دانشکده کشاورزی

گروه باغبانی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی

علوم باغبانی-گرایش میوه کاری

تأثیر تیمار سایکوسل بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم زیتون (ماری و میشن) تحت شرایط تنش خشکی

تحقیق و نگارش:

وحید اکبری

اساتید راهنما:

دکتر رسول جلیلی مرندی

دکتر جلیل خارا

استاد مشاور:

مهندس حبیب شیرزاد

سال **۱۳۹۱**

بسم الله الرحمن الرحيم

سپاسگذاری

ستایش خداوندی را سزاست که از رحمت او مایوس نگردد و از نعمتهای فراوان او بیرون نتوان رفت. خداوندی که از آمرزش او هیچ گناهکاری ناامید نگردد و از پرستش او نباید سرپیچی کرد.

خدایی که رحمتش قطع نمی گردد و نعمتهای او پایان نمی پذیرد

«حضرت علی علیه السلام»

به رسم ادب خود را ملزم می دارم که با تواضع و احترام فراوان و از صمیم قلب سپاس و شکر خاضعانه خود را: از پدر بزرگوارم که در تمامی مراحل یار و یاورم بود مادر مهربانم که هیچ گاه از محبت خویش دریغم نکرد، برادر و خواهرانم که دلگرمی بخش راهم بودند؛

از اساتید محترم و بزرگوارم جناب آقای دکتر جلیلی مرندی، آقای دکتر خارا و آقای مهندس شیرزاد که راهنمایی و مشاوره این مجموعه را بر عهده داشتند و همچنین جناب آقای دکتر حسنی و آقای دکتر بشارت که داوری پایان نامه را تقبل نمودند و جناب آقای دکتر سپهر که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی حضور داشتند.

از تمامی اساتید، کارشناسان و کارکنان محترم گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

همچنین از تمامی همکلاسی ها و دوستان خوبم آقایان اشرف، کارگر، نوروزی، جلالی، اصغری، استاجی، زارعی، خلیلی، بروکی میلان و سرکار خانم ها اسدی، فرجی وند، گمرکی و بابایی و تمام کسانی که به نوعی مرا یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

و هم اوست خدایی که از آسمان آبی فرو بارید، پس هر نباتی را بدان رویاندیم و سبزه ها را از زمین برون آوردیم و از آن سبزه ها دانه هایی که بر روی هم چیده شده بیرون آوردیم و از شکوفه نخل خوشه هایی است به هم پیوسته، و باغهای انگور، زیتون و انار که برخی شبیه و برخی نا مشابه به هم است خلق کنیم، شما در آن باغها هنگامی که میوه آن پدید آید و برسد، با چشم تعقل بنگرید، که در آن آیات نشانه هایی از قدرت خدا برای اهل ایمان هویدا است.

«سوره انعام- آیه ۹۹»

