نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۶۸-۲۶۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 260-268
ISSN: 2008 - 4730

بهبود خصوصیات رشد و نموی، عملکرد و کیفیت پس‌ازبرداشت گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* cv. Crysantha) تحت تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک

محمدجواد نظری دلجو[1*]- ندا اله ویردی‌زاده[2]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۲/۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۲

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده همیشه‌بهار رقم کریسانتا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج سطح اسیدهیومیک (۱۰۰۰ و۷۵۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۰ میلی‌گرم بر لیتر) و سه تکرار اجرا گردید. سطح و تعداد برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه و فنول کل به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد تحت تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمایش در غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک در مقایسه با شاهد تعداد گل بیشتری برداشت گردید. هم‌چنین اسیدهیومیک تاثیر بسزایی روی جذب عناصر غذایی فسفر و کلسیم نشان داد ($P<0.05$). دوام عمر گل به‌عنوان مهم‌ترین عامل کیفیت پس از برداشت در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک نسبت به شاهد افزایش ۱/۵ برابری داشت. نتایج آزمایش بیان‌گر همبستگی مثبت بین جذب کلسیم و دوام عمر تحت تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بود. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، محلول‌پاشی گل شاخه‌بریده همیشه‌بهار رقم کریسانتا با اسیدهیومیک علی‌رغم تولید گل بیشتر منجر به افزایش دوام عمر گل تولیدی نیز می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی، ظرفیت فتوسنتزی، دوام عمر، عناصرغذایی

مقدمه

گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) از تیره آفتابگردان، یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده و فصلی می‌باشد (۷). مصرف بهینه کود در بهبود کیفی و افزایش طول‌عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده اثر مثبتی دارد (۴). مدیریت نامناسب تغذیه با توجه به اطلاعات اندک علمی و فنی تولیدکنندگان، عدم رعایت مسایل زیست‌محیطی و استفاده نامناسب، بیش از حد و نامتعادل کودها و سموم شیمیایی در گلخانه‌ها از مهم‌ترین مشکلات تولید گل و گیاهان زینتی به‌ویژه گل‌های شاخه‌بریده در ایران می‌باشد (۴). در بررسی مدیریت گلخانه‌های تولیدی در استان خوزستان مشخص گردید ۶۵/۹ و ۸۰/۲ درصد تولیدکنندگان، به‌ترتیب نسبت به کنترل هدایت الکتریکی (EC) و واکنش شیمیایی بستر (pH) توانایی و اطلاعات کافی را ندارند (۲۹)؛ حال آن‌که EC و pH بستر کشت از مهم‌ترین عوامل کنترل کننده جذب آب و عناصر غذایی و در نتیجه تعیین‌کننده تولید بهینه و کیفیت محصولات گلخانه‌ای می‌باشند. بنابراین مطالعه و بررسی نقش موادی مانند اسیدهیومیک و نیز روش کاربرد آن مانند محلول‌پاشی با توجه به مشکلات مذکور و به ویژه مشکلات مرتبط با بسترهای کشت امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری است. محلول‌پاشی عناصر غذایی و کودهای مختلف ضمن بهبود مکانیزم و افزایش جذب برگی و نفوذ کوتیکولی، منجر به برطرف نمودن مشکلات جذب و انتقال عناصر از ریشه در شرایط نامطلوب می‌گردد (۱۲). هم‌چنین با توجه به نقش مثبت سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی روی افزایش عملکرد، حفظ حاصلخیزی بستر کشت، تعادل عناصر غذایی معدنی در ترکیب با کودهای آلی و بیولوژیکی، بهبود کارایی عناصر غذایی و کاهش تلفات عناصر غذایی مانند ازت (۱۶) استفاده توام کودهای آلی و معدنی می‌تواند به عنوان یک روش مناسب مدیریت تغذیه برای افزایش عملکرد، کیفیت و کاهش آثار زیست‌محیطی مواد شیمیایی و هزینه‌های ناشی از آن باشد. مواد هیومیکی مانند اسیدهیومیک و اسیدفولویک در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک

۱ و۲ - بترتیب استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: nazarideljou@yahoo.com)

در پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشند که در ترکیب بسترهای کشت و محلول‌های غذایی نقش موثری در بهبود رشد و نمو گیاهان ایفا می‌نمایند (۳۳). اسیدهیومیک به‌طور مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی (۲۵ و ۴۲) و غیر مستقیم به‌صورت بهبود وضعیت فیزیکی خاک، افزایش متابولیسم میکروارگانیسم‌ها در خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه (۹) و افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی، احیاءکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء (۱۰ و ۳۲) عمل می‌نماید. کلسیم در گیاهان موجب پایداری دیواره و غشای سلولی، توسعه سلول، ایجاد تعادل کاتیون-آنیون و تنظیم فشاراسمزی درون‌سلولی می‌گردد (۲۱). هم‌چنین کلسیم در بین عناصر پرمصرف به‌دلیل نقشی که در ساختمان دیواره‌ی سلولی ایفا می‌نماید، دارای جایگاه ویژه‌ای در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده می‌باشد (۸ و ۱۷) و براساس نتایج مطالعات مختلف اسیدهیومیک نقش موثری در جذب این عنصر ضروری و مهم دارد. بر همین اساس نیکبخت و همکاران (۲۷) با بررسی تاثیر اسیدهیومیک روی گل شاخه‌بریده ژربرا نشان دادند که استفاده از اسیدهیومیک ضمن افزایش عملکرد و دوام عمر گل تولیدی منجر به بهبود عارضه خمیدگی ساقه به دلیل افزایش جذب کلسیم می‌گردد. بنابراین با توجه به مباحث و مشکلات مذکور در زمینه تغذیه گیاهی، نقش مثبت اسیدهیومیک و عدم بررسی تاثیر محلول‌پاشی این ماده روی محصولات باغبانی (از جمله گل همیشه‌بهار) تحقیق حاضر در راستای بررسی اهداف مذکور و در راستای سیستم تلفیقی تغذیه گیاهی[1] طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

