

## اثر تنش محلول‌دهی فسفر بر برخی صفات رشدی و عملکردی توت‌فرنگی در کشت گلخانه‌ای

نسرین ملائی<sup>۱\*</sup>، سید جلال طباطبایی<sup>۲</sup> و یاور شرفی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران.

۲ و ۳- عضو هیات علمی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران.

## خلاصه

کشت بدون خاک (هیدروپونیک) بهترین تکنولوژی تولید گیاهی نه تنها برای جوامع شهری بلکه برای جوامع با محدودیت زمین، نیروی کار و منابع می‌باشد. بسترهای مختلف کشت می‌تواند یکی از مهم‌ترین بخش‌ها، در سیستم هیدروپونیک باشد. به منظور بررسی اثر تنش محلول‌دهی فسفر بر برخی صفات توت‌فرنگی در کشت گلخانه‌ای آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شاهد تهران اجرا گردید. غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر در سه سطح (۵، ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) از منبع منوپتاسیم فسفات به عنوان تیمارهای مورد بررسی منظور شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر از نظر تعداد گل، تعداد میوه و فسفر برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مصرف مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر بیشترین تعداد گل و تعداد میوه را به ترتیب با میانگین ۱۸/۱۴ درصد و ۲۰/۳۲ درصد تولید کرد. بیشترین عنصر فسفر برگ مربوط به غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر به دست آمد. غلظت‌های اعمال شده محلول‌دهی فسفر تأثیر معنی‌داری بر صفات وزن تر و خشک ریشه نداشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد مصرف مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر به دلیل افزایش عملکرد برای کشت توت‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای قابل توصیه می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** توت‌فرنگی، فسفر برگ، تنش فسفر، هیدروپونیک

## ۱. مقدمه

گسترده‌گی مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود منابع آب، خشکسالی‌های پی در پی و شور شدن و کاهش کیفیت منابع موجود آب از یک سو و کارایی پایین مصرف آب به ویژه در سیستم‌های تولید در مزرعه و کیفیت نامطلوب برخی محصولات کشاورزی از نظر سلامت مصرف‌کنندگان از سوی دیگر سبب شده توسعه بخش کشاورزی در کشور با چالش جدی مواجه شود. بر اساس آمار، از ۸۹/۵ میلیارد متر مکعب آب قابل دسترس در کشور، حدود ۸۳ میلیارد متر مکعب آن (بیش از ۹۲ درصد) در بخش کشاورزی مصرف می‌شود [۱]. این در حالی است که کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی در بیشتر موارد کمتر از ۴۰ درصد است [۲]. خاک مزرعه دو هدف اساسی را به انجام می‌رساند: اول به عنوان

\* Corresponding author: دانشجوی کارشناسی ارشد

Email: na.mollayi69@gmail.com

یک منبع برای نگهداری آب و مواد غذایی عمل می‌کند و ثانیاً نقش حمایت‌کننده فیزیکی را برای سیستم ریشه گیاه بر عهده دارد. ابزارهای مصنوعی می‌توانند این نیازمندی‌های مهم را برای گیاه، با نتایج عملکردی و رشدی همانند یا بهتر در مقایسه با خاک مزرعه‌ای فراهم کنند. سیستم کشت بدون خاک ابزار مصنوعی است که نقش نگهداری گیاه و ذخیره آب و مواد غذایی را بر عهده دارد. بستر کشتی که در سیستم کشت بدون خاک استفاده می‌شود، باید دارای ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، هوادهی مناسب سیستم ریشه، وزن سبک، عاری از پاتوژن‌ها و مواد سمی گیاهی باشد [۳]. از مزایای کشت بدون خاک، آلودگی کمتر به بیماری‌های خاکزی، تولید بیشتر محصول و کنترل دقیق آب و مواد غذایی است [۴].

