کد رهگیری پروپزال: ۱۰۳۵۷۷۹

کد رهگیری پایان نامه: ۲۱۰۶۸۸۰

بسم الله الرحمن الرحیم

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

مقالات خارجی

……..……, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

مقالات داخلی

.....، گروه .....، دانشکده ..... ، دانشگاه بوعلي سينا، همدان

دانشگاه بوعلی سینا
دانشکدهٔ
گروه آموزشی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی گرایش باغبانی- میوه کاری

عنوان:

ارزیابی تحمل به خشکی برخی از گونه های بادام

استاد راهنما:

دکتر احمد ارشادی

استاد مشاور:

دکتر علی ایمانی

دکتر محسن شکل آبادی

نگارش:

محمد ربیعی

۲۸ بهمن ۱۳۹

تشکر و قدردانی

و با نثار عمیق‌ترین سپاس‌ها بر آنان که کاستی‌هایم را هنرمندانه آگاهاندند و لغزش‌هایم را صمیمانه درگذشتندبویژه:
استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر احمد ارشادی که مرا در مراحل مختلف این تحقیق با حمایت‌های بی دریغ خویش یاری نمودند.
اساتید مشاور آقایان دکتر علی ایمانی و دکتر محسن شکل آبادی که زحمت مشاوره بنده را بر عهده داشتند.
استاد ارجمند جناب آقای دکتر حسین بیات که بدون هیچ چشمداشتی به بنده کمک های فراوانی نمودند.
و سایر اساتید گرانقدر گروه باغبانی
از دوستان عزیز و مهربانم آقایان دکتر کریمی،مهندس یاری،مهندس ابراهیمی که هرگز لطف خویش را از من بر نگرفتند و مرا به وجهی مرهون مهر خود ساختند کمال تشکر را دارم.
بزرگ ترین سهم تشکر و قدر دانی متعلق به مادری است فداکار و مهربان ، که در تمام سال های زندگی تکیه گاه من برای ادامه تحصیل بودند .
از همسر گرامیم که همراه و همدم تمامی لحظه هایم بودند سپاسگزاری می کنم و سلامتی، سرور و سعادت را برایشان از خداوند منان خواستارم.

