دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی خاک‌شناسی گرایش شیمی وحاصلخیزی خاک

عنوان پایان‌نامه

تأثیر کاربرد فسفر بر مقاومت نسبی پسته به تنش شوری

استاد راهنما:

دکتر احمد تاج‌آبادی‌پور

استادان مشاور:

دکتر وحید مظفری
دکتر ابراهیم ادهمی

دانشجو:

سعیده ایران‌نژاد

تیر ماه ۱۳۸۹

چکیده

تاثیر کاربرد فسفر بر مقاومت نسبی نهال‌های پسته به تنش شوری

به منظور بررسی تاثیر فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته در شرایط شور، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل شش سطح فسفر (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع اسید فسفریک) و شش سطح شوری (۰، ۶۰۰، ۱۲۰۰، ۱۸۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) بودند.

نتایج نشان داد که افزایش سطوح شوری منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، ارتفاع ساقه و سطح برگ گردید. در حالی که کاربرد فسفر تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ و ساقه نداشت اما وزن خشک ریشه را به طور معنی‌داری کاهش داد. با افزایش شوری غلظت پرولین کاهش و میزان قندهای احیاکننده افزایش یافت. در صورتی که با افزایش فسفر غلظت پرولین افزایش نشان داد اما بر غلظت قندهای احیاکننده تاثیری نداشت. تنش شوری غلظت مس، کلسیم و سدیم شاخسار را افزایش داد اما موجب کاهش غلظت روی و فسفر شد. اثر شوری بر غلظت آهن، منگنز و منیزیم شاخسار معنی‌دار نبود. در ریشه تنش شوری غلظت عناصر آهن، روی، سدیم و منیزیم را افزایش و غلظت کلسیم، پتاسیم و فسفر را کاهش داد. کاربرد فسفر موجب افزایش غلظت آهن، سدیم و پتاسیم در شاخسار و افزایش غلظت عناصر سدیم، منیزیم و مس در ریشه شد. اما غلظت مس، کلسیم، روی، منگنز و فسفر را در شاخسار کاهش داد. معادله‌های رگرسیونی محاسبه شده میان رشد نسبی برگ، ساقه و ریشه نهال‌های پسته با قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذبی سدیم و غلظت کلر، سدیم و فسفر نشان می‌دهد که با افزایش پارامترهای خاکی فوق، رشد نسبی برگ، ساقه و ریشه کاهش پیدا کرد.

با توجه به این نتایج می‌توان گفت کاربرد فسفر به تنهایی تقریباً در بهبود رشد گیاه پسته در شرایط شور تاثیر مثبتی نداشت. البته اگر این نتایج در شرایط یک باغ مورد بررسی قرار گیرد نتایج به واقعیت نزدیکتر خواهد بود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	
فصل اول: مقدمه	۱
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده	
۲-۱- تأثیر شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه	۶
۲-۲- تأثیر شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه پسته	۹
۲-۳- تاثیر فسفر بر رشد گیاه	۱۱
۲-۴- اثرات متقابل فسفر و شوری	۱۲
فصل سوم: روش تحقیق	
۳-۱- تهیه و آماده‌سازی خاک	۱۵
۳-۱-۱- انتخاب خاک	۱۵
۳-۱-۲- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک	۱۵
۳-۲- تهیه و آماده‌سازی بذر	۱۶
۳-۳- آزمایش گلخانه‌ای	۱۸
۳-۴- اندازه‌گیری خصوصیات رشدی نهال‌های پسته	۱۸
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۴-۱- پارامترهای رشدی	۲۱
۴-۱-۱- وزن خشک برگ و ساقه وریشه	۲۱
۴-۱-۲- سطح برگ، ارتفاع ساقه و نسبت وزن خشک شاخسار به ریشه	۲۶
۴-۲- ترکیب شیمیایی نهال‌های پسته	۳۲
۴-۲-۱- جذب فسفر شاخسار و ریشه	۳۲

