الله
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان
دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی خاکشناسی گرایش شیمی و حاصلخیزی خاک

عنوان پایان‌نامه:

تأثیر کاربرد نیتروژن بر مقاومت نسبی نهال‌های پسته به تنش آبی

استاد راهنما:

دکتر احمد تاج‌آبادی‌پور

استادان مشاور:

دکتر حسین شیرانی
دکتر وحید مظفری

دانشجو :

علی چاهخو محمدآبادی

مهرماه ۱۳۸۹

Vali-e-Asr University of Rafsanjan
Faculty of Agriculture
Department of Soil Science

M.Sc. Thesis

Title of the Thesis:

Effect of nitrogen application on the relative tolerance of pistachio seedlings to water stress

Supervisor:

Dr. Ahmad Tajabadi Pour

Advisors:

Dr. Hossein Shirani
Dr. Vahid Mozafari

By:

Ali Chahkhoo Mohammad Abadi

October 2010

تأثیر کاربرد نیتروژن بر مقاومت نسبی نهال‌های پسته به تنش آبی

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر نیتروژن بر مقاومت نسبی نهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند به تنش آبی، آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل پنج سطح نیتروژن (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع اوره) و چهار دور آبیاری (۲، ۴، ۶ و ۸ روز) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش دور آبیاری وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح و تعداد برگ، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه، ارتفاع ساقه، میزان تبخیر و تعرق، تعرق و شدت تعرق به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. در حالی که تنش آبی باعث افزایش کارایی مصرف آب و پتانسیل آب برگ شد. هم‌چنین نتایج نشان داد که کاربرد نیتروژن باعث کاهش وزن خشک ریشه، ارتفاع ساقه و تبخیر و تعرق شد ولی پتانسیل آب برگ تحت تأثیر کاربرد نیتروژن افزایش یافت. سایر پارامترهای رشدی تحت تأثیر کاربرد نیتروژن قرار نگرفت. تنش آبی موجب کاهش معنی‌دار غلظت کلسیم، منیزیم و فسفر اندام هوایی و غلظت آهن، منگنز و روی ریشه شد در حالی که افزایش دور آبیاری باعث افزایش غلظت کلسیم، سدیم و پتاسیم ریشه و غلظت پتاسیم، سدیم، مس، منگنز و آهن اندام هوایی گردید. کاربرد نیتروژن باعث کاهش غلظت فسفر ریشه و اندام هوایی شد و تأثیری مشابه بر غلظت پتاسیم، مس و روی اندام هوایی مشاهده شد. هم‌چنین کاربرد نیتروژن باعث افزایش غلظت کلسیم و سدیم ریشه و اندام هوایی و غلظت منیزیم اندام هوایی شد. تحت تنش آبی، غلظت پرولین با افزایش معنی‌داری همراه بود این در حالی است که مشابه همین روند برای غلظت قندهای احیاکننده تنها در تنش آبی متوسط دیده شد. کاربرد نیتروژن بر غلظت پرولین برگ تأثیر معنی‌داری نداشت. در حالی‌که غلظت قندهای احیاکننده تحت تأثیر کاربرد نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

Effects of Nitrogen application on the relative tolerance of pistachio seedlings to water stress

Abstract

In order to study the effect of nitrogen on the relative resistance of the pistachio seedling cultivar "Badami-e-Zarand" to water stress, a greenhouse experiment was conducted. Treatments were arranged in a factorial manner in a completely randomized design with four replications. Treatments consisted of five N levels (0, 30, 60, 90, and 120 mg N Kg^{-1} soil as urea) and four irrigation intervals (2, 4, 6, and 8 days).

