دانشکده کشاورزی

گروه خاکشناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته خاکشناسی-گرایش شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

عنوان:

تأثیر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر رشد و ترکیب شیمیایی اسفناج (*Spinacia oleracea* L.)

استادان راهنما

دکتر نصرت‌اله نجفی

دکتر سید جلال طباطبایی

استاد مشاور

دکتر شاهین اوستان

پژوهشگر

منصور پارسازاده

مهر ماه ۱۳۸۷ شماره ۶۵

تقدیم به

مادرم

که همواره پدری بزرگوار و مادری مهربان در زندگیم بوده و

برادران و خواهران

دلسوز و مهربانم که مشوق من در زندگی می باشند.

تشکر و قدردانی

سپاس خدایی را که به من توفیق اعطا فرمود که این تحقیق را به سرانجام برسانم و اکنون نیز بر خود لازم می دارم که از عزیزانی که در این امر مرا یاری داده اند تشکر و قدردانی نمایم .

از استادان راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر **نصرت اله نجفی** و دکتر **سید جلال طباطبایی** و استاد مشاورم دکتر **شاهین اوستان** که از راهنمایی هایشان در طی اجرای این تحقیق بهره مند شده ام سپاس و قدردانی می نمایم و از خدای منّان موفقیت روز افزون و سلامتی آنان را خواستارم .

از استاد گرامیم و داور محترم پایان نامه جناب آقای دکتر ناصر علی اصغرزاد که قبول زحمت نموده اند، خالصانه سپاسگذارم .

همچنین از دکتر زهتاب سلاسی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی در دانشکده کشاورزی تشکر و قدردانی می نمایم .

از اساتید محترم گروه دکتر محمد رضا نیشابوری و دکتر علی اصغر جعفرزاده که از محضرشان کسب علم نموده ام سپاسگذاری می نمایم . از مسئول آزمایشگاه گروه باغبانی آقای مهندس جهانگیری که در این کار مرا یاری داده اند نیز تشکر می نمایم .

از خانواده محترمم که از بدو تولد تاکنون همواره مرا یاری داده اند و از کوچکترین کمکی نسبت به پیشرفت و موفقیت اینجانب دریغ ننموده اند نهایت تشکر و قدردانی را می نمایم .

از دوستان ارجمندم شیرکو احمد خیاط، فرهاد بهتاش، کمال دانا، رحمان دادوند، هادی نیری، یوسف نصیری، شریف (افشین) قریب، شیرکو سلطان پناهی، آزاد قادری، هادی علی محمدی، پیام محمدیان صبور، یوسف فرجی، مهدی کردو کاوه کلوچه که در طول تحقیق مرا یاری رسانده اند تشکر و قدردانی می نمایم .

از همکلاسیانم آقایان رفیعی علوی، شیر محمدی، وحیدی، ثروتی و رمضان زاده و خانمها حکیم الهی، نوری، فریادی، میرزاجانی، فرساد لایق و دیگر عزیزانی که در این مدت با آنها آشنا شده ام صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم .

در نهایت نیز از همه عزیزانی که بر سر اینجانب منت نهاده و در جلسه دفاعیه ام حضور پیدا کرده اند سپاسگذارم .

منصور پارسازاده

مهر ۱۳۸۷

Email: mparsazadeh@yahoo.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب
چکیده
مقدمه ۱

فصل اول - بررسی منابع

۱-۱- نیتروژن در گیاه ۳
۱-۲- نیتروژن و شکلهای قابل جذب آن ۳
۱-۳- عوامل مؤثر بر جذب شکلهای مختلف نیتروژن ۴
۱-۳-۱-pH ۴
۱-۳-۲- گونه گیاه ۵
۱-۳-۳- شرایط محیطی ۶
۱-۳-۴- مرحله رشد گیاه ۶
۱-۴- اثر شکلهای نیتروژن بر جذب کاتیونها و آنیونها ۷
۱-۵- اثر شکلهای نیتروژن بر عملکرد گیاه ۹
۱-۶-pH بستر رشد گیاه ۱۱
۱-۶-۱- اثر pH برجذب کاتیونها و آنیونها ۱۱
۱-۶-۲- اهمیت pH محلولهای غذایی ۱۲
۱-۷- اثر سمّیت آمونیوم بر رشد گیاه ۱۲
۱-۸- اثرات منفی نیترات ۱۳
۱-۹- مقایسه تغذیه گیاهان با آمونیوم و نیترات ۱۴
۱-۱۰- کاربرد محلولهای غذایی در مطالعات تغذیه گیاهی ۱۵
۱-۱۱- تغییرات pH رایزوسفر ۱۵
۱-۱۱-۱- عوامل مؤثر بر تغییرات pH رایزوسفر ۱۶
۱-۱۱-۲- اثر منبع نیتروژن بر تغییر pH رایزوسفر ۱۶
۱-۱۲- تغییرات EC رایزوسفر ۱۷
۱-۱۳- تأثیر منبع نیتروژن بر شدت فتوسنتز گیاه ۱۸
۱-۱۴- اسفناج ۱۹
۱-۱۴-۱- گیاهشناسی اسفناج ۱۹
۱-۱۴-۲- رقمهای اسفناج ۲۰
۱-۱۴-۳- ارزش غذایی اسفناج ۲۰
۱-۱۴-۴- آب و هوای مناسب برای کشت اسفناج ۲۱
۱-۱۴-۵- ویژگی‌های خاک مناسب برای کشت اسفناج ۲۱
۱-۱۴-۶- زمان و فواصل کاشت ۲۲

