تاثیر محلول پاشی کلسیم کلرید بر فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌ها در نشاء توت فرنگی کشت شده در هیدروپونیک

محمدرضا اصغری*[۱]، پری زاهدی پور ششگلانی[۲]
[۱،۲] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*نویسنده مسئول: *mhamadreza@yahoo.com*

چکیده

کلسیم یک ترکیب فعال فیزیولوژیکی است که نقش مهمی در ساختار غشا و دیواره سلولی گیاهان داشته و در تنظیم بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی، متابولیسمی و رشد و نموی گیاه ایفاء نقش می‌کند. به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر شاخص‌های فتوسنتزی و سنتز کربوهیدرات‌ها، نشاءهای توت فرنگی کشت شده در شرایط هیدروپونیک توسط محلول کلرید کلسیم در غلظت‌های صفر، ۰/۲ و ۱ میلی مول در لیتر محلول پاشی شدند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کلرید کلسیم تاثیر معنی‌دار بر هدایت روزنه‌ای و غلظت دی اکسیدکربن سلول‌های روزنه‌ای داشت. همچنین محلول‌پاشی کلرید کلسیم در غلظت ۰/۲ میلی مولار تاثیر معنی‌دار مثبت بر غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی و شدت فتوسنتز نشاهای توت فرنگی کشت شده در سیستم کشت هیدروپونیک داشته است که با افزایش در میزان قندهای محلول و نشاسته همراه بود. افزایش در فتوسنتز می‌تواند کمیت، کیفیت و در نتیجه ارزش اقتصادی محصولات کشاورزی کشت شده در شرایط هیدرونیک را بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: کاروتنوئید، کلروفیل، نشاسته، هدایت روزنه‌ای، هیدروپونیک

مقدمه

فتوسنتز فرآیند بیوشیمیایی است که طی واکنش‌های انجام گرفته در کلروپلاست، پیش ماده‌ی مورد نیاز (گلوکز) برای سنتز سایر ترکیبات آلی نظیر نشاسته، سلولز، لیپیدها، اسیدهای آمینه و پروتئین‌های در جهت رشد و نمو گیاه سنتز می‌شوند (Baker, 2008). عناصرغذایی برای فرآیندهای فیزیولوژیکی دخیل در رشد و نمو گیاه ضروری بوده و درک اصول تغذیه گیاهان بخش مهمی از تولیدات محصولات کشاورزی خواهد بود. کلسیم به عنوان یک عنصر تغذیه‌ای به اشکال مختلف در سلول‌های گیاهی یافت می‌شود و قادر به تشکیل پیوندهای کوئوردینانس (پیوند کووالانسی یک طرفه) و پل‌های بین مولکولی می‌باشد که به صورت برگشت پذیر و در عین حال پایدار به ساختارهای آلی وصل می‌شوند. یکی از مهم‌ترین عملکردهای کلسیم نقش آن به عنوان یک پیام رسان ثانویه می‌باشد که دامنه وسیعی از محرک‌های خارجی را به فرآیندهای متابولیکی انتقال می‌دهد که برخی از آنها به سوی تنظیم رشد گیاه سوق داده می‌شوند. معمولا سطح کلسیم در سیتوپلاسم سلول درحدود دو تا سه برابر کمتر از دیگر اجزای یاخته‌ای حفظ می‌شود، بنابراین شیب بزرگی از کلسیم که به سوی سیتوپلاسم هدایت می‌شود، برای تقویت سیگنال‌های خارجی مفید خواهد بود (Hochmal *et al*., 2015). تحقیقات نشان می-دهند که کلسیم در فرآیندهای فتوسنتزی دخالت داشته و کمبود کلسیم از طریق کاهش کربوکسیلاسیون و کارایی فتوسنتز می‌تواند موجب کاهش قابل توجهی در بیومس گیاهان شود. محلول پاشی کلسیم یکی از استراتژی‌های مفید در جهت بهبود کمیت و کیفیت محصولات باغی می‌باشد و هدف از این پژوهش بررسی تاثیر محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر شاخص‌های دخیل در پدیده فتوسنتز گیاه توت‌فرنگی کشت شده در شرایط هیدروپونیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کلرید کلسیم بر شاخص‌های دخیل در فتوسنز، نشاهای توت فرنگی رقم (*Fragaria* × *ananassa* cv. Sarbosa) به صورت هیدروپونیک در محلول غذایی هوگلند در شرایط اتاق رشد (فتوپریود ۱۵ ساعت روشنائی و ۹ ساعت تاریکی، شدت نور ۲۵۰ $\mu mol\ m^{-2}\ s$ ، رطوبت ۹۰- ۸۰ درصد و دمای ۲۵- ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد) کشت شدند. پس