عنوان **صفحه**

۴-۲-۲- غلظت سدیم شاخسار، ریشه و خاک ۳۶

۴-۲-۳- غلظت پتاسیم شاخسار و ریشه ۳۹

۴-۲-۴- غلظت کلر شاخسار ۴۴

۴-۲-۵- غلظت آهن شاخسار و ریشه ۴۶

۴-۲-۶- غلظت روی شاخسار وریشه ۵۰

۴-۲-۷- غلظت کلسیم شاخسار و ریشه ۵۴

۴-۲-۸- غلظت مس شاخسار و ریشه ۵۸

۴-۲-۹- غلظت منیزیم شاخسار و ریشه ۶۳

۴-۲-۱۰- غلظت منگنز شاخسار و ریشه ۶۷

۴-۲-۱۱- غلظت پرولین برگ ۷۰

۴-۲-۱۲- غلظت قندهای احیاکننده ۷۲

۴-۲-۱۳- رابطه بین رشد نسبی برگ، ساقه و ریشه پسته و خصوصیات شیمیایی خاک ۷۴

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی ۷۷

ضمیمه ۸۰

منابع ۸۸

چکیده انگلیسی

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش ۱۷

جدول ۴-۱- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر وزن خشک برگ ۲۲

جدول ۴-۲- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر وزن خشک ساقه ۲۳

جدول ۴-۳- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر وزن خشک ریشه ۲۴

جدول ۴-۴- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر سطح برگ ۲۸

جدول ۴-۵- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر ارتفاع ساقه ۲۹

جدول ۴-۶- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر نسبت وزن خشک شاخسار به ریشه ۳۰

جدول ۴-۷- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر جذب فسفر شاخسار ۳۳

جدول ۴-۸- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر جذب فسفر ریشه ۳۴

جدول ۴-۹- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت سدیم شاخسار ۳۷

جدول ۴-۱۰- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت سدیم ریشه ۳۸

جدول ۴-۱۱- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت پتاسیم شاخسار ۴۱

جدول ۴-۱۲- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت پتاسیم ریشه ۴۲

جدول ۴-۱۳- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت کلر شاخسار ۴۵

جدول ۴-۱۴- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت آهن شاخسار ۴۷

جدول ۴-۱۵- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت آهن ریشه ۴۸

جدول ۴-۱۶- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت روی شاخسار ۵۱

جدول ۴-۱۷- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت روی ریشه ۵۲

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱۸- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت کلسیم شاخسار	۵۵
جدول ۴-۱۹- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت کلسیم ریشه	۵۶
جدول ۴-۲۰- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت مس شاخسار	۵۹
جدول ۴-۲۱- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت مس ریشه	۶۰
جدول ۴-۲۲- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت منیزیم شاخسار	۶۴
جدول ۴-۲۳- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت منیزیم ریشه	۶۵
جدول ۴-۲۴- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت منگنز شاخسار	۶۸
جدول ۴-۲۵- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت منگنز ریشه	۶۹
جدول ۴-۲۶- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت پرولین برگ	۷۱
جدول ۴-۲۷- تاثیر کاربرد فسفر و شوری بر غلظت قندهای احیاکننده	۷۳
جدول ۴-۲۸- معادله‌های رگرسیون میان عملکرد نسبی برگ، ساقه و ریشه (Y) بر حسب درصد و غلظت سدیم (Na) و کلر (Cl) و فسفر (P) در عصاره اشباع خاک برحسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۷۵
جدول ۴-۲۹- معادله‌های رگرسیون میان عملکرد نسبی برگ، ساقه و ریشه (Y) بر حسب درصد و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذبی سدیم (SAR)	۷۶

فهرست جدول‌های ضمیمه

عنوان **صفحه**

جدول ضمیمه ۱- تجزیه واریانس پارامترهای رشد ۸۱

جدول ضمیمه ۱- تجزیه واریانس پارامترهای رشد ۸۲

جدول ضمیمه ۲- تجزیه واریانس غلظت عناصر شاخسار ۸۳

جدول ضمیمه ۲- تجزیه واریانس غلظت عناصر شاخسار ۸۴

جدول ضمیمه ۳- تجزیه واریانس غلظت عناصر ریشه ۸۵

جدول ضمیمه ۳- تجزیه واریانس غلظت عناصر ریشه ۸۶

جدول ضمیمه ۴- تجزیه واریانس غلظت پرولین و قندهای احیاکننده ۸۸

فصل اول

مقدمه

فصل اول

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و یکی از عمده‌ترین محصولات صادراتی غیر نفتی می‌باشد (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۸۶). پسته گیاهی نیمه‌گرمسیری، دوپایه و خزان‌کننده، از خانواده *Anacardiacae* و جنس *Pistacia* است (علیپور و حسینی‌فرد، ۱۳۸۲). میوه‌های مغزدار نظیر پسته، برای قلب مفید شناخته شده‌اند. این میوه‌ها منبع خوبی برای پروتئین و فیبر خوراکی هستند و هم‌چنین سرشار از بسیاری از ویتامین‌ها می‌باشند. پسته دارای بیشتر از ۳۰ نوع ویتامین مختلف و مواد معدنی است و هم‌چنین یک منبع عالی مس و منگنز و منبع خوبی از فسفر و ویتامین B_6 می‌باشد (pistachiohealth.com, 2006).

