش خشکی

به طور کلی درختان انار مقاوم به شرایط گرم و خشک بود ه و در این نوع شرایط اقلیمی محصول مناسبی تولید می کنند. در دوره رشد و نمو میوه ها، کمبود رطوبت خاک، موجب کاهش حجم میوه ها می شود. رشد و نمو مطلوب میوه های پاییز ه، ناشی از وجود رطوبت کافی خاک در اواخر تابستان و اوایل پاییز می باشد. کمبود بیش از حد آب ، سبب ریزش زود هنگام برگ های انار می شود . همچنین تنش کمبود آب موجب خشک شدن نوک شاخه ها می شود. خشکی موجب تشکیل دانه های کم آب و خشک در میوه ها می شود . در تنش کمبود آب دانه ها بزرگتر و چوبی شده و بافت پارانشیم اطراف دانه ها که آریل نامیده می شود نازک تر می شود.

برخی از درختان میوه مقاوم به خشکی

از گیل ژاپنی از درختان میوه ی مقاوم به شرایط گرم و خشک می باشد که در شرایط فوق عملکرد مناسبی دارد . انبه از درختان میوه ای است که در شرایط خشک، مقاومت فوق العاده ای دارد. خرمندی (خرمای مرد فقیر) که از گونه های وحشی خرمالو به شمار می آید نسبت به دیگر گونه های خرمالو مقاومت بیشتری به خشکی نشان می دهد و در مناطق خشک ، خرمندی به عنوان پایه برای ارقام خرمالو مورد استفاده قرار می گیرد. زیتون گوجه از درختان میوه مقاوم به خشکی

می باشد اما در مرحله گلدهی و تشکیل میوه همچنین در مرحله افزایش اندازه‌های میوه به آبیاری نیاز دارد. خرما از درختان میوه مناطق گرمسیری بوده که علاوه بر شرایط شور و غرقات به خشکی نیز مقاوم می باشد. انار از درختان میوه نیمه گرمسیری به شمار می آید که به اقلیم های نیمه خشک و خشک سازگار بوده و بسیار مقاوم به خشکی می باشد. این گیاه در مناطق با تابستان‌های گرم و خشک و طولانی میوه‌هایی با کیفیت بهتر تولید می کند.

پایه های مقاوم درختان میوه به خشکی

در مناطق خشک، برای افزایش مقاومت درختان میوه می توان از پایه های مقاوم به تنش خشکی استفاده نمود. زیرا بین پایه و پیوندک ارتباط فیزیولوژیکی وجود دارد و از این نظر پایه و پیوندک اثرات متقابل روی یکدیگر دارند. انتخاب پایه مناسب با شرایط موجود امر مهمی می باشد.

پایه های گیلان

معمولا پایه های محلب علاوه بر ویژگی پاکو تاهی، به خاک های شنی، آهکی و شرایط خشک مقاوم می باشند. برخی از دورگ های به وجود آمده از محلب و گیلان های وحشی (M×M) نیز به شرایط خشک مقاوم می باشند. عادت ریشه دهی عمیق محلب که موجب جذب آب از ذخایر زیرزمینی می شود موجب مقاومت آن به خشکی می گردد.

پایه های گلابی

پایه های گونه وحشی که منشاء لبنانی دارند ، به خاک های خشک مقاومت فوق العاده ای دارند همچنین پایه های بذری گونه آسیای شرقی نسبت به دیگر پایه ها مقاومت بسیار زیادی به شرایط خشک دارد.

پایه های هلو

درختان هلو در مناطق خشک و نیمه خشک به صورت تجاری پرورش داده می شوند. اما برای بقای زندگی درختان هلو یا تولید تجاری آنها آبیاری امر ضروری می باشد. بنابراین مقاومت به خشکی از صفات مطلوب هلو به شمار می آید . نهال های بذری هلو (شفتالو) ، زردآلو و بادام تا حدودی مقاوم به خشکی می باشند . مشکلی که در مورد استفاده از پایه های مقاوم خشکی برای هلو مطرح می باشد ناسازگاری پیوندی بین پایه و پیوندک است.

پایه های دورگ بادام و هلو (GF677) و دورگ بادام و شلیل (GF557) به خاک های خشک همچنین آهکی مقاومت بیشتری دارند.

