مجله علوم و فنون باغباني ايران جلد ۱۱ شماره ۲ صفحه هاي ۱۳۳ تا ۱۴۴ (۱۳۸۹)

تاثير كاربرد سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم بر كيفيت گل بريدني ورد رقم ‘وندتتا’[۱]

EFFECT OF DIFERENT LEVELS OF POTASSIUM AND CALCIUM ON QUALITY OF ‘VENDETTA’ CUT ROSE FLOWR

شهرام كياني، محمدجعفر ملكوتي و كامران ميرزاشاهي[۲]

چكيده

تاثير غلظت هاي مختلف پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي بر كيفيت گل هاي بريدني ورد (رز)[۳] در يك پژوهش يك ساله در گلخانه آب‌كشت مركز تحقيقات كشاورزي صفي‌آباد مورد بررسي قرار گرفت. اين آزمايش به صورت فاكتوريل در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي با دو عامل غلظت پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي با چهار تكرار در سال ۱۳۸٦ روي گل ورد رقم ‘وندتتا’ انجام شد. سطوح پتاسيم شامل سه سطح ۱، ۵ و ۱۰ ميلي‌مولار و سطوح كلسيم شامل دو سطح ۱/٦ و ٤/۸ ميلي‌مولار بود. نتايج نشان داد كه هيچ كدام از شاخص هاي كيفي گل بريدني ورد در هنگام برداشت از قبيل وزن تر و طول ساقه گل‌دهنده، طول دمگل، طول و قطر جام گل تحت تاثير معني‌دار سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم و برهمكنش آن ها قرار نگرفت. از ميان شاخص هاي كيفي گل در مرحله پس از برداشت، وزن تر نهايي ساقه گل‌دهنده و عمر پس از برداشت در سطح ۱۰ ميلي‌مولار پتاسيم نسبت به سطوح ديگر آن دچار كاهش معني‌دار شدند كه اين مسئله به دليل افزايش غلظت پتاسيم برگ ها و كاهش ميزان كلسيم آن ها بود. اين در حالي بود كه افزايش ميزان كلسيم در محلول غذايي از ۱/٦ به ٤/۸ ميلي‌مولار منجر به افزايش معني‌دار شاخص هاي بالا به دليل افزايش غلظت كلسيم در اندام هاي هوايي و به ويژه برگ ها شد. بر اساس نتايج اين پژوهش از نقطه نظر بهبود شاخص هاي كيفي گل ورد در مرحله پس از برداشت و كاهش ضايعات اين محصول، ميزان مطلوب پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي مورد استفاده براي توليد گل ورد در شرايط آبكشت به ترتيب ۱ و ٤/۸ ميلي‌مولار پيشنهاد مي‌شود.

واژه‌هاي كليدي: پتاسيم، كلسيم، كيفيت، گل رز، گل ورد، ‘وندتتا’.

مقدمه

كيفيت پايين گل هاي بريدني ورد در دوره پس از برداشت ضرورت انجام پژوهش به منظور ارائه راهكارهاي علمي براي كاهش ضايعات اين محصول با ارزش را مشخص مي‌سازد. از عوامل موثر بر كيفيت پس از برداشت

۱- تاريخ دريافت: ۸۸/٦/۲ تاريخ پذيرش: ۸۹/۱/۲۵

۲- به ترتيب استاديار گروه خاكشناسي دانشكده كشاورزي دانشگاه شهركرد (shkiani2002@yahoo.com)، شهركرد، استاد گروه خاكشناسي دانشكده كشاورزي دانشگاه تربيت مدرس، تهران و عضو هيات علمي بخش تحقيقات خاك و آب مركز تحقيقات كشاورزي صفي‌آباد، دزفول، جمهوري اسلامي ايران.

۳- Rose (*Rosa hybrida* L.)

گل هاي ورد، چگونگي شرايط پرورش آن ها در دوره قبل از برداشت مي‌باشد (۲۰). در اين ميان عناصر غـذايي و بـه ويژه نيتروژن، كلسيم و پتاسيم داراي اهميت ويژه‌اي در كيفيت پس از برداشت گل ورد هستند (۱۹، ۲۱). كلسـيم نقـش مهمي در رشد و توسعه گياه (۱۱) و همچنين در به تاخير انداختن فرايند پيري در گل هـاي بريـدني (۱۲) ايفـا مـي‌كنـد. آزمـايش هـاي انجـام شـده نشـان داده اسـت كـه تيمارهـاي كلسـيم بـه طـور معنـي‌داري عمـر گلجـايي گل هاي بريدني و گلبرگ هاي جدا شده گل ورد را افزايش دادند. كاربرد كلسيم همچنين منجر به افزايش وزن تر اوليـه گل ها و تاخير در كاهش وزن تر گل ها در دوره پس از برداشت شد (۱۸). همچنين افزودن كلسيم بـه آب گلـدان هـاي حاوي گل در مرحله پس از برداشت منجر به افزايش عمر گلجايي و باز شدن غنچه‌هاي گـل در گـل هـاي بريـدني ورد شده است (۱۲). همبستگي منفي بين غلظت كلسيم بافتي و سرعت پژمردگي گل هاي ورد گلداني در پژوهش هاي انجام شده تاييد شده است (۱۴).