۱-۱۴-۷- مصرف کودهای آلی و شیمیایی در کشت اسفناج ۲۲
۱-۱۴-۸- برداشت ۲۳

فصل دوم - مواد وروشها

۲-۱- مکان و زمان انجام تحقیق ۲۴
۲-۲- آماده‌سازی بستر رشد ۲۴
۲-۳- کشت گیاه و اعمال تیمار ۲۴
۲-۴- تهیه محلولهای غذایی ۲۵
۲-۵- تغذیه گیاهان با محلول غذایی و اندازه‌گیری pH و EC آبشویه گلدانها ۲۶
۲-۶- اندازه‌گیری ویژگی‌های رشد و نموی گیاه ۲۷
۲-۶-۱- اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ ۲۷
۲-۶-۲- اندازه‌گیری شدت فتوسنتز خالص ۲۸
۲-۶-۳- انداره‌گیری وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه‌ها ۲۹
۲-۶-۴- تعیین تعداد برگ و سطح برگ ۳۰
۲-۶-۵- اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های هوایی ۳۰
۲-۷- هضم نمونه‌ها برای اندازه‌گیری عناصر معدنی ۳۰
۲-۷-۱- اندازه‌گیری Fe، Mn، Cu و Zn در عصاره گیاهان به روش جذب اتمی ۳۱
۲-۷-۲- اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی ۳۲
۲-۷-۳- اندازه‌گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای (FES) ۳۲
۲-۷-۴- اندازه‌گیری سدیم به روش نشر شعله‌ای (FES) ۳۳
۲-۷-۵- تعیین نیتروژن آلی به روش کجلدال ۳۳
۲-۷-۶- اندازه‌گیری فسفر به روش اسید آسکوربیک ۳۵
۲-۷-۷- اندازه‌گیری نیترات ۳۶
۲-۸- تعیین درصد ماده خشک گیاه و جذب عناصر ۳۷
۲-۹- تعیین غلظت اسید نیتریک در عصاره‌های حاصل از مرحله هضم ۳۸
۲-۱۰- تجزیه شیمیایی آب گلخانه ۳۸
۲-۱۱- تعیین قدرت بافری محلولهای غذایی ۳۹
۲-۱۲- طرح آزمایشی و تجزیه آماری ۴۰

فصل سوم – نتایج و بحث

۳-۱- اثر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر ویژگی‌های رشد و نموی اسفناج ۴۱
۳-۱-۱- شاخص کلروفیل برگ ۴۱
۳-۱-۲- سطح برگ در هر گلدان ۴۳
۳-۱-۳- تعداد برگ در هر گلدان ۴۴
۳-۱-۴- شدت فتوسنتز خالص در هر گلدان ۴۵
۳-۱-۵- وزن تر اندام‌های هوایی ۴۸
۳-۱-۶- وزن خشک اندام‌های هوایی ۵۳

۳-۲- اثر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر ترکیب شیمیایی اسفناج ۵۵
۳-۲-۱- غلظت نیتروژن آلی اندام‌های هوایی ۵۵
۳-۲-۲- مقدار نیتروژن آلی اندام‌های هوایی ۵۸
۳-۲-۳- غلظت نیترات اندام‌های هوایی ۵۹
۳-۲-۴- مقدار نیترات اندام‌های هوایی ۶۳
۳-۲-۵- غلظت نیتروژن کل اندام‌های هوایی ۶۵
۳-۲-۶- غلظت فسفر اندام‌های هوایی ۶۶
۳-۲-۷- مقدار فسفر اندام‌های هوایی ۶۸
۳-۲-۸- غلظت پتاسیم اندام‌های هوایی ۶۹
۳-۲-۹- مقدار پتاسیم اندام‌های هوایی ۷۲
۳-۲-۱۰- غلظت پتاسیم ریشه‌ها ۷۳
۳-۲-۱۱- غلظت آهن اندام‌های هوایی ۷۵
۳-۲-۱۲- مقدار آهن اندام‌های هوایی ۷۸
۳-۲-۱۳- غلظت آهن ریشه‌ها ۸۰
۳-۲-۱۴- غلظت روی اندام‌های هوایی ۸۱
۳-۲-۱۵- مقدار روی اندام‌های هوایی ۸۴
۳-۲-۱۶- غلظت روی ریشه‌ها ۸۵
۳-۲-۱۷- غلظت مس اندام‌های هوایی ۸۶
۳-۲-۱۸- مقدار مس اندام‌های هوایی ۸۹
۳-۲-۱۹- غلظت مس ریشه‌ها ۹۰
۳-۲-۲۰- غلظت منگنز اندام‌های هوایی ۹۱
۳-۲-۲۱- مقدار منگنز اندام‌های هوایی ۹۴
۳-۲-۲۲- غلظت منگنز ریشه‌ها ۹۶
۳-۲-۲۳- غلظت سدیم اندام‌های هوایی ۹۷
۳-۲-۲۴- مقدار سدیم اندام‌های هوایی ۹۹
۳-۲-۲۵- غلظت سدیم ریشه‌ها ۱۰۰
۳-۲-۲۶- غلظت کلسیم اندام‌های هوایی ۱۰۲
۳-۲-۲۷- مقدار کلسیم اندام‌های هوایی ۱۰۴
۳-۲-۲۸- غلظت کلسیم ریشه‌ها ۱۰۵
۳-۲-۲۹- غلظت منیزیم اندام‌های هوایی ۱۰۶
۳-۲-۳۰- مقدار منیزیم اندام‌های هوایی ۱۰۹
۳-۲-۳۱- غلظت منیزیم ریشه‌ها ۱۱۰
۳-۳- اثر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر تغییرات pH و EC آبشویه گلدانها ۱۱۱
۳-۳-۱- تغییرات pH آبشویه گلدانها ۱۱۱
۳-۳-۱-۱ اثر نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر تغییرات pH رایزوسفر گیاه اسفناج در طول دوره رشد ۱۱۲
۳-۳-۱-۲ اثر pH محلول غذایی بر تغییرات pH رایزوسفر گیاه اسفناج در طول دوره رشد ۱۱۷