توت‌فرنگی گیاهی علفی و چند ساله است که تعداد زیادی ساقه رونده تولید می‌کند این گیاه جز دولپه‌ای‌های جدا گلبرگ می‌باشد، که به خانواده گل‌سرخیان تعلق دارد. جنس این گیاه فراگاریا است و دارای گونه‌های متعددی می‌باشد [۵]. این بوته خزنده که به صورت وحشی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری [۶]. دنیا یافت می‌شود، طوقه به عنوان ساقه مرکزی این گیاه علفی می‌باشد که ریشه، برگ‌ها، ساقه‌های رونده و گل‌آذین‌ها همه از آن منشأ می‌گیرند [۷].

فسفر دارای عدد اتمی ۱۵ جرم اتمی ۳۰/۷۵ می‌باشد. شعاع اتمی فسفر  $1/238 \text{ \AA}$  و شعاع یونی آن  $0/38$  می‌باشد. فسفر عنصری، چندین آلوتروپ دارد: دی فسفر، فسفر سفید، فسفر قرمز، فسفر بنفش، و فسفر سیاه که متداولترین آنها فسفر قرمز و سفید می‌باشد [۸]. اگرچه ممکن است مقدار فسفر در خاک‌ها بالا باشد، ولی بیش از ۸۰ درصد فسفر در خاک غیر متحرک است [۹]. و به علت غیر متحرک سازی سریع به وسیله ذرات آلی و غیر آلی خاک برای گیاهان غیر قابل دسترس می‌باشد [۱۰]. فسفر به عنوان یک عنصر پر مصرف تغذیه‌ای ضروری مورد نیاز برای ترافستی انرژی (یعنی ATP و NADP)، اطلاعات ژنتیکی (یعنی DNA و RNA) و تشکیل فسفولیپیدها می‌باشد و نقش مهمی در تمامیت و یکپارچگی غشاء ایفا می‌کند [۱۱]. همچنین؛ فسفر به عنوان هر دو سوبسترا و عامل تنظیمی در فتوسنتز و متابولیسم اکسیداتیو عمل می‌کند و در ترانسپاری علامت به روش فسفریلاسیون، دفسفریلاسیون و همانندسازی کربن مشارکت می‌کند [۱۲]. یکی از نخستین و چمگیرترین نشانه‌های کمبود فسفر، کاهش رشد اندام هوایی به ویژه در تعداد و اندازه برگ-هاست فراهمی زیر بهینه فسفر، تقسیم سلولی در مریستم رأسی اندام هوایی را محدود می‌کند که آن نیز محدود کننده گسترش برگ‌های تازه نمو یافته می‌باشد [۱۳].

در آزمایشی بر روی گیاه برنج، در پایین‌ترین سطح کمبود فسفر ( $3/2 \mu\text{m}$ ) بیشترین نسبت فسفر ۳۰ درصد و ماده خشک ۴۰ درصد در ریشه‌ها یافت شد ولی هنگامی که فسفر محدود کننده نبود تا ۲۰ درصد فسفر و ماده خشک در ریشه‌ها یافت گردید [۱۴]. در یک آزمایش مزرعه‌ای اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه کردند و مشاهده نمودند، میزان جذب فسفر در حضور اسید هیومیک، ۲۵ درصد نسبت به عدم حضور اسید هیومیک، افزایش یافت [۱۵].

## ۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش نیمه دوم سال ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه شاهد انجام شد. بدین منظور آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار که تیمارها شامل ۳ غلظت مختلف تنش محلول‌دهی فسفر (۵، ۱۰، ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر استاندارد فسفر به عنوان شاهد) از منبأ منوپتاسیم فسفات مورد ارزیابی قرار گرفت. بستر کشت مورد استفاده در این آزمایش درون کیسه‌هایی (بالشتک) از جنس کامپوزیت به صورت مکعب مستطیل به طول ۴۵ سانتی‌متر و عرض ۳۵ سانتی‌متر از پومیس پر شد. در هر کیسه سه عدد خراش به صورت ضربدری ایجاد شد و نشاء‌های سرما دیده توت‌فرنگی به بستر کشت انتقال داده شدند. سه عدد نشاء رقم پاروس در هر کیسه کشت شد. دما و رطوبت نسبی گلخانه به صورت روزانه توسط دماسنج (در روز ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد، در شب ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد)