ایران هم‌اکنون مهم‌ترین و بزرگ‌ترین صادرکننده پسته دنیا می‌باشد که با توجه به طعم دلپذیر آن که ناشی از اقلیم خاص مناطق پسته‌کاری کشور است، تقاضای خرید پسته ایران، رو به افزایش است (ابریشمی، ۱۳۷۳). درحال حاضر تقریبا ۴۷۰ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور در ایران وجود دارد که تولید سالانه آن‌ها بالغ بر ۲۵۰ هزار تن می‌باشد. صادرات بیش از نیمی از پسته تولیدی، درآمد ارزی قابل ملاحظه‌ای را نصیب کشور می‌نماید (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۸۶). برای حفظ موقعیت جهانی اولین تولیدکننده

پسته دنیا، بایستی مقدار تولید محصول در واحد سطح را افزایش داد (پناهی و همکاران، ۱۳۸۱). کمبود نسبی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری آب و خاک و بعضاً اقلیم نامناسب، از عواملی هستند که در بسیاری از مناطق کشور، افزایش سطح زیر کشت این محصول را با مشکل مواجه کرده است (تاج‌آبادی‌پور، ۱۳۸۳). شوری آب و خاک در بسیاری از نقاط جهان به ویژه نواحی خشک و نیمه‌خشک، عامل محدودکننده رشد می‌باشد (International source book, ۱۹۷۳). تقریباً ۱۲/۵٪ از اراضی کشاورزی ایران، تحت تاثیر شوری قرار دارند (حکم‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که مناطق پسته‌کاری دارای آب و هوای خشک هستند و میزان تبخیر سالانه در این مناطق ۲۰ برابر میزان بارندگی است، طبیعی است که خاک‌های این مناطق دچار شوری بوده و از طرفی کاهش تدریجی کیفیت آب آبیاری این مساله را تشدید می‌کند (محمدآبادی، ۱۳۷۴؛ کشاورز، ۱۳۸۰). با افزایش شوری خاک، کلر و سدیم در خاک زیاد شده و جذب برخی از عناصر غذایی ضروری گیاه در محلول خاک کاهش می‌یابد و موجب کمبود آن عنصر در گیاه می‌شود (محمدآبادی، ۱۳۷۴). جذب عناصر غذایی به عنوان یکی از جنبه‌های اصلی تحمل شوری و تنش آبی در گونه‌های مختلف گیاهی مورد توجه قرار گرفته است (شیبلی[1] و همکاران، ۲۰۰۱). اثرات متقابل منفی و مثبت شوری و عناصر غذایی، اغلب جذب عناصر غذایی و در نهایت تجمع و توازن عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (محمد و همکاران، ۱۹۹۸).

فسفر یکی از عناصر غذایی پرمصرف گیاهان می‌باشد. مقدار آن در خاک‌های زراعی از ۰/۰۳ تا ۰/۳۲ درصد و میانگین آن ۰/۰۶ درصد ذکر شده است (تیسدال[2] و همکاران، ۱۹۸۵). فسفر در بیشتر فرایندهای فیزیولوژیک گیاه، نظیر تولید ATP و آنزیم‌ها اهمیت دارد (همایی، ۱۳۸۱). هم‌چنین فسفر جزء مهمی از پروتئین سلول است (خوش‌گفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). حد بحرانی فسفر در خاک‌های مناطق پسته‌کاری، ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و در برگ پسته ۰/۱۴-۰/۱ درصد ماده خشک می‌باشد. بارزترین نشانه کمبود فسفر، سبز تیره شدن رنگ برگ‌های پیر است (خوش‌گفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). به منظور رفع کمبود فسفر سالانه، مقادیر زیادی کودهای شیمیایی فسفاته به خاک اضافه می‌گردد (بروب[3]، ۱۹۷۰؛ کو و لاتز[4]، ۱۹۷۴). به دلیل حساسیت زیاد فسفر به تغییر پی‌اچ در خاک، مقدار فسفر قابل دسترس در خاک‌های آهکی ایران نمی‌تواند زیاد باشد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). مصرف زیاد

1. Shibili
2. Tisdale
3. Brrowb
4. Kuo and Lotse

کودهای فسفره و تجمع فسفر در خاک، علاوه بر افزایش هزینه‌ها بر جذب بسیاری از عناصر کم‌مصرف تاثیر منفی داشته و موجب آلودگی محیط زیست می‌شود (بروب، ۱۹۷۰؛ کو و لاتز، ۱۹۷۴). در ضمن، بخش اعظم کودهای فسفره مصرفی جذب ذرات جامد شده، در این فاز نگه‌داری می‌شوند (بروب، ۱۹۷۰).