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب یکی از مهمترین منابع محدود کننده‌ی تولید بوده و زیتون یکی از مهمترین درختان میوه‌ی رشد یافته در این مناطق است. به منظور بررسی اثر سایکوسل بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم زیتون (ماری و میشن) در شرایط تنش خشکی، یک آزمایش گلخانه‌ای با سه فاکتور شامل سه سطح سایکوسل (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، سه سطح تنش خشکی (آبیاری نهال‌ها با فواصل ۵، ۱۰ و ۱۵ روز یکبار) و دو رقم زیتون (ماری و میشن) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در مدت چهار ماه انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش سطوح خشکی موجب کاهش ارتفاع نهال، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای نسبی آب برگ، فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و افزایش ضخامت برگ، دمای برگ، تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ، شاخص کلروفیل، کلروفیل a و b، محتوای کاروتنوئید، پرولین، قندهای محلول، میزان مالون‌دی‌آلدئید، فعالیت آنزیم کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز، میزان آنتوسیانین و فنول‌کل در هر دو رقم شد. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای سایکوسل موجب کاهش ارتفاع نهال، سطح برگ، میزان مالون‌دی آلدئید و افزایش ضخامت برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، طول ریشه، تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ، فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، فعالیت آنزیم کاتالاز و گایاکول پراکسیداز در مقایسه با شاهد شده اما تأثیر معنی‌داری بر قطر ساقه، تعداد برگ، طول شاخه‌های جانبی، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، دمای برگ، کلروفیل b، محتوای کاروتنوئید، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و میزان فنول‌کل نداشتند. تیمار غلظت بالای سایکوسل (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) موجب افزایش وزن خشک برگ، شاخص کلروفیل، کلروفیل a و قندهای محلول نسبت به شاهد و افزایش وزن تر برگ، محتوای نسبی آب برگ و پرولین در مقایسه با تیمارهای شاهد و غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد. تیمار سایکوسل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب کاهش معنی‌دار آنتوسیانین نسبت به شاهد شد اما تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد نداشت. بر اساس صفات مورد مطالعه، رقم میشن نسبت به رقم ماری مقاومت بیشتری به خشکی نشان داد. به طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از سایکوسل می‌تواند برخی از اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در ارقام زیتون ماری و میشن را تعدیل کند.

کلمات کلیدی: زیتون، تنش خشکی، سایکوسل، رشد رویشی، فتوسنتز، کاتالاز، مالون‌دی‌آلدئید