محمد ربیعی

فهرست منابع صفحه

مقدمه ۱

۱- بررسی منابع ۳

۱-۱- جایگاه و اهمیت بادام ۳

۱-۲- گیاهشناسی بادام ٤

۱-۳- تنش خشکی ٤

۱-۳-۱- تاثیر تنش خشکی بر رشد ٦

۱-۳-۲- تأثیر خشکی بر روابط آبی گیاهان ۹

۱-۳-۳- تأثیر خشکی بر فتوسنتز ۱۱

۱-۳-۴- تأثیر خشکی بر میزان کلروفیل ۱۲

۱-۳-۵- تنظیم اسمزی ۱۳

۱-۳-۶- تأثیر خشکی بر جذب عناصر غذایی ۱۵

۱-۳-۷- تأثیر خشکی بر میزان پروتئین ها ۱۷

۱-۳-۸- تغییر میزان کربوهیدرات ها در اثر تنش خشکی ۱۹

۱-۳-۹- انباشت پرولین ۲۱

۱-۳-۱۰- اثر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان ۲۳

۲- مواد و روش ها ۲٦

۲-۱- محل و زمان اجرای طرح ۲٦

۲-۲- نوع طرح آزمایشی ۲٦

۲-۳- تیمار های آزمایشی ۲٦

۲-۳-۱- ارقام مورد بررسی ۲٦

۲-۳-۲- سطوح آبیاری ۲۷

۲-۴- جوانه زنی و نگهداری دانهال ها ۲۷
۲-۵- محاسبات رطوبتی جهت اعمال تنش خشکی ۲۸
۲-۶- روش نمونه برداری از برگ ۳۰
۲-۷- اندازه گیری برخی ویژگی های رشد دانهال ها ۳۰
۲-۸- اندازه گیری محتوای نسبی آب (RWC) ۳۰
۲-۹- اندازه گیری عناصر برگ ۳۱
۲-۱۰- اندازه گیری نشت الکترولیتی ۳۲
۲-۱۱- تعیین میزان کلروفیل و کاروتنوئید های برگ ۳۲
۲-۱۲- اندازه گیری پرولین ۳۳
۲-۱۳- اندازه گیری کربوهیدرات های محلول برگ ۳٤
۲-۱٤- اندازه گیری پروتئین های محلول برگ ۳٤
۲-۱۵- اندازه گیری فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان ۳۵
۲-۱۵-۱- کاتالاز ۳۵
۲-۱۵-۲- پراکسیداز ۳٦
۲-۱۵-۳- آسکوربات پر اکسیداز ۳٦
۲-۹- تجزیه آماری داده ها ۳۷
۳- نتایج و بحث ۳۸
۳-۱- اثر تنش خشکی بر برخی پارامترهای رشدی گونه های بادام ۳۸
۳-۱-۱- تغییرات ارتفاع و قطر دانهال ۳۸
۳-۱-۲- تعداد و طول ساقه های فرعی ۳۹
۳-۱-۳- تعداد گره و فواصل میانگره ای ٤۰

فهرست منابع صفحه

۳-۱-۴- سطح برگ و تراکم روزنه ای ٤١

۳-۱-۵- وزن های تر و خشک اندام هوایی و ریشه ٤٣

۳-۱-۶- نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه ٤٣

۳-۲- اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گونه های بادام ٤٤

۳-۲-۱- محتوای آب نسبی ٤٤

۳-۲-۲- نشت یونی ٤٥

۳-۲-۳- کلروفیل کل و کاروتنوئید ٤٦

۳-۲-۵- پرولین ٤٨

۳-۲-۶- پروتئین های محلول ٥٠

۳-۲-۸- آنزیم های آسکوربات، پراکسیداز و کاتالاز ٥٠

۳-۲-۷- محتوای برخی عناصر غذایی در برگ ها ٥٢

۳-۳- نتیجه گیری کلی ٥٥

۳-٤- پیشنهاد ها ٥٧

منابع ٦٩

جدول ۳-۱- تجزیه واریانس اثرات رقم و تنش خشکی بر برخی خصوصیات رویشی گونه های بادام ... ۵۸
جدول ۳-۲- تأثیر گونه، تنش خشکی و اثرات متقابل گونه و تنش خشکی بر برخی پارامتر های رشدی گونه های بادام ۵۹
جدول ۳-۳- تجزیه واریانس اثرات رقم و تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک و بیو شیمیایی گونه های بادام ٦١
جدول ۳-۷- تجزیه واریانس اثرات رقم و تنش خشکی بر برخی عناصر غذایی در برگ گونه های بادام ٦١
جدول ۳-۴- تأثیر گونه، تنش خشکی و اثرات متقابل گونه و تنش خشکی بر برخی پارامتر های فیزیولوژیک و بیو شیمیایی گونه های بادام ٦٢
جدول ۳-۵- تجزیه واریانس اثرات رقم و تنش خشکی روی فعالیت برخی آنزیم های آنتی اکسیدان در برگ گونه های بادام ٦٤
جدول ۳-۶- تأثیر گونه، تنش خشکی و اثرات متقابل گونه و تنش خشکی بر فعالیت برخی آنزیم های آنتی اکسیدان در برگ گونه های مختلف بادام ٦٥
جدول ۳-۸- تأثیر گونه، تنش خشکی و اثرات متقابل گونه و تنش خشکی بر برخی عناصر غذایی در برگ گونه های بادام ٦٧

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

ارزیابی تحمل به خشکی برخی گونه های بادام

نام نویسنده: محمد ربیعی چمگردانی

نام استاد/اساتید راهنما: احمد ارشادی

نام استاد/اساتید مشاور: دکتر محسن شکل آبادی، دکتر علی ایمانی

دانشکده: کشاورزی	**گروه آموزشی: علوم باغبانی**	
رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی	**گرایش تحصیلی: میوه کاری**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب پروپوزال: ۱۳۹۰/۱۰/۴	**تاریخ دفاع: ۹۱/۱۱/۲۸**	**تعداد صفحات: ۸۵**