به دلیل ویژگی‌های بالقوه گیاه پسته در سازگاری با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک و هم‌چنین از آنجایی که پسته یک محصول مهم به لحاظ اقتصادی و ارزآور است، مهم‌ترین محصول برای مناطق کویری محسوب می‌شود (شهریاری، ۱۳۸۶). از این‌رو باید به دنبال راهکارهایی برای افزایش مقاومت این گیاه به تنش شوری آب و خاک باشیم (اسماعیلی و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی تاثیر کاربرد فسفر در تحمل گیاه پسته به تنش شوری از اهداف اصلی این تحقیق بود.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات انجام شده

فصل دوم

۲-۱- تأثیر شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه

شوری یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید محصول در برخی از قسمت‌های جهان و به‌ویژه در اراضی تحت آبیاری مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (گراتان و گریو[1]، ۱۹۹۹). با توجه به گستردگی خاک‌های شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، ۷/۳۳ میلیون هکتار از اراضی در ایران با مشکل شوری مواجه هستند (مؤمنی، ۲۰۰۱). معمولاً مشکل شوری در مناطقی با قابلیت استفاده کم آب، کیفیت پایین آب، تبخیر زیاد و دمای بالا اتفاق می‌افتد (ملونی[2] و همکاران، ۲۰۰۱). شوری آب و خاک علاوه بر اختلال در جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه و فرایندهای متابولیکی با مشکل مواجه می‌کند (هوانگ و ردمن[3]، ۱۹۹۵). شوری خاک یکی از تنش‌های غیر زنده و محدودکننده رشد و تولید در گیاهان زراعی است (بابائیان جلودار و تباراحمدی، ۱۳۸۱). تجمع نمک در منطقه ریشه به‌دلیل افزایش فشار اسمزی، از جذب آب توسط ریشه جلوگیری می‌کند، حتی اگر آب به میزان کافی در خاک وجود داشته

1. Grattan and Grieve
2. Meloni
3. Huang and Redman

باشد. هرچند که مولکول‌های آب در خاک شور با نیروی چسبندگی زیاد به ذرات خاک نچسبیده‌اند، اما وجود نمک باعث می‌شود گیاه برای جذب آب، نیروی بیشتری صرف کند که این امر می‌تواند عامل تنش برای گیاه باشد (وارنس[1] و همکاران، ۲۰۰۲). زو[2] (۲۰۰۳) اظهار داشت که غلظت بالای نمک در آپوپلاست سلول‌ها، اثر منفی اولیه و ثانویه دارد. اثر اولیه سمیت و برهم زدن تعادل یونی و افزایش فشار اسمزی است و اثر ثانویه بر هم زدن تعادل یون پتاسیم، اختلال در عملکرد غشا، اختلال در فرایند فتوسنتز و سایر فرایندهای زیست شیمیایی، ایجاد رادیکال‌های آزاد اکسیژن و مرگ سلول است. تنش شوری می‌تواند متابولیسم گیاه را از دو طریق اثر اسمزی که باعث کمبود آب می‌گردد و اثر یون خاص (وابسته به نوع نمک و گونه گیاهی) که باعث تجمع بیش از حد یون می‌گردد، تحت تأثیر قرار دهد. اثرات سمی یون‌ها به تجمع بیش از حد یون‌های ویژه در بافت‌های گیاه و عدم تعادل غذایی ایجاد شده توسط چنین یون‌هایی مربوط است (کریمی و همکاران، ۲۰۰۹). ذکری و پارسون[3] (۱۹۹۲) مشاهده کردند که افزایش شوری در آب آبیاری باعث کاهش شدید رشد و صدمه به ریشه مرکبات گردید، ولی غلظت کلر و سدیم در برگ‌ها و صدمه آن بیشتر از ریشه بود. گارسیا سانچز[4] و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی که در شرایط مزرعه‌ای انجام دادند، ملاحظه کردند که طی ماه‌های اول آبیاری با آب شور، غلظت Na^+ و Cl^- برگ تحت تأثیر تیمار شوری قرار نگرفت. اما به مرور زمان، با افزایش شوری، سدیم و کلر در برگ‌های لیمو تجمع یافت و در پایان نمونه‌برداری، تجمع کلر نسبت به سدیم در برگ به بیش از ۸ برابر رسید. در پژوهشی ثابت شد که شوری فعالیت یون‌ها، نسبت عناصر غذایی به سدیم و کلر و در نتیجه رشد گیاه سیب‌زمینی را کاهش می‌دهد (اینال[5]، ۲۰۰۳). نوبلات[6] و همکاران (۲۰۰۱) عنوان کردند که شوری رشد گیاه را از طریق تنش شوری، سمیت یون و در نتیجه تنش‌های غذایی، کاهش می‌دهد. شاویو[7] و همکاران (۱۹۹۵) طی یک آزمون گلخانه‌ای با سه سطح شوری مشاهده کردند که شوری غلظت نیتروژن و فسفر را به طور معنی‌داری در دانه وکاه وکلش گندم کاهش داد. دبز[8] و همکاران (۲۰۰۴) و فلاورز[9] (۲۰۰۴) بیان کردند که شدت اثر شوری بر فرایندهای فیزیکی و متابولیکی به عواملی از جمله نوع نمک، سطح شوری، ژنوتیپ گیاه و دوره