گرچه پژوهش هاي متعدد انجام گرفته نقش كلسيم را در بهبود ويژگي هاي پس از برداشت گل ورد به اثبات رسانده است (۷، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۹)، اما توجه به عناصر غذايي تاثيرگذار بر جذب كلسيم از محلول هاي غذايي مي‌تواند در تبيين نقش كلسيم بر شاخص هاي كيفي گل ورد موثر باشد. بررسي هاي انجام شده نشان مي‌دهد جذب كلسيم توسط گل ورد تحت تاثير ميزان و شكل نيتروژن و همچنين غلظت پتاسيم در محلول غذايي قرار دارد. با كاربرد نيترات در محلول غذايي جذب كاتيون ها (كلسيم، منيزيم و پتاسيم) توسط ريشه گل ورد افزايش يافته در حالي كه مصرف آمونيوم منجر به كاهش جذب كاتيون ها مي‌شود (۲۱). با اين وجود نتايج آزمايش هاي انجام شده نشان مي‌دهد كاربرد نيترات و آمونيوم (نسبت نيترات به آمونيوم ۷۵:۲۵) با هم منجر به افزايش عملكرد و جذب كاتيون هايي از قبيل پتاسيم و كلسيم در گل ورد شده است (۱۰). جذب كلسيم به وسيله ريشه غيرفعال است و تحت تاثير اثرهاي ناهمسازي[1] پتاسيم در محلول غذايي قرار دارد. به عبارت ديگر افزايش پيوسته پتاسيم در محلول غذايي اثر منفي بر جذب كلسيم توسط گل ورد دارد كه اين مسئله به احتمال به رقابت براي مكان هاي جذب كاتيوني مربوط مي‌شود (۵). پژوهش هاي انجام شده نشان مي‌دهد افزايش نسبت پتاسيم به كلسيم در محلول غذايي با كاهش غلظت كلسيم در گل ورد تاثير منفي بر كيفيت آن دارد (۱۳). دليل فيزيولوژيك اين امر به پتاسيم نسبت داده شده است. پتاسيم خارج ياخته اي، كلسيم را از سطوح خارجي غشاي سيتوپلاسمي برداشته و باعث تضعيف ساختار آن مي‌گردد (۱۷). ساير پژوهش هاي انجام شده نشان مي‌دهند با افزايش نسبت پتاسيم به كلسيم در محلول غذايي از ارزش زينتي گل هاي ورد كاسته شده كه اين مسئله به طور عمده به صورت نقاط بافت مرده[2] روي گلبرگ ها ظاهر شده است. بر اين اساس بافت مردگي گلبرگي در گل ورد به دليل كمبود موضعي كلسيم مي‌باشد كه به دليل پايين بودن ميزان كلسيم و يا افزايش نسبت پتاسيم به كلسيم در محلول غذايي مي‌باشد (۱۹). همچنين با افزايش نسبت پتاسيم به كلسيم در محلول غذايي ظهور نقاط خشك روي برگ هاي گل ورد و همچنين تعداد برگ هاي شكننده در دوره پس از برداشت افزايش يافته است. دليل واقعي اين امر مشخص نيست اما هدايت روزنه‌اي بالا در دوره پس از برداشت و يا بازگيري آب از ياخته ها مي‌تواند در اين پديده نقش داشته باشد (۱۹). نسبت‌هاي مختلف پتاسيم به

۱- Antagonistic effects ۲- Necrosis

كلسيم در محلول غذايي بر ساير شاخص هاي كيفي گل ورد نيز موثر بوده‌اند. به طوري كه نسبت بالاي پتاسيم به كلسيم در محلول غذايي باعث افزايش طول دمگل در گل ورد شد اما تاثيري بر ميزان خميدگي گردن نداشت (۱۹). با توجه به اثرهاي مفيد كاربرد كلسيم بر كيفيت و عمر گلجايي گل هاي بريدني ورد و اثرهاي معكوس پتاسيم بر اين مسئله و از طرف ديگر ضرورت تامين پتاسيم مورد نياز گل ورد براي رفع نيازهاي تغذيه‌اي آن، اين پژوهش به منظور بررسي تاثير كاربرد پتاسيم و كلسيم بر كيفيت و ويژگي هاي پس از برداشت گل ورد در شرايط آبكشت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش به صورت فاكتوريل در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي با دو عامل ميزان پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي با چهار تكرار در گلخانه آبكشت مركز تحقيقات كشاورزي صفي‌آباد روي بوته‌هاي يک ساله ورد هلندي رقم ‘وندتتا’[۱] اجرا گرديد. سطوح پتاسيم شامل سه سطح ۱، ۵ و ۱۰ ميلي‌مولار بود كه از منابع نيترات پتاسيم و سولفات پتاسيم تامين شد. همچنين سطوح كلسيم شامل دو سطح ۱/٦ و ٤/٨ ميلي‌مولار بود كه براي سطح ٤/٨ ميلي‌مولار از دو منبع نيترات كلسيم و سولفات كلسيم استفاده شد. غلظت ساير عناصر غذايي مورد استفاده براي نيتروژن، فسفر و منيزيم به ترتيب ۱۰، ۱/۲۵ و ۲/۷ ميلي‌مولار و براي مس، بور، آهن، منگنز، روي و مولیبدن به ترتيب برابر ۰/۷۵، ۲۰، ۹۰، ۵، ۳/۵ و ۰/۵ ميكرومولار بود (٤). براي تهيه محلول هاي غذايي از آب شهري استفاده شد كه قابليت هدايت الكتريكي آن ۰/۵۳ دسي‌زيمنس بر متر و غلظت يون هاي قابل توجه آن به ترتيب ۱/٦، ۰/۸، ۰/۲ و ۱/٦ ميلي‌مولار براي كلسيم، منيزيم، نيترات و سولفات بود. پس از تهيه محلول هايي غذايي، pH آن ها در طول دوره رشد با استفاده از محلول يك مولار سولفوريک اسيد روي ۰/۲±۵/٤ تنظيم شد (٤).

