

## مطالعه رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای تحت تأثیر هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد گل در گره

ناصر حیدری<sup>۱</sup>، مجتبی دلشاد<sup>۲\*</sup>، مصباح بابالار<sup>۳</sup> و رضا صالحی<sup>۴</sup>

۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی دکتری، دانشیار، استاد و استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۷)

## چکیده

علاوه بر فراهمی مواد غذایی در محیط ریشه، میزان مواد فتوسنتزی در دسترس ریشه به‌عنوان تأمین‌کننده اسکلت کربنی و انرژی، نیز بر میزان جذب عناصر غذایی، رشد و عملکرد گیاهان تأثیرگذار می‌باشد. هر عاملی که سبب تغییر دسترسی به عناصر غذایی یا تغییر الگوی توزیع مواد فتوسنتزی گردد می‌تواند بر فرایند جذب و رشد نیز تأثیرگذار باشد. در این پژوهش اثر تعداد گل و غلظت محلول غذایی بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل سه سطح گل در گره (نگهداری یک، دو یا سه گل در هر گره) و پنج سطح هدایت الکتریکی محلول غذایی (EC) های ۱/۱، ۱/۵، ۲/۱۵، ۲/۷۸ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج نشان داد که گیاهان تیمار شده با EC های ۲/۱۵ علاوه بر رشد شاخساره از لحاظ میزان نیتروژن و فسفر برگی نیز مقادیر بیشتری داشتند و بیشترین عملکرد نیز در گیاهان تیمار شده با EC های ۱/۵ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. با افزایش تعداد گل در گره عملکرد گیاهان در کوتاه‌مدت (۸۰ روز بعد از انتقال نشا) افزایش نشان داد، اما با افزایش دوره پرورش (۱۳۰ روز بعد از انتقال نشا) بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در عملکرد مشاهده نشد. افزایش تعداد گل در گره در کوتاه‌مدت، موجب تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها شد ولی احتمالاً به علت پتانسیل کم منابع (sources) در دراز مدت، این اثر افزایش تعداد گل بر عملکرد به‌صورت فیزیولوژیکی مورد تعدیل قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: ریزش میوه، شاخص برداشت، منبع - مخزن، هدایت الکتریکی.

## Growth and yield of greenhouse cucumber as influenced by nutrient solution EC and number of flowers per node

Naser Heydari<sup>1</sup>, Mojtaba Delshad<sup>2\*</sup>, Mesbah Babalar<sup>3</sup> and Reza Salehi<sup>4</sup>

1, 2, 3, 4. Ph.D. Candidate, Associate Professor, Professor and Assistant Professor, College of Agriculture &amp; Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Jul. 07, 2019 - Accepted; Sep. 18, 2019)

## ABSTRACT

The nutrient uptake, growth and yield of plants depend on nutrients availability in rhizosphere and also on amount of assimilates available in root as carbon skeleton and energy source. Any factor affecting nutrients availability or assimilate partitioning pattern can also affect uptake phenomenon and growth. In this study, the effects of number of flowers per node and nutrient solution concentration on growth pattern and yield of greenhouse cucumber plants were studied using a factorial experiment based on complete randomized block design. Factors consisted of: three levels of number of flowers per node (keeping one, two or three flowers per node) and 5 levels of electrical conductivity of nutrient solution (EC of 1.1, 1.5, 2.15, 2.78 and 3.32 dS/m). Results showed in addition to shoot growth, plants treated with 2.15 EC had higher nitrogen and phosphorous content. The highest yield was observed in plants treated with EC of 1.5 and 2.15 dS/m. Increasing number of flowers per node resulted in increasing in fruit yield in short term (80 days after transplanting) but, no significant differences were observed among treatments when the experiment proceeded (130 day after transplanting). Increase in number of flowers per node led to more allocation of assimilates to fruits, but probably due to low potential of sources this effect of number of flowers on yield has been physiologically controlled.

**Keywords:** Electrical conductivity, fruit abortion, harvest index, sink and source.

\* Corresponding author E-mail: delshad@ut.ac.ir

می‌باشد ( Papadopoulos, 1994 ; Kläring *et al.*, )  
 برای فتوسنتز (آب، تغذیه، نور و غیره) فراهم‌تر باشد  
 امکان به رشد و نمو تعداد بیشتری میوه در هر گره از  
 ساقه خیار وجود خواهد داشت ( Papadopoulos, )  
 (1994). تقریباً تمام گزارش‌های منتشرشده که در  
 سطور بالا به تعدادی از آنها اشاره شد، نتایج تحقیقاتی  
 هستند که بر روی ارقام خیار اروپایی (دارای میوه‌های  
 بلند به طول حدود ۴۰-۳۰ سانتی‌متر که برای تهیه  
 سالاد مورد استفاده قرار می‌گیرند) انجام شده‌اند.  
 اطلاعات بسیار کمی درباره رقم‌هایی با میوه کوچک  
 (به طول حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر که در برخی  
 کشورها برای مصارف تازه‌خوری و به‌عنوان میوه  
 رومی‌زی مصرف می‌شوند) در منابع علمی موجود است.  
 این‌که در این تیپ از خیارهای گلخانه‌ای هر غلظت از  
 محلول غذایی توان تأمین مواد غذایی مورد نیاز چه  
 تعداد میوه در گره را دارا می‌باشد، موضوعی است که  
 همواره اهمیت خواهد داشت. در این تحقیق تلاش  
 شده‌است اثر غلظت‌های مختلف محلول غذایی بر توان  
 رشد و نگهداری میوه در گره‌های ساقه خیار گلخانه‌ای  
 (تیپ میوه کوچک) مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۳۹۵ در گلخانه سبزی‌کاری گروه  
 مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و  
 منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا گردید. در  
 این آزمایش اثر پنج سطح محلول غذایی و سه سطح  
 نگهداری تعداد گل در گره با سه تکرار و سه مشاهده در  
 هر واحد آزمایشی و مجموعاً با  $3 \times 3 \times 5 = 45$  گیاه، در  
 قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل  
 تصادفی بر روی خیار گلخانه‌ای رقم سوپر سلطان (رقم  
 چند گل) متعلق به شرکت Seminis مورد بررسی قرار  
 گرفت. در طول آزمایش محلول پایه عناصر ماکرو با  
 غلظت ۱۰۰ برابر و پایه عناصر میکرو با ۱۰۰۰ برابر  
 غلظت تهیه و سپس براساس غلظت مورد نظر در ۵  
 سطح (۱) یک برابر (۲) دو و نیم برابر، (۳) پنج برابر (۴)  
 هفت و نیم برابر و (۵) ده برابر رقیق شدند. EC محلول  
 غذایی در تیمارهای مذکور بترتیب ۱/۱، ۱/۵، ۲/۱۵،