پایه های آلو

پایه های بادام به دلیل ریشه ه ای عمیق ، نسبت به خشکی مقاوم هستند اما با ارقام آلو احتمال ناسازگاری دارند . آلوی ماریانا ۴۰۰۱ تا حدودی مقاوم به شرایط خشک می باشد.

پایه های انگور

انگور هایی با منشاء اروپا - آسیا که بخش عظیم ارقام تجاری انگور را تشکیل می دهند مقاوم به شرایط خشک و نیمه خشک و حتی شوری متوسط می باشند . اما این نوع ارقام به شته فیلو کسرا حساس می باشند . در مناطقی که آلوده به شته فیلو کسرا می باشند از پایه های امریکایی که به این شته مقاوم هستند، استفاده

می شود. پایه 11OR که دورگ ویتیس روپستریس و وی تیس برلانگیری می باشد، مقاومت بیشتری به خشکی دارد. پایه 14ORU نیز مقاوم به خشکی می باشد.

پایه های پسته

به طور کلی ، پسته از درختان میوه مقاوم به خشکی می باشد . پایه های چاتلانقوش که به طور طبیعی در مناطق کوهستانی ایران موجود می باشد نسبت به پایه های بنه و پسته اهلی به شرایط خشک مقاومت فوق العاده نشان می دهد.

روش های کاهش مصرف آب درختان میوه در شرایط تنش خشکی

مدیریت آبیاری

با مدیریت آبیاری صحیح درختان میوه به ویژه در مناطق خشک با استفاده از آب کمتر در حین جلوگیری از اتلاف آب ، می توان میزان عملکرد را در حد مطلوب حفظ نمود. نفوذ یکسان آب به نوع خاک بستگی دارد. اگر میزان نفوذ آب به داخل خاک کمتر باشد می توان با کاهش تعداد جوی های در حال آبیاری ، نفوذ آب به داخل خاک را افزایش داد . کاهش سرعت جریان آب برای جلوگیری از هدر رفتن آب از عوامل بسیار مهم در صرفه جویی آب می باشد . سیستم کم بود آبیاری کنترل شده روش عملی می باشد که با استفاده از آب کمتر تاثیر مشابه آبیاری معمولی را می توان مشاهده نمود . در آبیاری نشتی باید سرعت جریان آب در انتهای جوی های آب بیشتر باشد و سپس متوقف گردد. آبیاری به روش قطره ای از روش های بسیار موثر صرفه جویی در آب می باشد. اگر میزان نفوذ آب به داخل خاک کمتر باشد ، می توان با کاهش تعداد جوی های در حال آبیاری ، نفوذ آب به داخل خاک را افزایش داد. کاهش سرعت جریان آب برای جلوگیری از هدر رفت آب از عوامل مهم در صرفه جویی آب می باشد . در آبیاری نشتی (FURROW

IRRIGATION) باید سرعت جریان آب در انتهای جوی های آب بیشتر باشد و سپس متوقف گردد. در آبیاری نشتی نفوذ آب در ابتدای آبیاری به صورت افقی بوده و ناشی از نیروی موینگی و نفوذ عمقی آب در اواخر آبیاری به دلیل نیروی ثقل می باشد. آبیاری در طول شب از تبخیر آب جلوگیری می کند.

تنش شوری

انتقال و تجمع یون ها در واکوئل ها موجب افزایش پتاسیل اسمزی شده و به آنزیم های حساس سیتوپلاسم ها نیز آسیب وارد نمی شود. در این نوع برگ ها، با تجمع پرولین در سیتوپلاسم، روابط آبی بین سیتوپلاسم و واکوئل حفظ می شود. عدم جذب یون کلر با ریشه های پایه های مورد استفاده، جایگزین کردن یون پتاسیم به جای یون های سدیم نیز از مکانیسم های مقاومت پایه ها در مقابل شوری خاک می باشد.