شرایط آزمایش، گلخانه و تیمارهای مورد بررسی

این پژوهش طی بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ در یک گلخانه هیدروپونیک با پوشش پلی‌اتیلن روی گل همیشه‌بهار رقم کریسانتا به مدت ۴ ماه طراحی و اجرا گردید. پس از کشت بذور، نشاها در مرحله چهار برگی به گلدان‌ها منتقل گردیدند. بستر کشت شامل ۶۰ درصد کوکوپیت و ۴۰ درصد پرلیت بود. برای تغذیه از فرمول استاندارد هوگلند برای عناصر پرمصرف و آرنون برای عناصر کم‌مصرف استفاده شد (جدول ۱). آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح اسیدهیومیک (۱۰۰۰ و۷۵۰، ۵۰۰، ۲۵۰ ، صفر میلی‌گرم بر لیتر) با سه تکرار که در طول دوره رشد و نمو بصورت محلول‌پاشی بر اندام‌های هوایی گیاهان انجام گرفت اجرا گردید. میانگین دمای روزانه گلخانه ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، دمای شبانه ۲ ± ۱۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت‌نسبی ۶۵ درصد تنظیم گردید. pH=۶/۵ و هدایت الکتریکی محلول غذایی (EC=۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر) هر روز در طول آزمایش کنترل می‌شد.

شاخص‌ها و فاکتورهای مورد بررسی

اندازه‌گیری پارامترهای رشد ونموی: به‌منظور بررسی تاثیر محلول-پاشی اسیدهیومیک روی پارامترهای رشد و نموی، وزن خشک اندام‌های هوایی (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت)، وزن خشک ریشه، سطح برگ (Li-Cor, Model Li-1300,USA)، تعداد برگ و تعداد گل در طول و انتهای آزمایش به‌طور کاملاً دقیق مورد بررسی و سنجش قرار گرفتند.

اندازه‌گیری کلروفیل و کاروتنوئید: سنجش کلروفیل و کاروتنویید براساس روش تورنر (۳۶) و گروس (۱۸) با استفاده از استون ۸۰ درصد و قرائت جذب محلول حاصله توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (PerkinElmer, Lambda 25, UV/VIS Spectrophotometer) در طول‌موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای سنجش کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای سنجش کلروفیل b و طول‌موج ۴۷۰ نانومتر برای سنجش کارتنوئید انجام گردید.

تعیین عناصر غذایی فسفر و کلسیم: هضم نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش راول (۳۱) انجام پذیرفت. میزان کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ مولار اندازه‌گیری شد (۲). اندازه‌گیری فسفر به روش رنگ‌سنجی (وانادات- مولیبدات) و قرائت حداکثر جذب کمپلکس زرد رنگ فسفووانادومولیبدات حاصل از ترکیب یون‌های ارتوفسفات با محلول وانادات - مولیبدات در طول‌موج ۴۳۰ نانومتر صورت گرفت (۱).

اندازه‌گیری میزان فنول کل: برای اندازه‌گیری فنول کل نمونه‌ها از شناساگر Folin-Ciocalteu استفاده شد (۲۸). ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره رقیق شده (۱۰:۱) از عصاره گیاه یا اسیدگالیک (ترکیب استاندارد فنول) با ۵ میلی‌لیتر شناساگر Folin-Ciocalteu رقیق شده (۱۰:۱) مخلوط و سپس ۴ میلی‌لیتر کربنات‌سدیم ۱ مولار به آن‌ها اضافه گردید. در نهایت پس از ۱۵ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر قرائت گردید. میزان فنول کل معادل میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم وزن خشک بیان گردید.

نفوذپذیری غشای‌سلولی: برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت (نفوذپذیری غشای‌سلولی) روش ژانگ و همکاران (۴۱) بکار گرفته‌شد. بر همین اساس، نمونه‌های گلبرگ از هر تیمار تهیه شده و با آب دوبار تقطیر شستشو و به‌طور همزمان با ۲۵ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس میزان نشت الکترولیت با دستگاه هدایت سنج قرائت گردید (EC_1).

1 -Integrated Plant Nutrition System

جدول ۱- غلظت و منابع کودی مورد استفاده در آزمایش

عنصر	منبع کودی	غلظت (میلی‌اکی‌والان بر لیتر)
ازت	نیترات پتاسیم و نیترات کلسیم	۱۵
فسفر	مونوپتاسیم دی هیدروژن فسفات	۱
پتاسیم	نیترات پتاسیم و مونوپتاسیم دی هیدروژن فسفات	۱۰
کلسیم	نیترات کلسیم	۸
منیزیم	سولفات منیزیم	۴
آهن	کلات آهن (Fe-EDDHA)	۵
منگنز	سولفات منگنز	۰/۵
مس	سولفات مس	۰/۰۲
روی	سولفات روی	۰/۰۵
بر	اسید بوریک	۰/۵
مولیبدن	مولیبدات آمونیوم	۰/۰۱

سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب‌گرم با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و پس از خنک‌شدن مجدداً هدایت الکتریکی یا همان نشت الکترولیت آن‌ها قرائت (EC_2) گردید. برای محاسبه میزان نشت الکترولیت از فرمول زیراستفاده شد.