IrHC2019

از استقرار کامل گیاهان و ایجاد شاخ و برگ کافی توسط محلول کلرید کلسیم در غلظت‌های صفر، ۰/۲ و ۱ میلی مول در لیتر محلول‌پاشی شدند. ده روز پس از تیمار گیاهان، پارامترهای فتوسنتزی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی

جهت اندازه‌گیری شدت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای دستگاه تبادل گاز (LCA4 ,ADC ,UK) مورد استفاده قرار گرفت. پس از قرارگیری برگ در اتاقک شیشه‌ای مخصوص و تنظیم کامل دما، نور، مسیر تبادل هوا و انتخاب پارامتری‌های مورد نظر جهت سنجش، ثبت رکوردها انجام گرفت (Long *et al*., 1996).

اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی

به منظور سنجش رنگیزه‌های برگ (کلروفیل a، b و کاروتنوئید)، ۰/۵ بافت برگی در استن خالص هموژنیزه شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی نگهداری شدند. به منظور محاسبه غلظت رنگدانه‌ها، پس از قرائت شدت جذب در طول موج‌های خاص توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، از فرمول‌های زیر برای محاسبه رنگدانه‌ها استفاده شد (Wellburn, 1994).

$$\text{Chlorophyll a (mg/g)} = 11.75\ A_{662} - 2.350\ A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b (mg/m)} = 18.61\ A_{645} - 3.960\ A_{662}$$

$$\text{Carotenoide (mg/g)} = 1000\ A_{470} + 2.270\ C_a - 81.4\ C_b/227$$

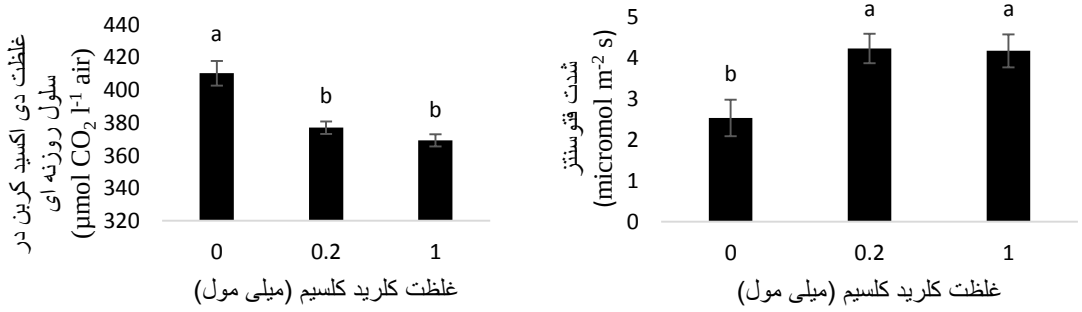
اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها

برای استخراج عصاره گیاهی جهت سنجش کربوهیدرات‌ها از بافر فسفات پتاس ۰/۱ مولار با pH برابر ۷/۵ استفاده شد. عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور سانتریفوژ گردید. روشناور برای سنجش قندهای محلول کل با استفاده از معرف آنترون- سولفوریک و رسوب حاصل برای سنجش نشاسته با استفاده از معرف یدین-HC1 مورد استفاده قرار گرفت و نتایج برحسب میلی گرم در گرم وزن تر گزارش شدند (Magne at al., 2006).

.