پایه های مقاوم درختان میوه به شوری

پایه های سیب

در بررسی انجام شده در شرایط درون شیشه ای بین مقاومت دو پایه سیب گمی (گمی آلماسی) و M26 نسبت به شوری مشاهده شده است که پایه سیب گمی نسبت به پایه M26 از مقاومت بیشتری برخوردار می باشد. با افزایش غلظت شوری، میزان پرولین و قندهای محلول در پایه سیب گمی بیشتر از پایه M26 افزایش می یابد. پایه سیب گمی از ارقام پاکوتاه سیب کشورمان می باشد. سیب گمی زیر گونه ای از سیب با عنوان پارادسیکا بوده و در فلات ایران موجود می باشد.

پایه های بادام

یکی از پایه ها یی که برای بادام مورد استفاده قرار می گیرد، پایه های بذری هلو می باشد. پایه های بذری هلو نسبت به پایه های بذری بادام، حساسیت زیادی در مقابل بر و کلر نشان می دهند اما در مقابل زیادی سدیم تا حدودی مقاومت نشان می دهند. پایه های دورگ هلو و بادام (GF677)، نسبت به پایه های بادام سدیم کمتری جذب می کنند و همچنین این پایه ها نسبت به پایه های هلو ، کلر کمتری جذب می نمایند. طی بررسی انجام شده روی دو پایه بادام تلخ با شماره های ۳۱ و ۴۱ در شرایط شور مشاهده شده که با افزایش شوری ارتفاع گیاه، سطح برگ و قطر شاخه ها کاهش می یابد. براساس نتایج بدست آمده ، پایه شماره ۳۱ مقاوم تر از پایه شماره ۴۱ بوده است. در دو پایه ذکر شده با افزایش شوری میزان کلر وفیل کاهش یافته است اما میزان سطح برگ به ویژه در پای ه شماره ۴۱ کاهش بیشتری داشته است. همچنین در اثر شوری افزایش میزان پرولین معنی دار نبوده است. در پایه شماره ۴۱ نسبت پتاسیم به سدیم کاهش نشان داده که نشانگر حساس بودن این پایه به شوری می باشد . پتاسیم نسبت به سدیم اکثر اً در شاخساره ها تجمع یافته است. میزان کلر در هر دو پایه مذکور نسبت به پایه های شاهد بیشتر بوده است. پایه شماره ۴۱ نسبت به پایه شماره ۳۱ کلر بیشتری را در ریشه های خود نگهداری می کند.

پایه های پسته

از پایه هایی که برای پسته بکار برده می شود می توان به گونه آتلانتیکا ، بنه و چاتلانقوش اشاره نمود . گونه آتلانتیکا دارای تنه تنومندی بوده و تا ۳۰۰ سال عمر می کند. نتایج آزمایش ها نشان می دهد که با افزایش شوری در پسته های پیوند شده روی پایه آتلانتیکا سرعت فتوسنتز کاهش می یابد و همچنین میزان

یون کلر افزایش می‌دهد. پایه بنه نسبت به پایه چاتلانقوش مقاومت بی‌شتری به خاک‌های شور دارد. در پایه بنه شوری تغییرات کمتری در فتوسنتز خالص، سرعت تنفس، محتوای کلروفیل و پتاسیل اسمزی نسبت به پایه چاتلانقوش ایجاد می‌کند.

پایه‌های گردو

به‌طور کلی پایه‌های گردو نسبت به شوری حساس می‌باشند اما اگر به‌طور نسبی مقاومت آنها با هم دیگر مقایسه شود، از پایه مقاوم تا حساس به ترتیب گردوی سیاه کالیفرنیا، شمالی، پارادوکس، گردوی ایرانی و گردوی سیاه شرقی را می‌توان نام برد. پایه‌های گردو بر اساس اثرات یون‌های اختصاصی نمک‌حائز اهمیت می‌باشند. زیرا توانایی پایه‌های مختلف از نظر جذب و انتقال یون‌ها به پیوندک متفاوت می‌باشد و از این رو، نوع پایه در سمیت یون‌های ویژه موثر می‌باشد. از لحاظ اینکه آیا پایه‌های گردو به تنش اسمزی ناشی از شوری واکنش متفاوتی دارند هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است. درختان گردو، نسبت به سدیم یون کلر را به آسانی جذب و انتقال می‌دهند. علایم تشکیل لکه‌های نکروز در نوک برگ‌ها و پیشرفت این لکه‌ها در حاشیه برگ‌ها و شدید شدن این عارضه در برگ‌های جوان بعد از نیمه تابستان می‌تواند ناشی از مسمومیت کلر باشد. در صورت مسمومیت برگ‌ها میزان کلر، سدیم و بر به ترتیب به ۰/۳ درصد، ۰/۱ درصد و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد.