### مقدمه

امروزه به دلیل وجود مزیت‌های زیاد، کشت بدون خاک  
 سبزی‌های گلخانه‌ای در کشور رو به افزایش است. در  
 کشت‌های بدون خاک، محلول غذایی یکی از مهم‌ترین  
 فاکتورهای تأثیرگذار بر عملکرد و کیفیت محصول است  
 (Trejo-Téllez & Gómez-Merino, 2012). غلظت  
 (EC) یک محلول غذایی بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان  
 مؤثر است (Giuffrida *et al.*, 2007) از طرف دیگر نسبت  
 عناصر غذایی و غلظت آنها در محلول غذایی به شرایط  
 محیطی به‌ویژه نور و همچنین به شرایط ریزاقلیم محیط  
 پرورش بستگی دارد ( Mardanluo *et al.*, 2018; )  
 (Tohidloo *et al.*, 2018). از این‌رو EC محلول غذایی با  
 توجه به تغییر شرایط اقلیمی و در نتیجه تغییر در میزان  
 جذب آب و عناصر غذایی ممکن است تغییر یابد.  
 مطالعات زیادی میزان جذب عناصر غذایی را به شرایط  
 فتوسنتزی و فراهمی ترکیبات کربنی حاصل از فتوسنتز  
 در ریشه ارتباط داده‌اند ( Ache *et al.*, 2001; Lejay *et al.*, 2008  
*et al.*, 2003).

در خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L.) بخش  
 عمده‌ای از مواد فتوسنتزی به میوه‌ها تخصیص می‌یابد  
 و تعداد و سرعت رشد میوه‌ها بر رشد و فعالیت  
 ریشه‌ها تأثیر می‌گذارد ( Marcelis, 1992; Choi & )  
 (Kang, 2007; Lenz, 2009; Kläring., 2014) و  
 حضور یا عدم حضور میوه می‌تواند بر جذب عناصر  
 غذایی و میزان عناصر برگ گیاهان تأثیرگذار باشد  
 (Pourranjbari Saghalesh *et al.*, 2019). ارقام  
 مختلف این گیاه از نظر تعداد میوه دارای تیپ‌های  
 متفاوتی هستند و ممکن است در هر گره ساقه دارای  
 یک، دو یا چند میوه باشند. تعداد میوه‌هایی که در  
 یک گیاه به مرحله قابل برداشت می‌رسند بستگی به  
 تعداد میوه‌های سقط شده دارد و میزان سقط میوه به  
 قدرت منبع (و فراهمی مواد فتوسنتزی) وابسته است  
 (Marcelis, 1993). از سوی دیگر، در گیاهان  
 گلخانه‌ای که دارای رشد توأم رویشی و زایشی هستند،  
 ظهور میوه‌های جوان و در نتیجه تعداد کل میوه‌های  
 تولید شده در یک بازه زمانی، به سرعت رشد رویشی  
 (طولی) گیاه نیز بستگی خواهد داشت که خود با  
 مخازن مهمی چون میوه‌های در حال رشد در رقابت

در کوره در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ روز، استفاده شد. تعداد و وزن میوه‌ها برای تعیین عملکرد تعیین گردید. شاخص برداشت از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$(1) \quad \frac{\text{عملکرد محصول (گرم)}}{\text{کل بیومس (گرم)}} \times 100 = \text{شاخص برداشت}$$

از حاصل تقسیم تعداد میوه‌های سقط شده بر تعداد برگ تولید شده در طول آزمایش بعنوان نسبت ریزش میوه استفاده شد. در پایان آزمایش، بعد از خشک کردن برگ‌های پنجم و ششم (آون با دمای ۷۵ درجه به مدت سه روز)، از هر نمونه حدود یک گرم انتخاب شد و برای اندازه‌گیری نیتروژن و فسفر برگ بعنوان معیاری از وضعیت جذب عناصر انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد فسفر از روش رنگ‌سنجی و برای اندازه‌گیری درصد عنصر نیتروژن نیز از روش کج‌لدال استفاده شد (Benton, 2001). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