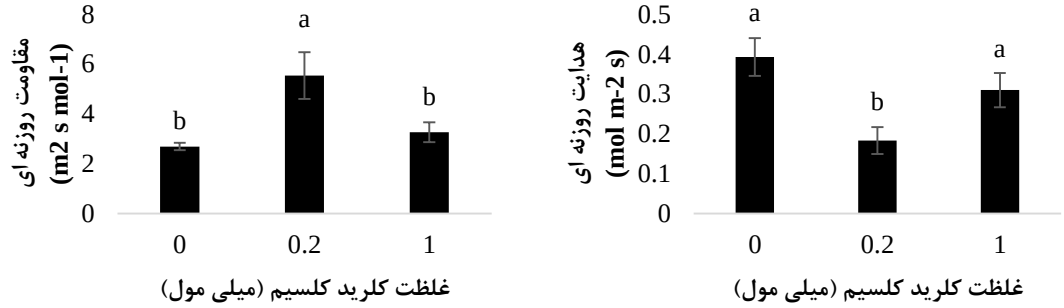
نتایج و بحث

مطابق نتایج، (شکل ۱) محلول‌پاشی کلرید کلسیم تاثیر معنی‌دار بر شدت فتوسنتز و غلظت دی اکسیدکربن در سلوهای روزنه‌ای داشته است. همچنین مطابق شکل ۲، همبستگی معنی‌داری بین هدایت روزنه‌ای و مقاومت روزنه‌ای سلول-های برگی گیاه توت فرنگی در پاسخ به تیمار کلرید کلسیم مشاهده شد. یون کلسیم نقش مهمی در انتقال سیگنال در سلول-های نگهبان روزنه‌ای دارد و افزایش غلظت یون کلسیم می‌تواند مانع از باز شدن سلول‌های روزنه‌ای بشود. غلظت آپوپلاستیک کلسیم در سلولهای مجاور سلول‌های نگهبان روزنه در این امر دخیل بوده و نقش مهمی بر تبادلات گازی از سلول‌های روزنه‌ای خواهد داشت (Silva *et al*., 1985). کلسیم از طریق تنظیم فعالیت آنزیم‌های دخیل در فعالیت‌های متابولیسمی کلروپلاست و تنظیم واکنش‌های تاریکی فتوسنتز نقش مهمی در تنظیم فتوسنتز در گیاهان دارد. همچنین یون کلسیم جز ترکیبات ساختاری سیستم فتوسیستم II می‌باشد و در اکسیداسیون مولکولهای آب در فتوسیستم II ایفاء نقش می‌کند (Hochmal *et al*., 2015)



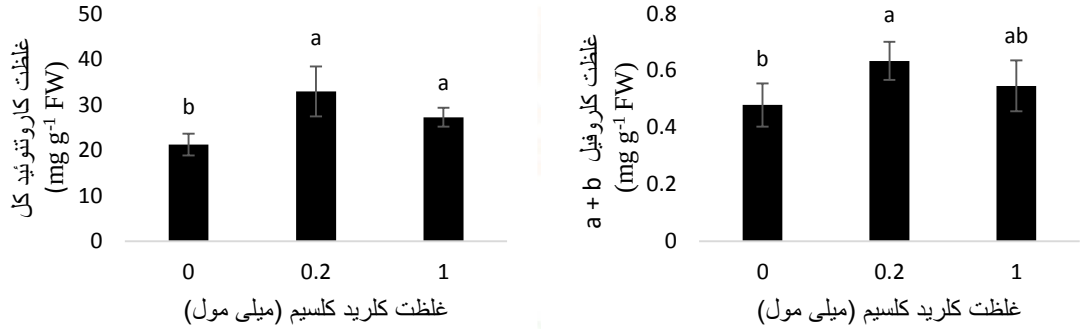
شکل ۱. تاثیر محلول پاشی کلرید کلسیم بر شدت فتوسنتز (a) و غلظت دی اکسید کربن سلول‌های روزنه (b)

IrHC2019



شکل ۲. تاثیر محلول پاشی کلرید کلسیم بر هدایت روزنه‌ای (a) و مقاومت روزنه‌ای (b)

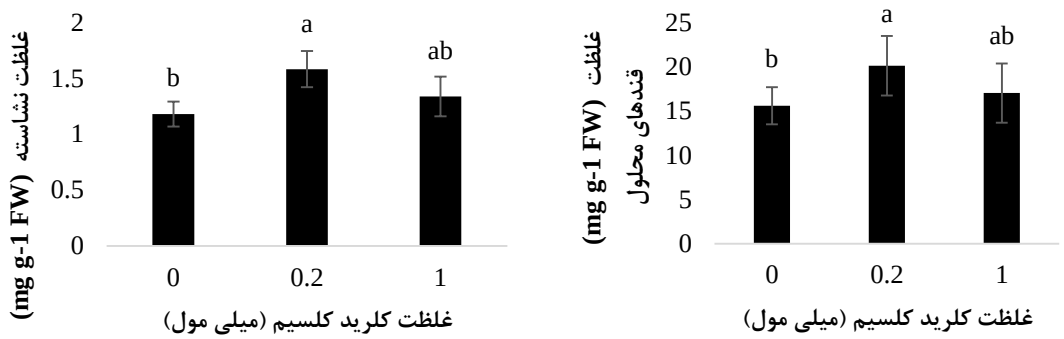
کلروفیل به عنوان یکی از رنگیزه‌های مهم در سلول‌های گیاهی، جذب و انتقال انرژی نوری دخیل در پدیده فتوسنتز را برعهده دارد. بیوسنتز و تخریب کلروفیل در طی فرآیندهای رشدی و نموی گیاه توسط سیگنال‌های رشدی، هورمون‌ها و همچنین شرایط محیطی تنظیم می‌شود (De Oliveira Silva *et al*., 2018). مطابق نتایج حاصل از این پژوهش، محلول پاشی کلرید کلسیم تاثیر معنی‌دار بر غلظت کلروفیل a و b و همچنین کاروتنوئید کل داشته است. کاروتنوئیدها نقش حیاتی در محافظت از مراکز فتوسنزی در برابر فتو- اکسیداسیون بر عهده دارند و افزایش غلظت کاروتنوئیدها در پاسخ به محلول پاشی کلرید کلسیم می‌تواند تاثیر مثبت بر کارایی فتوسنتز داشته باشد.



