

## بررسی شاخص های کمی و کیفی رشد و عمر پس از برداشت گل آهار (*Zinnia elegans*) در نسبت های مختلف نیتروژن به کلسیم در کشت بدون خاک

آیدا مقیمیان<sup>۱</sup>، علی محمدی ترکاشوند<sup>۲\*</sup> و علی محبوب خمایی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۳)

### چکیده

یک آزمایش بدون خاک در بستر شن، پرلیت و پیت بر پایه فرمول غذایی هوگلند طراحی و اجرا گردید تا پاسخ رشد و عمر پس از برداشت گل بریدنی آهار به غلظت های مختلف نیتروژن و کلسیم بررسی گردد. تیمارها شامل شاهد ۱ (بدون مصرف محلول غذایی)، شاهد ۲ (محلول غذایی بدون نیتروژن و کلسیم) و مخلوط هایی از غلظت های ۱۵ و ۳۰ میلی مول نیتروژن و ۵ و ۱۰ میلی مول کلسیم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، سه تکرار و سه گلدان در هر تکرار و صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، قطر گل، طول ریشه، وزن تر ساقه، وزن تر گل، وزن خشک ساقه، وزن خشک گل، عمر گل جایی گل آهار و غلظت عناصر غذایی گیاه (اندام هوایی) بود. نتایج نشان داد که افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی سبب افزایش ارتفاع و وزن تر گیاه گردید؛ اما استفاده از ۱۰ میلی مول کلسیم به همراه ۳۰ میلی مول نیتروژن، بیشترین اثر را بر ارتفاع گیاه داشت. کاهش معنی دار وزن خشک ساقه در تیمار ۳۰ میلی مول نیتروژن و ۵ میلی مول کلسیم در مقایسه با وزن تر همین تیمار مشاهده شد. کمترین عمر گل جایی مربوط به تیمار شاهد ۱ با ۴/۸ روز بود. بیشترین عمر گل جایی (۱۷ روز) در شرایط استفاده از ۱۰ میلی مول کلسیم در محلول غذایی مشاهده شد که بیشترین جذب کلسیم نیز در این تیمار دیده شد. میزان جذب کلسیم در این تیمار (۸۵ میلی گرم به ازای هر گلدان) به طور معنی دار و قابل ملاحظه بیشتر از تیمارهای دیگر بود. در کل، برای داشتن عملکرد مناسب و عمر گل جایی بیشتر، تیمار ۱۵ میلی مول نیتروژن (غلظت استاندارد نیتروژن در محلول غذایی هوگلند) به همراه ۱۰ میلی مول کلسیم (غلظت دو برابر کلسیم در محلول غذایی هوگلند)، بهترین تیمار بود.

کلمات کلیدی: تغذیه، پرلیت، عملکرد، کشت بدون خاک، محلول غذایی، هوگلند

### مقدمه

گیاهان زینتی نقش مهمی در افزایش تولید و کیفیت گیاهان

با توجه به اهمیت گل و گیاهان زینتی، مدیریت تغذیه ای زینتی دارد (۵). گل آهار به دلیل دارا بودن تنوع در شکل و

۱. گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

۲. گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، رشت

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.torkashvand54@yahoo.com

فیزیولوژیک در بافت گیاهان در طول دوره‌ی رشد و نمو است (۲۰). طی بررسی‌های به عمل آمده، مشخص شد که کاربرد کلسیم منجر به افزایش وزن تر و قطر گل‌ها و تأخیر در کاهش وزن آنها طی دوره پس از برداشت گردید (۳۷). جذب کلسیم از محلول غذایی توسط ریشه گل‌ها تحت تأثیر غلظت آمونیوم در محلول غذایی قرار داشته (۲۸) و با افزایش میزان نیتروژن رابطه معکوس دارد (۴). بررسی‌های کیانی و همکاران (۴) نشان داد که به غیر از شاخص میزان کلروفیل برگ گل رز هیچیک از شاخص‌های رشد رویشی تحت تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم کاربردی قرار نگرفتند. بر اساس نتایج این تحقیق، از نقطه نظر تولید اقتصادی و شاخص‌های کیفی گل رز در مرحله‌ی پس از برداشت، کاربرد نسبت خاصی از نیتروژن و کلسیم برای تولید گل رز در شرایط آبکشت توصیه می‌شود.

گل آهار در ایران کاربرد زیادی دارد. اما مناسب نبودن شرایط تولید و تغذیه در برخی موارد باعث کاهش کمیت و کیفیت گل‌ها می‌شود (۱). بهینه‌سازی غلظت عناصر غذایی برای به‌دست آوردن بیشینه عملکرد و کیفیت این محصولات ضروری است. سطوح زیاد عناصر سبب ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی و عدم تعادل یونی می‌شود و همچنین سطوح پایین عناصر منجر به کمبود عناصر غذایی می‌شود (۳۰). هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات غلظت نیتروژن و کلسیم بر رشد و عمر پس از برداشت گل آهار در بستر بدون خاک با محلول غذایی هوگلند است.

### مواد و روش‌ها

بذر F<sub>2</sub> گیاه آهار (*Zinnia elegans*) رقم Benarys Giant Lilac از مؤسسه فضای سبز سازان تهیه شد. بذرها در ۲۰ فروردین ماه در بستر سبک مخلوط ماسه و خاک‌برگ کاشته شدند. در هر گلدان یک بذر کاشته شد و در یکی از واحدهای گلخانه ایستگاه تحقیقات گل و گیاه لاهیجان قرار داده شد. روی بستر پلاستیک کشیده شد تا موجب گرم شدن بستر و تسریع جوانه