## نتایج و بحث

### وزن خشک اندام‌های رویشی

در اولین تخریب اثر EC محلول غذایی بر وزن خشک اندام‌های رویشی معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار محلول غذایی با EC برابر ۲/۱۵ بیشترین مقدار را داشتند و تیمار ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین مقدار را دارا بود. با این حال بین تیمار ۱/۱ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). اثر تعداد گل در گره نیز بر وزن اندام‌های رویشی گیاهان معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۲ گل در گره (با اختلاف کم با تیمار ۱ گل) و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۳ گل در گره بود (جدول ۲). اثر متقابل بین غلظت محلول غذایی و تعداد گل در گره، بر وزن خشک اندام‌های رویشی معنی‌دار نبود (جدول ۱). در دومین زمان تخریب، گیاهان تیمار شده با محلول با EC برابر ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین وزن خشک اندام‌های رویشی را داشتند. البته بین گیاهان تیمار شده با محلول‌های ۱/۱، ۱/۵ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت

۲/۷۸ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. برای تأمین یک لیتر محلول پایه عناصر ماکرو: ۹۰/۹ پتاسیم نترات (گرم)، ۱۳۳ کلسیم نترات (گرم)، ۸ آمونیوم نترات (گرم)، ۴۱ منوپتاسیم فسفات (گرم)، ۱۷/۴ دی‌پتاسیم فسفات (گرم)، ۲۱/۵ پتاسیم سولفات (گرم)، ۹۲/۲۵ منیزیم سولفات (گرم) و ۵/۸۵ سدیم کلرید (گرم) و برای تأمین یک لیتر محلول پایه عناصر میکرو: ۰/۰۵ آمونیوم مولیبدات (گرم)، ۱/۵ اسید بوریک (گرم)، ۲ منگنز سولفات (گرم)، ۰/۲۵ مس سولفات (گرم)، ۱ روی سولفات (گرم) و ۱۰ آهن سکسترون (۱۳۸) (گرم) نمک استفاده شد. از سیستم آبیاری قطره‌ای جهت توزیع محلول غذایی به صورت پنج نوبت در روز با ۲۰ درصد خروجی زه استفاده شد. فاکتور دیگر این آزمایش، نگهداری تعداد متفاوت گل در هر گره ساقه بود. این فاکتور در سه سطح شامل (۱) یک گل در هر گره، (۲) دو گل در هر گره و (۳) سه گل در هر گره اعمال شد. بر اساس تیمار مورد نظر، گل‌های اضافی در مراحل اولیه پیدایش، حذف شدند. در این آزمایش بذر ها ابتدا در سینی‌های نشای ۷۲ حجره ای در ۳ مهر ۱۳۹۵ کشت گردید. سپس گیاهان با تراکم ۲/۵ بوته در هر متر مربع به داخل گلدان‌های اصلی انتقال گردید. انتقال نشاها به گلدان‌های اصلی (گلدان‌های ۱۰ لیتری حاوی بستر پرلیت ریز و درشت به نسبت ۱:۱) سوم آبان صورت گرفت. به منظور تحریک رشد رویشی اولیه و جلوگیری از تماس میوه با زمین، تمامی میوه‌های ظاهر شده تا گره‌های هشتم حذف شدند. سیستم تربیت شامل تربیت "تک ساقه" و هدایت ساقه به روش داربستی تا ارتفاع ۲/۵ متر بود. برداشت میوه‌ها ۳۳ روز بعد از نشاکاری شروع و تا پایان دوره آزمایش به صورت دو روز در میان در اندازه‌های  $10 \pm 10$  گرم انجام شد.

از هر واحد آزمایشی ۸۰ و ۱۳۰ روز بعد از نشاکاری یک گیاه به صورت تصادفی انتخاب شده پس از تخریب، صفاتی همچون تعداد برگ، طول ساقه و وزن خشک اندام‌ها مختلف اندازه گیری شدند. از تفاضل طول ساقه در زمان‌های مختلف، برای محاسبه سرعت طویل شدن ساقه استفاده گردید. برای تعیین میزان ماده خشک ذخیره شده در اندام‌های مختلف و الگوی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف، از خشک کردن اندام‌ها

کمترین سرعت رشد طولی ساقه را داشتند (جدول ۲). علت این امر احتمالاً به‌خاطر پایین بودن رشد در اثر ناکافی بودن EC محلول غذایی باشد. سرعت طویل شدن ساقه در گیاهان تک گل در گره نسبت به گیاهان با ۲ و ۳ میوه در گره بیشتر بود (جدول ۲). اثر متقابل بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۱). کاهش رشد ساقه در اثر افزایش تعداد گل‌ها مطابق با یافته‌های محققین قبلی می‌باشد (Kläring *et al.*, 2014).

#### عملکرد

اندازه‌گیری عملکرد گیاهان در تخریب اول (۸۰ روز بعد از انتقال نشا) نشان داد محلول غذایی بر عملکرد اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی دارای EC برابر ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین عملکرد را دارا بودند و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲). تیمار تعداد گل در گره نیز بر عملکرد گیاهان در زمان اول تخریب تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). گیاهان دارای ۳ گل در گره بیشترین عملکرد را داشتند (جدول ۲). اثر متقابل تعداد گل در گره و غلظت محلول غذایی بر عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۱). در دومین زمان تخریب (۱۳۰ روز بعد از انتقال نشا)، اثر EC محلول غذایی بر عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین عملکرد را داشتند. اگرچه بین گیاهان تیمار شده با EC های ۱/۵ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در این زمان نیز اثر تعداد گل در گره و همچنین اثر متقابل EC محلول غذایی و تعداد گل در گره بر عملکرد کل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

کاهش تولید ماده خشک اندام های رویشی، طویل شدن ساقه و عملکرد در این آزمایش در EC بالا (۳/۱۳ دسی‌زیمنس بر متر) می‌تواند ناشی از اثر تنش شوری باشد. نتایج این آزمایش مطابق با یافته‌های محققان قبلی است که کاهش ماده خشک کل، برگ و ساقه در خیار در EC بالا گزارش داده اند (Giuffrida *et al.*, 2007 & Madadkhah *et al.*, 2018). پایین بودن فاکتورهای رشدی در این آزمایش در EC های پایین (۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر) همان‌طور که در بخش نتایج

معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین مقادیر در تیمار ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در این زمان، اثر تعداد گل در گره نیز بر وزن خشک اندام‌های رویشی معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار تک گل و کمترین میزان مربوط به تیمار ۲ گل در گره بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۱ گل با ۲ گل و ۲ گل با ۳ گل در گره مشاهده نشد (جدول ۲). اثر متقابل بین تعداد گل در گره و غلظت محلول غذایی معنی‌دار نگردید (جدول ۱). کاهش وزن خشک اندام‌های رویشی در اثر EC بالا مطابق با گزارش‌های محققین قبلی می‌باشد (Schwarz *et al.*, 2002; Giuffrida *et al.*, 2007 & Ramezan *et al.*, 2017). در این آزمایش گیاهان دارای گل‌های بیشتر در گره با افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به میوه‌ها سبب کاهش تولید ماده خشک اندام‌های رویشی شده‌اند، کاهش ماده خشک اندام‌های رویشی در اثر افزایش تعداد میوه‌ها قبلاً نیز توسط برخی محققین گزارش شده است (Marcelis, 1992; Kläring *et al.*, 2014).

#### سرعت طویل شدن ساقه

اثر غلظت محلول غذایی بر سرعت افزایش طول ساقه معنی‌دار بود (جدول ۱). گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی با EC برابر ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، با متوسط افزایش ۶/۷ سانتی‌متر در روز از زمان نشاکاری تا زمان تخریب اول، بیشترین سرعت رشد طولی ساقه را داشتند و گیاهان تیمار شده با محلول با EC برابر با ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر با متوسط رشد طولی ۴/۴۷ سانتی‌متر در روز کمترین سرعت افزایش طول ساقه را دارا بودند (جدول ۲). اثر تعداد گل در گره و اثر متقابل آن با غلظت محلول غذایی، بر سرعت رشد طول ساقه در بازه زمانی نشاکاری تا نخستین تخریب، معنی‌دار نبود (جدول ۱). در زمان تخریب دوم غلظت محلول غذایی و تعداد گل در گره بر سرعت رشد طولی ساقه اثر معنی‌داری بر جای گذاشت (جدول ۱). گیاهان تیمار شده با محلول غذایی با EC های ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین سرعت رشد طولی را نشان دادند اگرچه بین گیاهان تیمار شده با EC های ۱/۵ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. و گیاهان تیمار شده با محلول با EC برابر ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر

گردید (جدول ۲). اثر متقابل تیمارها بر شاخص مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۱). پس از گذشت ۸۰ روز از زمان انتقال نشا به گلدان‌های اصلی، افزایش تعداد گل در گره نشان‌دهنده بهبود عملکرد بود، اما هنگامی‌که اندازه‌گیری در زمان طولانی‌تری انجام شد تفاوت بین تیمارها تعدیل شده و معنی‌دار نبود (جدول ۱). این بدان معناست که برگ‌های اولیه توان تأمین مواد فتوسنتزی میوه‌های بیشتری در هر گره را دارند (بخصوص در مواردی که بدلیل تربیت گیاهان چند میوه اولیه گره‌های پایینی حذف می‌گردند). با ادامه رشد بوته و تشکیل میوه‌های بیشتر در گره‌های متوالی، توان تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز میوه‌های تشکیل‌شده، کاهش می‌یابد. این نتایج با گزارش‌های محققان قبلی که در مورد فرایند تشکیل میوه در فلفل عنوان کرده‌اند که فرایند تشکیل میوه در فلفل گلخانه‌ای یک فرایند دینامیک است (Wubs *et al.*, 2009) همسو می‌باشد و همچنین در برخی گیاهان گلخانه‌ای (مثل گوجه فرنگی گلخانه‌ای) گزارش شده است که گیاهان در مراحل اولیه رشد در شرایط محدودیت مخزن قرار دارند (Li *et al.*, 2015). این پدیده به معنی وجود پتانسیل زیاد (منبع کافی) در مقایسه با تعداد محدود میوه (مخزن) موجود در مراحل اولیه رشد می‌باشد. با ادامه رشد و تشکیل تعداد بیشتر میوه، تعادل برقرار می‌گردد.

#### سقط (ریزش) میوه

آنالیز داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ریزش میوه و گل‌ها در کل دوره نشان داد که اثر غلظت محلول غذایی، تعداد گل در گره و اثر متقابل غلظت محلول غذایی و تعداد گل در گره بر ریزش گل‌ها و میوه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین سقط میوه در گیاهان تیمار شده با EC ۱/۱ و دارای سه گل در گره مشاهده شد اگرچه بین گیاهان دارای سه گل در گره در گیاهان تغذیه شده با محلول دارای EC های ۲/۸ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر و همچنین گیاهان دارای دو و سه گل در گره تغذیه شده با محلول دارای EC برابر ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

سقط میوه‌ها در EC های ۱/۱، ۲/۸ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر برخلاف میزان ماده خشک تولیدی،