نشت الکترولیت (درصد) = $(EC_1/EC_2) \times 100$

سنجش طول‌عمر: گل‌ها پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی پس‌ازبرداشت با شرایط محیطی کنترل‌شده (شدت نور (۲۰ میکرومول در متر مربع در ثانیه)، مدت روشنایی (۱۲ ساعت)، دما (۱±۲۰ درجه –سانتی‌گراد)، و رطوبت نسبی (۵±۶۰ درصد)) منتقل و تعداد روزهایی که گل‌ها حالت شادابی و تورژسانس خود را حفظ کردند ثبت گردید.

مقدار محلول جذب شده : مقدار محلول جذب شده توسط ساقه گل روزانه کنترل، ثبت و نهایتاً با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۱).

$$\text{Solution uptake (ml day}^{-1}\text{ g}^{-1}\text{ Fw)} = (S_{t-1} - S_t) / Wt$$

که در آن:

S_t = وزن محلول (g) درروزهای (اول، دوم، ...، دوازدهم)

S_{t-1} = وزن محلول (g) در روز قبل

W_t = وزن همان ساقه در روزاول

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش

در پایان تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام پذیرفت.

نتایج

تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر پارامترهای رشد و نموی

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر تاثیر مثبت و معنی‌دار محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، سطح برگ، تعداد برگ و تعداد گل در بوته می‌باشد ($P<0.05$). براساس بررسی کارایی مصرف اسیدهیومیک روی پارامترهای رشد و نموی همیشه‌بهار (جدول ۲) مشخص شد غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم برلیتر اسیدهیومیک در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها موثرتر بوده‌است. بر همین اساس تعداد گل در بوته به‌عنوان مهم‌ترین شاخص عملکرد، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک قرار گرفت (شکل۱)؛ به‌طوری که غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک به‌عنوان مهم‌ترین غلظت موثر، منجر به‌افزایش سه برابری عملکرد در مقایسه با شاهد گردید ($P<0.05$) که بیانگر اهمیت کاربرد اسیدهیومیک روی همیشه‌بهار می‌باشد.

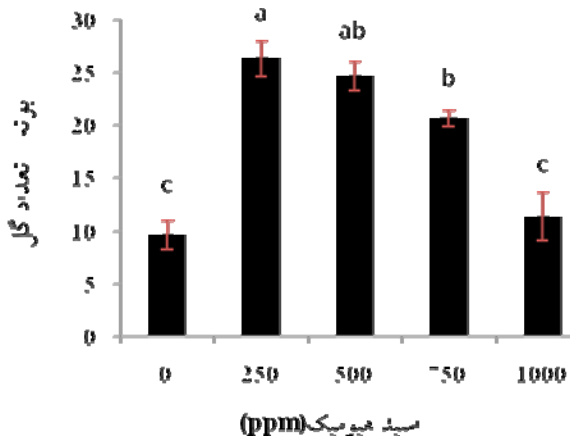
تاثیر اسید هیومیک بر شاخص‌های فیزیولوژیکی

رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کل و کاروتنویید): بر اساس نتایج حاصل از آزمایش و مقایسات میانگین مربوط به اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسیدهیومیک، بیشترین میزان کلروفیل b نسبت به شاهد در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید ($P<0.05$). محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر خلاف کلروفیل b بر کلروفیل a و کل اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). هم‌چنین میزان کاروتنویید در تیمارهای اسیدهیومیک با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد افزایش ولی در بالاترین غلظت (۱۰۰۰ میلی‌گرم‌برلیتر) کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۲- تاثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک بر پارامترهای رشدی همیشه‌بهار رقم کریسانتا

اسید هیومیک (میلی‌گرم‌برلیتر)	وزن خشک ریشه (بوته/گرم)	وزن خشک اندام هوایی (بوته/گرم)	سطح برگ (بوته/میلی‌مترمربع)	تعداد برگ (بوته)
۰	۲/۲۱^{d}	۷۵^{c}	۱۸۹۸^{c}	۲۸۷^{a}
۲۵۰	۶/۲۳۶۷^{a}	۹۸/۳۳۳^{a}	۲۴۷۱^{a}	۳۰۶^{a}
۵۰۰	۴/۶۵۶۷^{b}	۸۱/۶۶۷^{b}	۲۳۳۳/۳^{ab}	۲۰۹/۶۷^{b}
۷۵۰	۳/۴۷^{c}	۷۹/۶۶^{b}	۲۰۵۰/۳^{bc}	۲۲۶/۳۳^{b}
۱۰۰۰	۲/۷۶^{d}	۷۰^{d}	۲۳۸۸/۳^{ab}	۲۰۸^{b}

میانگین‌های که در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده‌اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.