چکیده:

اثرات تنش خشکی بر گونه های وحشی *P.scoparia*، *P. lycioides*، *P.arabica*، *P. carduchorum* هیبرید *P. eburnean*× *P. communis* و دو رقم زراعی ربیع و بادام تلخ بررسی شد. دانهال های یکساله گونه های مذکور در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تحت تنش خشکی در سه سطح ۸۰٪، ۶۰٪ و ۴۰٪ آب فراهم خاک قرار گرفتند. ارتفاع دانهال، قطر ساقه اصلی، تعداد و طول ساقه های فرعی، فواصل میانگره ای، سطح برگ و تراکم روزنه ای تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند، البته عکس العمل گونه های مختلف متفاوت بود. رقم ربیع، بادام تلخ و بادام هیبرید با افزایش شدت تنش خشکی، دچار کاهش رشد شدیدی در مقایسه با گونه های وحشی خصوصاً *P.scoparia* و *P. carduchorum* شدند. دو گونه *P. carduchorum* و *P.scoparia* دارای حداقل محتوای آب نسبی و بالاترین درصد نشت یونی در شرایط تنش ملایم بودند که با افزایش شدت تنش این شاخص ها دچار تغییر محسوسی نشدند. اگرچه حداکثر محتوای آب نسبی و حداقل نشت یونی در رژیم آبی ۸۰٪ مربوط به بادام ربیع و تلخ بود ولی در رژیم ۴۰٪ محتوای نسبی آب این ارقام شدیداً کاهش یافته و درصد نشت یونی برگ های آنها افزایش یافت. مقدار کلروفیل، کاروتنوئید و پروتئین های محلول در ارقام ربیع، بادام تلخ و پایه هیبرید در اثر تنش خشکی کاهش شدیدتری نسبت به گونه های وحشی پیدا کرد. کربوهیدرات های محلول و پرولین در ارقام زراعی و بادام هیبرید تحت تنش خشکی افزایش چشمگیری یافت ولی مقادیر این تنظیم کننده های اسمزی در گونه های وحشی به جزء *P.arabica* خیلی تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز تحت تأثیر تنش خشکی افزایش یافت، حداکثر فعالیت آنتی اکسیدانی در تنش شدید در گونه *P.scoparia* و بادام هیبرید مشاهده شد. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تنش شدید خصوصاً در ارقام بادام تلخ، ربیع، بادام هیبرید و گونه *P.arabica* کاهش یافت. غلظت عناصر غذایی در برگ گونه های مختلف دارای تفاوت معنی داری بود. تنش خشکی باعث افزایش غلظت پتاسیم برگ شد ولی در مورد سایر عناصر اثر معنی داری نداشته و یا روند تغییرات غلظت نامنظم و وابسته به گونه بود. به طور کلی، گونه های وحشی *P. carduchorum* و *P. scoparia* و در درجات بعدی گونه های *P. arabica* و *P. lycioides* بیشترین مقاومت را نسبت به تنش خشکی از خود نشان داده و عملکرد بهتری در مورد صفات اندازه گیری شده از خود نشان دادند. بادام هیبرید و ارقام ربیع و بادام تلخ مقاومت متوسطی را نسبت به تنش خشکی از خود نشان دادند. البته ارقام زراعی و بادام هیبرید تحت شرایط تنش ملایم رشد زیادی داشتند و علی رغم عکس العمل شدید به تنش خشکی، در شرایط تنش ۴۰٪ آب فراهم خاک نیز رشدی معادل با گونه های وحشی نشان دادند. تطابق بالای گونه های وحشی با شرایط کم آبی نشان دهنده