پایه‌های انگور

در مناطقی که به‌شته فیوکسرا آلوده می‌باشند، از پایه‌های امریکایی که مقاوم به این‌شته هستند، استفاده می‌شود. مقاومت و حساسیت پایه‌های امریکایی نسبت به شوری متفاوت می‌باشد. برای مثال پایه‌های مربوط به روپستریس به شوری

مقاوم می باشند. پایه های دوگریچ و سالت کریک نیز به خاک های شور مقاوم می-
باشند.

بعضی از روش های کاهش تنش شوری در درختان میوه

احیاء خاک های متاثر از شوری هزینه بر بوده و همواره موفقیت آمیز نمی باشد .
همچنین استفاده از آب شیرین در مناطقی خشک و نیمه خشک که همیشه با
شرایط شور همراه است ، محدود می باشد. استفاده از منابع ژنتیکی درختان میوه
مقاوم به شوری، اصلاح ارقام متحمل یا پایه های مقاوم به شوری از طریق مهندسی
ژنتیک، انتقال ژن های از گونه های وحشی درختان میوه ، روش موثری در کاهش
تنش شوری می باشد. سیستم های کشت مدرن، مراقبت و نگهداری اصولی مانند
استفاده از آبیاری قطره ای، عدم استفاده از آب حاوی نمک به صورت آبیاری بارانی
رو درختی، کاهش استفاده از کودهایی که موجب افزایش شوری می شوند، استفاده
از کود های آ لی از تد ایبر دیگر در مقابله با شوری در درختان میوه می باشند .
استفاده از پاکلوبوترازول موجب اجتناب درختان هلو از تنش شوری به صورت
کاهش جذب و تجمع سدیم و کلر در بافت های گیاهی می شود . پاکلوبوترازول از
بازدارنده های بیوستنز جیبرلین می باشد. کاربرد این ترکیب در توت فرنگی سبب
کاهش نشت الکتروولیت از سلول های توت فرنگی شده و خسارت ناشی از یون های
سدیم و کلر را تقلیل می دهد.

سبزی ها و تنش شوری

شوری از عوامل عمده محدودکننده اکثر سبزی ها و مانع گسترش کشت آنها در خاک های حاوی نمک می باشد. تنش شوری دو تاثیر عمده خود را که شامل تنش اسمزی و تنش یونی می باشد، در سبزی ها نیز اعمال می کند. سبزی ها نسبت به گونه های چوبی، حساسیت زیادی نسبت به تنش شوری دارند. به ویژه تنش اسمزی ناشی از شوری سبب سفت و خشک شدن سبزی های برگی که بخش خوراکی آنها را برگ و ساقه ها تشکیل می دهد، شده در نتیجه کیفیت این نوع سبزی ها کاهش می یابد. بذر اکثر سبزی ها در حین جوانه زنی و همچنین گیاهچه های تازه به وجود آمده، به شوری خاک حساس تر می باشند. شرایط اقلیمی نیز در توانایی سبزی ها نسبت به مقاومت در مقابل شوری موثر می باشد.

گردآوری: ۱- ابراهیم لطیفی خواه دانشجوی دوره دکتری علوم باغبانی، گرایش میوه کاری دانشگاه شیراز

و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

۲- متین موحدی دانشجوی رشته علوم باغبانی مقطع کارشناسی دانشگاه شیراز

۳- مرتضی علی اکبر سیچانی کارشناس ترویج

۴- سید کسری بابایی کارشناس ترویج

همراه نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۱۹۰۰۱۵

E-mail: elatifikhah@gmail.com

منبع مورد استفاده: فیزیولوژی تنش های محیطی و مک انیسم های مقاومت در گیاهان باغی (درختان

میوه، سبزی ها، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی)، انتشارات دانشگاه ارومیه، تالیف: **مرحوم دکتر**

رسول جلیلی مرندی دانشیار دانشگاه ارومیه. روحش شاد و یادش گرامی باد.