Results showed that as irrigation interval increased, shoot and root dry weights, leaf area and leaf number, shoot/root ratio, stem height, evapotranspiration, transpiration and transpiration rate significantly decreased, while water stress increased the efficacy of water use and leaf water potential. Also, results indicated that N application decreased root dry weight, stem height, and evapotranspiration while leaf water potential increased under N application. Other growth parameters were not affected by N application. Water stress significantly decreased shoot and root Ca, Mg, and P concentrations and root Fe, Mn, and Zn concentrations. As irrigation interval increased, root Ca, Na, and K concentrations and shoot K, Na, Mn, and Fe concentrations were increased. N application decreased shoot and root P concentration and the similar trend was observed about shoot K, Cu, and Zn concentrations. N application also increased shoot and root Ca and Na concentrations as well as shoot Mg concentration. Under water stress, proline concentration increased significantly while a similar trend was observed for reducing sugar concentration only under moderate water stress. N application had no significant effects on leaf proline concentration while reducing sugar concentration increased significantly under N application.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	
فصل اول: مقدمه	**۱**
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده	**۶**
۲-۱- تأثیر تنش آبی بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه	۷
۲-۲- تأثیر تنش آبی بر توسعه و تقسیم سلولی و توسعه سطح برگ	۱۲
۲-۳- تأثیر تنش آبی بر تحریک ریزش برگ	۱۳
۲-۴- تأثیر تنش آبی بر تغییر در پراکنش ریشه‌ای	۱۴
۲-۵- تأثیر تنش آبی بر جذب عناصر غذایی	۱۵
۲-۶- تأثیر تنش آبی بر تبخیر و تعرق	۱۷
۲-۷- تأثیر تنش آبی بر غلظت پرولین و قندهای احیاکننده	۱۸
۲-۸- تأثیر نیتروژن بر رشد گیاه	۲۱
۲-۹- برهم‌کنش نیتروژن و تنش آبی	۲۴
فصل سوم: روش تحقیق و مواد	**۲۸**
۳-۱- تهیه و آماده‌سازی خاک	۲۹
۳-۲- آزمون گلخانه‌ای	۳۰

عنوان **صفحه**

فصل چهارم: نتایج و بحث **۳۴**

۴-۱- پارامترهای رشدی ۳۵

۴-۱-۱- وزن خشک و تر اندام هوایی و ریشه ۳۵

۴-۱-۲- نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه ۴۲

۴-۱-۳- سطح برگ، تعداد برگ و ارتفاع ساقه ۴۵

۴-۱-۴- تبخیر-تعرق، تعرق و شدت تعرق ۴۹

۴-۱-۵- کارایی مصرف آب و پتانسیل آب برگ ۵۵

۴-۲- ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته ۶۰

۴-۲-۱- جذب نیتروژن اندام هوایی ۶۰

۴-۲-۲- غلظت فسفر اندام هوایی و ریشه ۶۴

۴-۲-۳- غلظت روی اندام هوایی و ریشه ۶۶

۴-۲-۴- غلظت آهن اندام هوایی و ریشه ۶۸

۴-۲-۵- غلظت منگنز اندام هوایی و ریشه ۷۱

۴-۲-۶- غلظت و جذب مس اندام هوایی و ریشه ۷۴

۴-۲-۷- غلظت پتاسیم اندام هوایی و ریشه ۷۷

۴-۲-۸- غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه ۸۲

۴-۲-۹- غلظت کلسیم اندام هوایی و ریشه ۸۶

۴-۲-۱۰- غلظت منیزیم اندام هوایی و ریشه ۹۱

۴-۲-۱۱- غلظت پرولین و قندهای احیاکننده ۹۳

عنوان **صفحه**

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات **۹۹**

منابع **۱۱۲**

چکیده انگلیسی

ضمایم **۱۰۳**

جدول ضمیمه ۱- تجزیه واریانس پارامترهای رشد ۱۰۴

جدول ضمیمه ۲- تجزیه واریانس تبخیر-تعرق، تعرق و شدت تعرق، کارایی مصرف آب و پتانسیل آب برگ ۱۰۷

جدول ضمیمه ۳- تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی و زیست‌شیمیایی اندام هوایی ۱۰۸