عنوان | فهرست مطالب | صفحه

فصل اول

۱- مقدمه ۱

۱-۱- تنش‌های محیطی ۱

۱-۲- مکانیسم‌های مقاومت در برابر خشکی ۳

۱-۲-۱- فرار از خشکی ۳

۱-۲-۲- تأخیر در پسابیدگی ۳

۱-۲-۳- تحمل به پسابیدگی ۴

۱-۳- سایکوسل ۵

۱-۴- زیتون و اهمیت آن ۶

۱-۵- کلیاتی در ارتباط با درخت زیتون ۷

۱-۵-۱- تاریخچه و منشاء ۷

۱-۵-۲- توزیع جغرافیایی زیتون ۸

۱-۲-۵-۱- جهان ۸

۱-۲-۵-۲- ایران ۹

۱-۵-۳- رده بندی گیاهشناسی ۹

۱-۵-۴- مشخصات گیاهشناسی ۱۰

۱-۵-۵- برگ ۱۰

۱-۵-۶- گل‌آذین ۱۰

۱-۵-۷- گل ۱۱

۸-۵-۱- میوه ۱۱

۹-۵-۱- ریشه ۱۱

۱۰-۵-۱- نیازهای اکولوژیکی زیتون ۱۲

۶-۱- ارقام مورد استفاده در تحقیق ۱۳

۷-۱- اهداف آزمایش ۱۴

فصل دوم

۲- بررسی منابع ۱۵

۱-۲- خشکی ۱۵

۱-۱-۲- اثرات ناشی از تنش خشکی بر گیاه ۱۶

۱-۱-۱-۲- اثرات مورفولوژیکی ۱۶

۲-۱-۱-۲- اثرات فیزیولوژیکی ۱۹

۱-۲-۱-۱-۲- نقش هورمون‌های گیاهی در مقابله با تنش خشکی ۱۹

الف) اسید آبسیزیک ۱۹

ب) اکسین ۲۰

ج) جیبرلین ۲۰

د) سایتوکینین ۲۱

ه) اتیلن ۲۱

و) اثر متقابل هورمون‌ها در تنش‌آبی ۲۲

۲-۲-۱-۱-۲- تأثیر تنش‌آبی بر شاخص‌های فتوسنتزی ۲۲

۳-۲-۱-۱-۲- انتقال و توزیع فرآورده‌های فتوسنتزی ۲۴

۴-۲-۱-۱-۲- رفتار روزنه‌ها در مقابل تنش‌آبی ۲۴
۵-۲-۱-۱-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC) ۲۵
۶-۲-۱-۱-۲- دمای برگ ۲۶
۳-۱-۱-۲- اثرات بیوشیمیایی ۲۷
۱-۳-۱-۱-۲- میزان کلروفیل و رنگیزه‌های فتوسنتزی ۲۷
۲-۳-۱-۱-۲- تنظیم اسمزی ۲۸
۱-۲-۳-۱-۱-۲- پرولین ۲۸
۲-۲-۳-۱-۱-۲- قندهای محلول ۲۹
۳-۳-۱-۱-۲- فنول‌کل ۳۰
۴-۳-۱-۱-۲- آنتوسیانین ۳۰
۵-۳-۱-۱-۲- میزان مالون‌دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدان ۳۱
۲-۲- اثرات سایکوسل ۳۳
۱-۲-۲- اثرات متقابل خشکی و سایکوسل ۳۹

فصل سوم

۳- مواد و روش‌ها ۴۱
۱-۳- مکان و زمان انجام تحقیق ۴۱
۲-۳- خصوصیات خاک مورد استفاده برای کشت گیاهان ۴۱
۳ـ۳ـ روش انجام تحقیق ۴۳
۴-۳- صفات مورد بررسی و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها ۴۴
۱-۴-۳- پارامترهای رشدی گیاه ۴۴

۲-۴-۳- دمای برگ ۴۴
۳-۴-۳- محتوای نسبی آب برگ (RWC) ۴۵
۴-۴-۳- تعیین تعداد روزنه در واحد سطح برگ ۴۵
۵-۴-۳- اندازه‌گیری شاخص‌های فتوسنتزی ۴۵
۶-۴-۳- شاخص کلروفیل ۴۶
۷-۴-۳- اندازه‌گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید ۴۶
۸-۴-۳- میزان پرولین ۴۶
۹-۴-۳- اندازه‌گیری قندهای محلول ۴۷
۱۰-۴-۳- تعیین میزان فنول‌کل ۴۷
۱۱-۴-۳- اندازه‌گیری آنتوسیانین ۴۸
۱۲-۴-۳- طرز تهیه‌ی عصاره‌ی گیاهی جهت تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات و گایاکول پراکسیداز ۴۸
۱-۱۲-۴-۳- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) ۴۹
۲-۱۲-۴-۳- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) ۴۹
۳-۱۲-۴-۳- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) ۴۹
۱۳-۴-۳- اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید (MAD) ۵۰
۱۴-۴-۳- تجزیه‌ی آماری داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده ۵۰

فصل چهارم

۴- نتایج ۵۱
۱-۴- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سایکوسل بر پارامترهای رشدی ۵۱
۱-۱-۴- ارتفاع نهال ۵۱

۴-۱-۲- قطر ساقه ۵۳
۴-۱-۳- تعداد برگ ۵۳
۴-۱-۴- تعداد و طول شاخه‌های جانبی ۵۴
۴-۱-۵- سطح برگ ۵۵
۴-۱-۶- ضخامت برگ ۵۵
۴-۱-۷- طول ریشه ۵۶
۴-۱-۸- وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه ۵۷
۴-۲- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلولپاشی سایکوسل بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی ۵۹
۴-۲-۱- دمای برگ ۵۹
۴-۲-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC) ۵۹
۴-۲-۳- تعداد روزنه‌ها ۶۱
۴-۲-۴- میزان فتوسنتز ۶۲
۴-۲-۵- هدایت روزنه‌ای ۶۳
۴-۲-۶- تعرق ۶۴
۴-۳- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سایکوسل بر مؤلفه‌های بیوشیمیایی ۶۵
۴-۳-۱- شاخص کلروفیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های سازگار ۶۵
۴-۳-۱-۱- شاخص کلروفیل ۶۵
۴-۳-۱-۲- کلروفیل a و b ۶۷
۴-۳-۱-۳- محتوای کاروتنوئید ۶۷
۴-۳-۱-۴- پرولین ۶۸