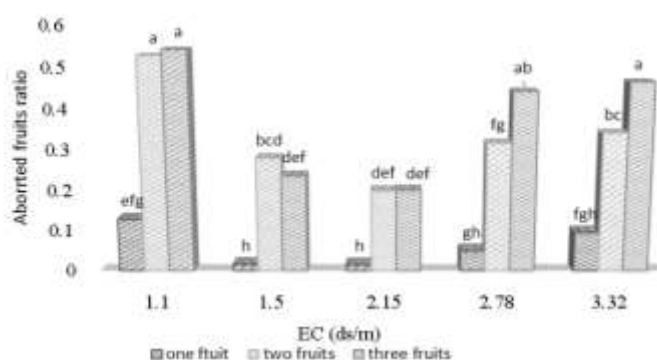
آنالیز تجزیه عناصر برگی به آن اشاره خواهد شد می‌تواند ناشی از رقیق بودن بیش از حد محلول غذایی و عدم تأمین نیاز غذایی گیاهان باشد. نتایج آزمایش ما مطابق با یافته‌های محققین قبلی است که EC بالای ۲ دسی‌زیمنس بر متر برای خیار به‌ویژه برای فصل کشت پاییزه گزارش کرده‌اند (Papadopoulos, 2001). در این آزمایش، اگرچه تغذیه گیاهان با محلول‌هایی با EC های ۱/۱ و ۳/۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، سبب کاهش تولید ماده خشک گردید، ولی کاهش تولید مواد فتوسنتزی در کوتاه‌مدت و مراحل اولیه رشد گیاهان سبب کاهش عملکرد نشده بود (پدیده‌ای که در زمان تخریب اول این آزمایش مشاهده شد) (Souri & Hatamian, 2019). علت این پدیده بالا بودن قدرت سینکی میوه‌ها در مقایسه با مریستم‌های رویشی است. اما از آنجایی که در رقم های خیار گلخانه‌ای رشد رویشی و زایشی برای مدت نسبتاً طولانی به‌صورت همزمان رخ می‌دهد، هر عامل کاهنده رشد رویشی در نهایت سبب کاهش تشکیل برگ و گل‌های جدید و کاهش عملکرد نهایی می‌شود (Papadopoulos, 1994; Kläring *et al.*, 2014). این‌که در نتایج این آزمایش گیاهان دارای ۲ و ۳ میوه در گره با افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به میوه‌ها سبب کاهش طویل شدن ساقه‌ها و کاهش تولید ماده خشک اندام‌های رویشی شده‌اند، تأییدی بر موضوع می‌باشد. امری که قبل نیز توسط برخی محققین گزارش شده است (Marcelis, 1992).

#### شاخص برداشت

در تخریب اول، تفاوت معنی‌داری بین محلول‌های غذایی از نظر شاخص برداشت مشاهده شد (جدول ۱). گیاهان پرورش یافته در محلول غذایی با EC برابر ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین شاخص برداشت را داشتند و کمترین میزان در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی با EC معادل ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید (جدول ۲). اثر تعداد گل در گره نیز بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تعداد گل در گره، شاخص برداشت افزایش یافت. بیشترین شاخص برداشت در گیاهان دارای ۳ گل در گره و کمترین آن در تیمار ۱ گل در گره مشاهده

باشد. به عبارتی، وجود میوه‌های بزرگ‌تر مانع از تشکیل و رشد میوه‌های جوان می‌شود (Jadeja & Tenhumber, 2018). در این آزمایش، تعداد میوه در گره و رقابت بین آنها در جذب مواد فتوسنتزی (که خود با تغییر غلظت محلول و فراهمی عناصر تحت تأثیر قرار می‌گرفت) نقش مهمی در پدیده ریزش میوه داشتند. ریزش میوه در سایر محصولات در اثر نسبت منبع- مخزن توسط محققان قبل از گزارش شده است (Marcelis *et al.*, 2004; Jadeja & Tenhumber, 2018).

نسبت به تیمارهای ۱/۵ و ۲/۱۵ بیشتر بود. همچنین در تیمارهای سه گل در گره سقط میوه بیشتر اتفاق افتاد. اگرچه برخی محققین ریزش اندام‌ها را ناشی از تأثیرات هورمونی گزارش کرده‌اند (Van Meeteren & Van Gelder, 1995; Marcelis *et al.*, 2004). عده‌ای دیگر این پدیده را مربوط به فراهمی مواد پرورده گیاهی دانسته‌اند. این بازدارندگی رشدی می‌تواند به خاطر رقابت اندام‌ها برای جذب مواد پرورده یا غالبیت اندام‌ها به خاطر تنظیم‌کننده‌های رشد حاصل از میوه‌های در حال رشد



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر ریزش گل/میوه خیار گلخانه‌ای  
Figure 1. Mean comparison interaction effects of nutrient solution EC and number of fruits per node on fruit/flower abortion of greenhouse cucumber

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر برخی صفات خیار گلخانه‌ای  
Table 1. Results of variance analysis effect of nutrient solution EC and number of fruits per node on some traits of greenhouse cucumber

Source of variation	df	Mean squares				
		Total dry matter	Number of leaves	Vegetative dry matter at second measuring time (130 day after transplanting)	Vegetative dry matter at first measuring time (80 day after transplanting)	Stem elongation rate at first measuring time (80 day after transplanting)
Replication	2	426.08 <sup>ns</sup>	1.26 <sup>ns</sup>	150.6 <sup>ns</sup>	12.61 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
EC (ds/m)	4	2.73 <sup>ns</sup>	29.91 <sup>ns</sup>	612.69 <sup>**</sup>	394.38 <sup>**</sup>	1.75 <sup>**</sup>
Number of fruits per node	2	5467.75 <sup>**</sup>	146.47 <sup>ns</sup>	253.51 <sup>*</sup>	20.24 <sup>ns</sup>	1.02 <sup>**</sup>
Number of fruits per node × EC (ds/m)	8	277.05 <sup>ns</sup>	11.16 <sup>ns</sup>	50.72 <sup>ns</sup>	26.43 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>*</sup>
Error	28	228.66	20.38	50.69	22.69	0.12
CV (%)		8.12	9.71	9.82	9.53	10.94

\*\*\*, \*\*, \*, ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.  
\*\*\*, \*\*, \*, ns: Significant at 1% and 5% of probability levels and not significant, respectively.