جدول ضمیمه ۴- تجزیه واریانس پارامترهای شیمیایی ریشه ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- تأثیر دور آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی، برگ و ساقه	۳۶
شکل ۴-۲- تأثیر دور آبیاری بر وزن تر برگ و ساقه	۳۸
شکل ۴-۳- تأثیر دور آبیاری بر تعداد برگ	۴۶
شکل ۴-۴- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر تبخیر و تعرق	۵۰
شکل ۴-۵- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر تعرق	۵۲
شکل ۴-۶- تأثیر دور آبیاری و برهم‌کنش نیتروژن و دور آبیاری بر شدت تعرق	۵۴
شکل ۴-۷- تأثیر دور آبیاری بر جذب نیتروژن	۶۱
شکل ۴-۸- تأثیر برهم‌کنش دور آبیاری و نیتروژن بر جذب نیتروژن	۶۳
شکل ۴-۹- تأثیر دور آبیاری بر غلظت روی اندام هوایی و ریشه	۶۷
شکل ۴-۱۰- تأثیر نیتروژن بر غلظت روی اندام هوایی	۶۹
شکل ۴-۱۱- تأثیر دور آبیاری بر غلظت آهن اندام هوایی و ریشه	۷۰
شکل ۴-۱۲-تأثیر دور آبیاری بر جذب آهن اندام هوایی	۷۲
شکل ۴-۱۳- تأثیر دور آبیاری بر غلظت منگنز اندام هوایی و ریشه	۷۳
شکل ۴-۱۴- تأثیر دور آبیاری بر جذب منگنز اندام هوایی	۷۵

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱۵- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر جذب مس اندام هوایی	۷۸
شکل ۴-۱۶- تأثیر دور آبیاری بر جذب مس ریشه	۷۹
شکل ۴-۱۷- تأثیر دور آبیاری بر جذب سدیم اندام هوایی و ریشه	۸۵
شکل ۴-۱۸- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر غلظت کلسیم ریشه	۸۹
شکل ۴-۱۹- تأثیر دور آبیاری بر جذب کلسیم ریشه	۹۰
شکل ۴-۲۰- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر غلظت منیزیم اندام هوایی	۹۲
شکل ۴-۲۱- تأثیر دور آبیاری بر غلظت پرولین	۹۴
شکل ۴-۲۲- تأثیر دور آبیاری و نیتروژن بر غلظت قندهای احیاکننده	۹۶
شکل ۴-۲۳- تأثیر سطوح نیتروژن و دور آبیاری بر غلظت قندهای احیاکننده	۹۸

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش	۳۱
جدول ۳-۲- حداقل مقدار آب خاک، درصد کاهش رطوبت قابل استفاده و حداقل پتانسیل ماتریک در رژیم‌های مختلف آبیاری	۳۳
جدول ۴-۱-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی و برگ	۴۰
جدول ۴-۲-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر وزن خشک و تر ریشه	۴۱
جدول۴-۳- تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر نسبت وزن خشک اندام هوایی و ریشه	۴۳
جدول ۴-۴- تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر سطح برگ	۴۶
جدول ۴-۵- تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر ارتفاع ساقه	۴۸
جدول ۴-۶-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر کارایی مصرف آب	۵۶
جدول ۴-۷-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر پتانسیل آب برگ	۵۸
جدول ۴-۸-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر غلطت فسفر اندام هوایی و ریشه	۶۵
جدول ۴-۹-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر غلظت مس اندام هوایی	۷۶
جدول ۴-۱۰-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر غلطت پتاسیم اندام هوایی و ریشه	۸۱
جدول ۴-۱۱-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه	۸۳
جدول ۴-۱۲-تأثیر نیتروژن و دور آبیاری بر غلظت کلسیم اندام هوایی	۸۷

فصل اول

مقدمه

مقدمه

پسته یکی از محصولات کشاورزی است که با نام ایران آمیخته و تولید آن در کشور سابقه تاریخی دارد و از دیرباز در نقاط مختلف ایران مورد کشت و بهره‌برداری قرار گرفته است. جنگل‌های وحشی و خودروی پسته در ناحیه شمال شرقی ایران و نواحی هم مرز با ترکمنستان و افغانستان، پیشینه‌ای تاریخی دارند و تصور بر این است که درخت پسته از حدود ۴-۳ هزار سال قبل، در ایران اهلی شده و مورد کشت قرار گرفته است (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱). کشاورزی ایران در جهان با محصول پسته شناخته شده و این محصول، جزء مهم‌ترین کالاهای صادرات غیرنفتی است. در حال حاضر بالغ بر ۴۳۱ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیربارور در کشور وجود دارد که بیش از ۷۳ درصد از این باغ‌ها در استان کرمان و بقیه در استان‌های یزد، قزوین، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، مرکزی و اصفهان قرار دارد (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۸۷). در این بین شهرستان رفسنجان با سطح زیر کشتی بالغ بر ۱۱۰ هزار هکتار، عمده‌ترین مرکز تولید این محصول در استان کرمان، ایران و جهان است به‌طوری‌که سهم این شهرستان از سطح زیر کشت بارور این محصول در استان کرمان، ایران و جهان به‌ترتیب ۶۰، ۳۴ و ۲۴ درصد می‌باشد (میرزایی و چیذری، ۱۳۸۳).