رنگ، کوتاه بودن دوره رشد (۳۸) و ارزش اقتصادی زیاد، یکی از گل‌های شاخه بریدنی مهم محسوب می‌شود (۱۱). آهار از جمله گیاهانی است که در فضای سبز کاربرد زیادی دارد و همه ساله قسمت اعظمی از فضای سبز به کاشت این گیاه اختصاص می‌یابد. این گیاه همچنین از جمله گل‌هایی است که علاوه بر کاشت در بسترهای گلکاری، به عنوان شاخه بریدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مناسب نبودن شرایط تولید و کنترل شرایط تولید از لحاظ تغذیه و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد برای بهبود کمیت و کیفیت گل از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (۱). از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر کیفیت و طول عمر پس از برداشت این گیاه، تغذیه آن طی دوره پرورش است (۸). آهار، برای داشتن رشد مطلوب و تولید ساقه کلفت و گل‌های فراوان با کیفیت و رنگ مناسب و همچنین داشتن عمر پس از برداشت طولانی، نیازمند مواد غذایی کافی است (۱۶). همچنین، هرس صحیح آن نیز در افزایش طول عمر پس از برداشت آن تأثیر به‌سزایی دارد (۲۹). گل آهار به دلیل دوره‌ی گل‌دهی طولانی که از اواخر بهار تا اواسط پاییز ادامه داشته، ارزش زیادی در صنعت گل دارد (۱۸ و ۳۵). علاوه بر آن، دوره‌ی سریع رشد و گل‌انگیزی آن نیز از مزایای این گیاه است (۱۵).

امروزه، کوتاه بودن طول عمر گل‌های بریدنی و برگ‌ها یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید به شمار می‌رود. مورفولوژی گیاه و دوام گل گیاهان زینتی‌گلدانی از موارد مهمی است که برای ارزیابی کیفیت گل‌ها از آنها استفاده می‌شود (۲۷). تغذیه صحیح گل، به‌ویژه گل‌های شاخه، نقش به‌سزایی در کمیت و کیفیت گل تولیدی، به‌خصوص طول عمر پس از برداشت آنها، دارد (۷). گیاهان علفی به دلیل محدودیت محیط ریشه نیازمند مدیریت دقیق کودها می‌باشند (۳۴).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان به شمار می‌آید. این عنصر در ساختمان اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، بازهای پورینی، آلکالوئیدها و کلروفیل وجود دارد (۳۳). کلسیم به عنوان یک عنصر اصلی در رشد گیاهان، عامل مهمی در جلوگیری از اختلالات

های مادر کم‌مصرف نیز یک میلی‌لیتر در بشر ریخته و در نهایت محلول با آب دیونیزه به حجم ۹۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و در هر گروه از تیمارها (۹ گلدان)، هر گلدان با ۱۰۰ میلی‌لیتر آبیاری شد.

با توجه به تغییر غلظت کلسیم در محلول غذایی (در حالت استاندارد، ۵ میلی‌مول است) به ۱۰ میلی‌مول، مقدار کلسیم اضافی از طریق نمک  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  تأمین گردید. افزایش نیتروژن موجود در محلول غذایی نیز از طریق نمک نیترات آمونیوم تأمین شد. نمک‌های به کار رفته در تهیه محلول غذایی در جدول ۱ مشاهده می‌شود. مقدار مصرف نیترات آمونیوم به گونه‌ای است که نسبت آمونیوم به نیترات از ۲۵٪ تجاوز نمی‌کند که اثر سمی خطرناک داشته باشد.

جمع آوری و ثبت اطلاعات به صورت هفتگی انجام شد. اولین برداشت گل (صورتی رنگ)، ۴۰ روز پس از کاشت بذر صورت گرفت. فاکتورهای رشد گیاه مانند ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، طول ریشه، وزن تر و خشک گل، عمر گل‌جایی آن اندازه‌گیری شد. هر گل پس از برداشت برچسب خورده و روز برداشت تا آخرین روز ماندگاری آن ثبت شد.

به منظور بررسی عمر گل‌جایی پس از برداشت گیاهان در ساعات صبح و انتقال به آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات لاهیجان، هر کدام جداگانه در گلدان‌هایی حاوی آب قرار داده شدند. شرایط محیط، دمای اتاق ۲۵ درجه سلسیوس و نور طبیعی در نظر گرفته شد. بروز لکه‌هایی روی سطح گلبرگ به عنوان پایان عمر گل‌جایی گیاه در نظر گرفته شد.

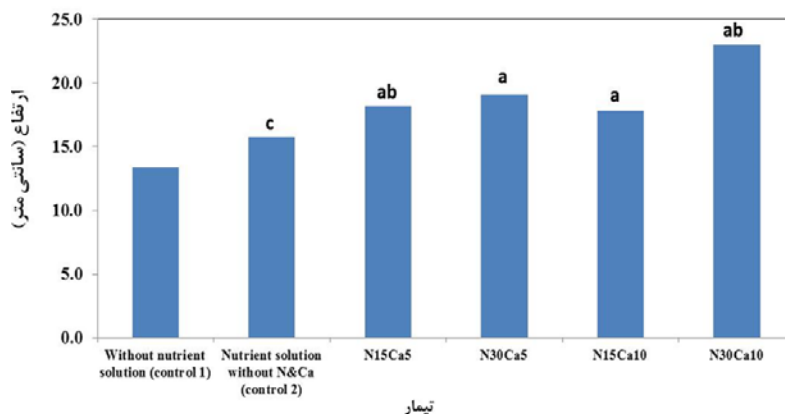
برای اندازه‌گیری نیتروژن کل اندام هوایی (ساقه و گل)، از روش کج‌دال و با دستگاه کج‌دال تک (Auto Analyzer 2300) استفاده شد. برای استخراج کلسیم، ۰/۳ گرم از نمونه خشک شده اندام هوایی (ساقه و گل) در آون را با ۲/۳ میلی‌لیتر از مخلوط اسیدهای سولفوریک و سالیسیلیک به مدت ۲۴ ساعت خیس شد. سپس، نمونه‌ها را تا ۱۸۰ درجه سلسیوس حرارت داده و محلول با اضافه کردن متناوب و کم آب اکسیژنه بی‌رنگ

زنی بذرها شود. پرلیت دانه درشت و شن ابتدا کاملاً آبشویی شدند تا ناخالصی آنها خارج شود. پس از خارج شدن آب از ظروف شستشو، پرلیت، شن و پیت با نسبت مساوی مخلوط شده و درون گلدان‌ها ریخته شد و به مدت ۷۲ ساعت همان طور باقی ماندند تا بستر کاملاً در گلدان نشست کند. پس از خشک شدن بستر، برچسب تیمارها روی گلدان‌ها زده شد و گلدان‌ها بر اساس نقشه طرح کاملاً تصادفی چیده شدند.