۵-۱-۳-۴- قندهای محلول ۶۹
۲-۳-۴- فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدئید ۷۰
۱-۲-۳-۴- فنول کل ۷۰
۲-۲-۳-۴- آنتوسیانین ۷۱
۳-۲-۳-۴- کاتالاز ۷۳
۴-۲-۳-۴- آسکوربات پراکسیداز ۷۴
۵-۲-۳-۴- گایاکول پراکسیداز ۷۵
۶-۲-۳-۴- مالون‌دی‌آلدئید ۷۶

فصل پنجم

۵- بحث ۷۸
۱-۵- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سایکوسل بر پارامترهای رشدی ۷۸
۲-۵- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سایکوسل بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی ۸۳
۱-۲-۵- دمای برگ ۸۳
۲-۲-۵- محتوای نسبی آب برگ (RWC) ۸۳
۳-۲-۵- تعداد روزنه‌ها ۸۴
۴-۲-۵- میزان فتوسنتز ۸۵
۵-۲-۵- هدایت روزنه‌ای ۸۶
۶-۲-۵- تعرق ۸۷
۳-۵- تأثیر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی سایکوسل بر مؤلفه‌های بیوشیمیایی ۸۷
۱-۳-۵- شاخص کلروفیل ۸۷

۵-۳-۲- کلروفیل a و b ۸۸
۵-۳-۳- محتوای کاروتنوئید ۸۸
۵-۳-۴- پرولین ۸۹
۵-۳-۵- قندهای محلول ۹۰
۵-۳-۶- میزان فعالیت آنتی اکسیدان‌های غیر آنزیمی ۹۱
۵-۳-۷- میزان فعالیت آنتی اکسیدان‌های آنزیمی ۹۲
۵-۳-۸- مالون‌دی‌آلدئید ۹۴
۵-۴- نتیجه‌گیری کلی ۹۴
۵-۵- پیشنهادات ۹۵
منابع مورد استفاده ۹۷

۱-۳- خصوصیات خاک مورد آزمایش ۴۲

۱-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر برخی پارامترهای رشدی مورد ارزیابی در دو رقم زیتون ۵۲

۲-۴- نتایج مقایسه میانگین برخی از پارامترهای رشدی مورد ارزیابی در دورهای مختلف آبیاری ۵۲

۳-۴- نتایج مقایسه میانگین برخی از پارامترهای رشدی مورد ارزیابی در غلظت‌های مختلف سایکوسل ۵۲

۴-۴- نتایج مقایسه میانگین برخی از پارامترهای رشدی مورد ارزیابی در دو رقم زیتون ۵۲

۵-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر طول ریشه و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه در دو رقم زیتون ۵۸

۶-۴- نتایج مقایسه میانگین طول ریشه و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه در دورهای مختلف آبیاری ۵۸

۷-۴- نتایج مقایسه میانگین طول ریشه و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه در غلظت‌های مختلف سایکوسل ۵۸

۸-۴- نتایج مقایسه میانگین طول ریشه و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه در دو رقم زیتون ۵۸

۹-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر صفات فیزیولوژیکی مورد ارزیابی در دو رقم زیتون ۶۰

۱۰-۴- نتایج مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی مورد ارزیابی در دورهای مختلف آبیاری ۶۰

۱۱-۴- نتایج مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی مورد ارزیابی در غلظت‌های مختلف سایکوسل ۶۰

۱۲-۴- نتایج مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی مورد ارزیابی در دو رقم زیتون ۶۱

۱۳-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر شاخص کلروفیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های سازگار در دو رقم زیتون ۶۶

۱۴-۴- نتایج مقایسه میانگین شاخص کلروفیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های سازگار در دورهای مختلف آبیاری ۶۶