۳-۳-۲- تغییرات EC آبشویه گلدانها ۱۲۱
۳-۳ ۲-۱ اثر نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر تغییرات EC رایزوسفر گیاه اسفناج در طول دوره رشد ۱۲۲
۳-۳ ۲-۲ اثر pH محلول غذایی بر تغییرات EC رایزوسفر گیاه اسفناج در طول دوره رشد ۱۲۶
نتیجه‌گیری کلی ۱۳۰
پیشنهادات ۱۳۲
منابع ۱۳۳
چکیده انگلیسی

نام خانوادگی دانشجو: پارسازاده **نام:** منصور

عنوان پایان نامه: تأثیر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر رشد و ترکیب شیمیایی اسفناج (*Spinacia oleracea L.*)

استادان راهنما: دکتر نصرت‌اله نجفی و دکتر سید جلال طباطبایی

استاد مشاور: دکتر شاهین اوستان

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** خاکشناسی **گرایش:** شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه **دانشگاه:** تبریز **دانشکده:** کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۸۷/۷/۷

تعداد صفحه: ۱۴۲

کلید واژه‌ها: اسفناج، نسبت نیترات به آمونیوم، محلول غذایی، pH، EC، نیترات، ترکیب شیمیایی، کشت بدون خاک.

چکیده:

نیتروژن یکی از عناصر پر مصرف در تغذیه گیاهان است که نقش کلیدی در رشد و عملکرد گیاهان دارد. نیتروژن عمدتاً به دو شکل نیترات و آمونیوم توسط ریشه گیاه جذب می‌شود و جذب هر کدام از آنها اثرات مختلفی بر ویژگی‌های رایزوسفر، تغذیه گیاه، رشد و عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد. همچنین، pH مهمترین ویژگی شیمیایی خاک است که بر قابلیت جذب، سمّیت و کمبود عناصر، فعالیت نسبی ریزجانداران و رشد گیاهان تأثیر دارد. یکی از مشکلات تولید محصولات کشاورزی با استفاده از سیستم کشت بدون خاک، تغییرات pH محلول رایزوسفر در طول دوره رشد گیاهان می‌باشد که باعث کاهش رشد گیاه و کیفیت محصول می‌شود. مشاهده شده است که با کاربرد هر دو شکل آمونیوم و نیترات با نسبت مناسب، تغییرات pH محلول رایزوسفر در کشت هیدروپونیک در طول دوره رشد گیاه کاهش می‌یابد. در این تحقیق تأثیر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر رشد و تغذیه گیاه اسفناج در شرایط گلخانه‌ای با استفاده از سیستم کشت بدون خاک مطالعه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل pH محلول غذایی در سه سطح (۴/۵، ۶/۵، ۸) و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی در پنج سطح (۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰) و با چهار تکرار انجام شد. در طول دوره رشد گیاه (۷۵ روز) تغییرات pH و EC آبشویه گلدانها اندازه‌گیری شد. همچنین شاخص کلروفیل برگ، شدت فتوسنتز خالص، سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، غلظت و مقدار نیترات، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز، مس و سدیم اندامهای هوایی و ریشه‌های گیاه اسفناج اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با کاهش نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی شاخص کلروفیل، غلظت نیتروژن کل، غلظت فسفر، غلظت آهن، غلظت روی و غلظت مس اندام‌های هوایی و غلظت منگنز و روی ریشه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت و غلظت و مقدار نیترات اندام‌های هوایی و غلظت پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم اندام‌های هوایی و ریشه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت. با کاهش نسبت نیترات به آمونیوم از (۱۰۰:۰) به (۷۵:۲۵) شدت فتوسنتز خالص، سطح برگ، تعداد