پس از گذشت ۱۰ روز و رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله دوبرگی، گیاهان به بستر اصلی منتقل شدند. نوبت آبیاری و محلول‌دهی پس از منتقل شدن به بستر اصلی، یک روز در میان بود. در این پژوهش، تیمارهای حاوی محلول‌های غذایی در یک طرح کاملاً تصادفی اعمال شدند. شش تیمار و هر تیمار در سه تکرار و در هر تکرار سه گلدان، در این آزمایش استفاده شد. تیمارها عبارت بودند از:

- ۱- شاهد ۱: بدون مصرف محلول غذایی
- ۲- شاهد ۲: مصرف محلول غذایی بدون نیتروژن و کلسیم
- ۳- محلول غذایی حاوی ۱۵ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم
- ۴- محلول غذایی حاوی ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم
- ۵- محلول غذایی حاوی ۱۵ میلی‌مول نیتروژن و ۱۰ میلی‌مول کلسیم
- ۶- محلول غذایی حاوی ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۱۰ میلی‌مول کلسیم

برای تیمار گلدان‌ها با محلول غذایی از فرمول پایه هوگلند استفاده شده است (۱۴). این فرمول، یک محلول غذایی کامل است که شامل عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌باشد و طی دو مرحله تولید می‌شود و طی آن باید محلول استوک از هر عنصر غذایی را تهیه و به طور جداگانه نگهداری نمود. میزان محاسبه شده از عناصر پرمصرف در محلول‌های مادر طبق فرمول غذایی هوگلند برای آبیاری ۹ گلدان موجود در هر گروه از تیمارها، با پیت درون بشر یک لیتری ریخته شد. از هر کدام از محلول



شکل ۱. اثر تیمارهای مختلف بر ارتفاع ساقه گل آهار در کشت بدون خاک

گیاه اثر مثبت دارد (۱۲). نتیجه پژوهش حاضر با این یافته‌ها هم راستا است. نیتروژن، به واسطه‌ی تحریک بیوسنتز سیتوکنین و صدور آن از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه، سبب تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها شده و در افزایش ارتفاع بوته و سطح برگ بسیار مؤثر است (۱۷ و ۲۶). استفاده از ۵ میلی‌مول کلسیم سبب تغییر معنی‌دار ارتفاع گیاه در تیمارهای حاوی ۱۵ و ۳۰ میلی‌مول نیتروژن نگردید. اما استفاده از ۱۰ میلی‌مول کلسیم به همراه ۳۰ میلی‌مول نیتروژن، بیشترین اثر را بر ارتفاع گیاه دارد. کلسیم، به فعالیت اکسین کمک کرده و در تقسیم سلولی و طولی شدن سلول‌ها، جوانه‌زنی و رشد لوله‌گرده نقش دارد (۱۲).

#### وزن تر و خشک ساقه

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار بر وزن تر و خشک ساقه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین وزن تر ساقه (۲/۷۶ گرم) در شرایط عدم استفاده از عنصر نیتروژن و کلسیم حاصل گردید و افزایش غلظت نیتروژن و کلسیم به سطح استاندارد محلول غذایی هوگلند (۱۵ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم) سبب افزایش معنی‌دار وزن تر ساقه در مقایسه با شاهد و محلول غذایی بدون نیتروژن و کلسیم شد (شکل ۲). شکل ۳ نیز حکایت از افزایش معنی‌دار و قابل ملاحظه جذب

شد. سپس، محلول مربوطه با آب مقطر به حجم رسانده و صاف شد (۲). از عصاره تهیه شده برای اندازه‌گیری کلسیم به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (پرکین المر، مدل ۳۰۳۰) استفاده شد. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### ارتفاع ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار بر ارتفاع ساقه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین ارتفاع ساقه (۱۵/۸ سانتی‌متر) در محلول غذایی بدون نیتروژن و کلسیم و تیمار شاهد (بدون محلول غذایی) مشاهده شد. بیشترین ارتفاع (۲۳/۰ سانتی‌متر) در تیمار استفاده از ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۱۰ میلی‌مول کلسیم در محلول هوگلند مشاهده شد (شکل ۱).

در دو تیمار حاوی ۳۰ میلی‌مول نیتروژن، ارتفاع گیاه بیشتر از تیمارهای دیگر بود. افزایش ارتفاع ساقه به علت اثر نیتروژن بر تحریک رشد رویشی و مشارکت آن در ساخت اندام‌های رویشی در گیاه می‌باشد. نتایج به دست آمده از بررسی‌ها نشان داد که وجود یون نیتروژن در محلول غذایی روی ارتفاع ساقه

جدول ۱. نمک های به کار رفته در تهیه محلول غذایی بر پایه هوگلند در غلظت های مختلف نیروزن و کلسیم

عناصر کم مصرف	عناصر پر مصرف		عناصر پر مصرف	
	۱۵ میلی مول نیروزن و ۵ میلی مول کلسیم	۱۰ میلی مول کلسیم	۱۵ میلی مول نیروزن و ۱۰ میلی مول کلسیم	۱۰ میلی مول نیروزن و ۱۰ میلی مول کلسیم
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	۱	۱	۱	۱
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	۱	۵	۵	۵
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	۱	۵	۵	۵
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	۱	۲	۲	۲
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	۱	۷/۵	۷/۵	۷/۵
Fe <sub>2</sub> (C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ) <sub>3</sub>	۱	۱۵	۱۵	۱۵

عناصر کم مصرف	۱۵ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.	۱۰ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.	۱۰ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.	۱۰ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	۱	۱	۱	۱
KNO <sub>3</sub>	۵	۵	۵	۵
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	۵	۵	۵	۵
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	۲	۲	۲	۲
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	۱	۱	۱	۱

در استاندارد هوگلند برداشت هر میلی لیتر از نمک های فوق در هر لیتر محلول غذایی به غلظت ۱۵ و ۵ میلی مول نیروزن و کلسیم می شود.