پتانسیل بالقوه آنها برای استفاده به عنوان پایه خصوصاً در باغداری دیم می باشد. همچنین از این گونه ها می توان برای اصلاح پایه های مقاوم به خشکی بادام استفاده کرد.
واژه‌های کلیدی: کم آبی، بادام، تنش اکسیداتیو، تنظیم کننده های اسمزی، عناصر غذایی

مقدمه

تنوع و فراوانی گیاهان در قسمت های مختلف زمین بیش از هر عامل محیطی دیگر به مقدار آبی بستگی دارد که در دسترس گیاهان قرار می گیرد. بیشتر فرآیند هایی که در گیاه صورت می پذیرد، چه به طور مستقیم و چه به صورت غیر مستقیم به وجود آب بستگی دارد کاهش مقدار آب در گیاه با کم شدن آماس سلول، پژمردگی، توقف رشد سلولی، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و اختلال در بسیاری از فرآیند های متابولیکی همراه است. (علیزاده، ۱۳۸۳).

امروزه یک سوم زمین های زراعی دنیا با کمبود آب مواجه است و انتظار می رود این نسبت تا سال ۲۰۲۵ به حدود دو سوم برسد. با وجود این که آب فراوان ترین ماده در سطح زمین است، اما محدودیت در دسترسی به آن موجب کاهش تولید محصولات کشاورزی می شود (پاسپی سیلووا[1] و همکاران، ۲۰۰۰). تنش خشکی مهم ترین تنگنای محیطی است که تولید محصول را در نواحی مختلف دنیا از جمله ایران تحت تأثیر قرار می دهد. تقریبا ۲/۳ وسعت خاک ایران را مناطق خشک و نیمه خشک، با متوسط بارندگی سالانه ی کمتر از ۱۵۰ میلیمتر، تشکیل می دهند. به علاوه، متوسط نزولات جوی در این مناطق از میزان تبخیر تعرق پتانسیل غالباً کمتر است و توزیع زمانی بارندگی نیز نا منظم و غیر قابل پیش بینی است (خدابنده، ۱۳۷۹). با توجه به شرایط خشک و نیمه خشک کشور و کاهش نزولات آسمانی طی سال های اخیر، بهینه سازی و صرفه جویی در مصرف آب باید هر چه بیشتر مدنظر قرار گیرد. یکی از راه های جلوگیری از مصرف نامناسب آب و صرفه جویی در منابع موجود آب برای کشاورزی، استفاده از گیاهان مقاوم و متحمل به خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می باشد (کاظمی، ۱۳۷۸).

از جمله اهداف مهم بررسی تنش خشکی در گیاهان، شناخت راه کارها و فرایند هایی است که گیاهان در برابر خشکی بروز داده و از آنها در جهت افزایش قدرت سازگاری خود استفاده می کنند. افزایش دانش پژوهشگران از مکانیسم مقاومت یا تحمل در برابر تنش خشکی در گیاهان می تواند در برنامه های اصلاح ساختار ژنتیکی گیاهان زراعی و باغی و ارتقاء تکنولوژی تولید در شرایط خشکی کمک شایانی نماید (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۹).