كشت ورد و تيمارها

براي اجراي آزمايش در آبان ماه سال ۱۳۸٦ تعداد ۱٤٤ بوته ورد پيوندي رقم ‘وندتتا’ پس از هرس يكنواخت براي توليد شاخه‌هاي رشدي يكسان به گلدان هاي ۱۲ ليتري منتقل شدند. براي بستر كشت از پرلايت با اندازه ۵-۰/۵ ميلي‌متر استفاده شد. هر گلدان حاوي يك بوته بوده و براي هر تيمار شش گلدان در نظر گرفته شد. گلدان هاي حاوي گل در يک گلخانه دو طرفه شيشه‌اي با دماي روز ۳±۲۳ و دماي شب ۳±۱۵ درجه سلسيوس با تراكم هشت گلدان در متر مربع روي سكو چيده شدند. به دنبال آن تغذيه گل هاي ورد با محلول هاي غذايي حاوي سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم آغاز شد. سامانه آبكشت مورد استفاده در اين پژوهش از نوع باز بود كه از طريق يک سامانه آبياري قطره‌اي عمليات كودآبياري به طور خودكار انجام مي‌گرفت. دور كود آبياري بسته به فصل و مرحله رشدي گياه، ٤ تا ۱۰ بار در روز بوده و كسر آبشويي ۲۵-۲۰% در نظر گرفته شد. عمليات داشت در طول دوره رشد انجام و يك دوره رشدي (گلدهي) قبل از آغاز اندازه‌گيري شاخص هاي مربوطه، براي مشاهده پاسخ هاي روشن به تيمارهاي كودي حذف شد. در اوايل دوره گلدهي از هر تيمار آزمايشي ٦ شاخه گل برداشت گرديد. شاخه‌هاي برداشت شده به قسمت هاي

۱- ‘Vendetta’

مختلف گلبرگ، برگ و ساقه تفكيك شدند. غلظت پتاسيم و كلسيم موجود در نمونه‌ها پس از آماده‌سازي به ترتيب با استفاده از دستگاه فليم فتومتر و جذب اتمي اندازه‌گيري شدند (۱). به دنبال آن در طول دو دوره گلدهي (اسفند ۸٦ و ارديبهشت ۸۷) گل ها به هنگام آغاز باز شدن كاسبرگ ها از بالاي سومين گره ساقه گل‌دهنده از محل انشعاب از ساقه اصلي چيده شده و بيدرنگ به آزمايشگاه منتقل شدند. سپس اندازه‌گيري شاخص هاي كيفي گل ورد در دو مرحله هنگام برداشت و پس از برداشت اقدام شد.

اندازه‌گيري شاخص هاي كيفي گل ورد در هنگام برداشت

براي تعيين شاخص هاي كيفي گل در هنگام برداشت از ۵ شاخص وزن تر و طول ساقه گل‌دهنده، طول دمگل (طول آخرين گره شاخه تا غنچه)، طول و قطر جام گل استفاده شد. وزن تر ساقه گل‌دهنده با استفاده از ترازوي ديجيتالي، طول ساقه گل‌دهنده و طول دمگل با استفاده از خط‌كش و طول و قطر جام گل با استفاده از كوليس ديجيتالي اندازه‌گيري شد.

اندازه‌گيري شاخص هاي كيفي گل ورد در مرحله پس از برداشت

عمر گلجايي، ميزان جذب آب و ميزان تعرق انجام شده توسط گل هاي بريدني ورد در دوره عمر گلجايي از جمله شاخص هاي كيفي اندازه‌گيري شده در مرحله پس از برداشت بودند. به منظور اندازه‌گيري عمر گلجايي تعداد ٦ تا ۸ شاخه گل از هر تركيب آزمايشي به طور تصادفي انتخاب شد. سپس طول ساقه‌هاي گل در زير آب به ٤۰ سانتي متر كاهش داده شده و همه برگ ها به جز سه برگ بالايي چيده شدند. در اين مرحله وزن تر ساقه گل‌دهنده اندازه‌گيري شد. به دنبال آن هر شاخه گل داخل يك گلدان ٤۰۰ ميلي‌ليتري حاوي آب مقطر قرار داده شده و به يك محيط كنترل شده با دماي ۱±۲۰ درجه سلسيوس و رطوبت نسبي ۵±۷۰% زير نور فلورسنت با شدت ۱۵ ميكرومول بر متر مربع بر ثانيه به مدت ۱۲ ساعت در روز منتقل گرديد. سپس وزن تر گل هاي بريدني به صورت روزانه اندازه‌گيري شد. عمر پس از برداشت گل ها بر حسب تعداد روزهاي پس از برداشت تا زماني كه وزن تر گل ها به كمتر از ۹۵% وزن آن در روز اول پس از برداشت رسيده باشد، محاسبه گرديد (۸). براي اندازه‌گيري ميزان جذب آب و ميزان تعرق انجام شده توسط گل هاي بريدني ورد در دوره پس از برداشت از اطلاعات به دست آمده براي اندازه‌گيري عمر گلجايي در ۱۲ روز متوالي پس از برداشت استفاده شد. در نهايت ميزان جذب آب و ميزان تعرق براي هر گل با استفاده از روابط زير محاسبه شد (۹).

ميزان تبخير آب – (وزن ثانويه گل – وزن اوليه گل) = ميزان جذب آب توسط گل

(وزن ثانويه گل - وزن اوليه گل) - ميزان جذب آب توسط گل= ميزان تعرق

در اين روابط، منظور از عبارت هاي اوليه و ثانويه، وزن گل در دو روز پي در پي بوده است. همچنين ميزان تبخير آب از طريق گلدان هاي حاوي آب مقطر بدون گل اندازه‌گيري شد. نتايج به دست آمده با استفاده از نرم افزار ساس (SAS) تجزيه و تحليل آماري گرديده و براي مقايسه و كلاسه‌بندي ميانگين‌ها از آزمون حداقل تفاوت معني‌دار (LSD) استفاده شد.