شکل ۱- تاثیر اسید هیومیک بر تعداد گل همیشه‌بهار رقم کریسانتا

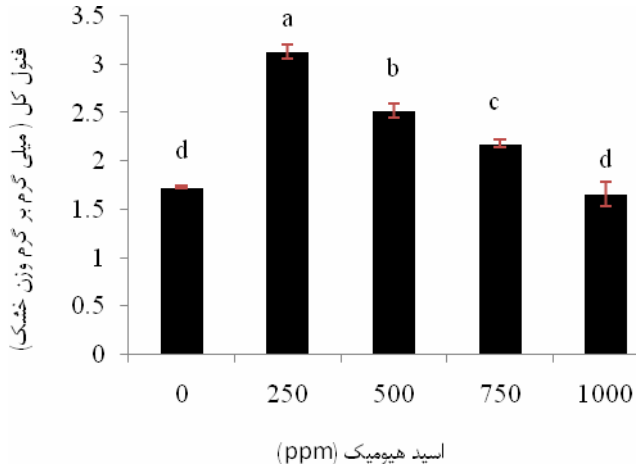
جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر اسید هیومیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل و کارتنوئید همیشه بهار رقم کریسانتا

غلظت اسیدهیومیک (میلی‌گرم بر لیتر)	کلروفیل a (گرم بر لیتر)	کلروفیل b (گرم بر لیتر)	کلروفیل کل (گرم بر لیتر)	کارتنوئید برگ (گرم بر لیتر)
۰	۰/۰۰۰۷۴۸۷^{a}	۰/۰۰۰۹۲۵۸^{a}	۰/۰۰۱۶۷۴۵^{a}	۰/۰۰۰۷۰۶۴۵^{b}
۲۵۰	۰/۰۰۰۵۵۲۵^{a}	۰/۰۰۰۷۷۳۲^{ab}	۰/۰۰۱۳۲۵۸^{a}	۰/۰۰۰۸۲۳۹۶^{a}
۵۰۰	۰/۰۰۰۴۰۱۱^{a}	۰/۰۰۰۹۶۱۵^{a}	۰/۰۰۱۵۸۸۸^{a}	۰/۰۰۰۸۷۸۰۳^{a}
۷۵۰	۰/۰۰۰۶۲۷۳^{a}	۰/۰۰۰۴۸۳۷^{b}	۰/۰۰۱۸۸۴۸^{a}	۰/۰۰۰۶۱۸۸۵^{b}
۱۰۰۰	۰/۰۰۰۴۳۷۲^{a}	۰/۰۰۰۵۸۴۷^{ab}	۰/۰۰۱۰۲۱۹^{a}	۰/۰۰۰۳۶۲۹۰^{c}

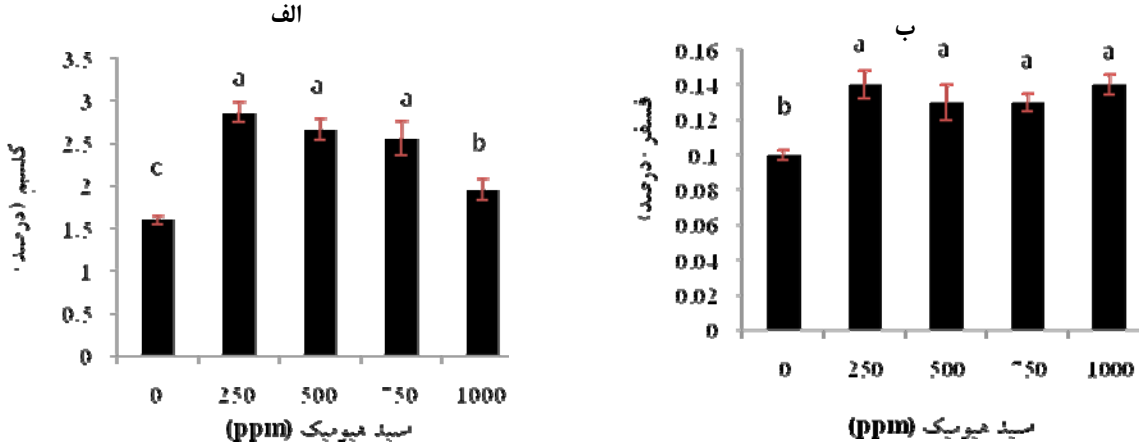
میانگین‌های که در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده‌اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

فنول کل: محلول‌پاشی اسیدهیومیک توانست به‌طور معنی‌داری فنول کل را افزایش دهد؛ به‌طوری که کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش معنی‌دار فنول کل در تمامی غلظت‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۲). هم‌چنین میزان فنول کل با افزایش غلظت اسیدهیومیک از ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روند کاهشی نشان داد.

تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر جذب فسفر و کلسیم: محلول‌پاشی اسیدهیومیک توانست جذب کلسیم توسط همیشه‌بهار رقم کریسانتا را افزایش دهد، که این میزان در ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین مقدار ولی در سایر تیمارها کمی کاهش داشت؛ هر چند که این غلظت هم‌چنان بیش از شاهد بود (شکل الف۳). به علاوه اسیدهیومیک نقش موثری در افزایش معنی‌دار مقدار فسفر جذب شده به‌ویژه در تیمارهای ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد نشان داد ($P<0.05$) (شکل ب۳).