حل کردن ۰/۷۷۲ گرم در ۹۰ میلی لیتر آب مصرفی ۹ گلدان در ۷/۵ میلی لیتر از استوک نیترات آمونیوم منجر به تولید ۱۵ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.

حل کردن ۰/۷۷۲ گرم در ۹۰ میلی لیتر آب مصرفی ۹ گلدان در ۷/۵ میلی لیتر از استوک نیترات آمونیوم منجر به تولید ۱۵ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.

حل کردن ۰/۷۷۲ گرم در ۹۰ میلی لیتر آب مصرفی ۹ گلدان در ۷/۵ میلی لیتر از استوک نیترات آمونیوم منجر به تولید ۱۵ میلی مول نیروزن در هر لیتر محلول غذایی می شود.

A: مقدار استوک مورد نیاز بر حسب میلی لیتر برای درست کردن یک لیتر محلول غذایی مصرفی بر پایه هوگلند (البته در هر تیمار به دلیل مصرف ۹۰۰ میلی لیتر محلول غذایی برای آبیاری ۹ گلدان، اعداد در ضریب ۰/۹ ضرب خوانند شد).

\*\* علت حل کردن این نمک در محلول مصرفی و عدم ساختن استوک آن، حالایت کم این نمک است. این مقدار نمک در ۹۰۰ میلی لیتر محلول مصرفی به خوبی حل می شود.

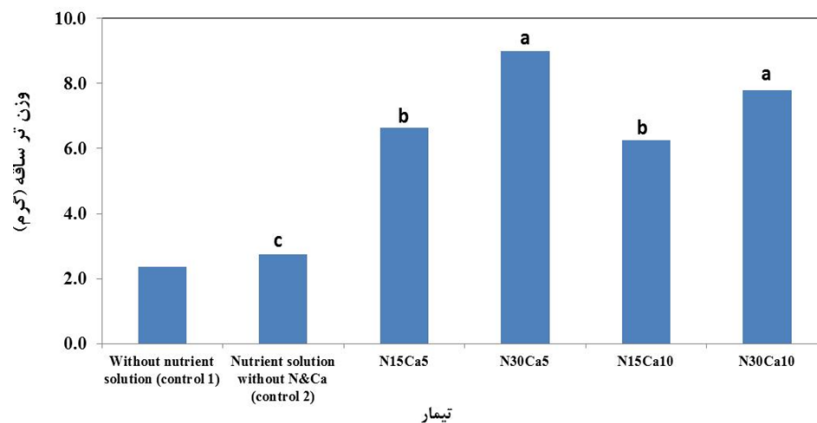
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر صفات مورد بررسی در گل آهار

منبع تغییرات	میانگین بریمات					
	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	قطر ساقه	طول ریشه	وزن تر ساقه	وزن تر گل
تیمار	۵	۱۰/۶۶۹*	۰/۱۵۳**	۴/۵۵۷*	۰/۴۰۱*	۰/۸۵۰*
خطا	۱۰	۳/۲۵۸	۰/۱۱۱	۱/۳۷۲	۰/۱۳۲	۰/۱۴۸
ضریب تغییرات	-	۰/۳۳۷	۰/۳۳۸	۰/۱۵۰	۰/۱۵۶	۰/۵۵۳

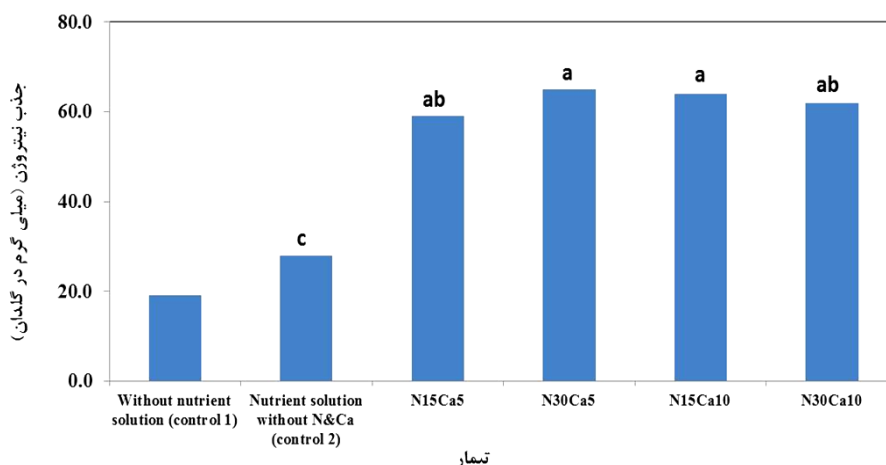
  

منبع تغییرات	میانگین بریمات					
	درجه آزادی	عمر گل چایی	جذب نیروزن	جذب کلسیم	وزن خشک گل	وزن خشک ساقه
تیمار	۵	۱/۸۸۱*	۲/۸۸۱*	۱/۸۸۱*	۰/۲۱۱*	۰/۸۵۰*
خطا	۱۰	۵/۱۷۶	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۰۰۴	۰/۱۴۸
ضریب تغییرات	-	۰/۵۴۱	۰/۳۳۱	۰/۵۴۱	۰/۱۴۹	۰/۵۵۳

\*\* و \*\*\*: IBS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ بدون اختلاف معنی دار



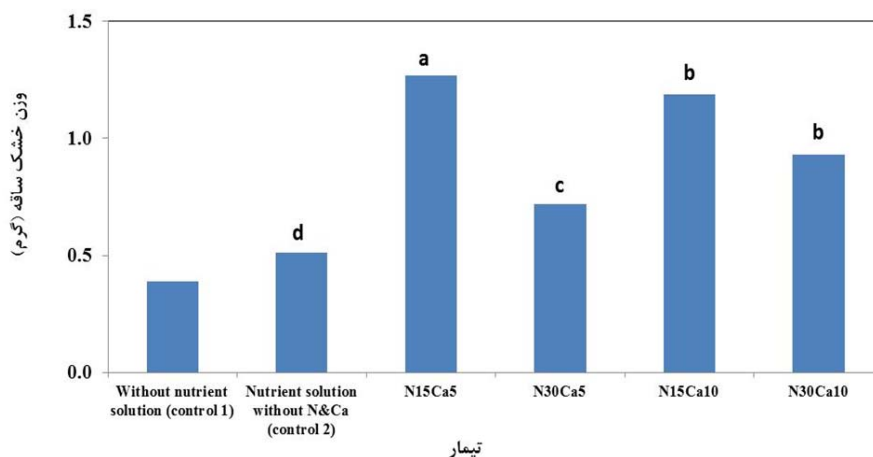
شکل ۲. اثر تیمارها بر وزن تر ساقه گل آهار در کشت بدون خاک



