

## تأثیر محلول پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم در بهبود رشد رویشی و زایشی درخت به رقم اصفهان

مهسا احمدی پور رق آبادی<sup>۱\*</sup>، زهرا پاک کیش<sup>۲</sup> و وحیدرضا صفاری<sup>۳</sup>

۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱)

### چکیده

امروزه از هورمون‌ها و عناصر غذایی به منظور بهبود رشد رویشی و زایشی در بسیاری از محصولات کشاورزی در جهان استفاده می‌شود. هدف از انجام این تحقیق، افزایش تشکیل میوه، وزن میوه و در نهایت افزایش عملکرد در راستای بهبود رشد رویشی با استفاده از تیمارهای پوترسین (۰، ۰/۰۱، ۰/۰۱ مولار) و نیترات پتاسیم (۰، ۲ و ۴ درصد) و همچنین اثرهای متقابل آنها روی درخت میوه به رقم اصفهان بوده است. بدین منظور محلول پاشی روی درختان طی دو مرحله نوک‌سبز و تمام گل به صورت یک آزمایش کرت‌های خردشده (اسپلیت) فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای پوترسین ۰/۰۱ مولار به تنهایی و همراه با نیترات پتاسیم ۴ درصد و ۲ درصد تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد تشکیل میوه، میانگین وزن میوه و عملکرد داشتند. تیمارهای پوترسین و نیترات پتاسیم سبب افزایش سطح برگ، شاخص سبزینه (کلروفیل) و افزایش طول شاخه سال جاری در مقایسه با شاهد شدند. بنا بر نتایج، تیمارهای پوترسین و نیترات پتاسیم با غلظت بالاتر و ترکیب همراه آنها در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده به عنوان بهترین تیمارها و محلول پاشی در مرحله نوک‌سبز به عنوان بهترین زمان کاربرد در این پژوهش معرفی شد.

**واژه‌های کلیدی:** سبزینه برگ، شاخص سطح برگ، طول شاخه، عملکرد، وزن میوه.

### مقدمه

متابولیسمی مانند نورساخت کاهش، و تنفس افزایش پیدا می‌کند، بنابراین سرعت رشد و نمو کاهش می‌یابد (Lester et al., 2005). نقش پتاسیم در بزرگ شدن یاخته و دیگر فرآیندهایی که با آماس یا تورم (تورژسانس) تنظیم می‌شوند، با غلظت پتاسیم در واکوئل‌ها ارتباط دارد. پتاسیم سبب جریان مواد قندی از برگ‌ها به دیگر اندام‌ها می‌شود و فعالیت آنزیم‌هایی که در تبادل هیدروکربن‌ها شرکت دارند، تشدید می‌کند، که این فرآیند سبب تجمع نشاسته و بالا رفتن فشار اسمزی یاخته‌ها می‌شود (Lester et al., 2010). پژوهش‌ها نشان داده‌اند کمبود پتاسیم از رشد اندام‌های زایشی جلوگیری

نیتروژن کافی برای رشد درخت، تأمین برگ، تشکیل گل و تشکیل میوه با اندازه مطلوب ضروری است و ترکیب همه این‌ها منجر به یک محصول خوب و عملکرد بالا می‌شود. بنا بر پژوهش‌های انجام شده کاربرد نیتروژن در درختان میوه سبب تحریک نمو گل و افزایش عملکرد می‌شود (Neilson et al., 2009). پتاسیم نیز از جمله عناصر مورد نیاز گیاه است که نقش مهمی در نورساخت (فتوسنتز) و انتقال کربوهیدرات‌ها دارد (Pettigrew, 2008). در گیاهانی که کمبود پتاسیم دارند، فرآیندهای مربوط به ATP (به عنوان انرژی سوخت‌وسازی یا

و خواص پاد میکروبی، شناخته شده است. در نتیجه ظرفیت بالایی برای استفاده از این محصول در صنایع غذایی و دارویی با سودمندی‌های شایان توجهی برای سلامت انسان وجود دارد (Magalhaes *et al.*, 2009). با توجه به تأثیر مثبت نیتروژن، پتاسیم و پلی‌آمین‌ها در افزایش کیفیت، عملکرد میوه و افزایش رشد رویشی، تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف پوترسین و نیترات پتاسیم بر درخت میوه به رقم اصفهان به‌منظور بهبود رشد رویشی و زایشی و در نهایت افزایش عملکرد بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

پژوهش در سال ۱۳۹۱ در یک باغ تجاری واقع در ۶۰ کیلومتری استان کرمان روی درختان شش ساله به رقم اصفهان با فاصله‌های کشت ۴ متر روی ردیف و ۶ متر بین ردیف مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای انجام شد. به‌منظور دقت بیشتر و به کمینه رساندن خطا، تا حد امکان درختانی که از نظر توان رشد و اندازه یکنواخت بودند انتخاب و در هر درخت دو شاخه در دو جهت شمالی و جنوبی به‌منظور اعمال تیمارها، نشانه‌گذاری شد و سپس محلول‌پاشی توسط تیمارها شامل نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۰،۲ درصد و ۰،۴ درصد، پوترسین با غلظت‌های ۰،۰۰۱/۰ مولار و ۰،۰۱/۰ مولار به تنهایی و همچنین اثرهای متقابل آن‌ها در دو مرحله نوک‌سبز و تمام گل به‌صورت یک آزمایش کرت‌های خردشده (اسپلیت) فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و چهار تکرار (در مجموع ۷۲ درخت) انجام شد. در آغاز شمار جوانه‌های شاخه‌های موردنظر در درختان انتخابی شمارش شده و آنگاه محلول‌پاشی در مرحله نوک‌سبزی جوانه روی درختان موردنظر (زمان نوک‌سبزی، ۳۶ درخت) صورت گرفت. پس از باز شدن حدود ۵۰ درصد گل‌ها، محلول‌پاشی دوم توسط تیمارهای موردنظر، روی درختانی جدا از درختان محلول‌پاشی شده در مرحله نوک‌سبز جوانه، (مرحله تمام گل، ۳۶ درخت) انجام شد. پس از انجام مراحل محلول‌پاشی، از شمار میوه‌چه‌های تشکیل شده در درختان در هر دو مرحله زمانی (نوک‌سبز و تمام گل)، داده‌برداری شد.