1. Warrence
2. Zhu
3. Zekriand Parson
4. Garcia-Sanches
5. Inal
6. Nublat
7. Shavive
8. Debez
9. Flowers

رشد گیاه بستگی دارد. اسلام و فوزیا[1] (۱۹۸۵) طی یک تحقیق اثرات شوری را بـر مقاومـت گنـدم و بـرنج بررسی و مشاهده کردند که با افزایش شوری، مقدار کلروفیل در این گیاهان کاهش یافت. در مورد درختان میوه غلظت سدیم بالای ۰/۲۵ تا ۰/۵ درصد وزن خشک در بافت برگ‌هـا سـمیت ایجـاد مـی‌کنـد (مـالو[2]، ۲۰۰۳). ذخیره کردن سدیم و کلر در داخل واکوئل، یک مکانیسم مقاومت به شـوری اسـت کـه در شـرایط افزایش شوری، از گیاهان گلیکوفیت و هالوفیت، محافظت می‌کند. انبساط واکوئل در اثر تجمع یون‌ها، هـم برای طویل شدن سلول، حیاتی و مهم است و هم این که با این عمل به طور مؤثر، سمیت سـدیم و کلـر را در سیتوزول کاهش می‌دهد. تحقیقات نشان داده‌اند که هر گیاه تا حـدی در برابـر تـنش شـوری مقاومـت می‌کنند (جنگز و هاساگاوا[3]، ۲۰۰۵). تریسی[4] و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که در کشت جـو، شـوری ۲۰۰ مولار باعث کاهش ۴۷ درصدی وزن تر ساقه نسبت به شاهد می‌شود. که این کـاهش وزن بـا کـاهش یون K^+ در ساقه و افزایش یون Na^+ در برگ همراه بوده است. محمد و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی کـه روی جو انجام دادند، مشاهده کردند که ارتفاع گیاه، وزن خشک ریشه و ساقه به وسـیله‌ی شـوری کـاهش یافت. این کاهش رشد ممکن است به دلیل اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک باشد که جذب آب و عناصر غذایی را کاهش داده و در نهایت باعث کاهش رشد ریشه و بخش هوایی مـی‌شـود. صـفرنژاد و همکاران (۱۳۸۶) نیز اضهار داشتند که با افزایش غلظت کلرید سـدیم، جوانـه‌زنـی اسـفرزه کـاهش یافـت، به‌طوری‌که در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار به صفر رسید.

نقش پرولین در تنظیم اسمزی هنوز جای بحث دارد. معمولاً در گیاهانی که در معرض شرایط سخت تنش خشکی و شوری قرار گرفته‌اند، پرولین تجمع پیدا نموده و احتمالاً در تنظیم اسمزی و حفظ فعالیـت آنزیمی گیاه تحت تنش، نقش دارد (گرینوی و مانز[5]، ۱۹۸۰). جیبون[6] و همکاران (۲۰۰۰) ضمن مطالعه اثر تنش اسمزی بر دیسک‌های برگی کلزا، نشان دادند که مقدار پرولین انباشته شده بعـد از ۲۴ سـاعت از اثـر تیمار، افزایش می‌یابد. قولام[7] و همکاران (۲۰۰۲) اثر تنش شـوری ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلـی‌مـول NaCl در کیلوگرم خاک را بر انباشتگی پرولین در ارتباط با تنظیم اسمزی در پنج رقم چغندر مورد بررسی قـرار داده و نشان دادند که تیمار NaCl باعث افزایش مقدار پرولین در برگ‌های این ارقام می‌شود و کمتـرین مقـدار