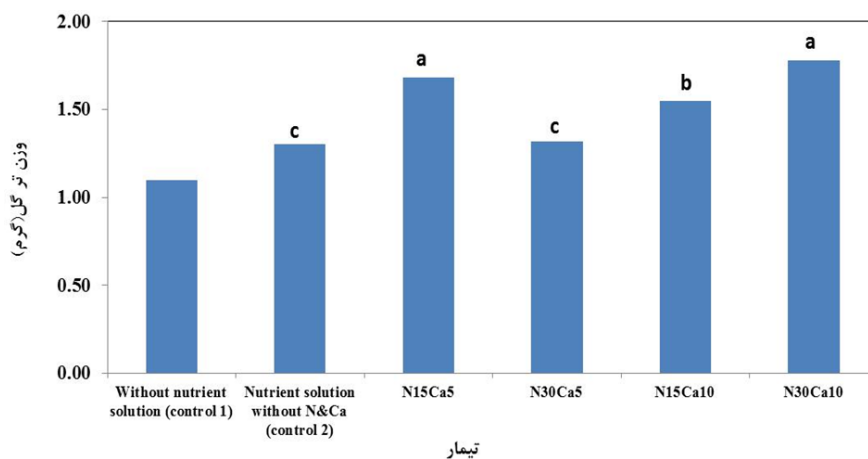
شکل ۳. اثر تیمارها بر میزان جذب نیتروژن از هر گلدان حاوی گل آهار در کشت بدون خاک

خشک گیاه ضروری است (۲۲). نیتروژن نقش مهمی در توسعه پوشش هوایی و مخصوصاً وزن خشک شاخساره و شاخص سطح برگ در گیاهان برعهده دارد (۲۳). بیشترین وزن تر (۹/۰۱ گرم) در شرایط استفاده از غلظت ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم در محلول هوگلند مشاهده شد. طبق نتایج شکل ۴، کمترین وزن خشک ساقه (۵/۰ گرم) در شرایط عدم استفاده از نیتروژن و کلسیم در محلول هوگلند حاصل گردید و بیشترین وزن خشک ساقه (۱/۲۷ گرم) در شرایط استفاده از ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۱۰ میلی‌مول کلسیم در محلول غذایی مشاهده شد. کاهش معنی‌دار وزن خشک

نیتروژن در تیمارهای محلول غذایی حاوی نیتروژن در مقایسه با تیمارهای شاهد دارد. این افزایش جذب هم به دلیل فراهمی نیتروژن قابل دسترس ریشه و هم وزن خشک بیشتر گیاه است. در بیشتر گیاهان، استفاده از نیتروژن نیتراتی باعث افزایش فتوسنتز خالص و در نتیجه افزایش ماده‌سازی و عملکرد می‌شود (۳۶). آزمایش‌های اسماعیلی و همکاران (۱) روی گل‌شاخه بریدنی آهار نشان دادند که کلرید کلسیم باعث افزایش قطر ساقه و تعداد ساقه جانبی گردید. وجود همبستگی بین محتوی نیتروژن و تبادل خالص دی‌اکسید کربن در گیاه مؤید این است که افزایش نیتروژن برای تولید ماده خشک و وزن



شکل ۴. اثر تیمارها بر وزن خشک ساقه گل آهار در کشت بدون خاک



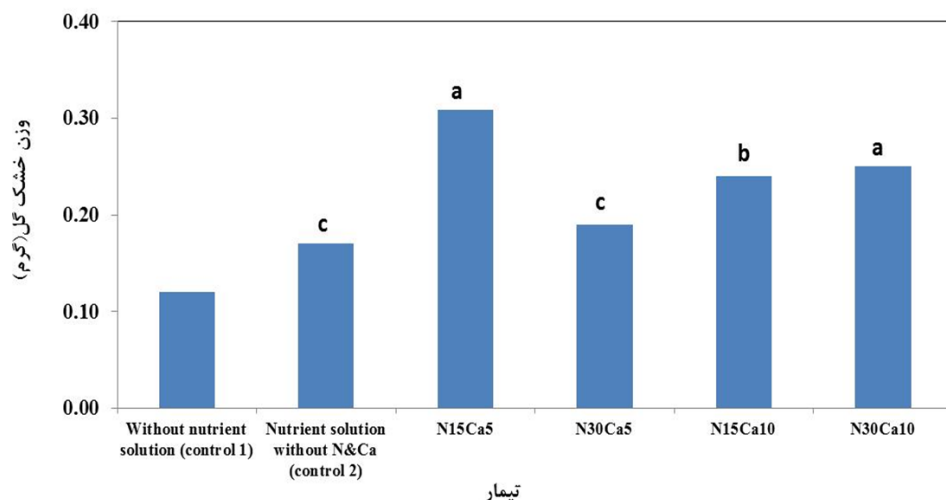
شکل ۵. اثر تیمارها بر وزن تر گل آهار در کشت بدون خاک

وزن تر و خشک در تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم می‌تواند کم بودن کلسیم این تیمار در مقایسه با تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۱۰ میلی‌مول کلسیم باشد. گاهی کمبود کلسیم در محلول غذایی منجر به سمیت آمونیوم و تجزیه بافت آوندی ساقه اصلی گیاه می‌شود (۲۱).