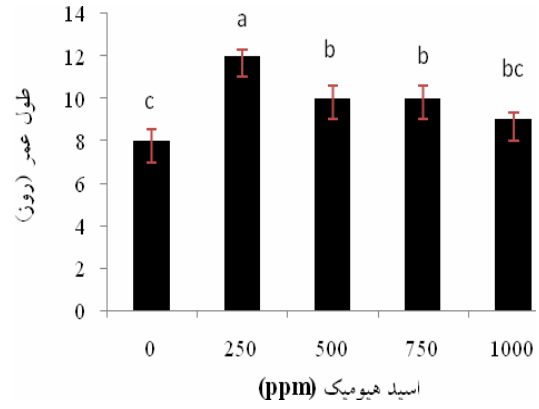
شکل۲- تاثیراسیدهیومیک بر فنول کل گل همیشه‌بهار رقم کریسانتا



شکل ۳- تاثیر اسید هیومیک بر جذب کلسیم (A) و فسفر (B) توسط گل همیشه‌بهار رقم کریسانتا

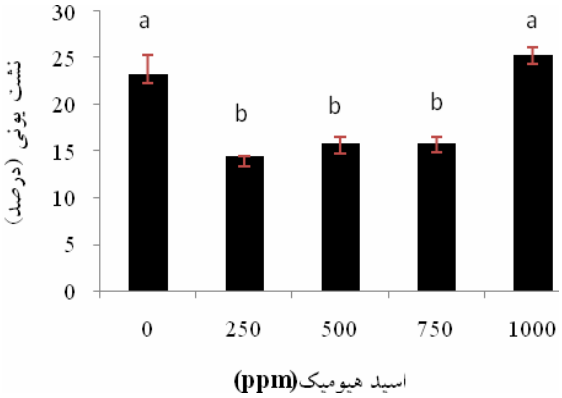
تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر شاخص‌های پس‌ازبرداشت

دوام عمر: همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود محلول‌پاشی اسیدهیومیک دوام عمر پس‌ازبرداشت گل‌های شاخه‌بریده را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد ($P<0.01$). بر همین اساس غلظت‌های صفر و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک به‌ترتیب با ۸ و ۱۲ روز کمترین و بیشترین افزایش دوام عمر را به خود اختصاص دادند (شکل ۴).



شکل٤- تاثیر اسیدهیومیک بر طول عمر گل همیشه‌بهار رقم کریسانتا

پایداری غشای سلولی: بررسی کارایی مصرف اسیدهیومیک بر تراوایی غشای سلولی و در نتیجه نشت الکترولیت‌ها نشان می‌دهد که اسیدهیومیک می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر پایداری غشای سلولی پس از برداشت گل شاخه‌بریده داشته باشد. براساس نتایج حاصل از آزمایش غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر تیمارها و شاهد دارای کم‌ترین درصد نشت‌یونی بود (شکل ۵). هم‌چنین بالاترین غلظت اسیدهیومیک (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نیز منجر به افزایش تراوایی غشای‌سلولی حتی بیش از شاهد گردید.



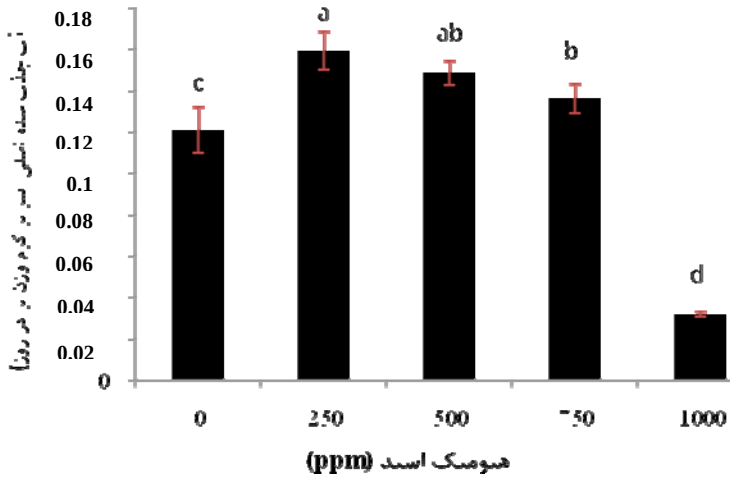
شکل ۵- تاثیر اسید هیومیک بر پایداری غشای‌سلولی گلبرگ‌های گل همیشه بهار رقم کریسانتا

جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده: نتایج آزمایش بیان‌گر تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده بود ($P<0.01$). با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسات میانگین مربوط به مقدار آب جذب شده توسط ساقه گل‌دهنده، غلظت‌های ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار آب جذب شده بودند (شکل ۶).

بحث

تاثیر اسیدهیومیک روی شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی: در تولید گل‌های شاخه‌بریده افزایش عملکرد توام با کیفیت مهم‌ترین هدف تولید کننده می‌باشد؛ در همین راستا مدیریت تغذیه یکی از راهکارها برای رسیدن به این منظور می‌باشد. در پژوهش حاضر، نتایج تاثیر محلول‌پاشی اسیدهیومیک روی گل شاخه‌بریده همیشه‌بهار بیانگر تاثیر معنی‌دار این ماده آلی-معدنی روی صفات مورفوفیزیولوژیکی، کیفیت و دوام‌عمر پس‌ازبرداشت گل تولیدی بود. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش محلول‌پاشی اسیدهیومیک نقش موثری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل b و کارتنوئید برگ) داشت؛ به‌طوری که میزان کلروفیل b در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد.

با توجه به نقش موثر هورمون‌های گیاهی به ویژه سایتوکنین در تثبیت و افزایش کلروفیل (۳) و ترکیبات شبه‌هورمونی (سایتوکنین) مواد هیومیکی (۲۵ و ۴۲) احتمالاً یکی از عوامل اصلی افزایش رنگیزه‌های مذکور بدلیل همین اثرات شبه‌هورمونی مواد اسیدهیومیک باشد. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بیان عملکرد تعداد گل تولید شده در هر بوته می‌باشد و هر عاملی که بتواند این میزان را افزایش دهد از نظر اقتصادی در درجه بالایی از اهمیت قرار می‌گیرد (۵). بر همین اساس بیشترین تعداد گل در بوته در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم‌برلیتر مشاهده شد.