ادامه جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر برخی صفات خیار گلخانه‌ای  
Continued table 1. Results of variance analysis effect of nutrient solution EC and number of fruits per node on some traits of greenhouse cucumber

Source of variation	df	Mean squares				
		Stem elongation rate at second measuring time (130 day after transplanting)	Harvest index at second measuring time (130 day after transplanting)	Harvest index at first measuring time (80 day after transplanting)	Yield at second measuring time (130 day after transplanting)	Yield at first measuring time (80 day after transplanting)
Replication	2	0.05 <sup>ns</sup>	2.35 <sup>ns</sup>	51.34 <sup>ns</sup>	119540.24 <sup>ns</sup>	82505.85 <sup>*</sup>
EC (ds/m)	4	1.87 <sup>**</sup>	28.58 <sup>ns</sup>	147.50 <sup>**</sup>	1715216.8 <sup>**</sup>	115937.7 <sup>**</sup>
Number of fruits per node	2	0.85 <sup>**</sup>	32.43 <sup>ns</sup>	2.77 <sup>ns</sup>	286367.88 <sup>ns</sup>	100539.22 <sup>*</sup>
Number of fruits per node × EC (ds/m)	8	0.19 <sup>ns</sup>	5.72 <sup>ns</sup>	15.03 <sup>ns</sup>	156391.26 <sup>ns</sup>	30534.12 <sup>ns</sup>
Error	28	0.11	6.57	15.4	106374.29	20211.81
CV (%)		10.17	5.19	8.8	10.26	11.06

\*\*\*, \*\*, \*, ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.  
\*\*\*, \*\*, \*, ns: Significant at 1% and 5% of probability levels and not significant, respectively.



جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر برخی صفات خیار گلخانه‌ای  
Table 2. Mean comparison interaction effect of nutrient solution EC and number of fruits per node on some traits of greenhouse cucumber

Treatment	Yield at the first measuring time (80 day after transplanting) (g/plant)	Yield at the second measuring time (130 day after transplanting) (g/plant)	Harvest index at the first measuring time (80 day after transplanting) (%)	Harvest index at the second measuring time (130 day after transplanting) (%)	Stem elongation rate (cm/day)
EC (ds/m)	1.1	1393.3a	2917.8bc	56.97a	56.71a
	1.5	1295.97a	3813.4a	51.31b	61.14a
	2.15	1248.2ab	3601.8a	47.04c	59.49a
	2.78	1377.2a	3172.6b	50.44bc	59.32a
	3.32	1119.9b	2622.2c	49.34bc	59.58a
Number of fruits per node	3	1245.5b	3267.2a	51.6ab	60.35a
	2	1379.5a	3271.7a	52.51a	59.72a
	1	1243.9b	3174.1a	48.96b	57.67a

حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشد.  
Means with the same letters in each column are not significantly different according to Duncan test at 5% probability level.

ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر برخی صفات خیار گلخانه‌ای  
Continued Table 2. Mean comparison interaction effect of nutrient solution EC and number of fruits per node on some traits of greenhouse cucumber

Treatment	Stem elongation rate at second measuring time (130 day after transplanting)	Vegetative dry matter at the first measuring time (80 day after transplanting) (g/plant)	Vegetative dry matter at the second measuring time (130 day after transplanting) (g/plant)	Number of leaves	Total dry matter (g/plant)
EC (ds/m)	1.1	2.49d	42.37c	75.58ab	43.56a
	1.5	3.69a	50.61b	79.05a	47.66a
	2.15	3.58ab	59.31a	78.32a	47.56a
	2.78	3.31bc	52.38b	70.24b	47.78a
	3.32	3.11c	45.07c	59.05c	45.77a
Number of fruits per node	3	3.08b	48.66a	69.51b	45.6b
	2	3.08b	50.92a	70.68b	43.86b
	1	3.50a	50.25a	77.15a	49.93a

حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشد.  
Means with the same letters in each column are not significantly different according to Duncan test at 5% probability level.

بود ولی نیتروژن و فسفر برگ گیاهان تیمار شده با EC محلول غذایی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار ۲/۱۵ پایین بود. بنابراین EC ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به نظر می‌رسد برای پرورش خیار گلخانه‌ای در شرایط پاییز مطلوب باشد. نتایج این آزمایش مطابق با گزارش Papadopoulos (2001) هست که EC ۲-۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر را مطلوب پرورش خیار معرفی کرده است.

نتایج اندازه‌گیری میزان نیتروژن و فسفر در این آزمایش با یافته‌های محققان پیشین که افزایش جذب نیتروژن در اثر حذف میوه در گیاه خرمالو را گزارش داده اند (Tanaka *et al.*, 1979) مغایر است. همچنین این نتایج با یافته‌های محققان قبلی که کاهش میزان و فعالیت ریشه در خیار تحت تأثیر تعداد میوه در گزارش کرده است. Kläring *et al.* (2014) متفاوت است. علت این اختلاف ممکن است ناشی از این باشد که در این آزمایش همه تیمارهای تعداد گل در گره، گیاهان دارای میوه بودند، درحالی‌که در آزمایش محققان قبلی کل میوه‌ها را حذف کرده بودند.