1- Pospisilova

جنس بادام یکی از با ارزش ترین رستنی های ایران می باشد که در قسمت های مرکزی، شمال شرقی و غرب ایران توسعه یافته است. بادام یکی از محصولات خشکباری جهان بوده و ایران با تولید ۱۲۵ هزار تن مقام پنجم دنیا را از این نظر به خود اختصاص داده است. علاوه بر مصرف متداول مغز بادام شیرین به عنوان یک آجیل با ارزش، از مغز بادام های تلخ نیز روغنی استخراج شده که دارای مصارف گوناگون آرایشی و دارویی است. از طرفی مقاومت بالای گونه های مختلف بادام به شرایط کم آبی، آن را به عنوان یک گزینه مناسب برای احیاء جنگل ها، حفاظت اراضی و نگهداری خاک تبدیل کرده است. خوشبختانه به دلیل بومی بودن بادام در کشور ما، گونه های وحشی و هیبرید های بین گونه ای بادام در مناطق غربی و مرکزی کشور به وفور یافت می شود (ثابتی، ۱۳۷۳). گونه های مختلف بادام دارای تنوع زیادی از نظر ژن های ذخیره کننده پروتئین و روغن، مقاومت به خشکی، شوری، آفات و امراض و شرایط نامساعد محیطی هستند. با توجه به اهمیت اقتصادی بادام جهت مصرف داخلی و صادرات و ارزش های زیست محیطی این گیاه، بررسی گونه ها و ارقام متحمل به خشکی بادام از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. نتایج این تحقیقات می تواند به توسعه کشت بادام در مناطق نامساعد کمک نماید و از طرفی در برنامه ریزی جهت کار های اصلاحی به منظور تولید پایه ها و ارقام مقاوم به خشکی استفاده شود. هدف از این پژوهش بررسی مقاومت به خشکی چندین گونه و رقم بادام جهت معرفی پایه های مناسب برای توسعه کشت بادام در اراضی کم آب کشور می باشد. به این منظور ویژگی های رشد، تغییرات بیوشیمیایی، فعالیت آنزیمی و جذب برخی عناصر غذایی تحت شرایط تنش خشکی بررسی شد.

۱- بررسی منابع

۱-۱- جایگاه و اهمیت بادام

مراکز انتشار اولیه بادام قسمت های مرکزی و غربی آسیا تا امتداد نواحی مدیترانه ای بوده است (جانیک، ۲۰۱۱). ارقام اهلی بادام از توده های وحشی *Prunus dulcis* منشاء گرفته اند و محدوده اصلی کشت بادام در عرض جغرافیایی ٤٥-٣٦ درجه شمالی واقع در ارتفاعات بین ۷۰۰ الی ۱۷۰۰ متر قرار گرفته است. امروزه تولید عمده این محصول در سه ناحیه دنیا شامل: آسیا، حوزه مدیترانه و آمریکا (ایالت کالیفرنیا) متمرکز است و مقدار محدودی هم به استرالیا، آفریقای جنوبی، آرژانتین و شیلی تعلق دارد (جانیک، ۲۰۱۱). ایران یکی از کشورهای اصلی تولید کننده بادام بوده و از لحاظ سطح زیر کشت بادام، پس از کشور های اسپانیا و آمریکا در رتبه سوم و از نظر میزان تولید پس از کشور های آمریکا، اسپانیا و ایتالیا در رتبه چهارم جهان قرار دارد. طبق آمار جهانی منتشر شده در سال ۲۰۰۸ میزان تولید جهانی بادام حدوداً ۲،۴۲۰،۰۰۰ تن بوده که ۱۱۰،۰۰۰ تن از آن به ایران تعلق داشته است (فائو، ۲۰۱۰).

طبق گزارش وزارت جهاد کشاورزی استان های خراسان رضوی، فارس، کرمان، چهارمحال بختیاری و اصفهان پنج استان عمده تولید کننده بادام بوده و در بیشتر استانهای دیگر کشور نیز بادام کاری وجود دارد (بی نام، ۱۳۸۹). طی سال های اخیر کشورمان با کمبود نزولات آسمانی مواجه بوده و از طرف دیگر بادام جزء درختان نسبتاً مقاوم به تنش آبی می باشد و با برنامه ریزی اصولی امکان کشت دیم آن در کشور وجود دارد.

هر ۱۰۰ گرم مغز بادام ۵۹۸ کیلو کالری انرژی داشته و حاوی پروتئین (۱۹ گرم)، چربی (۵۴ گرم)، کربوهیدرات (۲۱ گرم)، آب (۵ گرم) و مقادیر قابل توجهی از عناصر معدنی از جمله فسفر، منیزیم، کلسیم، آهن، روی، سدیم و منگنز بوده و ترکیبات مفیدی همچون ویتامین های گروه B، A و C دارد (آگاتمور و مارک[1]، ۲۰۰۶).