برگ، وزن تر و وزن خشک و مقدار پتاسیم، آهن، فسفر، سدیم، روی، مس، کلسیم، منیزیم و نیتروژن کل اندام‌های هوایی به طور معنی‌داری افزایش یافت و با کاهش بیشتر نسبت نیترات به آمونیوم، شدت فتوسنتز خالص، سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و خشک و مقدار پتاسیم، آهن، فسفر، سدیم، روی، مس، کلسیم، منیزیم و نیتروژن کل اندام‌های هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت. غلظت آهن و مقدار منگنز اندام‌های هوایی و غلظت منگنز ریشه‌ها در نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی (۵۰:۵۰) بیشترین مقدار را داشتند. افزایش pH محلول غذایی از ۴/۵ به هشت، شاخص کلروفیل برگ، شدت فتوسنتز خالص، وزن تر، وزن خشک، سطح برگ، غلظت و مقدار نیترات، مقدار نیتروژن کل، غلظت و مقدار فسفر، مقدار پتاسیم، غلظت و مقدار آهن، غلظت و مقدار منگنز، غلظت و مقدار مس و مقدار کلسیم اندام‌های هوایی و غلظت پتاسیم ریشه‌ها را به طور معنی‌دار کاهش داد. در حالی که غلظت پتاسیم و منیزیم اندام‌های هوایی و غلظت آهن، مس و کلسیم ریشه‌ها را به طور معنی‌دار افزایش داد. بیشترین غلظت نیتروژن کل اندام‌های هوایی در pH برابر ۶/۵ مشاهده شد. تأثیر pH بر سایر پارامترهای مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با افزایش نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی، جذب نیترات به وسیله ریشه‌های گیاه و pH رایزوسفر افزایش ولی EC رایزوسفر کاهش یافت. در حالی که با کاهش نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی pH رایزوسفر کاهش ولی EC رایزوسفر افزایش یافت. هدایت الکتریکی (EC) رایزوسفر اسفناج بیشتر از EC آبشویه گلدانهای بدون کشت بود.

مقدمه

مقدمه

نیتروژن یکی از عناصر پر مصرف در تغذیه گیاهان است که نقش کلیدی در رشد و عملکرد محصولات دارد. نیتروژن نقش حیاتی در بافتهای گیاهی ایفا می‌کند. این عنصر یک تا پنج درصد وزن خشک بافتهای گیاهی را تشکیل می‌دهد (علیزاده و کوچکی، ۱۳۷۱). مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان در کشاورزی کمبود نیتروژن می‌باشد، زیرا نیاز به این عنصر غذایی بیش از سایر عناصر است (کوچکی و زند، ۱۳۷۵). مصرف جهانی کود نیتروژن در حدود ۹۰ میلیون تن در سال می‌باشد که نیمی از آن مربوط به کشورهای در حال توسعه و نیمی دیگر مربوط به کشورهای توسعه یافته است (فائو، ۱۹۹۰). تخمین زده‌اند که تا سال ۲۰۲۵ مصرف کود نیتروژن ۶۰ تا۹۰ درصد افزایش خواهد یافت که دو سوم آن در کشورهای در حال توسعه خواهد بود (گالویی و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین گزارش شده است که تا سال ۲۰۲۰ جمعیت دنیا به هشت میلیارد نفر خواهد رسید. بیش از ۹۰ درصد این افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه خواهد بود (سادیک، ۱۹۹۲). بنابراین، به دلیل رشد روز افزون جمعیت و مصرف بالای کود نیتروژن توجه به امر مصرف بهینه کودهای نیتروژن از مسائل مهم در عرصه کشاورزی جهان خواهد بود که نیازمند مدیریت صحیح و اصولی می‌باشد.

قابل استفاده بودن، سمّیت و کمبود عناصر غذایی، فعالیت نسبی ریزجانداران و رشد گیاه به pH محیط رشد وابسته است. جذب عناصر غذایی توسط گیاه نیز تابعی از pH بستر کاشت یا محیط ریشه است. برای مثال در خاکهای با اسیدیته زیاد کمبود Ca، Mg، P، B و Mo وجود دارد؛ حال آن‌که Fe و Mn ممکن است به سطح سمیت برسند. همچنین فراهمی Cu، Fe، Zn و Mn در خاکهای قلیایی آهکی کاهش می‌یابد (معزاردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱). در مصرف ترکیبات نیتروژنی به منظور کودپاشی گیاه همواره بحث از آن است که کدام شکل نیتروژنی باید انتخاب شود؛ تصمیم در این باره بدون توجه به عوامل متعددی چون نوع گیاه، مشخصات خاک و شرایط محیطی منطقی نیست. از دید نظری، گیاه می‌بایست آمونیوم را به نیترات ترجیح دهد زیرا کاهش نیترات به آمونیوم با صرف انرژی همراه است (سالاردینی، ۱۳۸۲). بین عناصر موجود در گیاه که به صورت کود به بستر رشد گیاه افزوده می‌شوند، نیتروژن بیشترین غلظت را داشته و به دو شکل نیترات و آمونیوم توسط ریشه جذب می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵). شکل نیتروژن مصرفی بر جذب سایر کاتیونها و آنیونها اثر می‌گذارد (سرنا و همکاران، ۱۹۹۲). جذب نیتروژن به شکل آمونیوم جذب آنیون‌ها را افزایش و جذب دیگر کاتیون‌ها را کاهش می‌دهد (روتستین و کریگ، ۲۰۰۵).