نتايج و بحث

تاثير سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم بر كيفيت گل ورد در هنگام برداشت

هيچ يک از شاخص هاي كمي گل ورد از قبيل وزن تر و طول ساقه گل‌دهنده، طول دمگل، طول و قطر جام گل در هر دو مرحله برداشت تحت تاثير كاربرد سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي و همچنين برهمكنش آن ها قرار نگرفتند (نتايج ارائه نشده است). به نظر مي‌رسد تحرک بالاي پتاسيم در آوند آبكش منجر به عدم واكنش شاخص هاي كيفي گل ورد نسبت به كاربرد پتاسيم شده است. پتاسيم در سرتاسر طول ريشه جذب شده و از طريق آوند آبكش قادر است به تمامي قسمت هاي مختلف گياه رفته و در نهايت به ريشه بازگردد (۱۱). عدم پاسخ شاخص هاي كيفي نسبت به كاربرد پتاسيم در پژوهش هاي صورت گرفته در گل ورد (۱۹) و فلفل (۱۵) نيز گزارش شده است. بر اساس پژوهش هاي انجام شده تنها غلظت هاي زير يك ميلي‌مولار كلسيم در محلول غذايي منجر به بروز عوارض و ناهنجاري هاي ناشي از كمبود آن در گل ورد شده است (۳). از آنجايي كه در اين پژوهش غلظت كلسيم در تمامي محلول هاي غذايي بيش از يك ميلي‌مولار بود بنابراين اين عدم واكنش منطقي به‌نظر مي‌رسد.

تاثير سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم بر كيفيت گل ورد در دوره پس از برداشت

شاخص هاي كيفي گل ورد در دوره پس از برداشت، وزن تر اوليه گل ها در تاثير معني‌دار كاربرد سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم قرار نگرفت (جدول ۱). گرچه افزايش ميزان پتاسيم در محلول غذايي از ۱ به ۵ ميلي‌مولار تاثيري بر وزن تر نهايي گل ها در پايان روز دوازدهم پس از برداشت نداشت، اما با افزايش بيشتر پتاسيم در محلول غذايي از ۵ به ۱۰ ميلي‌مولار وزن تر نهايي گل ها به طور معني‌داري در سطح آماري ۵% كاهش يافت. در اين ميان نتايج حاصل از اندازه‌گيري غلظت پتاسيم در قسمت‌هاي مختلف گل ورد (جدول ۲) نشان داد افزايش ميزان پتاسيم در محلول غذايي منجر به افزايش غلظت پتاسيم برگ ها شده كه اين امر به احتمال منجر به ايجاد اختلال در واكنش هاي ياخته اي پتاسيم در سطح ۱۰ ميلي‌مولار پتاسيم شده است. از آنجايي كه پتاسيم در باز و بسته كردن روزنه‌ها نقش اساسي دارد بنابراين سطح مطلوبي از آن در داخل گياه براي كاركرد طبيعي روزنه‌ها ضروري است (۱۱). بنابراين به نظر مي‌رسد با افزايش بيش از حد پتاسيم برگ ها عملكرد طبيعي روزنه‌ها دچار اختلال شده است. اين اختلال به خوبي در منحني‌هاي ميزان جذب آب و همچنين ميزان تعرق گل هاي بريدني ورد در دوره پس از برداشت نشان داده شده است (شكل‌هاي ۱ و ۲).

بر اساس شكل ۱ سطوح ۱ و ۵ ميلي‌مولار پتاسيم تاثيري بر ميزان آب جذب شده توسط گل هاي بريدني ورد تا پايان روز دوازدهم پس از برداشت نداشتند. اما با كاربرد ۱۰ ميلي‌مولار پتاسيم در محلول غذايي، ميزان جذب آب از روز نهم پس از برداشت دچار كاهش معني‌دار شد و اين كاهش تا پايان روز دوازدهم پس از برداشت نيز ادامه يافت. به عبارت ديگر در سطح ۱۰ ميلي‌مولار پتاسيم، گل هاي بريدني ورد از روز نهم ميزان آب كمتري در مقايسه با سطوح ۱ و ۵ ميلي‌مولار پتاسيم جذب كردند.

جدول ۱- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم در محلول غذایي بر شاخص هاي کمي گل هاي ورد در دوره پس از برداشت.

Table 1. Effects of different potassium and calcium levels in nutrient solution on the postharvest quality indices of rose flowers.

غلظت پتاسیم (میلي مولار) Potassium concentration (mM)	وزن تر اولیه (گرم) Initial fresh weight (g)	وزن تر نهایي (گرم) Final fresh weight (g)	قطر گل (میلي متر) Flower diameter (mm)	عمر گلجایي (روز) Vase life (day)
1.0	17.73a†	18.22a	84.5b	11.0a
5.0	17.91a	18.13a	88.3a	11.1a
10.0	17.36a	16.94b	89.9a	9.2b
غلظت کلسیم (میلي مولار) Calcium concentration (mM)				
1.6	17.06a	17.10b	86.4a	9.4b
4.8	17.74a	18.13a	88.7a	11.3a

† Means in each column with the same letters are not statistically different at α =0.05 (LSD test).
† میانگین‌هاي با حروف مشابه در هر ستون داراي اختلاف معني‌دار در سطح ۵% نیستند (آزمون LSD).

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم در محلول غذایي بر غلظت پتاسیم و کلسیم در قسمت‌هاي مختلف گل ورد.

Table 2. Potassium and calcium concentrations in the different parts of rose flowers as affected by different potassium and calcium levels in nutrient solution.