شکل ٦- تاثیر اسیدهیومیک بر جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده گل‌همیشه بهار رقم کریسانتا

بنابراین افزایش رشد ریشه و بدنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی می‌تواند یکی از دلایل افزایش عملکرد باشند. هم‌چنین نتایج بررسی اثرات سطوح مختلف محلول‌پاشی اسیدهیومیک بیان‌گر تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی بر سطح برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک ریشه بود. مشابه این نتایج در گزارشات محققان نیز ذکر شده است (۹، ۱۵، ۲۰و ۲۵). هم‌چنین فنول کل نیز تحت تاثیر تیمار اسیدهیومیک افزایش یافت. آن‌چه مسلم است اسیدهیومیک از طریق افزایش کلروفیل و سایر رنگیزه‌های فتوسنتزی مانند کاروتنوئیدها و افزایش سرعت فتوسنتز و کربوهیدرت‌ها به‌عنوان پیش‌ساز ترکیبات فنولی مسیرهای بیوسنتزی و سرعت فرایندهای بیوشیمیایی را بیشتر کرده و در نهایت منجر به افزایش میزان ترکیبات فنولی در گیاه می‌گردد. اسیدهیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی دارای اثرات شبه‌هورمونی (۲۳ و ۳۸)، تحریک جذب عناصر غذایی (۲۷، ۳۷ و ۳۹) و افزایش بیوماس ریشه و اندام هوایی می‌باشد (۲۵)؛ بنابراین بهبود پارامترهای سطح برگ، تعداد برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تغذیه شده با اسیدهیومیک ناشی از تاثیر مثبت این ماده بر بهبود جذب عناصر غذایی (شکل ۳ الف و ب) و افزایش کلروفیل (۳۵) (جداول ۳ و ۲) در گیاه همیشه‌بهار می‌باشد؛ که با نتایج تحقیقات مذکور و هم‌چنین نتایج نیکبخت و همکاران (۲۷) مبنی بر افزایش عملکرد گل شاخه بریده ژربرا با کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک مطابقت دارد.

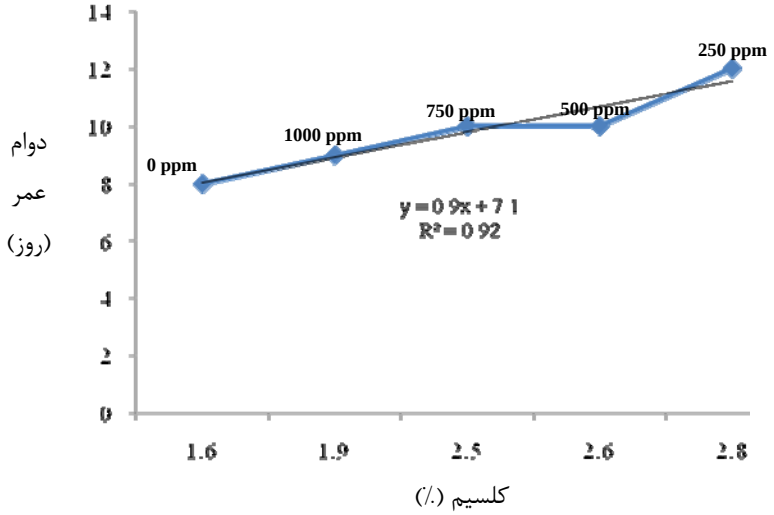
تاثیر اسید هیومیک روی جذب عناصر غذایی

تغذیه مهم‌ترین عامل در افزایش محصول و عمر پس از برداشت گل‌ها می‌باشد (۵). در تمامی تیمارهای محلول‌پاشی اسیدهیومیک میزان جذب کلسیم و فسفر بیشتر از شاهد بود. حداکثر جذب فسفر و کلسیم در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید. نتایج پژوهش‌ها نشان‌دهنده تاثیر نوع گیاه، نوع خاک و نوع ماده هیومیکی در میزان جذب عناصر معدنی می‌باشند. بر همین اساس، دل آگنولا و همکاران (۱۴) و هم‌چنین دل آگنولا و فراری (۱۳) اعلام داشتند که مواد هیومیکی منجر به افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و در نتیجه افزایش جذب می‌شوند. این مکانیزم توسط ناردی و همکاران (۲۴) در بررسی mRNAی حامل‌های یونی گیاه ذرت پس از تیمار اسیدهیومیک مورد تایید قرار گرفت. به‌علاوه اسیدهیومیک از طریق تشکیل کمپلکس‌های پایدار با عناصر غذایی به‌ویژه عناصر ریز مغذی مانند آهن و روی منجر به افزایش جذب عناصر و بالا رفتن میزان تولید در گیاهان می‌شود (۳۷). هم‌چنین ناردی و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که اسیدهیومیک ترکیب پلی‌مری طبیعی است که می‌تواند به‌صورت مستقیم (به‌عنوان ترکیب شبه‌هورمونی اکسین و سایتوکینین) و یا غیر مستقیم باعث افزایش جذب عناصر غذایی شود. میشایل (۲۲) اشاره می‌کند که اسیدهیومیک در سیستم هیدروپونیک روی گوجه‌فرنگی بر میزان جذب کلسیم و پتاسیم و طول شاخساره و ریشه گیاهان موثر بوده ولی میزان این مواد در برگ و میوه متفاوت بوده‌است. هم‌چنین راواسان و اسچنیتزر (۳۰) نتیجه گرفتند که‌کاربرد اسیدهیومیک روی خیار منجر به افزایش جذب عناصر آهن، روی، مس و منگنز شده و جذب آهن و منگنز باعث افزایش کلروفیل شده‌است. نیکبخت و همکاران (۲۷) آزمایشاتی بر روی گل شاخه‌بریده ژربرا انجام دادند و گزارش کردند که موادهیومیکی (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) جذب عنصر کلسیم را در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد. در این پژوهش نیز محلول‌پاشی غلظت‌های اسیدهیومیک بر اندام‌های هوایی گیاه منجر به افزایش جذب فسفر و کلسیم گردید که با نتایج پژوهش‌های سایر محققان همخوانی دارد (۲۷، ۳۰ و ۴۰).