با وجود کمبود و محدودیت منابع و ارزش اقتصادی بالای آب، مصرف این نهاده کشاورزی بسیار بالا می‌باشد. عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب کشاورزی در مناطق پسته‌کاری ایران به وضوح قابل درک است. این عدم تعادل باعث تخریب منابع آب، افت آب‌های زیرزمینی و کاهش کیفیت این منابع شده است. با توجه به آمار مربوط به تولید سال ۱۳۸۲-۱۳۸۱، استان کرمان با وجود این‌که از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید، در مقام اول قرار دارد ولی با عملکردی حدود ۲۷۰/۷ کیلوگرم در هکتار، پایین‌ترین عملکرد را در کشور دارا می‌باشد که دلیل آن، محدودیت آب و شور شدن خاک‌های منطقه است (عزیزی و یزدانی، ۱۳۸۴).

به‌دلیل ریزش‌های جوی کم و عدم پراکنش زمانی و مکانی نامناسب در ایران، این کشور در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، آب مهم‌ترین عامل توسعه اقتصادی است. مشکل کم‌آبی در استان‌های کویری ایران از جمله کرمان و یزد محسوس‌تر می‌باشد. هم‌جوار شدن این استان‌ها با کویر لوت و دشت کویر نیز باعث بالا رفتن تبخیر در این مناطق شده است (جوانشاه و عبدالهی‌عزت‌آبادی، ۱۳۸۶). در حال حاضر حدود ۶۹ درصد کل آب تجزیه‌پذیر کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد که این مقدار در مقایسه با سایر کشورهای جهان، بسیار زیاد به‌نظر می‌رسد (سلامت و آل‌یاسین، ۱۳۸۰). با وجود کمبودهای اشاره شده، کشاورزی ایران به‌شدت به آب آبیاری وابسته است لذا کمبود منابع آب، علاوه بر کند کردن روند توسعه کشاورزی فعلی، باعث خسارات و زیان‌هایی نیز در آینده خواهد شد.

امروزه تولیدات کشاورزی حتی بیش از قبل به‌دلیل کاهش منابع آب محدود شده و در آینده بسیاری از مناطق جهان با محدودیت شدید و روزافزون مواجه خواهند شد (فررس[1]، ۲۰۰۴). تنش آبی جزء تنش‌های عمومی می‌باشد که اثرات بسیار نامطلوبی بر رشد گیاه و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (زیونگ[2] و همکاران، ۲۰۰۲). تنش آبی به سیستم غشاء و فتوسنتز آسیب می‌رساند. تنش آبی به دو طریق فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد اول با بستن روزنه‌ها و در نتیجه نرسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست‌ها و دوم از طریق کاهش پتانسیل آب سلول، بر روی ساختمان پیچیده فتوسنتزی، تأثیر می‌گذارد و بدین صورت تنش آبی رشد ریشه و ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (هاپکینس و هانر[3]، ۲۰۰۴).

ریشه زائی درخت پسته به‌صورت محوری و عمودی است و تا عمق ۲/۵ متر در داخل خاک فرو می‌رود

1. Fereres
2. Xiong
3. Hopkins & Huner

(اونلو[1] و همکاران، ۲۰۰۵). سیستم ریشه زائی عمقی، درخت را قادر می‌سازد تا به اعماق خاک نفوذ کرده و از آب و مواد موجود در آن به خوبی تغذیه نماید. از این رو درختان پسته مقاومت زیادی به خشکی دارند (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱). مقاومت به خشکی بدین معنی نیست که درختان پسته برای تولید بهینه به آب کمی نیاز دارند بلکه آن‌ها قادرند عملکرد متوسطی با آب خیلی کم داشته باشند (گلدهامر[2]، ۱۹۹۵).