1- Agatemor and Mark

۱-۲- گیاهشناسی بادام

جنس *Prunus* طیف گسترده ای از درختان و درختچه های خزاندار و همیشه سبز را شامل می‌شود. بخش عمده کشت بادام به خاطر تولید مغز خوراکی آن بوده و تعدادی دیگر از گونه ها به علت تولید گل ها و شاخساره های رنگی و زیبا از نظر تزئینی اهمیت داشته و کشت می‌شوند (روحی[1]، ۲۰۰۶). به علت دگرگشن بودن بادام تعداد زیادی از ارقام موجود در اثر تلاقی با گونه-های وحشی تولید شده اند (مظفری و ایمانی، ۱۳۸۴). جنس *Prunus* به سه زیر جنس *Amygdalus* ، *Prunophora* و *Cerasus* تقسیم می‌شود. گونه‌های هلو (*Prunus persica*) و بادام (*Prunus dulcis*) به زیر جنس *Amygdalus* تعلق دارند (گرادزیل[2]، ۲۰۱۱). مغز بیشتر ارقام بادام زراعی شیرین بوده درحالیکه در بیشتر گونه های بادام وحشی مانند*Prunus scoparia* و *P. lycioides* به علت وجود مقادیر زیادی از ترکیب گلیکوزیدی سیانوژنیک آمیگدالین دارای طعمی تلخ می باشند (روحی، ۲۰۰۶). در حال حاضر بیشتر از ۳۰ گونه بادام وحشی در دنیا به ثبت رسیده است (گرادزیل، ۲۰۱۱). تعدادی از گونه های جنس *Prunus* همچون *P. fenzliana* (Fritsch) Lipsky، *P. bucharica* Korschinsky و *P. kuramica* جزء گونه های وحشی هستند که روابط و شباهت های بسیار نزدیکی با بادام اهلی داشته و احتمالاً جزء اجداد ارقام بادام تجاری امروزی هستند. (گرادزیل، ۲۰۱۱) پیشنهاد داد که تنها گونه وحشی که میتوان به عنوان جد بادام امروزی در نظر گرفت گونه *P. fenzliana* می باشد. گونه *P. webbii* (Spach) که منشاء اولیه آن شبه جزیره بالکان می باشد نیز روابط خویشاوندی بسیار نزدیکی با بادام امروزی دارد (جانیک، ۲۰۱۱).

۱-۳- تنش خشکی

از نظر بیولوژیکی تنش عبارت است از بروز اختلال در شرایط بهینه فیزیولوژیکی که می تواند به رشد و نمو و عملکرد گیاه خسارت هایی وارد کرده و این خسارت ها در پاره ای مواقع ممکن است غیر قابل برگشت باشند (آشوانی[3] و همکارن، ۲۰۰۶). یکی از محدودیت های عمده تولید محصولات گیاهی میزان دسترسی به آب است و آب یکی از فاکتور های اساسی است که در توزیع پوشش گیاهی بر روی زمین نقش دارد. بیشتر از ۳۵ درصد اراضی کره زمین جزء مناطق

1- Rouhi
2- Gradziel
3- Ashwani

خشک و نیمه خشک می باشند و میزان بارندگی و یا توزیع بارش در این قسمت ها برای تولید محصولات کشاورزی مناسب نیست. به گفته لویت[1] (۱۹۸۰) خشکی یک پدیده محیطی و آب و هوایی است که بر اثر عدم بارش در طول یک دوره طولانی ایجاد می شود و در پی آن میزان رطوبت خاک بسیار کاهش می یابد که باعث وارد شدن خسارت به گیاهان می شود. در کشاورزی، خشکی عبارت است از یک دوره کمبود آب که نتیجه اش کاهش عملکرد در حد پایین تر از شرایط فراهمی آب است (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۹). بر اساس تعریفی دیگر، تنش آب یا کمبود آب به شرایطی اطلاق می گردد که در آن سلول ها و بافت ها در وضعیتی قرار گرفته اند که آماس آنها کامل نیست. در مناطقی که تحت تنش کم آبی قرار دارند عملکرد محصولات کشاورزی تا بیشتر از ۵۰ درصد نیز کاهش یافته است (جنکس و هاسگاوا[2]، ۲۰۰۵). تنش خشکی فقط در مواردی که بارندگی به طور دراز مدت یا کوتاه مدت قطع می شود، اتفاق نمی افتد، بلکه در مواردی که میزان تعرق از مقدار جذب آب به وسیله ریشه فزونی می گیرد، حتی با وجود آب فراهم کافی در خاک، پیش می آید و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین می توان گفت که در نواحی نیمه مرطوب و مرطوب نیز تحت شرایط آب و هوایی ویژه که تعرق شدید می شود، رشد گیاه ممکن است با مشکلات مرتبط با تنش خشکی روبرو شود. از این رو نباید خشکی را فقط کمبود آب در محیط رشد تلقی نمود، بلکه خشکی در درون گیاه نیز غالباً در اثر عوامل دیگر مانند زیادی دما، کمی رطوبت نسبی هوا، سرعت شدید جریان باد و زیادی شدت نور به وجود می آید (کاظمی، ۱۳۷۸).