شکل ۳. تاثیر محلول پاشی کلرید کلسیم بر غلظت کلروفیل a+ b (a) و غلظت کاروتنوئید کل (b)

کربوهیدرات‌ها محصول اصلی فتوسنتز هستند که کربن و انرژی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه را فراهم می‌کنند. غلظت قندهای محلول کل و نشاسته نشاهای توت فرنگی تیمار شده با کلرید کلسیم ۰/۲ میلی مولار بطور معنی‌دار بیشتر از نمونه-های شاهد بود ($P< 0.05$). تاثیر محلول پاشی کلرید کلسیم در غلظت ۰/۲ میلی مول بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و شدت فتوسنتز می‌تواند دلیلی بر بهبود کارایی فتوسنتز و افزایش متابولیسم کربوهیدرات‌ها باشد.

IrHC2019



شکل ۴. تاثیر محلول پاشی کلرید کلسیم بر غلظت قندهای محلول کل (a) و نشاسته (b)

منابع

Baker, N. R. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. Annual Review of Plant Biology, 59: 89-113.

De Oliveira Silva, F. M., Lichtenstein, G., Alseekh, S., Rosado-Souza, L., Conte, M., Suguiyama, V. F. and DaMatta, F. M. 2018. The genetic architecture of photosynthesis and plant growth-related traits in tomato. Plant, cell and environment, 41(2): 327-341.

De Silva, D. L. R., Hetherington, A. M. and Mansfield, T. A. 1985. Synergism between calcium ions and abscisic acid in preventing stomatal opening. New Phytologist, 100(4): 473-482.

Hochmal, A. K., Schulze, S., Trompelt, K. and Hippler, M. 2015. Calcium-dependent regulation of photosynthesis. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1847(9): 993-1003.

Long, S. P., Farage, P. K. and Garcia, R. L. 1996. Measurement of leaf and canopy photosynthetic CO2 exchange in the field. Journal of experimental botany, 47(11): 1629-1642.

Magné, C., Saladin, G. and Clément, C. 2006. Transient effect of the herbicide flazasulfuron on carbohydrate physiology in Vitis vinifera L. Chemosphere, 62(4): 650-657.

Wellburn, A. R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. Journal of plant physiology, 144(3): 307-313.

Effect of Calcium Chloride on Photosynthesis and Carbohydrate metabolism in Strawberry Seedlings in Hydroponic condition

Mohammadreza Asghari*, Pari Zahedipour Sheshgelani[2]
[1, 2] Horticulture department, Agriculture faculty, Urmia university
[*]*Corresponding Author: mhamadreza@yahoo.com*

Abstract

Calcium is an active compound in physiological processes that is required for structural roles in the cell wall and membranes, regulation of many biochemical and metabolism processes and improves the plant growth and development. In order to investigate the effect of calcium chloride on photosynthesis and carbohydrate synthesis, strawberry seedlings cultured in hydroponic conditions were sprayed with calcium chloride solution at 0, 0.2 and 1 mM. The results showed that calcium chloride had a significant effect on stomatal conductance and CO_2 concentration. Calcium chloride at lower concentration (0.2 mM) had a positive effect on photosynthetic pigment concentrations and the photosynthesis rate of strawberry seedlings grown in hydroponic culture system, which was associated with an increase in soluble sugars and starch content. Increasing in photosynthesis rate can improve the quantity, quality and the economic value of agricultural crops cultivated in hydroponic conditions.

***Keywords*:** Chlorophyll, Carotenoids, Starch, Hydroponics, Stomatal conductance

IrHC2019