	پتاسیم Potassium			کلسیم Calcium		
غلظت پتاسیم (میلي مولار) Potassium concentration (mM)	میلي گرم در گرم ماده خشک گیاهي (mg g^{-1} plant dry matter)					
	ساقه stem	برگ leaf	گلبرگ petal	ساقه stem	برگ leaf	گلبرگ petal
1.0	9.1c†	15.1c	13.4c	6.5a	13.0a	1.1a
5.0	12.0b	19.5b	16.9b	6.6a	9.9b	1.2a
10.0	15.5a	22.2a	18.3a	6.7a	8.9b	0.9b
غلظت کلسیم (میلي مولار) Calcium concentration (mM)						
1.6	13.1a	19.8a	17.2a	6.2b	9.8a	1.0b
4.8	11.3b	18.1b	15.2b	7.0a	11.3a	1.3a

† Means in each column with the same letters are not statistically different at α =0.05 (LSD test).
† میانگین‌هاي با حروف مشابه در هر ستون داراي اختلاف معني‌دار در سطح ۵% نیستند (آزمون LSD).

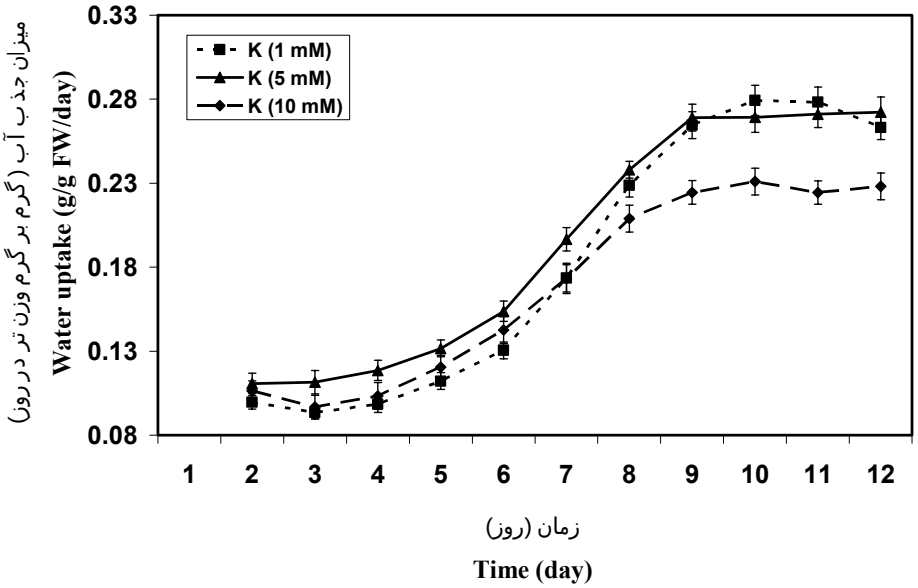

Fig. 1. Water uptake (± standard error) by cut rose flowers as influenced by different potassium levels in nutrient solution.

شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم در محلول غذایي بر میزان جذب آب (± خطاي استاندارد) توسط گل هاي بریـدني ورد در غلظت هاي مختلف پتاسیم در محلول غذایي.

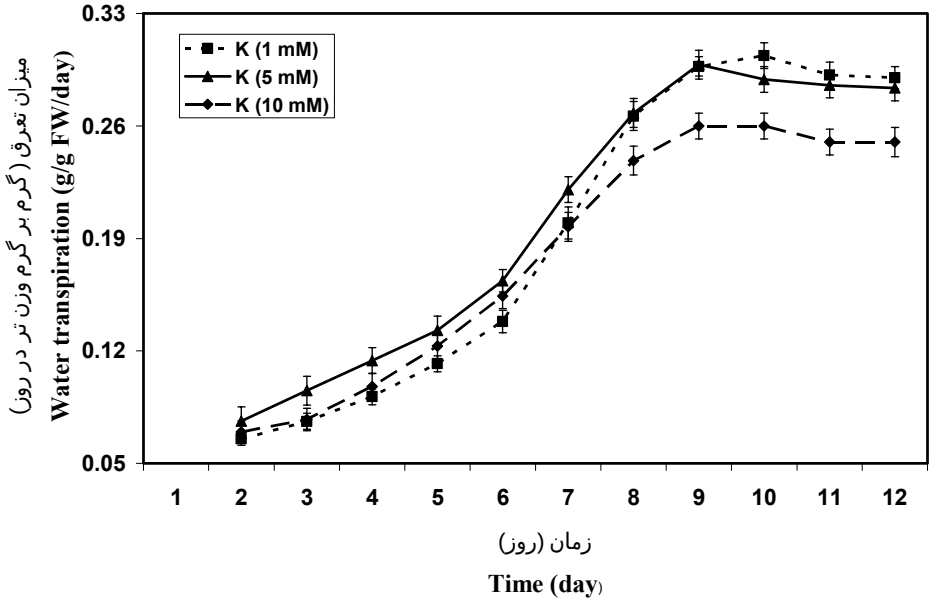

Fig. 2. Water transpiration (± standard error) by cut rose flowers as influenced by different potassium levels in nutrient solution.

شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم در محلول غذایي بر میزان تعرق آب (± خطاي استاندارد) گل هاي بریدني ورد در غلظت هاي مختلف پتاسیم در محلول غذایي.