نیتروژن از جمله عناصر مهم در ارتباط با تولید غذا، مخصوصاً پروتئین برای جمعیت رو به رشد دنیا است. نیتروژن مهم‌ترین عنصری است که کمبود آن بیشترین محدودیت را برای رشد گیاه ایجاد می‌کند (ازم[3]، ۲۰۰۲). نیتروژن جهت رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز است و عنصری است که در تغذیه گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک نقش بسیار مهمی دارد. نیتروژن عنصری پویا بوده و زمان مصرف آن ممکن است برای استفاده بهینه گیاه بحرانی باشد. نیتروژن از اجزای تشکیل‌دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلوئیک و آنزیم‌هاست و نقش عمده‌ای در فیزیولوژی گیاه، رشد رویشی، تشکیل کلروفیل و تولید میوه و دانه دارد (روی[4] و همکاران، ۱۹۹۵). کاربرد نیتروژن موجب افزایش سرعت رشد، شادابی رنگ اکثر گیاهان و بالارفتن میزان پروتئین آن‌ها می‌شود (خدابنده، ۱۳۶۹). علائم کمبود نیتروژن در باغ پسته معمولاً با کاهش رشد اندام هوایی، باریک شدن و کوچکتر شدن شاخه‌ها و زرد شدن برگ‌های قدیمی‌تر (به‌علّت متحرک بودن این عنصر) در ابتدای کمبود و سرایت به همه برگ‌ها در موارد شدید همراه می‌باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

نیتروژن نقشی چشمگیر را در تولید فرآورده‌های کشاورزی ایفا می‌نماید. گزینش مقدار کود حاوی این عنصر برای رسیدن به بالاترین سطح تولید الزامی است. پیامد استفاده کافی و به‌هنگام از نیتروژن، نه‌تنها باعث افزایش درآمد می‌شود بلکه از تجمع زیاد نیترات در نیمرخ خاک نیز جلوگیری کرده و تلفات آبشویی را به کمترین اندازه می‌رساند و در نهایت مانع از آلوده شدن آب‌های زیر زمینی می‌شود. در ایران به دلایل متعدد از جمله عدم ترویج مبنای صحیح تغذیه گیاهی و حاکمیت غلط نحوه مصرف کود نیتروژن، راندمان مصرف کود نیتروژن بسیار پایین است. با نگاهی به راندمان مصرف آب که در ایران حدود ۶۰۰ ولی در آمریکا متجاوز از ۲۰۰۰ گرم محصول به ازای هر متر مکعب آب می‌باشد، ملاحظه می‌شود که در هر دو بعد، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف کود، با وضع نامطلوبی مواجه هستیم. در شرایطی که آب خاک در حد کافی باشد و گیاه در تنش آبی قرار نگیرد، مصرف کودهای معدنی تا حد رفع کمبود عناصر غذایی

1. Unlu
2. Goldhamer
3. Azam
4. Roy

در خاک، با افزایش تولید همراه می‌باشد. حد مورد نیاز از هر عنصر غذایی به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم‌ترین عامل، میزان آب می‌باشد (فرهمند و همکاران، ۱۳۸۵).

تحقیقات انجام شده بر روی پسته در ترکیه نشان می‌دهد که تنش آبی و کاربرد کم نیتروژن، دلیل اصلی تناوب باردهی در سال‌های متوالی است (اونلو و همکاران، ۲۰۰۵). حد بهینه نیتروژن در برگ پسته ۲/۵ تا ۲/۹ درصد ماده خشک می‌باشد (درویشیان، ۱۳۸۱). مشخص شده است در صورتی‌که میزان نیتروژن برگ به کمتر از ۲/۲ درصد ماده خشک برسد، باعث افزایش سال‌آوری، کاهش محصول، تاخیر در برگ‌دهی و گل‌دهی، کاهش رشد طولی و قطری شاخه‌ها، قرمز شدن پوست درخت و ریزش برگ قبل از پاییز و خصوصاً زمان رسیدن محصول در درختان پرمحصول به‌صورت توام یا مستقل مشاهده می‌شود (شجاع‌الدینی، ۱۳۸۲). نتایج پژوهشی که توسط اونلو و همکاران (۲۰۰۵) در دو سال بارده و غیربارده روی پسته انجام شد، مشخص شد که برای نیل به عملکرد اقتصادی بالاتر میزان نیتروژن بیشتری در سال غیربارده نسبت به سال بارده نیاز است. مصرف نیتروژن به‌خصوص کود دامی به همراه کود شیمیایی باعث بالا رفتن راندمان استفاده از آب می‌گردد، زیرا مصرف کود عملکرد را افزایش می‌دهد، بدون آن‌که در مصرف آب تأثیر زیادی داشته باشد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷).

بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر نیتروژن و تنش آبی بر رشد و ترکیب شیمیایی پسته (بادامی زرند) و نیز ارزیابی تأثیر نیتروژن بر مقاومت نسبی رقم مزبور به تنش آبی می‌باشد.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات انجام شده

فصل دوم

۲-۱- تأثیر تنش آبی بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه

تنش‌های محیطی یک رنج گسترده‌ای از پاسخ‌های گیاهان شامل تغییر متابولیسم سلولی، تغییر در رشد و تولیدات گیاهان ایجاد می‌کنند. در میان تنش‌های محیطی، تنش آبی یکی از مهم‌ترین تنش‌های مضر برای رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (شائو[1] و همکاران، ۲۰۰۸a). تنش آبی به‌وسیله کاهش میزان آب، فشار تورژسانس، پتانسیل آب، پژمردگی و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش در توسعه و رشد سلول‌ها مشخص می‌شود. تنش شدید آبی باعث توقف فتوسنتز، اختلال در متابولیسم و نهایتاً منجر به مرگ گیاه می‌شود (آمارجیت[2] و همکاران، ۲۰۰۵). مقاومت به تنش آبی شامل تغییرات ماهرانه در بیوشیمیایی سلولی است که باعث تجمع مواد سازگار و پروتئین‌های ویژه‌ای گردیده که به سرعت در اثر تنش اسمزی تحریک می‌شوند (شائو و همکاران، ۲۰۰۶). پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاهان به تنش آبی با تغییر شدت و مدت تنش به‌تدریج تغییر می‌کند (شائو و همکاران، ۲۰۰۸b). پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاه در مواجه با تنش

1. Shao
2. Amarjit

آبی شامل کاهش پتانسیل آب برگ، هدایت روزنه‌ای، غلظت CO_2 داخلی، فتوسنتز خالص و کاهش در سرعت رشد می‌باشد (شائو و همکاران، ۲۰۰۸a). تغییرات رشدی شامل تغییر در سطح برگ، حجم تاج پوشش، وزن کل گیاه (اندام هوایی و ریشه) و یا وزن تاج پوشش، ارتفاع، قطر، طول میان‌گره، قطر تنه، سطح مقطع تنه، زاویه‌ی انشعاب برگ با شاخه، رشد افقی و عمودی ریشه و تراکم ریشه در واحد حجم خاک می‌باشد (توماس و گاسلینگ[۱]، ۲۰۰۰).

کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب کاهش عملکرد گیاه (غنی[۲] و همکاران، ۲۰۰۰)، کاهش چشم‌گیر در سرعت فتوسنتز (دانکو[۳] و همکاران، ۲۰۰۱)، کاهش هدایت روزنه‌ای و افزایش غلظت CO_2 بین سلول‌ها (کاک[۴] و همکاران، ۲۰۰۳) و هم‌چنین کاهش سنتز پروتئین می‌شود. همگام با کاهش پتانسیل آب، غلظت هورمون‌های گیاهی نیز تغییر می‌کند. طبیعتاً اولین علامت تنش آبی از روزنه‌ها شروع می‌شود و روزنه‌ها مقداری بسته می‌شوند تا مانع از دست دادن آب شوند (فلکساس و مدرانو[۵]، ۲۰۰۲). سپس فتوسنتز تحت تأثیر بسته شدن روزنه‌ها و کاهش آب قرار می‌گیرد و در نتیجه فتوسنتز خالص به ناچار به‌دلیل کاهش CO_2 در کلروپلاست، کاهش می‌یابد (کورنیک[۶]، ۱۹۹۴). در تعدادی گونه‌های گیاهی، تنش آبی فتوسنتز خالص را از طریق فاکتورهای غیرروزنه‌ای مانند کاهش راندمان کربوکسیلاسیون، کاهش می‌دهد (رامانجولا[۷] و همکاران، ۱۹۹۸). در تحقیقی که بر روی دو گونه‌ی پسته (*Pistacia khinjuc* و *Pistacia mutica*) انجام گرفت مشخص شد سرعت فتوسنتز خالص با افزایش تنش آبی در هر دو گونه کاهش یافت (رنجبر فردویی و همکاران، ۲۰۰۰). بهبودیان[۸] و همکاران (۱۹۸۶) مشاهده کردند که سرعت فتوسنتز پسته اهلی (*Pistacia vera*) با کاهش پتانسیل آب برگ کاهش یافت. بدیهی است گیاهانی که در معرض تنش آبی نیستند، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای بالاتری نسبت به گیاهان تحت تنش دارند (فیللا[۹] و همکاران، ۱۹۹۸). هم‌چنین سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در نارنگی رقم انشو (*Citrus unshiu*) با افزایش از دست دادن آب کاهش پیدا کرد (یاکوشیجی[۱۰] و همکاران، ۱۹۹۸). نتایج مشابهی توسط