و رطوبت سنج تعیین شده در گلخانه، اندازه‌گیری شدند. غلظت‌های مختلف محلول‌دهی فسفر، در شبکه‌هایی در کنار منبع اصلی نگهداری شد، که به مقدارهای مشخص در طول دوره رشد از طریق آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت که تیمارهای مختلف، غلظت‌های متفاوتی از تنش محلول‌دهی فسفر را داشت و غلظت‌های سایر عناصر غذایی (عناصر میکرو) در کلیه تیمارها یکسان بودند و برای اسیدی کردن محلول از  $HNO_3$  و  $H_3PO_4$  استفاده شد سیستم محلول‌رسانی این آزمایش شامل سیستم آبیاری قطره‌ای شامل مخازن، پمپ‌ها، لوله‌ها و تایمر محلول‌دهی بود. از بین قطره‌چکان‌های موجود، تیپ با کمترین تغییرات دبی (دبی چهار لیتر در ساعت) انتخاب شد. سپس خصوصیات رویشی و عملکردی مورد بررسی قرار گرفتند: برای اندازه‌گیری تعداد گل ابتدا گل‌های مربوط به هر بوته توت‌فرنگی در چند نوبت نیمه دوم دی ماه و نیمه اول بهمن ماه بعد از شکوفا شدن، تعداد آن‌ها شمارش شد و تعداد میوه بعد از رسیدن میوه‌های توت‌فرنگی، در مرحله صورتی شدن کامل مربوط به بوته‌های هر واحد آزمایشی به طور جداگانه در هر نوبت برداشت، تعداد آن‌ها شمارش شد.

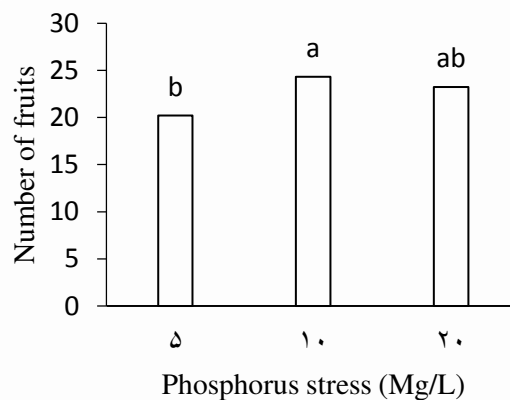
برای انجام آزمایش وزن تر و خشک ریشه ابتدا بوته‌های توت‌فرنگی مربوط به هر تیمار را از داخل پومیس خارج و به دلیل وجود پومیس در لابلای تارهای ریشه‌ها ابتدا آن‌ها را به خوبی شستشو داده و ریشه‌ها از محل طوقه جدا گردید و با ترازوی دیجیتال با دقت  $0.001$  وزن تر ریشه‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس در آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خشک شدن کامل با ترازوی دیجیتال وزن خشک آن اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری فسفر برگ بعد از نمونه برداری برگ و هضم با اسید، فسفر آنها اندازه‌گیری شد. در این روش یون‌های ارتو فسفات در محیط اسیدی با محلول وانادات مولیبدات کمپلکس زرد رنگ فسفو وانادو مولیبدات را تشکیل می‌دهند که حداکثر جذب را در طول موج ۴۳۰ نانومتر نشان می‌دهند. مقدار  $0.44$  گرم از دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات که ۱۲ ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده در آب حل و به حجم یک لیتر رسانده شد. بدین ترتیب استاندارد ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر در لیتر بدست آمد. همچنین؛ جهت تهیه معرف نیترووانادومولیبدات ابتدا  $4/5$  گرم از آمونیوم هپتامولیبدات در ۸۰ میلی‌لیتر آب گرم حل و همزمان  $0.25$  گرم آمونیوم وانادات در ۶۰ میلی‌لیتر آب جوش حل شد. سپس این دو محلول به یکدیگر اضافه شد و پس از خنک شدن ۵۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه و نهایتاً این محلول با آب مقطر به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. جهت تهیه سرری محلول‌های استاندارد مقادیر ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌لیتر از استاندارد اصلی فسفر به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر و ۸ میلی‌لیتر معرف نیترووانادومولیبدات به آن اضافه کرده و به حجم رسانده شد. این سری محلول‌ها حاوی ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ میلی‌گرم فسفر در لیتر بوده که در ترسیم منحنی کالیبراسیون استفاده شد. برای اندازه‌گیری فسفر ابتدا نمونه‌ها را در لوله آزمایش به مقدار ۲ میلی‌لیتر عصاره حاصل از هضم، ۲ میلی‌لیتر معرف نیترووانادومولیبدات و ۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و پس از گذشت یک ساعت و تشکیل کمپلکس زرد رنگ، مقدار جذب محلول‌ها در طول موج ۴۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد در نهایت قرائت بدست آمده به صورت غلظت در ماده خشک گیاهی مورد محاسبه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. همچنین؛ جهت کشیدن نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