وان‌بیسیچن و همکاران (۱۹۸۸) مشاهده کردند حدود ۰% کاتیونها و آنیونهایی که به وسیله گیاهان جذب می‌شوند، از آمونیوم یا نیترات تشکیل شده است. جذب نیترات توسط ریشه گیاه، pH رایزوسفر را افزایش داده در حالی که جذب آمونیوم pH رایزوسفر را کاهش می‌دهد. یکی از مشکلات

تولید محصولات کشاورزی با استفاده از نظام کشت بدون خاک (هایدروپونیک[1]) تغییرات pH رایزوسفر در طول دوره رشد و تأثیر منفی آن بر رشد گیاه و کیفیت محصول است. برخی بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از هر دو شکل آمونیوم و نیترات با نسبت مناسب باعث کاهش تغییرات pH رایزوسفر در کشت بدون خاک در طول دوره رشد گیاه و افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (پیوست و برزگر، ۱۳۸۵). مصرف اسفناج در غذاهای ایرانی زیاد است و غذاهای حاوی اسفناج معمولاً به صورت تازه‌خوری مصرف می‌گردند. اسفناج غنی از ویتامین‌های A، B_1، B_2، C و عناصر معدنی از قبیل آهن، کلسیم و منیزیم می‌باشد. همچنین، این گیاه غنی از نیترات و اسید اگزالیک است که ارزش تغذیه‌ای آن را کاهش می‌دهد. غلظت نیترات در این گیاه تا بیش از ۲۵۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم ماده خشک بالغ می‌گردد (راماچاندران و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به اثرات مضر زیادی نیترات بر انسان و دامها امروزه توجه ویژه‌ای به مطالعه اسفناج می‌شود. همچنین اسفناج به تغییرات pH بسیار حساس است (پیوست، ۱۳۸۵). لذا، تحقیق حاضر به منظور دستیابی به هدفهای زیر انجام گردید:

- ✓ بررسی اثرات اصلی و متقابل pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر رشد و تغذیه گیاه اسفناج،
- ✓ بررسی اثرات اصلی و متقابل pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر غلظت نیترات اسفناج،
- ✓ بررسی تغییرات pH و EC آبشویه گلدانها در تیمارهای مختلف با و بدون کشت گیاه اسفناج.

[1]- Hydroponic

فصل اول

بررسی منابع

فصل اول - بررسی منابع

۱-۱- نیتروژن در گیاه

نیتروژن در قسمتی از تمام ترکیبات پروتئینی، تمام آنزیمها، ترکیبات حد واسط متابولیسمی، ترکیباتی که در ساخت مواد و انتقال انرژی مؤثرند، وجود دارد. بیشتر نیتروژن در گیاه به صورت نیتروژن آلی و به شکل پروتئین است. پروتئین گیاهی به صورت آنزیم، نوکلئوپروتئین و کروموزم می‌باشد. نیتروژن علاوه بر آن که به صورت پروتئین است، قسمتی از ساختمان کلروفیل گیاه هم می‌باشد و برای فتوسنتز ضرورت کامل دارد. یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند که از سویی با اتمهای کربن و از سوی دیگر با اتمهای منیزیم پیوند مشترک دارند (ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۰؛ سیلسپور و ممیزی، ۱۳۸۵).

۱-۲- نیتروژن و شکلهای قابل جذب آن

نیترات و آمونیوم منابع عمده نیتروژن غیرآلی‌اند که به وسیله ریشه‌های گیاهان جذب می‌شوند (مارشنر، ۱۹۹۵). به نظر می‌رسد جذب و همگون‌سازی[1] نیترات از لحاظ متابولیکی به انرژی بیشتری نسبت به جذب و همگون‌سازی آمونیوم نیاز داشته باشد (راون، ۱۹۸۵). انرژی لازم برای همگون‌سازی نیترات ۲۱-۲۰ مول ATP است، در حالی که همگون‌سازی آمونیوم فقط پنج مول ATP نیاز دارد (تراول و مارانویل، ۱۹۹۹). آمونیوم می‌تواند به آسانی در ساختار اسیدهای آمینه وارد شود ولی نیترات ابتدا باید به آمونیوم احیاء شود (نوروسیدا و کوجیما، ۲۰۰۵). همگون‌سازی سریع آمونیوم به اسیدهای آمینه سازوکار دفاعی اصلی در گیاهان برای جلوگیری از تجمع آمونیوم در سطوح سمی است (گیون، ۱۹۷۹).

زمانی که نیتروژن به شکل نیترات استفاده می‌شود، احیاء هر مول نیترات به آمونیوم دو مول OH^- تولید می‌کند. در حالی که وارد شدن یک مول آمونیوم در ساختار اسیدهای آمینه یک مول H^+ تولید می‌کند در نتیجه در برگها یک مول OH^- اضافی وجود خواهد داشت. این OH^- اضافی می‌تواند از طریق افزایش شارش H^+ به درون ریشه که به افزایش pH رایزوسفر منجر خواهد شد و یا به وسیله سنتز اسیدهای آلی خنثی شود. در مقابل، در گیاهان تغذیه شده با آمونیوم pH سیتوپلاسم در طی همگون - سازی آمونیوم کاهش می‌یابد و باید به وسیله افزایش دفع پروتون از ریشه‌ها یا دکربوکسیلاسیون اسیدهای آلی در اندام‌های هوایی خنثی شود (راون، ۱۹۸۶).