#### وزن تر و خشک گل

شکل ۵ اثر تیمارها بر وزن تر گل را نشان می‌دهد. کمترین وزن تر گل (۱/۲۲ گرم) در تیمار شاهد و بیشترین وزن تر گل (۱/۷۹ گرم) در شرایط استفاده از ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵

ساقه در تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم در مقایسه با وزن تر همین تیمار بود. به نظر می‌رسد که افزایش دو برابری غلظت نیتروژن، بدون افزایش جذب سایر عناصر غذایی، منجر به افزایش ماده‌سازی در این تیمار نگردیده و غلظت زیاد نیترات (شکل ۳) سبب افزایش جذب آب و آبدار شدن بافت‌ها گردیده است. غلظت زیاد نیترات در گیاه سبب ترد و آبدار شدن بافت‌های گیاهی می‌گردد که از علائم سمیت نیترات محسوب می‌شود (۶). البته این موضوع در تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن با غلظت دو برابر کلسیم (۱۰ میلی‌مول)، کمتر بروز پیدا کرده است. یک علت دیگر تفاوت قابل ملاحظه



شکل ۶. اثر تیمارها بر وزن خشک گل آهار در کشت بدون خاک

کلسیم، با این که گل‌هایی تشکیل شدند، اما به دلیل ماده‌سازی کمتر، وزن خشک گل تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای حاوی نیتروژن داشت (شکل ۶). قبلاً هم مشاهده شد که گیاهان در این تیمار از نظر وزن ساقه و ارتفاع، کاهش معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای حاوی نیتروژن و کلسیم داشتند. افزایش سطح نیتروژن به ۳۰ میلی‌مول سبب کاهش وزن خشک گل در مقایسه با غلظت ۱۵ میلی‌مول نیتروژن شد. افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی در آزمایش‌های بصیرت (۳) باعث کاهش تعداد گل در بوته‌ها شد. نتایج آزمایش‌های احمد و همکاران (۹) نشان داد که میزان نیتروژن نسبت عکس با رشد زایشی و گل‌دهی گیاه دارد.

### عمر گل‌جایی

بررسی تأثیر تیمارها بر عمر پس از برداشت گل نشان داد که کمترین عمر گل‌جایی در تیمار شاهد (بدون محلول غذایی) و تیمار محلول غذایی بدون استفاده از نیتروژن و کلسیم حاصل گردید و بیشترین عمر گل‌جایی (۱۷ روز) در شرایط استفاده از ۱۰ میلی‌مول کلسیم در محلول غذایی مشاهده شد (شکل ۷). جذب بیشتر کلسیم در این تیمار مؤید کلسیم بیشتر بافت ساقه و گل می‌باشد (شکل ۸). میزان جذب کلسیم در این تیمار (۸۵ میلی‌گرم به ازای هر گلدان) به طور معنی‌دار و قابل ملاحظه

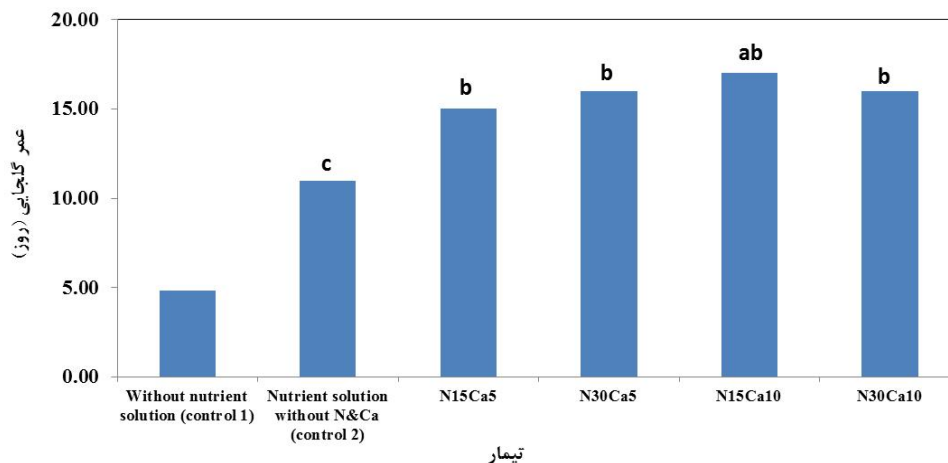
میلی‌مول کلسیم و تیمار ۱۵ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم مشاهده شد. در تیمار محلول غذایی بدون نیتروژن و کلسیم، با این که گل‌هایی تشکیل شدند، اما به دلیل ماده‌سازی کمتر، وزن خشک گل تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تیمارهای حاوی نیتروژن داشت (شکل ۶). قبلاً هم مشاهده شد که گیاهان در این تیمار از نظر وزن ساقه و ارتفاع، کاهش معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای حاوی نیتروژن و کلسیم داشتند.

افزایش سطح نیتروژن به ۳۰ میلی‌مول سبب کاهش وزن خشک گل در مقایسه با غلظت ۱۵ میلی‌مول نیتروژن شد. افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی در آزمایش‌های بصیرت (۳) باعث کاهش تعداد گل در بوته‌ها شد. نتایج آزمایش‌های احمد و همکاران (۹) نشان داد که میزان نیتروژن نسبت عکس با رشد زایشی و گل‌دهی گیاه دارد.