اطلاع از چگونگی فرایند مقاومت سلول های گیاه در برابر کمبود آب، یک پیش شرط اساسی جهت توسعه محصولات زراعی و باغبانی در مناطقی با شرایط کمبود آب می باشد (جنکس و هاسگاوا، ۲۰۰۵). به طور کلی گیاهان از دو مکانیسم اجتناب از خشکی و تحمل خشکی جهت مقابله با تنش های کمبود آب استفاده می کنند (جنکس و هاسگاوا، ۲۰۰۵). اجتناب از تنش خشکی شامل بستن روزنه ها، تغییر در سطح برگ و ریزش برگ است و تحمل تنش خشکی در نتیجه تطابق اسمزی و تغییراتی در خاصیت الاستیکی بافت ها می باشد (دی هرالد[3]، ۲۰۰۰). اولین واکنش گیاهان در برابر تنش خشکی کاهش رشد رویشی آنها می باشد

1- Levitt
2- Jenks and Hasegawa
3- De Herralde

(آشوانی و همکاران، ۲۰۰۶). تنش کم آبی با کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها و کاهش فعالیت پروتوپلاسم، موجب کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش رشد گیاه می شود (سالواتوره[1] و همکاران، ۲۰۱۰). پتانسیل کل آب گیاه در طول دوره خشکی توسط تنظیم اسمزی حفظ می شود (اینگرام و بارتلز[2]، ۱۹۹۶). در این روش تنظیم اسمزی گیاه از طریق جذب یون های معدنی از محیط خارجی مانند افزایش در تجمع پتاسیم در اندام های هوایی و یا از طریق سنتز زیاد مواد حل شونده سازگار که به عنوان اسمولیت عمل می کنند، صورت می گیرد (اینگرام و بارتلز، ۱۹۹۶). نوع ماده حل شونده در گونه ها و ژنوتیپ های مختلف، متفاوت است. این مواد حل شونده شامل آمینو اسید های متنوع (پرولین، قندها مثل ساکاروز و فروکتان)، پلی الکل ها (مانیتول و پینیتول)، آمین ها (گلایسین و بتائین)، یون ها (پتاسیم) و اسید های آلی (مالات و سیترات) هستند (ژانگ[3] و همکارن، ۱۹۹۹). در طی بروز تنش خشکی، فرم های فعال اکسیژن نظیر رادیکال سوپر اکسید، پر اکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل تولید می شوند (بلخونیا[4] و همکاران، ۲۰۰۳). آنزیم های آنتی اکسیدان (سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز ها و غیره) (بلخونیا و همکاران) و آنتی اکسیدان ها (کاروتنوئید، توکوفرول، آسکوربات، گلوتاتیون و غیره) (میتلر[5]، ۲۰۰۲) از جمله ترکیباتی هستند که سلول های گیاه را در برابر اثرات منفی رادیکال های اکسیژن محافظت می کنند.