[1]- Assimilation

بخش عمده آمونیوم جذب شده توسط ریشه‌ها در خود ریشه‌ها همگون‌سازی می‌شود ولی نیترات جذب شده توسط ریشه‌ها علاوه بر اینکه می‌تواند در خود ریشه‌ها جذب، احیا[1] و همگون‌سازی شود در آوندهای چوبی متحرک است و به اندام‌های هوایی منتقل شده و در آنجا چندین سرنوشت پیدا می‌کند (مارشنر، ۱۹۹۵):

الف) احیای نیترات و وارد شدن در ساختارهای مختلف،

ب) ذخیره در واکوئل و عمل به عنوان عامل اسمزی[2]،

ج) به عنوان محصول جذب و همگون‌سازی و ذخیره‌سازی نیتروژن مثل شرکت در ساختار پلی‌آمین‌ها[3]، پس نیترات تا رسیدن به نقطه مصرف مسیر متفاوتی نسبت به آمونیوم طی می‌کند (مارشنر، ۱۹۹۵).

نیترات و آمونیوم هر دو می‌توانند توسط گیاهان جذب و در متابولیسم وارد شوند. نیترات اغلب منبع برتری برای رشد گیاهان است ولی این امر عمدتاً به گونه گیاه و سایر عوامل محیطی بستگی دارد. گیاهان زراعی به طور عمده نیترات را جذب می‌کنند، حتی هنگامی که کود آمونیومی به خاک داده می‌شود؛ به سبب اکسایش میکروبی آمونیوم در خاک میزان جذب نیترات معمولاً زیاد است، و طبق بررسی‌های انصاری و بولینگ (۱۹۷۲) نشان می‌دهد در گیاه آفتابگردان سربریده، جذب نیترات بر خلاف شیب الکتروشیمیایی انجام می‌شود که حاکی از این است که جذب نیترات به صورت فعال انجام می‌گیرد. نیترات موجود در ریشه می‌تواند به سهولت با نیترات محلول خاک مبادله شود. بنا به گفته مورگان و همکاران (۱۹۷۳) جذب نیترات به طور فعال انجام می‌شود. شواهد دیگری مبنی بر تنظیم متابولیسمی جذب نیترات توسط رائو و رینز (۱۹۷۶) ارائه شده است . این که آیا جذب آمونیوم توسط گیاهان نیز یک فرایند فعال است یا خیر هنوز مورد سوال است.

۱- ۳ - عوامل مؤثر بر جذب شکلهای مختلف نیتروژن

۱- ۳ -۱- pH

مهمترین تفاوت میان جذب نیترات و جذب آمونیوم در حساسیت آنها به pH است. آمونیوم در محیط خنثی به بهترین وجه جذب می‌شود و سرعت جذب آن با کاهش pH کم می‌شود. عکس این حالت در مورد نیترات صدق می‌کند که جذب سریعتر در مقادیر کم pH اتفاق می‌افتد. کاهش جذب نیترات در

[1]- Reduction
[2]- Osmoticum
[3]- Polyamines

مقادیر زیاد pH ممکن است به علت اثر رقابت با یون OH^- باشد که سیستم جذب و انتقال نیترات را متوقف می‌کند (رائو و رینز، ۱۹۷۶). میشل و همکاران (۱۹۶۵) جذب آمونیوم و نیترات را توسط گونه‌های مختلف گیاهان مطالعه و دریافتند که هر دو شکل نیتروژن به میزان مساوی در pH برابر ۶/۸ جذب می‌شود. ولی در pH برابر چهار جذب نیترات، خیلی بیشتر از جذب آمونیوم است. جذب آمونیوم همچنین تحت تأثیر کربوهیدراتهای درون گیاه است. مقدار زیاد کربوهیدرات در گیاه، جذب آمونیوم را احتمالاً بر اثر تسریع تحلیل NH_3 با فراهم ساختن چهارچوب‌های کربن و انرژی، رونق می‌بخشد (میشل و همکاران، ۱۹۷۰).

اثر pH بر جذب نیتروژن بستگی به این دارد که نیتروژن به صورت آمونیوم و یا نیترات مصرف شود (زولدوز و هانودل، ۱۹۸۲؛ میشل و همکاران، ۱۹۶۵). همانطور که انتظار می‌رود کاهش pH از هفت به چهار باعث کاهش جذب کاتیون آمونیوم ولی افزایش جذب آنیون نیترات می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که با کاهش pH محیط و به دنبال آن بازدارندگی خالص خروج H^+، pH سیتوپلاسم نیز کاهش می‌یابد (اسمیت و والکر، ۱۹۷۶). تجزیه شیره سلولهای ریشه نشان می‌دهد که این کاهش pH سلول، هنگامی که در pH پایین محیط آمونیوم به جای نیترات به کار برده می‌شود، بیشتر است (فیندینگ و همکاران، ۱۹۸۲) این اثر آمونیوم بر pH سلول، احتمالاً تا حدودی به علت اثرات بازدارندگی آمونیوم بر جذب کاتیونهای فلزی، مانند K^+ و Mg^{2+} و Ca^{2+} است (مارشنر، ۱۹۹۵).

۱- ۳ -۲ - گونه گیاه

حساسیت گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به تغذیه آمونیومی یا نیتراتی متفاوت است (بارکر و میلز، ۱۹۸۰). بوته‌های طالبی تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۴mg/L نیتروژن آمونیومی و ۹۸ mg/L نیتروژن نیتراتی بهتر از گیاهانی که فقط با نیتروژن نیتراتی تغذیه شده بودند، رشد کردند (اوسمان و ویلکاکس، ۱۹۸۶).