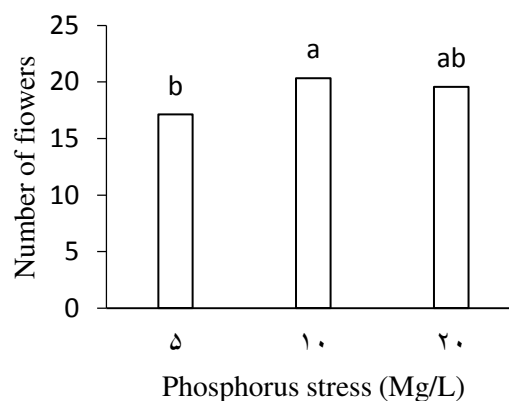
### ۳. نتایج و بحث

نمودار مقایسه میانگین اثر کاهش محلول‌دهی فسفر بر تعداد میوه شکل (۱) نشان داد که تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر بیشترین تعداد میوه نسبت به شاهد وجود داشته است و کمترین آن مربوط به غلظت ۵

میلی گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر بوده است و همچنین؛ در این تیمار بیشترین تعداد گل مشاهده شد شکل (۲) طی آزمایشی گزارش شده است که مصرف کود سوپر فسفات تریپل باعث افزایش میزان عملکرد گل، عملکرد اسانس و کامازولن بابونه آلمانی در واحد سطح گردید [۱۶]. بیشنوی و همکاران گزارش کردند که کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه و تعداد نیام در گیاه سویا شده است [۱۷]. امید بیگی [۱۸] در آزمایش خود نشان داد که میزان کود نیتروژن و فسفر در عملکرد، تداوم گلدهی، میزان وزن تر و خشک گل عملکرد اسانس گیاه بابونه آلمانی مهم است. بس و همکاران [۱۹] در مورد گل حنا نشان دادند که کاهش غلظت فسفر، تعداد گل را در گیاه تحت تأثیر قرار نداد؛ ولی در گیاه سلوی موجب کاهش تعداد گل شد در کنار این نتایج، بورک و همکاران [۲۰] [با پرورش گیاهان زینتی جعفری تحت فسفر کم ۲۱ میکرومولار با کود فسفوری تثبیت شده با آلومینیوم (Al-P) در مقایسه با شاهد ۱ میلی مولار فسفر) به ۳۳٪ تعداد گل بیشتر دست یافتند.