۱-۳-۱- تاثیر تنش خشکی بر رشد

یکی از عوامل اصلی کاهش رشد در گیاهان تنش خشکی می‌باشد (آشوانی و همکاران، ۲۰۰۶). اصولاً رشد می تواند تحت تاثیر دو عامل کاهش یابد: ۱- کاهش مقدار کربوهیدرات در دسترس ۲- کاهش آماس سلولی (هسیائو[6]، ۱۹۹۳). اولین واکنش گیاه نسبت به تنش خشکی کاهش رشد طولی سلول است زیرا رشد طولی سلول به طور مستقیم تحت تأثیر آماس آن قرار دارد و با کاهش پتانسیل سلول، از آماس سلول نیز کاسته می شود. کاهش آماس باعث تقلیل نمو سلول می شود که به نوبه خود موجب کاهش نمو برگ، شاخه و ریشه ها می گردد. کاهش آماس همچنین بر دیگر فرایند های وابسته به آماس سلول از قبیل باز شدن روزنه ها نیز موثر است

1- Salvatore
2- Ingram and Bartles
3- Jung
4- Blokhina
5- Mittler
6- Hsiao

(علیزاده، ۱۳۸۳).

جرمانا[1] (۱۹۹۷) آزمایشی را بر روی عکس العمل تعدادی از ارقام و ژنوتیپ های بادام به تنش کم آبی انجام داد و گزارش کرد در اثر تنش کم آبی پارامتر هایی از جمله پتانسیل آب برگ، سرعت تبخیر و تعرق، ضریب هدایت روزنه ای، سطح برگ، وزن برگ، وزن مخصوص برگ، طول شاخه، تعداد و تراکم برگ کاهش می یابد ولی عکس العمل ارقام متفاوت است و بعضی از ارقام مقاومت بیشتری را به تنش کم آبی نشان می دهند. در اثر تنش کم آبی یا محدودیت آبیاری، رشد رویشی شامل رشد طولی، رشد قطری و سطح برگ کاهش می یابد. همچنین پارامتر های فیزیولوژیکی شامل هدایت روزنه های برگی، کربن گیری و فتوسنتز کاهش نشان می دهد (هسیائو، ۱۹۹۳).

کاهش سطح برگ تحت تأثیر تنش کم آبی در زیتون (ارجی و ارزانی، ۱۳۷۷) و بادام (تورسیلاس[2] و همکاران، ۱۹۹۶؛ جرمانا، ۱۹۹۷؛ طاهری و همکاران، ۱۳۷۸) گزارش شده است. هر دو فرایند تقسیم سلولی و افزایش اندازه سلول تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافته و در نتیجه باعث کاهش اندازه برگ می شود (هسیائو، ۱۹۹۳). تنش کم آبی با کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها و کاهش فعالیت پروتوپلاسم، موجب کاهش فتوسنتز و در نهایت باعث کاهش رشد گیاه می شود (جرمانا، ۱۹۹۷). کاهش سطح برگ به عنوان مکانیزمی در جهت فرار از خشکی گزارش شده است (دی هرالد، ۲۰۰۰). تنش ناشی از کمبود آب ممکن است به طور مستقیم فتوسنتز را از طریق اثر گذاری بر فرآیند های فتوشیمیایی در برگ و به طور غیر مستقیم از طریق بسته شدن روزنه ها و کاهش سطح برگ، تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش رشد شود. تنش آبی همچنین منجر به افزایش تنفس در گیاه شده و در صورت تشدید تنش آبی، میزان مصرف کربوهیدرات ها در گیاه افزایش یافته و در نتیجه رشد کاهش می یابد (هسیائو، ۱۹۹۳). کاهش ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی تحت تأثیر دوره های مختلف آبیاری یا تنش آبی در سیب (تردر[3] و همکاران، ۱۹۹۷)، زیتون (ارجی و ارزانی، ۱۳۸۲) و بادام (تورسیلاس و همکاران، ۱۹۹۶؛ جرمانا، ۱۹۹۷؛ طاهری و همکاران، ۱۳۷۸) گزارش شده است. ارجی و ارزانی (۱۳۸۲) واکنش

1- Germana
2- Torrecillas
3- Treder