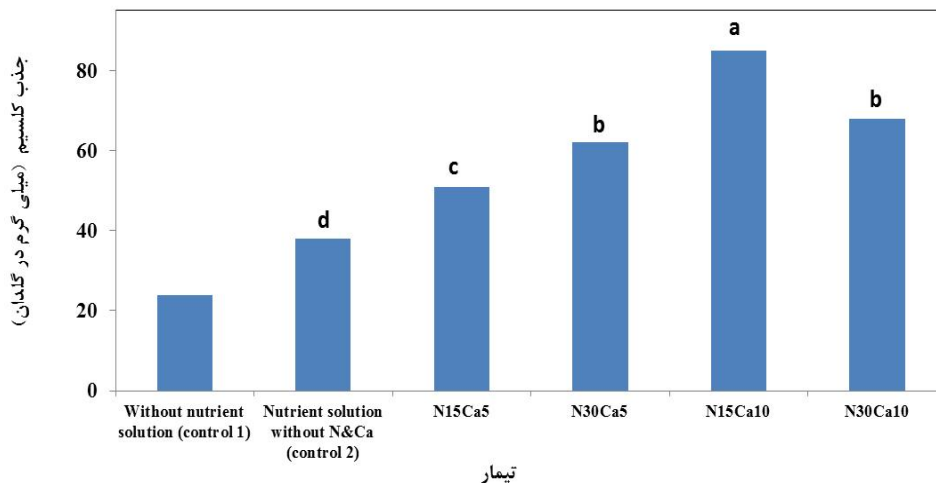
### وزن تر و خشک گل

شکل ۵ اثر تیمارها بر وزن تر گل را نشان می‌دهد. کمترین وزن تر گل (۱/۲۲ گرم) در تیمار شاهد و بیشترین وزن تر گل (۱/۷۹ گرم) در شرایط استفاده از ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم و تیمار ۱۵ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم مشاهده شد. در تیمار محلول غذایی بدون نیتروژن و





شکل ۷. اثر تیمارها بر عمر گل‌جایی گل آهار در کشت بدون خاک



شکل ۸. اثر تیمارها بر جذب کلسیم در هر گلدان حاوی گل آهار در کشت بدون خاک

کلسیم، با حفظ نفوذپذیری غشای سلولی سبب استحکام آن می‌گردد که به همراه کاهش تولید اتیلن درون‌زاد، نقش مؤثری در به‌تأخیرانداختن پیری یاخته‌ها دارد (۳۹). نتایج تحقیقات چندین پژوهش روی گل‌های شاخه بریدنی رز (۱۹) و (۳۷)، گلابول (۲۵)، داودی و جعفری (۲۴) و لیلیوم (۳۱) نشان داد که کلسیم قادر است طول عمر پس از برداشت گل‌های بریدنی را افزایش دهد. افزایش در طول عمر پس از برداشت ناشی از به‌تأخیر افتادن رویدادهای مربوط به پیری، کاهش وزن

بیشتر از تیمارهای دیگر بود. این افزایش جذب به دلیل افزایش دو برابری کلسیم محلول غذایی و افزایش سطح دسترسی گیاه به کلسیم و همچنین وزن خشک بیشتر گیاه است. انباشتگی کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباطات پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی سلول شده و وقتی با جزء اسیدی پکتین‌های ژله مانند پیوند می‌یابد نمک غیر محلولی را تشکیل می‌دهد و باعث بهبود استحکام شبکه دیواره‌ای یاخته‌ای و در نتیجه افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها می‌گردد (۱۳).

بیشترین اثر را بر ارتفاع گیاه داشت. کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه در تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و ۵ میلی‌مول کلسیم در مقایسه با وزن تر همین تیمار مشاهده شد که می‌تواند به دلیل غلظت زیاد نیترات و افزایش جذب آب و آبدار شدن بافت‌ها باشد. این موضوع در تیمار ۳۰ میلی‌مول نیتروژن و غلظت دو برابر کلسیم (۱۰ میلی‌مول)، کمتر بروز پیدا کرد. بیشترین عمر گل‌جایی (۱۷ روز) در شرایط استفاده از ۱۰ میلی‌مول کلسیم در محلول غذایی مشاهده شد. بیشترین جذب کلسیم نیز در همین تیمار دیده شد. میزان جذب کلسیم در این تیمار (۸۵ میلی‌گرم به ازای هر گل‌دان) به طور معنی‌دار و قابل ملاحظه بیشتر از تیمارهای دیگر بود. در کل، برای داشتن عملکرد مناسب و عمر گل‌جایی بیشتر، تیمار ۱۵ میلی‌مول نیتروژن (غلظت استاندارد نیتروژن در محلول غذایی هوگلند) به همراه ۱۰ میلی‌مول کلسیم (غلظت دو برابر کلسیم در محلول غذایی هوگلند)، بهترین تیمار بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای رشد و ماندگاری بیشتر گل‌آهار، ضمن مصرف متعادل کودهای نیتروژنه، چندبار محلول پاشی کلسیم در سطح فضای سبز شهری در مناطق تحت کشت آهار گنجانده شود.

تر، کاهش آب مصرفی، خمیدگی ساقه، یا جلوگیری از بیماری طی تکثیر باشد (۳۲).

اسفنانی و همکاران (۱۰) اثر کلسیم روی طول عمر گل‌های بریده رز را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که کوددهی با کلرید کلسیم قبل از برداشت، باعث افزایش طول عمر گل‌های بریده نسبت به شاهد می‌گردد. ده روز پس از برداشت، گل‌های تیمار شده با  $\text{CaCl}_2$  کیفیت خوبی داشتند؛ در صورتی که کیفیت گل‌های شاهد در روز پنجم بعد از برداشت کاهش داشتند. افزایش کلسیم در گلببرگ‌های گل رز شاخه بریده، ضمن کاهش میزان تولید اتیلن، نفوذپذیری غشای سلولی را حفظ کرده و از نشت یون‌ها از غشای سلولی که از جمله فرایندهای پیری است، جلوگیری می‌کند (۲۷). تور و همکاران (۳۷) گزارش کردند که کلرید کلسیم باز شدن جوانه رز را تشدید می‌کند و پیری را به تأخیر می‌اندازد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی سبب افزایش ارتفاع و وزن تر گیاه گردید. اما استفاده از ۱۰ میلی‌مول کلسیم به همراه ۳۰ میلی‌مول نیتروژن،

### منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، س.، و. روحی، ب. شیران و ع. محمدخانی. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کلرید کلسیم، هورمون‌های جیبرلین و بنزیل‌آدنین بر خصوصیات کمی، کیفی و طول عمر گل آهار (*Zinnia elegans* J.). نشریه علوم باغبانی ۲۷(۴): ۲۴۴-۲۵۲.
۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش تجزیه گیاه. جلد دوم، نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۳. بصیرت، م. ۱۳۹۰. آشنایی با ناهنجاری‌های تغذیه‌ای سبزیجات گلخانه‌ای (خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۴. کیانی، ش.، م. ج. ملکوتی، س. ج. طباطبایی و م. کافی. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۳(۱): ۲۳-۳۳.
۵. حمیدپور، م.، س. فتحی و ح. روستا. ۱۳۹۲. اثر زئولیت و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشدی و غلظت برخی عناصر گل اطلسی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۴(۱): ۹۵-۱۰۳.