### نیتروژن و فسفر برگ

غلظت محلول غذایی بر میزان نیتروژن برگ تأثیر معنی‌داری داشت. گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی دارای EC برابر ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر کمترین میزان نیتروژن برگ را داشتند و گیاهان تیمار شده با محلولی با EC معادل ۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مقدار را دارا بودند، اگرچه بین محلول‌های غذایی با ECهای ۲/۸ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تأثیر تعداد گل در گره و اثر متقابل آن با غلظت محلول غذایی بر میزان نیتروژن برگ معنی‌دار نبود (جدول ۳). میزان فسفر برگ تحت تأثیر EC محلول غذایی قرار گرفت. ابتدا با افزایش EC محلول غذایی تا ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان فسفر گیاهان افزایش یافت بعد از آن روند کاهشی نشان داد. تأثیر تعداد گل در گره و همچنین اثر متقابل تعداد میوه در گره و EC محلول غذایی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

اگرچه ماده خشک کل در گیاهان تیمار شده با EC محلول غذایی ۱/۵ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل هدایت الکتریکی محلول غذایی و تعداد میوه در گره بر محتوای فسفر و نیتروژن برگ خیار گلخانه‌ای

Table 3. Mean comparison interaction effect of nutrient solution EC and number of fruits per node on leaf nitrogen and phosphorous content of greenhouse cucumber

	Number of fruits			EC (ds/m)				
	1	2	3	1.1	1.5	2.15	2.8	3.32
Phosphorous (%)	0.457a	0.438a	0.432a	0.196d	0.407c	0.59a	0.519b	0.49b
Nitrogen (%)	4.83a	4.6a	4.92a	3.94d	4.64c	5.09ab	5.21a	5.04b

حروف یکسان در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن است. Means with the same letters on each row are not significantly different according Duncan test at 5% probability level.

افزایش تعداد میوه در گره در خیارهای گلخانه‌ای با تپ میوه کوچک می‌تواند موجب تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها گردد. این تخصیص به پتانسیل منبع (شرایط تولید مواد فتوسنتزی) بستگی دارد. در شرایط ضعف منبع سقط میوه اتفاق افتاده و به این ترتیب تعداد میوه، به‌صورت فیزیولوژیکی کنترل می‌شود. اگر هدف از کشت خیار گلخانه‌ای تولید کوتاه‌مدت باشد، کشت ارقام چند گل می‌تواند سودمند باشد اما هنگامی که تولید طولانی مدت مدنظر باشد، کشت ارقام با عادت تولید چند گل در گره قابل توصیه نمی‌باشد. دستاوردهای این آزمایش تأکید می‌کند که در گیاهانی نظیر خیار گلخانه‌ای که عملکرد آنها به تعادل رشد رویشی و زایشی بستگی دارد، تولید زیاد میوه در یک زمان خاص نمی‌تواند به معنی بهبود عملکرد در یک بازه زمانی تولید باشد. تعداد/حجم میوه زیاد در یک نقطه زمانی، کاهش رشد طولی ساقه، تعداد گره‌ها و در نتیجه میوه‌هایی که قرار است در مراحل بعدی ظاهر شوند را به دنبال دارد. تولید میوه متعادل در یک زمان به همراه رشد طولی مناسب، به‌صورت بهتری تضمین‌کننده عملکرد محصول در دوره نسبتاً طولانی کاشت خواهد بود. در آزمایش حاضر، گیاهان پرورش‌یافته در EC برابر ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر علاوه بر رشد و عملکرد بیشتر، میزان فسفر و نیتروژن برگ‌ها بیشتری از خود نشان دادند. تعداد گل‌های باقی مانده در گره تأثیری بر میزان فسفر و نیتروژن برگ‌ها نداشت.

همچنین علت عدم تأثیر تعداد گل در گره بر میزان عناصر غذایی می‌تواند ناشی از غیرمعنی‌دار بودن شاخص برداشت باشد. عبارتی گیاهان در این آزمایش با فرایند خود تنگی مانع از انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به میوه‌ها شده بودند. بنابراین ممکن است ریشه گیاهان همواره میزان ثابتی از مواد فتوسنتزی دریافت کرده باشد. از سوی دیگر، در این آزمایش از برگ پنجم و ششم از بالا برای تجزیه عنصری استفاده کردیم. این نتایج با یافته‌های محققان قبلی است که غیر معنی‌دار بودن اثر نسبت برگ به میوه بر میزان غلظت نیتروژن، فسفر پتاسیم، منیزیم و کلسیم برگ‌ها در هلو (Blanco *et al.*, 1995) و همچنین با یافته‌های محققان قبلی که عدم تغییر غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ‌ها در اثر نسبت‌های مختلف برگ به میوه در گیاه خرمالو گزارش داده‌اند (Choi *et al.*, 2016) مطابقت داشت. عامل دیگری که می‌تواند بر میزان محتوای عناصر برگ تأثیرگذار باشد انتقال آنها از اندام‌ها یا قسمت‌های مختلف از جمله برگ‌های پایینی و پیر می‌باشد (Park, 2002; Pourranjbari Saghiaesh & Souri, 2018). متأسفانه در این آزمایش ما اندازه‌گیری عناصر برگ‌ها یا برگ‌های پایینی انجام نداده‌ایم بنابراین این موضوعی است که باید در آزمایش‌های آتی مورد بررسی قرار گیرد.