تاثیر اسید هیومیک روی کیفیت و دوام‌عمر پس‌ازبرداشت

از آن‌جا که یکی از عوامل تاثیر گذار بر طول‌عمر پس‌ازبرداشت گل‌های بریده چگونگی تغذیه پایه مادری می‌باشد، به‌راحتی می‌توان با اصلاح ساختار تغذیه‌ای مزارع و گلخانه‌های تولید گل، بر طول‌عمر گل‌ها افزود (۵). نتایج این پژوهش نشان داد دوام‌عمر پس‌ازبرداشت گل شاخه‌بریده همیشه‌بهار به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر تیمار اسیدهیومیک قرار می‌گیرد؛ به‌طوری که غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌عنوان بهترین تیمار مورد استفاده، منجر به افزایش دوام عمر نسبت به تیمار شاهد گردید. تغذیه صحیح همواره یکی از بهترین عوامل افزایش کیفیت و دوام عمر گل در فیزیولوژی پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده می‌باشد (۱۷ و ۱۹). بر همین اساس، همان‌طوری که در شکل ۷ ملاحظه می‌گردد محلول‌پاشی اسیدهیومیک بسته به غلظت منجر به بهبود جذب کلسیم و در نتیجه افزایش دوام عمر در مقایسه با شاهد گردیده‌است. به‌علاوه اسیدهیومیک علی‌رغم بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و افزایش جذب عناصر غذایی مانند کلسیم به‌عنوان عنصر موثر در افزایش کیفیت و دوام عمرگل شاخه‌بریده (۱۷ و ۳۴) منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه نیز گردید. بر همین اساس، و براساس نتایج حاصل از آزمایش، استفاده از تیمار اسیدهیومیک منجر به افزایش جذب عنصر کلسیم و هم‌چنین افزایش میزان فنول کل به‌عنوان عامل آنتی‌اکسیدان در گیاه همیشه‌بهار گردید. هم‌چنین با توجه به ارتباط نزدیک بین نشت‌یونی و دوام‌عمر (۲۶) تیمار اسیدهیومیک منجر به کاهش درصد نشت الکترولیت و در نتیجه افزایش دوام‌عمر در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد گردیده‌است. به‌علاوه تیمار اسیدهیومیک با بهبود جذب تجمعی

آب توسط ساقه گل‌دهنده سبب بهبود دوام عمر گل گردیده‌است. نتایج آزمایش حاضر با نتایج وصال طلب و همکاران (۶) مبنی بر نقش مثبت ترکیبات فنولی روی کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت محصولات و نتایج نیکبخت و همکاران (۲۷) مبنی بر تاثیر مثبت اسیدهیومیک در افزایش دوام عمرگل شاخه‌بریده ژربرا رقم مالیبو تا ۶/۳۳-۲ روز در اثر افزایش جذب کلسیم مطابقت دارد.



شکل۷- برهمکنش بین جذب کلسیم و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده همیشه‌بهار رقم کریسانتا تحت تاثیر محلول‌پاشی در غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک

منابع

۱- امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه موسسه تحقیقات خاک و آب شماره ۹۲۸ .

۲- غازان‌شاهی ج. ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات مترجم.

۳- گندابی م.، حسن‌پور اصیل م.، حاتم زاده ع.، ربیعی ب. و چمنی ا. ۱۳۸۷. تاثیر بنزیل آدنین و تیو سولفات نقره بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی گل های شاخه‌بریده سوسن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۵: ۶۱۲-۶۰۳.

۴- ملکوتی م.ج. و طباطبایی ج. ۱۳۷۸. تغذیه صحیح درختان میوه، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی.

۵- ملکوتی م. و کافی م. ۱۳۸۱. مباحثی نوین در صنعت تولید گل و گیاهان زینتی با تکیه بر تغذیه متعادل(افزایش عملکرد، بهبود کیفیت)، انتشارات سنا. تهران.

۶- وصال طلب ز.، غلامی م. و ظفری م. ۱۳۸۸. اثر عصاره میخک روی برخی ویژگی های کیفی و کنترل پوسیدگی انگور بی دانه سفید در طول انبار داری. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.

7- Adriana D. 2011. Research regarding the genetical enrichment for the Calendula. University of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj-Napoca, doctoral school faculty of horticulture. Ph.D. Thesis. University of Baciu.