1. Islam and Fouzio
2. Mallo
3. Jenks and Hassegawa
4. Tracey
5. Greenway and Munns
6. Gibon
7. Ghoulam

پرولین در رقم با مقاومت کمتر و بیشترین مقدار آن در رقم با مقاومت بیشتر دیده می‌شود. حسینی و همکاران (۱۳۸۲) با آزمایش روی پنبه، نشان دادند که با افزایش شوری، پرولین برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت. بین ژنوتیپ‌ها نیز از لحاظ پرولین برگ اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

۲-۲- تأثیر شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه پسته

کاهش رشد پسته با افزایش شوری آب و خاک، توسط محققان مختلف گزارش گردیده است (محمدآبادی، ۱۳۷۴؛ کریمی گوغری، ۱۳۷۸؛ تاج‌آبادی‌پور، ۱۳۸۳؛ شهریاری، ۱۳۸۶؛ رضوی، ۱۳۸۶؛ قرنجیگ، ۱۳۸۷؛ پارسا و کریمیان، ۱۹۷۵؛ سپاسخواه و مفتون، ۱۹۸۱؛ سپاسخواه و همکاران، ۱۹۸۵؛ بهبودیان و همکاران، ۱۹۸۶؛ پیکچیونی[1] و همکاران، ۱۹۹۰؛ صمدی و همکاران، ۲۰۰۱؛ مظفری ۲۰۰۶). پارسا وکریمیان (۱۹۷۵) برای اولین بار طی یک آزمایش گلخانه‌ای، تأثیر شوری آب آبیاری را بر رشد نهال‌های پسته مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شوری آب آبیاری بر رشد ریشه و اندام‌های هوایی پسته اثر منفی دارد. بهبودیان و همکاران (۱۹۸۶)گزارش کردند که میزان فتوسنتز در پسته اهلی با افزایش تدریجی یون کلر از ۲۲۵ میلی‌مول تا ۴۰۰ میلی‌مول کاهش می‌یابد. هم‌چنین، تنش شوری هم‌چنین می‌تواند بیوشیمی فتوسنتز را به‌علت اختلال در سیستم کلروپلاست و آسیب به ساختمان آن که منجر به کاهش فعالیت فتوسیستم‌ها می‌گردد، تحت تأثیر قرار دهد (کریمی و همکاران، ۲۰۰۹).

ابطحی و کریمیان (۱۳۷۳) اظهار داشتند که افزایش شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌گردد و با افزایش شوری، رشد ساقه و برگ کاهش یافته که در این میان برگ دارای حساسیت بیشتری نسبت به شوری می‌باشد. محمدی محمدآبادی (۱۳۷۴) گزارش کرد که مقاومت رقم سرخس نسبت به شوری چه در خاک و یا آب آبیاری نسبت به بادامی زرند و قزوینی بیشتر است. بعضی از محققان افزایش غلظت سدیم در اندام‌های هوایی پسته را در نتیجه افزایش شوری گزارش کرده‌اند و اظهار داشته‌اند که همبستگی معنی‌دار منفی بین میزان سدیم محلول خاک و رشد اندام‌های هوایی پسته دیده می‌شود (سپاسخواه و مفتون، ۱۹۸۱؛ سپاسخواه و مفتون، ۱۹۸۲؛ سپاسخواه و همکاران، ۱۹۸۵؛ پیکچیونی و همکاران، ۱۹۹۰).