۱۵-۴- نتایج مقایسه میانگین شاخص کلروفیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های سازگار در غلظت‌های مختلف سایکوسل ۶۶

۱۶-۴- نتایج مقایسه میانگین شاخص کلروفیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های سازگار در دو رقم زیتون ۶۶

۱۷-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر سایکوسل و خشکی بر فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در دو رقم زیتون ۷۱

۴-۱۸- نتایج مقایسه میانگین فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در دورهای مختلف آبیاری ۷۲

۴-۱۹- نتایج مقایسه میانگین فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در غلظت‌های مختلف سایکوسل ۷۲

۴-۲۰- نتایج مقایسه میانگین فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در دو رقم زیتون ۷۲

عنوان | فهرست نمودارها | صفحه

۱-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر ارتفاع نهال ۵۳

۲- ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر تعداد شاخه‌های جانبی ۵۴

۳- ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر ضخامت برگ ۵۶

۴-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر ضخامت برگ ۵۶

۵-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی در سایکوسل بر وزن خشک برگ ۵۹

۶-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر محتوای نسبی آب برگ ۶۱

۷-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر تعداد روزنه ۶۲

۸- ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر فتوسنتز خالص ۶۳

۹- ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر فتوسنتز خالص ۶۳

۱۰ -۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر هدایت روزنه‌ای ۶۴

۱۱-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر میزان تعرق ۶۵

۱۲-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر میزان کلروفیل a ۶۷

۱۳-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر میزان پرولین ۶۹

۱۴-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر میزان قندهای محلول ۷۰

۱۵-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در سایکوسل بر میزان قندهای محلول ۷۰

۱۶-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر میزان آنتوسیانین ۷۳

۱۷-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر فعالیت آنزیم کاتالاز ۷۴

۱۸-۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر فعالیت آنزیم کاتالاز ۷۴

۴-۱۹- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۷۵

۴-۲۰- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز ۷۶

۴-۲۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم در خشکی بر میزان مالون‌دی‌آلدئید ۷۷

۴-۲۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل خشکی در سایکوسل بر میزان مالون‌دی‌آلدئید ۷۷

عنوان	فهرست شکل‌ها	صفحه

۱-۱- برخی از عوامل مهم کاهش رشد در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی ۲