8- Albino-Garduño R., Zavaleta-Mancera H.A., Ruiz-Posadas L.M., Sandoval-Villa M. and Castillo-Morales A. 2008. Response of gerbera to calcium in hydroponics. *Journal of Plant Nutrition*, 31, pp: 91–101.

9- Atiyeh R., Lee M.S. and Edeards C.A. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm- processed organic wastes on plant growth. *Bioresearch Technology*, 84: 7-14.

10-Chen Y. and Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In P. MacCarthy et al. (ed). Humic substances in substances in soil and crop science: Selected readings. P. 161- 186.SSSA and ASA, Madison, WI. 37: 343-350.

11-Damunupola J.W. 2009. Xylem flow in cut *Acacia holosericea* stems. Ph.D. Thesis. University of Queensland, Australia.

12-Dancan R.R. and Baligar V.C. 1990. Crops as Enhancers of Nutrient Use. Academic Press. Inc.

13-Dell'Agnola G. and Ferrari G. 1971. Effect of humic acids on anion uptake by excised barley roots. Proceedings of the International Symposium Humus et Planta V. Prague. p: 567–570.

14-Dell'Agnola G., Ferrari G. and Nardi S. 1981. Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of

sulphate uptake in barley roots. *Pesticide Biochemistry and Physiology*,15: 101–104.
15-Ferrara G., Pacifico A., Simeone P. and Ferrara E. 2008. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'italia' table grape. *J. International des sciences de la vigne et du vin*, 42: 79-87.
16-Finck. 1998. Guide to efficient plant Nutrition Management. Food and Agriculture organization (FAO) year book. P: 28.
17-Gerasopoulos D. and Chebli B. 1999. Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. *J. Hort. Sci. Biotech*, 74: 78-81.
18-Gross J. 1991. Pigment in vegetables: chlorophylls and carotenoids. Van Nostrand Reinhold, New York. p: 351.
19-Kamenidou S.J., Cavins C. and Marek S. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. *Sci. Hort*, 119: 297–301.
20-Liu C., Cooper R.J. and Bowman D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. HortSci, 33(6): 1023-1025.
21-Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London, England: Academic Press.
22-Michael K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. *Soil Science*. p: 1-23.
23-Nardi S., Concheri G. and Dell'Agnola G. 1996. Biological activity of humic substance in terrestrial ecosystems, Elsevier, Amsterdam. p: 361-406.
24-Nardi S., Pizzeghello D., Gessa C., Ferrarese L., Trainotti L. and Casadoro G. 2000. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 415–419.
25-Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A. and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biochemistry*, 34 (11): 1527- 1536.
26-Nazari Deljou M.J., Pour Youssef M., Karamian R. and Jaberian Hamedan H. 2012. Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. *World Applied Sciences Journal*, 18 (5) 698-703.
27-Nikbakht A., Kafi M., Babalar M., Xia Y.P., Luo A. and Etemadi N. 2008. Effect of commercial humic acid on plant growth, nutrients uptake and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 2155-2167.
28-Pourmorad F., Hosseinimehr S.J. and Shahabimajd N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology, 5 (11): 112-114.
29-Rahmani H., Nouraki F. and Baradaran M. 2012. Evaluation of factors affecting the optimal management of vegetables in Khuzestan province. *Journal of Science and greenhouse cultivation*, 10: 99-89.
30-Rauthan B.S. and Schnitzer M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumus sativus*) plants. *Plant Soil*, 63: 491-495.
31-Ravel D.I. 1994. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica* Section b, Soil and Plant Science, 57(2): 182-186.
32-Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Anderu J., Juarez M., Jorda J. and Bermudez D. 2002. Humic substances and Amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in Lemons trees. J. of Plant Nut, 25(11): 2433-2442.
33-Sebahattin A. and Necdet C. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). *Agronomy Journal*, 4: 130-133.
34-Soleimani Aghdam M., Hassanpouraghdam M., Paliyat G. and Farmani B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Hort*, 144: 102–115.
35-Tabatabaie J. and Nazari J. 2007. Influence of Nutrient Concentrations and NaCl Salinity on the Growth, Photosynthesis, and Essential Oil Content of Peppermint and Lemon Verbena; *Turk J Agric For*, 31: 245-253.
36-Turner N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water stress. *Plant Soil*, 58: 339-366.
37-Varanini Z. and Pinton R. 1995. Humic substances and plant nutrition. In: Lu¨ttge, U.,(Ed.), Progress in Botany, vol. 56. Springer, Berlin, p:97-117.
38-Vaughan D. and Malcom R.E. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcom, R.E.(Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/ Junk W, Dordrecht, The Netherlands, p: 37-76.
39-Visser S.A. 1986. Effetto delle sostanze umiche sulla crescita delle piante. In: Burns, R.G., Dell'Agnola, G., Miele, S., Nardi, S., Savoini, G., Schnitzer, M., Sequi, P., 38. Vaughan, D. and Visser, S.A. (Eds.), Sostanze Umiche. Effetti sul Terreno e sulle Piante, Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma, p: 96-143.
40-Wang X.J., Wang Z.Q. and Li S.G. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage, 11: 99-102.
41-Zhang J.H., Liu Y.P., Pan Q.H., Zhan J.C., Wang X.Q. and Huang W.D. 2006. Changes in membrane-associated H^+ -ATPase activities and amounts in young grape plants during the cross adaptation to temperature stresses. *Plant Sci*, 170: 768-777.
42-Zheng Y., Graham T., Richard S. and Dixon M. 2004. Potted gerbera production in a subirrigation system using low- concentration nutrient solutions. *Hort. Sci*, 39(6): 1283-1286.