۶. ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک (مشکلات و راه‌حل‌ها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۷. نظری دلجو، م. ۱۳۹۰. بررسی عوامل فیزیولوژیکی مؤثر در دوام عمر و خمیدگی ساقه گل شاخه بریده ژربرا (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) رساله دکتری علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
8. Abbasi, N.A., S. Zahoor and K. Nazir. 2004. Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest AgNO<sub>3</sub> pulsing on the postharvest quality and shelf life of Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue point) cut flowers. *Int. J. Agric.* 1: 129-131.
  9. Ahmad, I., T. Ahmad, M.S. Zafar and A. Nadeem. 2007. Response of an elite cultivar of Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Giant Dahlia Flowered) to varying levels of nitrogenous fertilizer. *Sarhad J. Agric.* 23(2): 309-312.
  10. Asfanani, M.G., H. Davarynejad and A. Tehranifar. 2008. Effect of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. *Acta Hort.* 804: 217-221.
  11. Carter, C.T. and C.M. Grieve. 2010. Growth and nutrition of two cultivars of *Zinnia Elegans* under saline conditions. *J. HortSci.* 45(7): 1058-1063.
  12. Fageria, N.K. 2009. *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
  13. Gross, J. 1991. *Pigment in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids*. Van Nostrand, New York.
  14. Hogland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. *The water culture method for growing plants without soil*. Agricultural Experiment Station Publications, California, 347 p.
  15. Igbal, D. 2012. Important in postharvest attributes of Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Benary's Giant) cut-flowers by the application of various growth regulators. *Pak. J. Bot.* 44(3): 1091-1094.
  16. Junior, J.N. and J.T. Gruis. 1961. Effects of nitrogen and potassium levels on growth, flowering and chemical composition of zinnia and marigold. University of Florida, Florida State Horti Soc., pp. 445-447.
  17. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
  18. McDonald, E. 2002. *The 400 Best Garden Plants*. Quantum Pub., London.
  19. Michalczyk, B., W. Kowalczyk and J. Nowak. 1989. Effects of calcium nitrate and tannins on ethylene production and senescence of cut carnation flowers. *Acta Hort.* 251: 59-63.
  20. Millaway, R.M. and L. Weirholm. 1979. Calcium and metabolic disorders. *Comm. Soil Sci. Plant Nutr.* 10: 1-28.
  21. Mills, H.A. and J.B. Jones. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. Micro Macro Publishing, Athens, GA.
  22. Murata, Y. 1961. Studies on the photosynthesis of rice plant and culture significance. *Bull. Natl. Inst. Agric. Sci., D* 9: 1-169.
  23. Najm, A.A., M.R. Haj Seyed Hadi, F. Fazeli, M. Taghi Darzi and R. Shahmorady. 2010. Effect of utilization of organic and inorganic nitrogen source on the potato shoots dry matter, leaf area index and plant height, during middle stage of growth. *Int. J. Agric. Biol. Sci.* 1(1): 26-29.
  24. Patel, A. and A. Mankad. 2002. Studies on postharvest self life of cut *Chrysanthemum Indicum* and *Tagetes Erecta* flowers. *Indian J. Plant Physiol.* 7: 292-294.
  25. Pruthi, V., R.K. Godara and S.K. Bhatia. 2001. Effect of different pulsing treatments on postharvest life of *Gladiolus* cv. Happy End. *Haryana J. Hort. Sci.* 30: 196-197.
  26. Pouryousef, M. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agromorphological traits and mucilage of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk). *Elect. J. Crop Prod.* 3: 193-213.
  27. Qrtiz, M.A., K. Hyrczyk and R.G. Lopez. 2012. Comparison of high tunnel and field production of specialty cut flowers in the Midwest. *HortSci.* 47(9): 1265-1269.
  28. Rothstein, D.E. and B.M. Cregg. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). *Forest Ecol. Manage.* 219: 69-80.
  29. Riaz, T., S.N. Khan and A. Javaid. 2007. Scenario of *Gladiolus* production in Punjab. *Pak. J. Bot.* 39(7): 2389-2393.
  30. Savvas, D. and K. Adamidis. 1999. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *J. Plant Nutr.* 22: 1415-1432.
  31. Seyedi, N., A. Mohammadi Torkashvand. M.S. Allahyari. 2013. Investigating of the Effects of Calcium Concentration under Hydroponic Conditions on Quantitative and Qualitative Growth of *Lilium* 'Tresor'. *J. Ornamental Hort. Plants.* 3(1): 19-24.
  32. Sergio, J. and S. Nan. 2007. Effects of pre and postharvest calcium supplementation on longevity of sunflower (*Helianthus Annuus* cv. Superior sunset). MSc. Thesis, Agricultural and Mechanical College, Graduat Faculty of the Louisiana State University.
  33. Silva, E.M., J.N.S. Souza, H. Rogez, J.F. Rees and Y. Larondelle. 2007. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chem.* 101: 1012-1018.

34. Soundy, P. 2001. Nutrien requirements for lettuce transplants using a floatation irrigation system. I. Phosphorus. HortSci. 36: 1066-1070.
35. Swarup, V. 2003. Garden Flowers. National Book Trust, India.
36. Tabatabaei, S.J., M. Yusefi and J. Hajiloo. 2007. Effects of shading and NO<sub>3</sub>: NH<sub>4</sub> ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. Sci. Hort. 116: 264-272.
37. Torre, S., A. Borochoy and A.H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Plant Physiol. 107: 214-219.
38. Yassin, M. and A.E. Ismail. 1994. Effect of *Zinnia elegans* as a mix-crop along with tomato against *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Anzeiger fur Schadingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz 96(2): 221-225.
39. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agric. Scand., Section B, Soil Plant Sci. 57(2): 182-186.