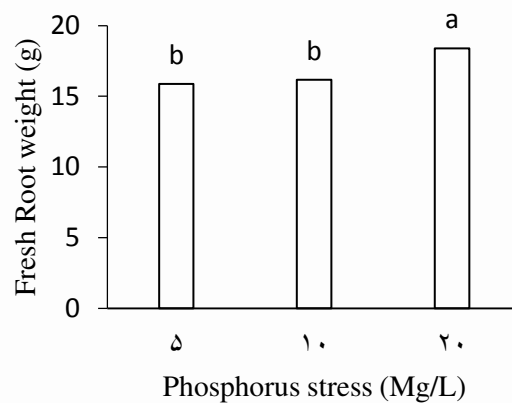
شکل ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر بر تعداد میوه (حروف غیر مشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح  $p \leq 0.05$  است)



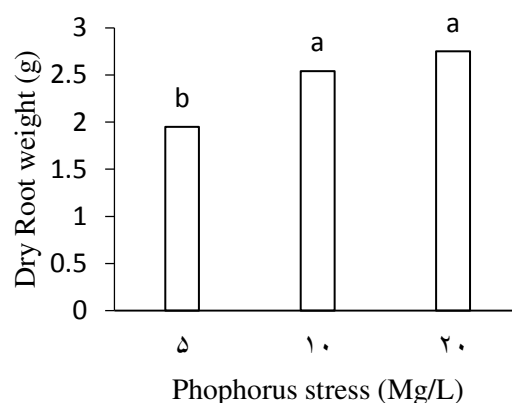
شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر بر تعداد گل (حروف غیر مشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح  $p \leq 0.05$  است)



نمودار مقایسه میانگین اثر کاهش محلول‌دهی فسفر بر شاخص وزن تر و خشک ریشه شکل (۳ و ۴) نشان داد که تیمار شاهد بیشترین میزان وزن تر و خشک را دارد و به نظر می‌رسد تا حدی تیمار کاهش محلول‌دهی فسفر موجب کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه شد. از آنجایی که فسفر معدنی یکی از عناصر غذایی مهم و ضروری در فرایندهای فتوسنتزی می‌باشد، کمبود آن می‌تواند روی کارایی فتوسنتز تأثیر به‌سزایی داشته باشد. فسفر در واکنش‌های فتوسنتزی تثبیت  $CO_2$  نیز نقش مستقیم دارد و سنتز نشاسته در کلروپلاست‌ها و انتقال قندها از کلروپلاست به سیتوپلاسم به طور مستقیم به وسیله‌ی غلظت فسفات معدنی کنترل می‌شود [۲۱].

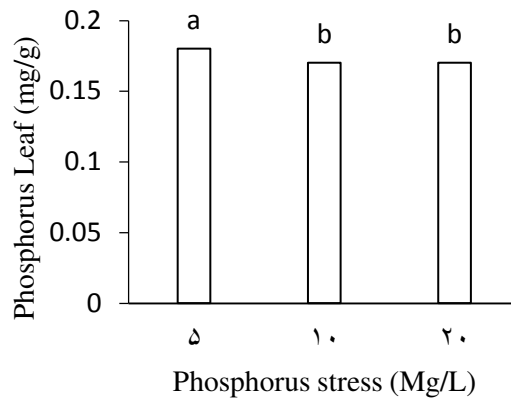


شکل ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر بر وزن تر ریشه (حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن تفاوت‌ها است)



شکل ۴- تأثیر غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر بر وزن خشک ریشه (حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن تفاوت‌ها است)

نمودار مقایسه میانگین بر شاخص عنصر فسفر برگ شکل (۵) نشان داد که میزان این شاخص در تیمار ۵ میلی- گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر ۱۴/۱۲ درصد نسبت به شاهد بالاتر بوده است. طبق آزمایشات بدست آمده از قبادی و همکاران [۲۲] روی گیاه سیب زمینی نشان دادند که بیش‌ترین میزان فسفر برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل با ۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی در هکتار بوده است. در آزمایش دیگر نتایج گزارش شده توسط میتال و همکاران [۲۳] مبنی بر تأثیر مثبت کاربرد توام کودهای زیستی و آلی فسفر بر غلظت فسفر اندام‌های گیاه نخود، با نتایج بدست آمده در آزمایشات حاصل مطابقت دارد.