۱-۲- فا کتورهای محیطی که تولید اکسیژن فعال را در گیاهان افزایش می‌دهند ۳۲

۲-۲- چرخه‌ی آسکوربات- گلوتاتیون ۳۳

۳-۲- مسیر بیوسنتز جیبرلین ۳۶

۴-۲- مسیر تغییر شکل کلرمکوات در حیوانات و گیاهان ۳۷

۱-۵- لوله‌ای و پیچیده شدن برگ‌های زیتون در اثر تنش خشکی ۷۹

فصل اول

۱- مقدمه

۱-۱- تنش‌های محیطی

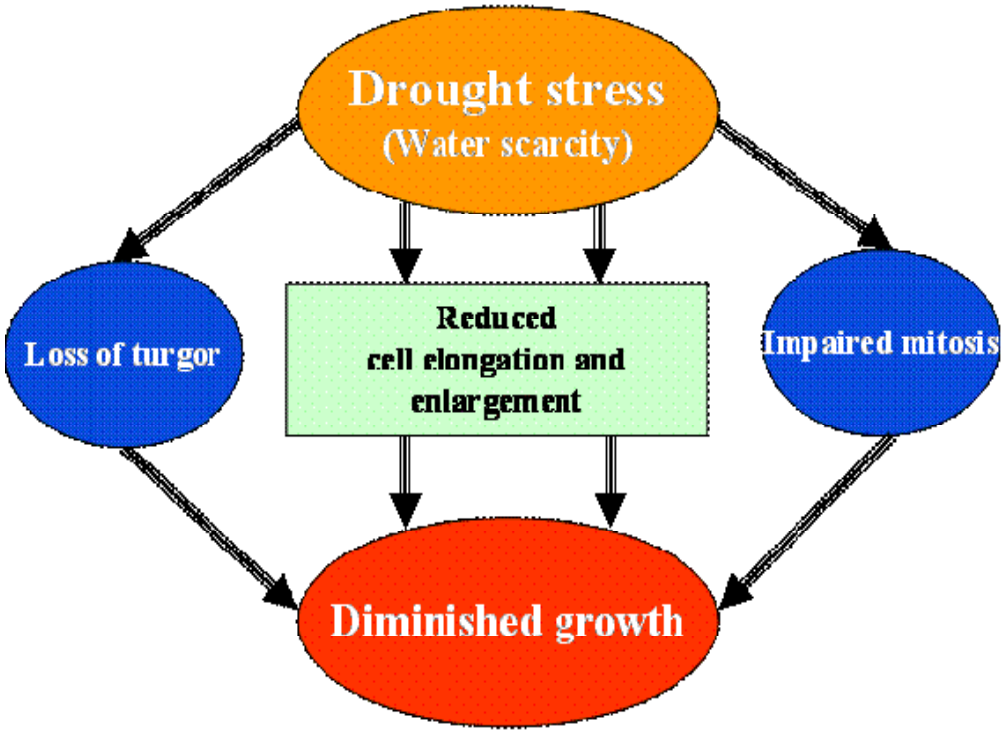
تنش‌های محیطی را معمولاً به دو دسته تنش‌های زیستی[1] (بیولوژیکی) و غیر زیستی[2] (فیزیوشیمیایی[3]) تقسیم کرده‌اند. تنش‌های بیولوژیکی شامل حمله آفات و امراض به گیاهان می‌شود که بیشتر در رشته‌های گیاه‌پزشکی مورد بحث قرار می‌گیرند. تنش‌های غیر زیستی به پنج گروه تقسیم می‌شوند که از بین آنها خسارت وارده به گیاهان در اثر تنش‌های کمبود آب، شوری و دما در سطح جهان گسترده تر بوده و به همین جهت بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Levitt, 1980).

کمبود آب یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده‌ی رشد، فتوسنتز و بقاء گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک است (Bacelar *et al.*, 2009). تقریباً ۲۵ درصد اراضی جهان در مناطق خشک و نیمه خشک واقع گردیده‌اند. خشکی باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در جهان مخصوصاً برای رشد و نمو گیاهان می‌گردد و همه ساله خسارت عظیمی بر اثر خشکسالی به محصولات کشاورزی وارد می‌گردد. متوسط بارندگی کشورمان یک سوم متوسط جهانی می‌باشد. در حال حاضر بیش از ۷۰ درصد از ۳۰ میلیارد متر مکعب منابع تجدید پذیر آب کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر کشور ما را در بین چهار سطح تعریف شده جهانی برای تنش‌های آبی، در حادترین سطح تنش قرار داده است (مکنون، ۱۳۸۲). خشکی در اصطلاح هواشناسی به دوره‌ای اطلاق می‌گردد که در آن مقدار بارندگی کمتر از حد نرمال باشد. به طور کلی تنش خشکی هنگامی رخ می‌دهد که آب موجود و قابل دسترس در خاک کاهش یافته و شرایط جوی باعث از دست رفتن آب از طریق تبخیر و تعرق شود (Jaleel *et al.*, 2009).