مشابه همين تفاوت ها در منحني ميزان تعرق گل هاي بريدني ورد نيز ديده شد. بر اساس شكل ٢ سطوح ١ و ٥ ميلي‌مولار پتاسيم تاثيري بر ميزان تعرق گل هاي بريدني ورد در طول دوره پس از برداشت نداشتند. اما كاربرد پتاسيم در محلول غذايي به ميزان ١٠ ميلي‌مولار منجر به كاهش معني‌دار ميزان تعرق از روز هشتم به بعد شد. بنابراين مي‌توان چنين نتيجه‌گيري كرد كه كاهش ميزان جذب و تعرق آب در گل هاي بريدني ورد در نتيجه افزايش ميزان پتاسيم در محلول غذايي از ٥ به ١٠ ميلي‌مولار نشان دهنده كاركرد غير طبيعي روزنه‌ها مي‌باشد. در اين ميان نتايج به دست آمده از محاسبه توازن آب (حاصل جمع ميزان آب جذب شده و ميزان آب از دست رفته در نتيجه فرايند تعرق) در دوره پس از برداشت گل هاي ورد نشان داد كاربرد پتاسيم به ميزان ١٠ ميلي‌مولار منجر به توازن منفي‌تر آب نسبت به سطوح ١ و ٥ ميلي‌مولار پتاسيم شده است. به طوري كه توازن آب در گل هاي ورد در سطوح ١، ٥ و ١٠ ميلي‌مولار پتاسيم به ترتيب ٠/٠٩- ، ٠/٠٨- و ٠/١٢- گرم به ازاي هر گرم وزن تر ساقه گل‌دهنده بود. اين اختلاف در توازن آب در گل هاي بريدني ورد در نهايت منجر به كاهش وزن تر نهايي گل ها در سطح ١٠ ميلي‌مولار پتاسيم نسبت به سطوح ديگر آن شد (جدول ١). گرچه تاثير كاربرد سطوح بالاي پتاسيم در محلول هاي غذايي مورد استفاده براي پرورش گل ورد بر روابط آبي گل هاي شاخه بريدني در پژوهش هاي انجام شده مورد بررسي قرار نگرفته است اما ديگر پژوهش هاي انجام شده بيانگر اين مطلب است كه با افزايش بيش از حد پتاسيم در محلول هاي غذايي از شاخص هاي كيفي گل ورد شاخه بريدني به ويژه عمر گلجايي به طور معني‌داري كاسته شده (١٩) كه به احتمال اين امر متاثر از روابط آبي آن ها بوده است. به هر حال نتايج اين پژوهش نشان مي‌دهد روابط آبي گل هاي بريدني ورد در طي دوره پس از برداشت تحت تاثير تغذيه آن ها در دوره رشد قرار مي‌گيرد كه اين امر ضرورت توجه به تغذيه متعادل گل ورد را مي‌طلبد.

افزايش ميزان كلسيم در محلول غذايي از ١/٦ به ٤/٨ ميلي‌مولار ضمن افزايش غلظت كلسيم در قسمت هاي هوايي گل ورد و به ويژه برگ (جدول ٢) منجر به افزايش معني‌دار ميزان جذب آب و ميزان تعرق گل هاي بريدني ورد از روز نهم پس از برداشت شد (شكل‌هاي ٣ و ٤). نتايج حاصل از محاسبه توازن آب در گل هاي بريدني ورد نشان داد كاربرد ٤/٨ ميلي‌مولار كلسيم با توازن ٠/٠٤- گرم به ازاي هر گرم وزن تر ساقه گل‌دهنده منجر به بهبود كارايي مصرف آب در مقايسه با سطح ١/٦ ميلي مولار كلسيم با توازن آب ٠/٠٩- گرم به ازاي هر گرم وزن تر ساقه گل‌دهنده شده است. اين مسئله نشان دهنده رفتار طبيعي روزنه‌ها در صورت تامين سطح مطلوب كلسيم مورد نياز آن ها بود كه در نهايت منجر به افزايش معني‌دار وزن تر نهايي گل هاي ورد در سطح ٤/٨ ميلي مولار كلسيم نسبت به سطح ١/٦ ميلي مولار آن شد (جدول ١). بر اساس پژوهش هاي انجام شده كاربرد كلسيم در محلول هاي غذايي با ايجاد تاخير در كاهش وزن تر گل ها در دوره پس از برداشت منجر به بهبود كيفيت پس از برداشت گل بريدني ورد شده است (١٩) كه نتايج اين پژوهش با آن ها مطابقت دارد.

افزايش ميزان پتاسيم در محلول غذايي منجر به افزايش معني‌دار قطر گل ها در پايان دوره عمر گلجايي شد. اما تفاوت معني‌داري بين سطوح ٥ و ١٠ ميلي‌مولار پتاسيم ديده نشد. با اين وجود افزايش ميزان كلسيم در محلول غذايي تاثيري بر قطر گل ها در پايان دوره عمر گلجايي نداشت (جدول ١). تاثير مثبت پتاسيم در افزايش قطر گل در پژوهش هاي بني جمالي و همكاران (٢) در گل جعفري نيز گزارش شده است.

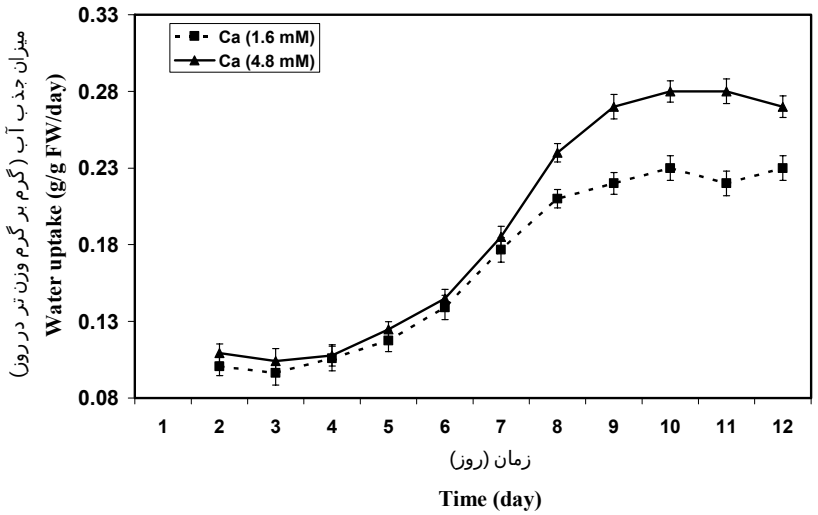

Fig. 3. Water uptake (± standard error) by cut rose flowers as influenced by different calcium levels in nutrient solution.

شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف کلسیم در محلول غذایي بر میزان جذب آب (± خطاي استاندارد) توسط گل هاي بریدني ورد در غلظت هاي مختلف پتاسیم در محلول غذایي.

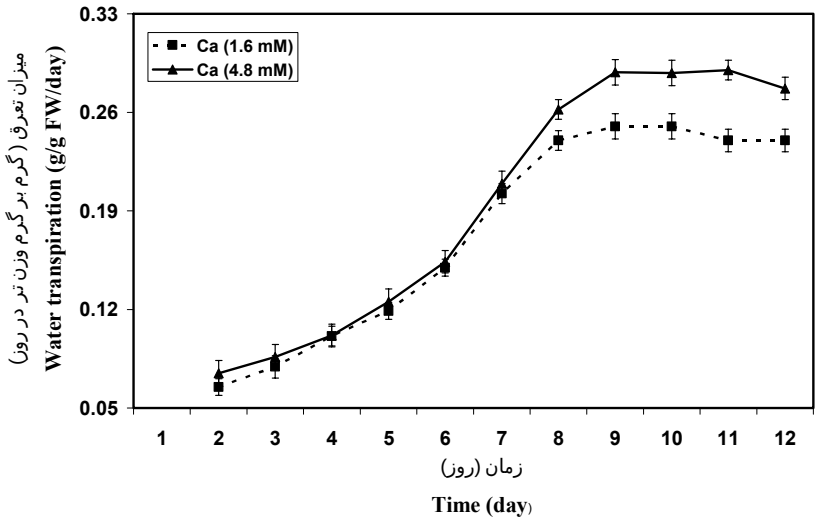

Fig. 4. Water transpiration (± standard error) by cut rose flowers as influenced by different calcium levels in nutrient solution.

شکل ٤- تاثیر سطوح مختلف کلسیم در محلول غذایي بر میزان تعرق آب (± خطاي استاندارد) گل هاي بریدني ورد در غلظت هاي مختلف پتاسیم در محلول غذایي.

عمر گلجايي يكي از مهمترين و بارزترين شاخص هاي كيفي گل هاي بريدني مي‌باشد (۹) كه از لحاظ مصـرف كننده داراي اهميت فراواني است. نشانه عمومي و قابل مشاهده پيـري در گلبـرگ هـاي گـل ورد از بـين رفـتن آمـاس ياخته اي است كه منجر به كاهش وزن تر آن ها مي‌گردد (۱۸). در اين پژوهش افزايش ميزان پتاسيم در محلول غـذايي از ۱ تا ۵ ميلي‌مولار تاثيري بر عمر گلجايي گل هاي بريدني ورد نداشت. اما كاربرد پتاسيم در محلول غذايي به ميـزان ۱۰ ميلي‌مولار منجر به كاهش عمر گلجايي در سطح ۵% آماري شد (جدول ۱). بـه نظـر مـي‌رسـد تـاثير منفـي كـاربرد مقادير زياد پتاسيم در محلول غذايي بر كاركرد طبيعي روزنه‌ها كه با هـدر رفـت بيشـتر آب از گـل هـاي بريـدني ورد همراه بود در نهايت منجر به كاهش وزن تر و عمر گلجايي گل هاي ورد به ميـزان ۱/۸ روز در سـطح ۱۰ ميلـي‌مـولار پتاسيم نسبت به سطح ۱ ميلي‌مولار آن شده باشد. دليل اين امـر افـزايش معنـي‌دار غلظـت پتاسـيم و كـاهش معنـي‌دار غلظت كلسيم برگ ها بود (جدول ۲). بر اساس پژوهش هاي انجام شده استفاده از مقادير زياد پتاسيم منجر به كـاهش نسبت كلسيم به پتاسيم در بافت هاي گل ورد شده كه اين مسئله منجر به كاهش عمر گلجايي گـل هـا شـده اسـت (۱۳، ۱۹). بنابراين به نظر مي‌رسد افزون بر كلسيم عنصر پتاسيم نيز بر عمر گلجايي گـل هـاي ورد تـاثير زيـادي داشـته و استفاده از مقادير زياد اين عنصر منجر به تسريع روند پيري در گل هاي ورد مي‌شود.

افزايش غلظت كلسيم در محلول غذايي از ۱/٦ به ٤/۸ ميلي‌مولار منجر به افزايش عمر گلجايي گل هاي بريـدني ورد به ميزان ۱/۹ روز شد كه اين افزايش در سـطح ۵% آمـاري معنـي‌دار بـود (جـدول ۱). افـزايش غلظـت كلسـيم در قسمت هاي هوايي گل ورد و به ويژه برگ ها مي‌تواند دليل اين امر باشد (جدول ۲). پژوهش هاي اخير نشان مـي‌دهـد افزايش غلظت كلسيم در محلول غذايي به طور معني‌داري منجر به افزايش عمر گلجايي گل هاي ورد شده است (٦، ۱۲، ١٤، ١٦، ۱۸). فرايند پيري در گل هاي ورد به وسـيله پـروتئين‌هـا و فسـفوليپيدهاي غشـاي ياختـه اي، اتـيلن و فعاليـت پمپ هاي ATPase كنترل مي‌شود كه تمامي اين عوامل در تاثير كلسيم قرار دارند (۱۸). بر اسـاس نتـايج ايـن پـژوهش كلسيم نقش مهمي در عمر گلجايي گل ورد به واسطه تعويق انداختن فرايند پيري و به دنبال آن بهبود كيفيـت نگهـداري گل دارد كه اين امر همسان با نتايج پژوهش هاي انجام شده مي‌باشد.