1. Thomas & Gausling
2. Ghani
3. Danco
4. Koc
5. Flexas & Medrano
6. Cornic
7. Ramanjulu
8. Behboudian
9. Filella
10. Yakushiji

دانشمندان دیگر در سرو (اپرون[1]، ۱۹۹۷) و در سیب (فرناندز[2] و همکاران، ۱۹۹۷) گزارش گردیده است. کمبود آب بر رشد، توسعه، عملکرد و کیفیت درختان میوه در شرایط مزرعه و گلخانه اثر می‌گذارد (ما[3] و همکاران، ۲۰۰۶). افزایش در سفتی میوه و کاهش عملکرد و اندازه‌ی میوه با افزایش کمبود آب خاک در گوجه فرنگی توسط پاتن و کوسنتینو[4] (۲۰۱۰) گزارش شده است.

در تنش آبی، ارتفاع و ضخامت نهال، تعداد، طول و سطح برگ، طول ساقه و ریشه، میزان کلروفیل a و b و وزن کل گیاه کاهش می‌یابد (وو[5] و همکاران، ۲۰۰۸). تنش‌های آبی طولانی مدت باعث افزایش نسبت ریشه به ساقه، کمتر و کوچک‌تر شدن برگ‌ها و افزایش غلظت مواد محلول در سلول‌های برگ می‌گردند (اسنودون[6]، ۲۰۰۰). افزایش نسبت ریشه به ساقه در شرایط تنش عمدتاً به‌دلیل کاهش رشد شاخه می‌باشد باشد و ریشه‌ها در این شرایط تنظیم اسمزی را بهتر انجام داده و رشد بیشتری نسبت به اندام هوایی دارند. امّا وقتی رطوبت به‌مقدار مناسب می‌رسد رشد قسمت هوایی بیشتر می‌شود و نسبت ریشه به اندام هوایی تغییر می‌کند (صدر زاده و معلمی، ۱۳۸۵). در همین راستا چونینگ[7] و همکاران (۲۰۰۵) با قرار دادن دو گونه صنوبر تحت تأثیر تنش آبی با تیمار آبیاری صددرصد ظرفیت مزرعه (شاهد) و بیست و پنج درصد ظرفیت مزرعه مشاهده کردند که نسبت حجم ریشه به شاخسار در تیمار تنش آبی نسبت به شاهد بیشتر بود.

نوزو[8] و همکاران (۱۹۹۷) در تحقیقی بر روی درختان زیتون رقم کرانینا نشان دادند که سطح برگ درختانی که تحت تنش آبی قرار گرفته بودند کاهش چشم‌گیری نسبت به درختان آبیاری شده داشتند. هم‌چنین وزن خشک نهایی گیاهان آبیاری شده ۳۰ درصد بیشتر از گیاهان تحت تنش بود. کاهش وزن خشک ریشه در تیمار تنش آبی ممکن است به‌دلیل کاهش تجمع کربوهیدرات‌ها در ریشه و عدم رشد آن‌ها باشد (ارجی و همکاران، ۱۳۸۱).

در تحقیقی که تأثیر تنش آبی بر روی دو گونه کهورک (*Prosopis alpatco* و *Prosopis argentina*) مرد بررسی قرار گرفت مشخص شد که تنش آبی وزن خشک کل، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه و تعداد و سطح برگ هر دو پایه را تحت شرایط تنش، کاهش داد. هم‌چنین نسبت اندام هوایی به

1. Epron
2. Fernandez
3. Ma
4. Patane & Cosentino
5. Wu
6. Snowdon
7. Chunying
8. Nuzzo