#### نتیجه‌گیری کلی

به‌عنوان جمع‌بندی می‌توان به این نکته اشاره کرد که

#### REFERENCES

- Ache, P., Becker, D., Deeken, R., Drever, I., Weber, H., Fromm, J. & Hedrich, R. (2001). VFK1, a *Vicia faba* K<sup>+</sup> channel involved in phloem unloading. *The Plant Journal*, 27(6), 571-580.
- Benton, J. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press. New York. 384p.
- Blanco, A., Pequerul, A., Val, J., Monge E. & Gomez Aparisi, J. (1995). Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach, *Journal of Horticultural Science*, 70:4, 623-629



4. Choi, S.T. & Kang, S.M. (2007). Effects of defoliation and defruiting in early September on partitioning of nonstructural carbohydrates in 'Fuyu' persimmon at harvest. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 48, 359-364.
5. Choi, S. T., Kim, S. C., Ahn, G. H., Park, D. S. & Kim, E. S. (2016). Effects of different leaf-fruit ratios on uptake and partitioning of N and K in 'Uenishiwase' persimmon trees. *Scientia Horticulturae*, 212, 69-73.
6. Giuffrida, F., Heuvelink, E. & Stanghellini, C. (2007). Effects of root-zone nutrient concentration on cucumber grown in rockwool. *Acta Horticulturae*, 801, 1055-1063.
7. Kläring, H.-P., Hauschild, I. & Heiβner, A. (2014). Fruit removal increases root-zone respiration in cucumber. *Annals of Botany*, 114, 1735-1745.
8. Jadeja, S. & Tenhumberg, B. (2018). Presence of fruits decreases probability of retaining flowers in a sequentially flowering plant. *AoB Plants*, 10(3), ply033.
9. Lejay, L., Gansel, X., Cerezo, M., Tillard, P., Müller, C., Krapp, A. & Gojon, A. (2003). Regulation of root ion transporters by photosynthesis: functional importance and relation with hexokinase. *The Plant Cell*, 15(9), 2218-2232.
10. Lejay, L., Wirth, J., Pervent, M., Cross, J. M. F., Tillard, P. & Gojon, A. (2008). Oxidative pentose phosphate pathway-dependent sugar sensing as a mechanism for regulation of root ion transporters by photosynthesis. *Plant Physiology*, 146(4), 2036-2053.
11. Lenz, F. (2009). Fruit effects on the dry matter- and carbohydrate distribution in apple tree. *Acta Horticulturae*, 835, 21-38.
12. Li, T., Heuvelink, E. & Marcelis, L. F. (2015). Quantifying the source-sink balance and carbohydrate content in three tomato cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 6, 416-426.
13. Madadkhah, E., Bolandnazar, S. & Shahin, O. (2018). Effect of salt stress on growth, antioxidant enzymes activity, lipid peroxidation and photosystem II efficiency in cucumber grafted on cucurbit rootstock. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49 (2), 465-475. (in Farsi)
14. Marcelis, L. F. (1992). The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Annals of Botany*, 69, 487-492.
15. Marcelis, L. F. (1993). Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. *Scientia Horticulturae*, 54, 107-121.
16. Marcelis, L. F. (1996). Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. *Journal of Experimental Botany*, 47, 1281-1291.
17. Marcelis, L. F. M., Heuvelink, E., Baan Hofman-Eijer, L. R. Den Bakker J. & Xue, L. B. (2004). Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2261-2268.
18. Mardanluo, S., Souri, M.K. & Ahmadi, M. (2018). Plant growth and fruit quality of two pepper cultivars under different potassium levels of nutrient solutions. *Journal of Plant Nutrition*, 41(12), 1604-1614.
19. Papadopoulos, A.P. (1994). *Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media*. Agriculture and Agri-Food Canada publication, 126p.
20. Papadopoulos, A. P. (2001). Computerized fertigation for cucumber production in soil and in soilless media. *Acta Horticulturae*, 548, 115-124.
21. Park, S.J., (2002). Changes of inorganic elements in senescing Fuyu leaves at two locations differing the time of abscission. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 20, 106-109.
22. Pourranjbari Saghalesh, S., Souri, M.K. & Moghaddam, M. (2019). Characterization of nutrients uptake and enzymes activity in Khatouni melon (*Cucumis melo* var. inodorus) seedlings under different concentrations of nitrogen, potassium and phosphorus of nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, pp.1-8.
23. Ramezan, D., Moradipour, M. & Zahedi, B. (2017). Tomato growth of queen cultivar grafted on different rootstocks under salinity conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(4), 991-999. (in Farsi)
24. Schwarz, D., Kläring, H.P., Iersel, M.W.van. & Ingram, K.T. (2002). Growth and photosynthetic response of tomato to nutrient solution concentration at two light levels. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 127(6), 984-990.
25. Souri, M.K. and Hatamian, M. (2019). Aminochelates in plant nutrition; a review. *Journal of Plant Nutrition*, 42(1), 67-78.
26. Souri, M.K., Sooraki, F.Y. & Moghadamyar, M. (2017). Growth and quality of cucumber, tomato, and green bean under foliar and soil applications of an aminochelate fertilizer. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 58(6), 530-536.
27. Tanaka, K., Aoki, M., Kinbara, T., Tsuda, K. & Kawabuchi, A. (1976). Studies on the absorption of essential nutrient elements by kaki (*Diospyros kaki* L.) in water culture. *Research Bulletin of the Aichi ken Agricultural Research Center*, 8, 74-84.

28. Tohidloo, G., Souri, M.K. & Eskandarpour, S. (2018). Growth and fruit biochemical characteristics of three strawberry genotypes under different potassium concentrations of nutrient solution, *Open Agriculture*, 3, 356-362.
29. Trejo-Téllez, L. I. & Gómez-Merino, F. C. (2012). *Nutrient solutions for hydroponic systems. In Hydroponics-A Standard Methodology for Plant Biological Researches*. InTech.
30. Van Meeteren, U. & Van Gelder, H. (1995). Role of flower buds in flower bud abscission in Hibiscus. *Acta Horticulturae*, 405, 284-289.
31. Wubs, A. M., Ma, Y., Hemerik, L. & Heuvelink, E. (2009). Fruit set and yield patterns in six Capsicum cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 44, 1296-1301.