1- Biotic
2- Abiotic
3- Physiochemical

ردی و همکاران[1] (۲۰۰۴) می‌گویند اگر آب قابل دسترس برای ریشه گیاه محدود شود و یا سرعت تعرق ناگهان بسیار زیاد شود گیاه تنش خشکی را تجربه می‌کند که این دو شرایط معمولاً در مناطق و اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک مشاهده می‌شود. طبق گزارش توریکیلاس و همکاران[2] (۱۹۹۱) بارندگی کم از جمله ویژگی‌های اصلی کشاورزی در نواحی مدیترانه است که باعث ایجاد تنش خشکی در طول فصل‌های بهار و تابستان می‌شود. درختان میوه‌ی رشد یافته در این مناطق، با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و یا مورفولوژیکی در خود قادر هستند از آسیب‌های ناشی از خشک شدن اجتناب کنند یا آن را به تعویق بیندازند و یا آن را تحمل کنند.

تنش خشکی به وسیله‌ی کاهش میزان آب گیاه و یا کاهش پتانسیل آب و از دست رفتن تورژسانس گیاه، بسته شدن روزنه‌های هوایی و کاهش در میزان بزرگ شدن سلولی و کاهش در میزان رشد مشخص می‌شود (Jaleel *et al*., 2009) (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱: برخی از عوامل مهم کاهش رشد در گیاهان تحت شرایط تنش خشکی (Jaleel *et al*., 2009).

1- Reddy *et al*.
2- Torrecillas *et al*.

تنش‌آبی در مهار بزرگ شدن سلول بیشتر از تقسیم سلولی تأثیرگذار است، زیرا بزرگ شدن سلول‌ها به دنبال فشار تورژسانس است (Jaleel *et al*., 2009). تنش آبی شدید ممکن است منجر شود به توقف در فتوسنتز، به هم خوردن متابولیسم و سرانجام به مرگ گیاه بینجامد (Jaleel *et al*., 2008).

واکنش گیاهان به تنش به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت بوده، که به شدت و مدت دوره‌ی خشکی و همچنین نوع گونه‌ی گیاهی و مرحله‌ی رشدی گیاه بستگی دارد (Jaleel *et al*., 2008). مقاومت در برابر تنش خشکی تقریباً در تمام گیاهان دیده می‌شود اما حد و میزان این مقاومت از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر و حتی در داخل یک گونه نیز متفاوت است (Jaleel *et al*., 2009). درک و فهمیدن پاسخ‌های گیاهی به خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است و همچنین اصل مهم برای درک این اهمیت چگونگی تحمل گیاه در برابر خشکی است (Reddy *et al*., 2004).

۲-۱- مکانیسم‌های مقاومت در برابر خشکی

مکانیسم‌های مقاومت به خشکی در گیاهان به سه دسته تقسیم می شوند: فرار از خشکی، تأخیر در پسابیدگی و تحمل به پسابیدگی (Sexea, 2003).

۱-۲-۱- فرار از خشکی[1]

طبق گفته نیلسون و ارکات[2] (۱۹۹۶) فرار از خشکی مکانیسمی است که ویژه‌ی گیاهان بومی مناطق خشک است به طوری‌که گیاهانی که در این مناطق زندگی می کنند سیکل رشد خود را قبل از خالی شدن آب تکمیل می‌کنند. بنابراین حتی در حیاتی‌ترین مراحل نموشان با کمبود آب مواجه نمی‌شوند. همچنین آنها تأخیر در پسابیدگی را چنین تعریف می‌کنند:

۲-۲-۱- تأخیر در پسابیدگی[3]

تأخیر در پسابیدگی مکانیسمی است که گیاهان می‌توانند به واسطه‌ی این مکانیسم، پتانسیل آب و یا فشار تورگر خود را بالا نگه دارند، با وجود اینکه محتوای آب خاک کاهش یافته است. گیاه این عمل را با بستن روزنه‌های خود یا با ریزش برگ‌هایش به منظور جلوگیری از کاهش آب و یا با رشد ریشه‌هایش به قسمت‌های مرطوب خاک، انجام می‌دهد. البته ناگفته نماند در این مکانیسم که تحمل به خشکی با پتانسیل آب بالا نیز نامیده می‌شود تغییر در الاستیسیته‌ی

1- Droudht escape
2- Nilsen and Orcutt
3- Dehydration postponement