1. picchioni

صمدی و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که شوری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و زمان جوانه‌زنی بذر پسته بادامی و اوحدی را کاهش می‌دهد. رنجبر و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که در رقم خینجوک، فتوسنتز تا شوری‌های برابر ۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش و در شوری‌های بالاتر (۱۲ و ۱۹ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش یافت، ولی در موتیکا تنها در شاهد افزایش فتوسنتز مشاهده گردید و کمترین مقدار آن در شوری برابر ۱۹ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. محمدی و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که وزن خشک اندام هوایی و ریشه پایه‌های مختلف پسته، با افزایش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این محققان عنوان نمودند که علت کاهش وزن خشک با افزایش شوری، ممکن است به‌دلیل جذب نامتعادل عناصر غذایی از خاک ایجاد شده باشد. سپاسخواه و مفتون (۱۹۸۱و۱۹۸۲) اعلام کردند که شوری جذب و توزیع عناصر غذایی در دو رقم پسته اهلی را به روش‌های مختلف تحت تاثیر قرار می‌دهد بدین گونه که رشد قسمت‌های هوایی و ریشه رقم بادامی به ترتیب در قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۱۸/۷ و ۲۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر متوقف شد و این رقم نسبت به سایر رقم‌های پسته مقاوم‌تر بود. شوری عاملی است که باعث کاهش چگالی و ضخامت ریشه می‌شود، البته تحقیقات نشان می‌دهند که وجود یون کلسیم تا حدی باعث بهبود اوضاع می‌گردد (شابالا[1] و همکاران، ۲۰۰۳). توللی و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند که آسیب به درختان پسته عمدتاً به تجمع بیش از حد یون‌های کلر و سدیم در برگ‌ها مربوط است. سعادتمند و همکاران (۲۰۰۷) در نتایج تحقیق خود اعلام کردند که وزن خشک ریشه و اندام هوایی دو پایه سرخس و قزوینی با افزایش سطوح شوری کاهش یافت. این محققان نشان دادند که علائم سمیت شوری ابتدا به‌صورت کلروز حاشیه برگ‌ها آشکار می‌شود و به‌تدریج به نکروز تبدیل می‌گردد. این علائم ابتدا در رقم سرخس و سپس در قزوینی ظاهر شدند. عدم موفقیت در افزایش عملکرد گیاهان رشد یافته در خاک شور، به دلیل کم بودن اطلاعات درباره چگونگی اثر شوری بر فرایندهای اساسی داخل سلول شامل: تقسیم سلول، تمایز و توسعه آن می‌باشد که اساس رشد و توسعه گیاه است (زو، ۲۰۰۱).

1. Shabala

۲-۳- تاثیر فسفر بر رشد گیاه

فسفر یکی از عناصر مورد نیاز برای انتقال انرژی، انتقال اطلاعات وراثتی و تشکیل فسفولیپیدها می‌باشد و در غشای سلولی نقش مهمی را ایفا می‌کند (گونیاس[1] و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ هاولین[2] و همکاران، ۱۹۹۹). هم‌چنین فسفر دارای نقش‌های ساختمانی و متابولیکی است، به‌طوری‌که کمبود فسفر منجر به خرابی غشاها و کاهش انتقال انرژی در گیاهان می‌شود (هاولین و همکاران ۱۹۹۹). فسفر به دلیل واکنش‌های خاص خود نظیر جذب سطحی و تشکیل رسوب در خاک برای گیاه غیرقابل استفاده می‌شود. در خاک‌های آهکی و آهکی- گچی مانند بیشتر خاک‌های کشور ایران، کمبود فسفر قابل استفاده گیاه، به‌دلیل تبدیل فسفر محلول به ترکیبات کم‌محلول مانند فسفات‌های کلسیم یکی از دشواری‌های مشکلات تغذیه‌ای گیاه به شمار می‌رود (پناهی‌کرد و همکاران، ۱۳۸۳). بر اساس گزارشات، ۱۰ تا ۳۰ درصد فسفر مصرفی توسط گیاه استفاده و ۷۰ تا ۹۰ درصد در خاک تجمع می‌یابد، در یک مطالعه ۳۳ ساله در ترکیه گزارش شده است که میزان فسفر خاک در ۱۸ سال اول از ۳۲ به ۳۷ و در ۱۵ سال بعدی به ۴۹ درصد افزایش یافته است (خوگر و همکاران، ۱۳۸۴). در خاک‌های مناطق مرطوب، مقدار فسفر کمتر از خاک‌های مناطق خشک است. متاسفانه بین مقدار کل فسفر در خاک و مقدار فسفر قابل جذب برای گیاه، هیچ رابطه‌ای وجود ندارد. بنابراین درک رابطه بین فرم‌های مختلف فسفر در خاک و عوامل مؤثر بر قابل جذب شدن آن برای مدیریت بازدهی فسفر ضروری است (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹). فسفر ارزش غذائی بالایی برای گیاهان مختلف دارد که این امر توسط محققین مختلف به اثبات رسیده است. ریان و ماستر[3] (۱۹۹۲) نشان دادند که با مصرف فسفر درگندم دیم، به تراکم ریشه افزوده می‌گردد. گیلفورد[4] و همکاران (۱۹۷۰) نشان دادند که در خاک‌های با فسفر قابل استفاده پائین، خاصیت انباری و مقاومت در مقابل سرمای کاج، سیب و پرتقال کاهش می‌یابد. کیا[5] و همکاران (۱۹۷۱)، بروس[6]