بر اساس نتايج اين پژوهش اگرچه كاربرد سطوح مختلف پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي بر شـاخص هـاي كيفي گل ورد در هنگام برداشت تاثيري نداشت اما منجر به ظهور برخي تفاوت ها در شاخص هاي كيفي گـل در دوره پس از برداشت شد. كاهش معني‌دار برخي شاخص هاي كيفي گل در دوره پس از برداشت در نتيجـه مصـرف مقـادير بالاي پتاسيم حاكي از عدم تعادل در غلظت عناصر غذايي پتاسيم و كلسيم در قسمت هاي مختلف گل ورد بود. افزايش عمر گلجايي گل هاي بريدني ورد در نتيجه افزايش ميزان كلسيم محلول غذايي در ارتباط بـا افـزايش ميـزان كلسـيم و كاهش غلظت پتاسيم در برگ ها و گلبرگ هاي ورد بود. اين امر نتايج پژوهش هاي انجام شـده مبنـي بـر تـاثير مثبـت كلسيم بر عمر گلجايي و بهبود ويژگي هاي پس از برداشت گل ورد را به خوبي تاييد مي‌كند. بر اين اساس كلسيم و به احتمال پتاسيم نقش مهمي در بهبود عمر گلجايي وردهاي شاخه بريدني دارند. نتايج ايـن پـژوهش نشـان مـي‌دهـد بـه ترتيب استفاده از مقادير ۱ و ٤/۸ ميلي مولار پتاسيم و كلسيم در محلول غذايي مي‌تواند ضمن ايجاد تعـادل در غلظـت عناصر غذايي گل ورد به عنوان يكي از راهكارهاي كاربردي به منظور بهبود كيفيت پـس از برداشـت وردهـاي شـاخه بريدني مطرح باشد.

منابع REFERENCES

۱. امامي، ع. ۱۳۷۵. روشهاي تجزيه گياه. نشريه فني شماره ۹۸۲، انتشارات موسسه تحقيقات خاك و آب، تهران، ايران، ۲۰۲ ص.

۲. بني جمالي، س. م.، ع. ضيائيان و م. ج. ملكوتي. ۱۳۸۰. بررسي اثرات مقادير و منابع مختلف پتاسيم بر عملكرد و كيفيت گل جعفري. چكيده مقالات دومين سمينار علمي كاربردي گل و گياهان زينتي ايران، مهرماه ۱۳۸۲، محلات، ايران.

3. Bar-Tal, A., R. Baas, R. Ganmore-Neumann, A. Dik, N. Marissen, A. Silber, S. Davidov, A. Hazan, B. Kirshner and Y. Elad. 2001. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the petal. Agronomie 21:393-402.
4. Dekreij, C., W. Voogt and R. Baas. 2003. Nutrient solutions and water quality for soilless cultures. Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables. The Netherlands.
5. Epstein, E. and A.J. Bloom. 2005. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 400 p.
6. Halevy, A.H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part II. Hort. Rev. 3:59-143.
7. Halevy, A.H., S. Torre, A. Borochov, R. Porat, S. Philosoph-Hadas, S. Meir, and H. Friedman. 2001. Calcium in regulation of postharvest life of flowers. Acta Hort. 543:345-351.
8. Harbinson, J., U.V. Meeteren and R.V. Rensen. 2005. The use of imaging of the efficiency of photosystem II electron transport to visualize the effect of dry storage on the photosynthesis and stomata closure of cut rose stems. Acta Hort. 669:57-62
9. Ichimura, K., K. Kojima and R. Goto. 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulfate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. Postharvest Biol. Technol. 15:33-40.
10. Lorenzo, H., M.C. Cid, J.M. Siverio, and M. Caballero. 2000. Influence of additional ammonium supply on some nutritional aspects in hydroponic rose plants. J. Agr. Sci. 134:421-425.
11. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press. New York. U.S.A.
12. Michalczuk, B., D.M. Goszczynska, R.M. Rudnicki, and A.H. Halevy. 1989. Calcium promotes longevity and bud opening in cut rose flowers. Isr. J. Bot. 38:209-215.
13. Mortensen, L.M., C.O. Ottosen, and H.R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K:Ca ratio on growth, morphology, flowering and keeping quality of pot roses. Sci. Hort. 90:131-141.
14. Nielsen, B., and K.R. Starkey. 1999. Influence of production factors on postharvest life of potted roses. Postharvest Biol. Technol. 16:157-167.
15. Sergio, J.C., S.M. Blankenship, D.C. Sanders and D.F. Ritchie. 1994. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. J. Plant Nutr. 17:1175-1191.
16. Starkey, R.K., and A.R. Pedersen. 1997. Increased levels of calcium in the nutrient solution improve the post-harvest life of potted rose. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:863-868.
17. Stassart, J.M., L. Neirinckx and R. Dejaegere. 1981. The interactions between mono-valent cations and Ca during their absorption on isolated cell walls and absorption by intact barley roots. Ann. Bot. 47:647-652.

18. Torre, S., A. Borochov, and A.H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Physiol. Plant. 107:214-219.
19. Torre, S., T. Fjeld, and H.R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. Sci. Hort. 90:291-304.
20. Williams, M.H., L. Andersen, K. Borch and L. Hoyer. 1995. Measuring post production quality in pot roses. Acta Hort. 424:187–189.
21. Woodson, W.R. and J.W. Boodley. 1982. Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:275-278.