شکل ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف تنش محلول‌دهی فسفر بر فسفر برگ (حروف غیر مشابه نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح  $p \leq 0.05$  است)

#### ۴. نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که کاهش محلول‌دهی فسفر در کشت هیدروپونیک سبب افزایش تعداد گل و تعداد میوه در گیاه توت فرنگی می‌گردد به طوری که با کاهش ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر باعث افزایش تعداد میوه و گل شد و ۵ میلی‌گرم در لیتر تنش محلول‌دهی فسفر، فسفر برگ را افزایش داد اما در سطوح بیشتر باعث کاهش در میزان وزن تر و خشک ریشه گردید.

#### ۵. منابع

۱. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۰)، "وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه ریزی و اقتصادی،" دفتر آمار و فناوری اطلاعات. [http://www. areo.ir](http://www.areo.ir).

2. Resh, H. M. (1983), "Hydroponic food production," Woodbridge, Santa Barbara, 335 pp.



3. Johnson J.R., G.J. Hochmuth and Maynard, D.N. (2010), "Soilless culture greenhousevegetables," Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 218, pp 19-22.
  4. Benton Jones, J. (2005), "Hydroponics: A practical guide for the soilless grower," CRC Press, Boca Raton, New York, Washington, D.C.
  5. Davis, T.M. Denoyes-Rothan, B. and Lereeteau-kohler, E. (2007), "Strawberry (chapter 8).In Kole, C. (Ed). "Genome mapping and molecular breeding in plants," volume 4, Fruits and Nuts, pp 189-204.
  6. Sharma, R. M. and Yamdagni, R. (2000), "Modern Strawberry cultivation," First Edition, Kalyani publishers. Ludhiana. Newdelhi. Noida (U.P.). Hyderabad. Chennai. Calcutta. Cuttack. Delhi, pp 172.
۷. بهنامیان، م. و مسیحا، س. (۱۳۸۱)، "توت فرنگی ویرایش دوم"، (انتشارات ستوده)، ۱۲۰ص.
8. Xiao, K. Katagi, H. Harrison, M. and Wang, Z.Y. (2006), "Improved phosphorus acquisition and biomass production in Arabidopsis by transgenic expression of a purple acid phosphatase gene from M," truncatula. Plant Science, 170(2), pp 191-202.
  9. Schachtman, D.P. Reid, R.J. and Ayling, S.M. (1998), "Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant physiology," 116(2), pp 447-453.
  10. Richardson, A.E. Hocking, P.J. Simpson, R.J. and George, T.S. (2009), "Plant mechanisms to optimise access to soil phosphorus," Crop and Pasture Science, 60(2), pp.124-143.
  11. Gonias, E. Oosterhius, D.M. Bibi, A. and Mozaffari, M. (2005), "Effect of phosphorous deficiency on cotton physiology," AAES Research, 537, pp 35-37.
  12. Jain, A. Poling, M.D. Karthikeyan, A.S. Blakeslee, J.J. Peer, W.A. Titapiwatanakun, B. Murphy, A.S. and Raghothama, K.G. (2007), "Differential effects of sucrose and auxin on localized phosphate deficiency-induced modulation of different traits of root system architecture in Arabidopsis," Plant Physiology, 144(1), pp 232-247.
  13. Fujita, K. Okada, M. Lei, K. Ito, J. Ohkura, K. Adu-Gyamfi, J.J. and Mohapatra, P.K. (2003), "Effect of P-deficiency on photoassimilate partitioning and rhythmic changes in fruit and stem diameter of tomato (Lycopersicon esculentum) during fruit growth," Journal of Experimental Botany, 54(392), pp 2519-2528.
  14. Wissuwa, M. Gamat, G. and Ismail, A.M. (2005), "Is root growth under phosphorus deficiency affected by source or sink limitations," Journal of Experimental Botany, 56(417), pp 1943-1950.
  15. Wang, S. Chen, H. and Si, Y. (1999), "Review and perspective of soil environmental protection research in China," Turang (Nanjing), 31(5), pp 255-260.
  16. Dadkhah, A. Amini dahghi, M. Kafi, M. (2012), "Effect of different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers on quantitative and qualitative yield of German chamomile," Iranian Journal of Field Crops Research. 10(2), pp 321-326.
  17. Bishnoi, U.R. Kaur, G. and Khan, M.H. (2007), "Calcium, phosphorus, and harvest stages effects soybean seed production and quality," Journal of plant nutrition, 30(12), pp 2119-2127.
  18. Omidbaigi, R. (2002), "Study of cultivation and adaptability of purple coneflower (Echinaceae purpurea) in the North of Tehran," Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 6 (2), pp 231-241.
  19. Baas, R. Brandts, A. and Straver, N. (1993), "September. Growth regulation of bedding plants and poinsettia using low phosphorus fertilization and ebb-and flow irrigation," In Workshop on Environmental Regulation of Plant Morphogenesis 378, pp 129-138.