1. Gonias
2. Havlin
3. Ryan and Master
4. Guilford
5. Keya
6. Bruce

(۱۹۷۲) و ولف و لازنبی[1] (۱۹۷۳) نتیجه‌گیری کردند که بقولات نسبت به مقادیر متفاوت فسفر خاک عکس‌العمل نشان می‌دهند. آن دسته از بقولات که در اراضی مرتعی، کود فسفره دریافت نکرده بودند، از رشد چندان رضایت بخشی برخوردار نبودند. کروزیر[2] و همکاران (۲۰۰۴) و کاکس[3] و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت بحرانی فسفر در پنبه ۰/۲ تا ۰/۳۱ درصد است. گونیاس و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که یک هفته پس از حذف فسفر از محلول غذایی، نشت از غشای سلولی گیاهان به طور معنی‌داری افزایش یافت. این امر نقش فسفر را در تشکیل فسفولیپیدها تایید می‌کند. شهریاری (۲۰۱۰) تاثیر شوری، فسفر و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی پسته، با چهار سطح فسفر (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و چهار سطح شوری (۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) را بررسی کرد و نشان داد که سطوح پایین فسفر تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه، برگ و ریشه و ارتفاع ساقه و سطح برگ نداشت، در حالی‌که سطوح بالاتر آن، این پارامترها را کاهش داد. قرنجیگ (۱۳۸۷) نیز اثر فسفر و شوری را بر میزان رشد و ترکیب شیمیایی پسته با سه سطح فسفر (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح شوری (۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) بررسی کرد. نتایج نشان داد که افزودن فسفر، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی، سطح برگ و تعداد برگ سبز شد. بشارت (۱۳۸۸) در تحقیقی بر روی اثر فسفر بر مقاومت به خشکی در دو رقم پسته بادامی زرندی و قزوینی مشاهده کرد که فسفر در رشد گیاه، اثر معنی‌داری نداشت اما افزایش فسفر، غلظت فسفر و پتاسیم ریشه و اندام هوایی را افزایش داد و موجب کاهش غلظت روی در ریشه و شاخسار گردید.

1. Wolf and Lazenby
2. Crozier
3. Cox
4. Nieman and Clark

۲-۴- اثرات متقابل فسفر و شوری

روابط متقابل بین شوری و فسفر در گیاهان پیچیده است؛ این برهم‌کنش شدیداً به گونه گیاه، ترکیب و سطح نمک و غلظت فسفر در محلول خاک وابسته است (گیلفورد و همکاران، ۱۹۷۳). نیمان و کلارک[1] (۱۹۷۹) اظهار داشتند که مصرف ارتوفسفات اولیه به میزان ۰/۱ میلی‌اکی‌والان در لیتر در مقایسه با یک میلی‌اکی‌والان در لیتر، مقاومت به شوری را در گیاه افزایش می‌دهد. شیبلی[2] و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که افزایش فسفر از ۰/۵ تا ۲ میلی‌مولار در محیط کشت بر کاهش اثرات سوء شوری بر گیاه بنفشه آفریقایی بسیار موثر بود. کردا[3] و همکاران (۱۹۷۷) اثر سطوح بالای فسفر در تشدید اثرات زیان‌آور شوری را بر گیاه کنجد مشاهده کردند. آواد[4] و همکاران (۱۹۹۰) نیز بعد از یک طرح گلخانه‌ای، گزارش کردند فسفر باعث افزایش تحمل به شوری در گوجه‌فرنگی می‌شود. رایان و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که با مصرف فسفر در گندم دیم به تراکم ریشه افزوده گردید و پتانسیل اسمزی در ریشه گیاه نیز افزایش یافت. شهریاری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کرد که افزودن ۶۰ میلی‌گرم فسفر در سطوح مختلف شوری اعمال شده (۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) باعث افزایش وزن خشک برگ نهال‌های پسته رقم بادامی شد، در صورتی که در ساقه و ریشه، مصرف ۱۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک، باعث افزایش وزن خشک گردید و در شوری‌های بالاتر این سطح فسفر با تشدید شوری خاک باعث کاهش رشد ریشه و ساقه گردید. قرنجیگ (۱۳۸۷) اعلام کرد که کاربرد ۵۰ میلی‌گرم فسفر در سطح پایین شوری (۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) توانست باعث افزایش وزن خشک ساقه و ریشه، سطح برگ و تعداد برگ سبز نسبت به شاهد شود. هم‌چنین بیشترین اثر شوری در کاهش عملکرد ریشه در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک اتفاق افتاد. هم‌چنین وی بیان کرد فسفر در شرایط شور، توانست غلظت سدیم اندام‌های گیاهی را کاهش دهد.

---

1. Shibili
2. Cerda
3. Awade