ترمبلای و گاسلین (۱۹۸۹) مشاهده کردند که کاهش نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی سبب افزایش ماده خشک بخش هوایی کرفس می‌گردد. که نشان می‌دهد کرفس فرم آمونیومی نیتروژن را بیشتر ترجیح می‌دهد. دلشاد و همکاران (۱۳۷۹) گزارش دادند که بیشترین تولید میوه در بوته‌های سه رقم گوجه‌فرنگی با تغذیه نیتراتی به دست آمد. در برخی گونه‌های بوریای‌رسمی[1] گیاهان تغذیه شده با

[1]- *Phragmites australis*

نیترات و یا آمونیوم رشد مشابهی داشتند ولی در برخی گونه‌های سویا[1] رشد گیاهان در مجاورت نیترات بیشتر از آمونیوم بود (مونزاروا و همکاران، ۲۰۰۶). طباطبایی و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که پاسخ رقمهای مختلف توت فرنگی نسبت به تغذیه آمونیومی یا نیتراتی متفاوت است.

گونه‌های کونیفر[2] نیز سازگار به جذب آمونیوم هستند (لاووی و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین درخت خرنوب[3] نیز آمونیوم را به عنوان تنها منبع نیتروژنی ترجیح می‌دهد (کروز و همکاران،۱۹۹۳). بیشتر گونه‌های گیاهی از جمله گندم، خیار و فلفل نیترات را بعنوان منبع اصلی نیتروژن ترجیح می‌دهند (هور، ۱۹۹۱؛ اوسوریو و همکاران، ۲۰۰۳). برخی از گونه‌های گیاهی نیز مانند گزنه[4] نیترات دوست می‌باشند (مارشنر،۱۹۹۵). ولی اکثر گونه‌های گیاهی در ترکیبی از هر دو شکل نیتروژن بهترین رشد را دارند (مارشنر، ۱۹۹۵؛ اربهی و ویلکاکس، ۱۹۹۰).

۱- ۳ -۳ - شرایط محیطی

پاسخ گیاه به آمونیوم علاوه بر گونه بسته به دما، شدت نور، pH و غلظت مواد غذایی در بستر رشد متفاوت است (ادوارد و هورتون، ۱۹۸۲). واکنش گونه‌های زراعی به آمونیوم و نسبت آمونیوم به نیترات به دمای ریشه و تأمین قندها که مستقیماً از فتوسنتز حاصل شده وابسته است (مارشنر، ۱۹۹۵). بررسی‌های زولدوز (۱۹۷۲) با ریشه بریده برنج نشان می‌دهد که جذب نیترات بستگی زیادی به دما دارد و در صفر درجه سانتیگراد تقریباً برابر صفر است. ولی، در مورد آمونیوم چنین رابطه مشاهده نشده است.

در شرایط مزرعه‌ای و در خاکهایی که pH آنها در دامنه بین ۷-۵ باشد اثرات منفی تغذیه آمونیومی کاهش می‌یابد و در خاکهایی که pH آنها کمتر از پنج است تغذیه آمونیومی می‌تواند اثرات مخربی داشته باشد. برای هر گونه گیاهی معین در دماهای پایین جذب و مصرف آمونیوم بیشتر از نیترات است (مارشنر، ۱۹۹۵).

۱- ۳ -۴ - مرحله رشد گیاه

مرحله رشدی گیاه نیز در پاسخ به تغذیه آمونیومی یا نیتراتی مؤثر است (مارشنر، ۱۹۹۵). آبس و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که گیاه پیاز در مراحل اولیه رشد، حداکثر رشد و جذب نیتروژن را با تغذیه

---

[1]- *Glyceria maxima*
[2]- Conifera
[3]- Carob
[4]- *Utrica dioica*

آمونیومی داشت و در مراحل بعدی رشد، حداکثر رشد و جذب نیتروژن با افزایش نیترات در محلول غذایی حاصل شد.

بوته بالغ خیار[1] در مقابل زیادی آمونیوم تحمل بالایی دارند (زورنوزا و کارپنا، ۱۹۹۲). در حالی که بوته جوان خیار حساس به آمونیوم بوده و غلظت بالای آمونیوم باعث کوتاه شدن ساقه‌ها و کاهش وزن تر و خشک آنها می‌شود (کاتسیراس و همکاران، ۲۰۰۲).

۱-۴- اثر شکلهای نیتروژن بر جذب کاتیونها و آنیونها

اثرات متفاوت دو منبع نیتروژنی نیترات و آمونیوم بر رشد گیاه، مانند اثرات متفاوت آنها بر تعادل کاتیون و آنیون (کرکبی، ۱۹۶۸؛ کورویتس و کرکبی، ۱۹۸۰) تحریک ریشه‌ها به تغییر pH محیط پیرامون آن و سوخت و ساز انرژی (میدلتون و اسمیت، ۱۹۷۶) قابل انتظار است. آمونیوم معمولاً از جذب برخی کاتیونها جلوگیری می‌کند و با تحریک ایجاد کمبود منیزیم یا کلسیم باعث کاهش رشد می‌شود (پیل و همکاران،۱۹۷۸).