20. Borch, K. Miller, C. Brown, K.M. and Lynch, J.P. (2003), "Improved drought tolerance in marigold by manipulation of root growth with buffered-phosphorus nutrition," HortScience, 38(2), pp 212-216.

21. Marschner, H. (1986), "Mineral Nutrition of Higher Plants," Academic Press, London.

۲۲. قبادی، م. جهانبین، ف. ش. اولیایی، ح. (۱۳۹۲)، "تاثیر کودهای زیستی فسفر بر عملکرد و جذب فسفر در سیب زمینی،" نشریه دانش آب و خاک، شماره ۲، جلد ۲۳، ص ۱۲۵-۱۳۸.

23. Mathur, D.D. and Bhagsari, A.S. (1983), "Effect of photosynthetically active radiation, temperature, and antitranspirants on photosynthesis and respiration of leatherleaf fern [Rumohra adiantiformis]," HortScience (USA).18. 2, pp 189-191.

### Effect of Phosphorus Solubility Stress on Some Growth and Functional Traits of Strawberry in Greenhouse Culture

Nasrin Mollayi<sup>1\*</sup>, Seyyed Jalal Tabatabai<sup>2</sup> and Sharafi<sup>3</sup>

1. MSc., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran.

2, 3. Faculty Member of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran.

#### Abstract

Soilless culture (hydroponics) is the best technology production plants not only for urban communities, but communities with limited land, labor and resources. Different cultivation platforms can be one of the most important parts of the hydroponic system. In order to investigate the effect of stress phosphorus solubilization on some strawberry traits in greenhouse experiment, a completely randomized design experiment with three replications was conducted in a research greenhouse of Shahed University. Different concentrations of phosphorus solubility stress were included in three levels (5, 10 mg / L and control 20 mg / L) from the source of monopotassium phosphate as treatments. The results of analysis of variance showed There was a significant difference between different concentrations of phosphorus solubility in terms of number of flowers, number of fruits and phosphorus of leaves. Consumption of 10 mg per liter of phosphorus solubility stress produced the highest number of flowers and fruit numbers, with an average of 18.14 percent and 20.32 percent. Most of the phosphorus content of the leaves was obtained at a concentration of 5 mg / l of soluble phosphorus stress. The applied concentrations of phosphorus solubilization did not have a significant effect on fresh and dry weight of root. The results of this study showed that consumption of 10 mg / L of phosphorus solubility stress due to increased yield for strawberry cultivation in greenhouse conditions is recommended.

**Keywords:** strawberries, leaf phosphorus, phosphorus stress, hydroponics

\* Corresponding author: MSc  
Email: na.mollayi69@gmail.com