در نسبتهای نیترات به آمونیوم، با افزایش درصد آمونیوم غلظت نیترات کاهش می‌یابد؛ که این پدیده در درخت نوئل (پیوک و تیشنر، ۱۹۹۱) و گیاه جو (راو و راینز، ۱۹۷۶) گزارش شده است. با کاهش نسبت نیترات به آمونیوم جذب یونهای آمونیوم، K^{+}، Ca^{+2}، Mg^{+2} و نیترات در هندوانه شوگربیبی[2] کاهش می‌یابد (سیمون و همکاران، ۱۹۹۲). منبع نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی بافت‌های گیاه دارد. تغییر نسبت آمونیوم به نیترات در تأمین نیتروژن راهی مناسب برای کنترل جذب نسبی آنیون‌ها و کاتیون‌ها است (کاتسیراس و همکاران، ۲۰۰۲).

شکل نیتروژن کاربردی با جذب عناصر غذایی بصورت مستقیم یا غیرمستقیم برهمکنش دارد. برهمکنش آهن و آمونیوم بعلت افزایش جذب فسفر با مصرف آمونیوم، باعث القای کمبود آهن می‌شود (اسیماکوپولو، ۲۰۰۶). یک رابطه آنتاگونیستی[3] قوی بین آمونیوم و کلسیم وجود دارد (روتستین و کریگ، ۲۰۰۵) در گوجه‌فرنگی زیادی آمونیوم منجر به کمبود کلسیم می‌شود (کاتسیراس وهمکاران، ۲۰۰۲) افزایش غلظت آمونیوم در محلول غذایی از ۱۴ به ۱۱۲ میلی گرم در لیتر، در کشت بدون خاک با بستر شن[4] سبب کاهش غلظت Mg، Ca، K در بافت گیاه و افزایش غلظت آمونیم بافت‌ها می‌گردد (سیمون و

[1]- *Cucumis sativus* L.
[2]- Sugar baby
[3]- Antagonistic
[4]- Sand culture

همکاران، ۱۹۹۲؛ ویلکاکس و همکاران، ۱۹۸۵) همچنین تغذیه آمونیومی بوته‌های گوجه‌فرنگی سبب کاهش مقدار کلسیم میوه و تشدید عارضه سوختگی گلگاه[1]، در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با نیترات می‌شود (بارکر و کاتلین، ۱۹۹۴).

جذب نیتروژن به صورت آمونیوم جذب آنیون‌ها را افزایش و جذب دیگر کاتیون‌ها را کاهش می‌دهد. با افزایش غلظت آمونیوم جذب N، P، K، Ca و Mg کاهش می‌یابد. در این میان کلسیم بیشتر تحت تأثیر نسبت نیترات به آمونیوم قرار می‌گیرد، چون پتاسیم و منیزیم در گیاه متحرکند ولی کلسیم غیرمتحرک است (روتستین و کریگ، ۲۰۰۵). کیم و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که با افزایش غلظت آمونیوم غلظت Ca، Mg و Mn در برگهای درخت هلو کاهش می‌یابد.

گیاهان تغذیه شده با نیترات مقدار زیادتری از کلسیم، منیزیم و پتاسیم را در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با آمونیوم، انباشته می‌کنند (کرکبی و منگل، ۱۹۶۷) و تغذیه آمونیومی با غلظت بالا باعث کاهش غلظت کلسیم، منیزیم و پتاسیم می‌شود (بارکر و ماینارد، ۱۹۷۱). دلشاد و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند که غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در برگ گوجه‌فرنگی اغلب در محدوده طبیعی قرار داشت به جز در مورد کلسیم که بر اثر تغذیه با محلول غذایی حاوی دو میلی‌اکی‌والان در لیتر آمونیوم در چند مورد غلظت آن کمی پایین‌تر از دامنه کفایت بود. کاهش پتاسیم و کلسیم برگ بر اثر تغذیه آمونیومی توسط جوز و ویلکاکس (۱۹۸۴) و هو و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است. اثر منفی آمونیوم بر کاهش جذب کلسیم و پتاسیم بیشتر به دلیل کاهش pH محیط رشد و اسیدی شدن آن می‌باشد (آدامز، ۲۰۰۲). این اسیدی شدن محیط در جذب سایر مواد معدنی تأثیر گذاشته و باعث کمبود برخی عناصر و بهم خوردن تعادل عناصر غذایی می‌شود (گرنداز و همکاران، ۱۹۹۷).

سرنا و همکاران (۱۹۹۲) مشاهده کردند که با کاهش نسبت نیترات به آمونیوم در محلول غذایی غلظت عناصر N، P، Mg، Fe و Cu در برگهای مرکبات افزایش و غلظت K، Ca، Zn و Mn کاهش یافت. کاکس و ریزنار (۱۹۷۳) گزارش کردند که وقتی میزان جذب نیترات در گیاه گندم افزایش می‌یابد، غلظت عناصر Ca، Mg و K بیشتر می‌شود؛ اما وقتی که جذب آمونیوم افزایش می‌یابد، غلظت Ca و Mg در گیاه کمتر می‌شود. الیا و همکاران (۱۹۹۶) مشاهده کردند که در کنگرفرنگی با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات، آنیونهای معدنی کل افزایش و کاتیونهای معدنی کل کاهش می‌یابند. دلشاد و همکاران (۱۳۷۹) نشان دادند که با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی غلظت پتاسیم و کلسیم در برگهای

[1]- Blossom end rot