کرده و باعث کاهش محصول می‌شود (Zhi-Yong *et al.*, 2009).

پلی‌آمین‌ها نیز پلی کاتیون‌های آلی با وزن مولکولی کم و با گروه‌های آلفاتیک هستند که به‌طور گسترده در همه موجودات زنده یافت می‌شوند و در یک محدوده گسترده‌ای از فرآیندهای سوخت‌وسازی در گیاهان شامل تقسیم یاخته‌ای، گل‌انگیزی و نمو اندام‌های زایشی، تشکیل، رشد و رسیدن میوه‌ها و واکنش به تنش‌های محیطی نقش دارند (Kaur-*et al.*, 2003). با توجه به نقش پلی‌آمین‌ها و عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم در بسیاری از فرآیندهای گیاه، به نظر می‌رسد استفاده از ترکیبات نیترات پتاسیم و پوترسین برای بالا بردن کیفیت و کمیت محصولات باغبانی می‌تواند به‌صورت تجاری توجه شود. در این رابطه پژوهش‌های چندی صورت گرفته است. گزارش شده است که، محلول‌پاشی توسط نیترات پتاسیم در طول مراحل رشد و نمو میوه آلو، کمبود اولیه پتاسیم را جبران کرده و عملکرد را به ازای هر درخت افزایش داده است (Southwick & Olson, 1996). همچنین استفاده از محلول‌پاشی نیترات پتاسیم ۴ درصد در دو مرحله تشکیل میوه و سخت شدن هسته در زیتون، سبب افزایش شمار شاخه جدید، شمار برگ در شاخه و افزایش عملکرد شد (Hegazi *et al.*, 2011). در رابطه با نقش پلی‌آمین‌ها در تولید محصول، گزارش شده کاربرد پلی‌آمین پوترسین با غلظت ۱ میلی‌مولار در گلابی آسیایی پیش از انجام گرده‌افشانی، سبب افزایش سرعت جوانه زدن دانه گرده و رشد آن درون خامه گل‌ها و در نهایت افزایش تشکیل میوه و افزایش عملکرد شد (Franco-Mora *et al.*, 2005).

به، با نام علمی *Cydonia oblonga* از جمله میوه‌های مناطق معتدله و متعلق به خانواده وردسانان (Rosaceae) است (Silva *et al.*, 2005). ایران با سطح زیر کشت ۴۹۳۷ هکتار و تولید بیش از ۳۵۴۳۰ تن، یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده "به" در جهان به شمار می‌آید (FAO, 2011). میوه به، به عنوان یک منبع مهم ارتقادهنده سلامت در برنامه غذایی انسان، به دلیل داشتن ترکیبات پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی)

قسمت میانی شاخه‌ها انتخاب و قرائت از سه ناحیه مختلف برگ و نزدیک به لبه برگ، صورت گرفت و میانگین آن‌ها ثبت شد و عدد به دست آمده بر حسب SPAD Value گزارش شد.

### تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و مقایسه میانگین اثرهای متقابل توسط نرم افزار MSTATC انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تأثیر پوترسین و نیترات پتاسیم بر درصد گلدهی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثرگذاری ساده زمان بسیار معنی دار بود (جدول ۱)، در حقیقت محلول پاشی درختان توسط تیمارهای پوترسین و نیترات پتاسیم در زمان نوک سبز جوانه‌ها سبب کاهش گلدهی به میزان ۱۰ درصد نسبت به درختانی که توسط تیمارهای یاد شده محلول پاشی صورت نگرفته بود یعنی درختان مربوط به زمان دوم محلول پاشی (مرحله تمام گل) و درختان شاهد شد. همچنین اثرهای متقابل پوترسین و نیترات پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود، بدین ترتیب در مرحله نوک سبزی، بالاترین درصد گلدهی مربوط به تیمار نیترات پتاسیم با غلظت ۴ درصد و کمترین میزان گلدهی مربوط به تیمار پوترسین با غلظت ۰/۰۱ مولار بود (شکل ۱). در واقع درصد گلدهی در درختان مربوط به زمان تمام گل متأثر از کاربرد تیمارهای یاد شده نیست زیرا محلول پاشی در این مرحله پس از تشکیل حدود ۵۰ درصد گل‌ها صورت گرفته است. در واقع محلول پاشی در مرحله نوک سبز جوانه روی درختان نشانه گذاری شده مربوط به این زمان، سبب تشکیل گل‌های کمتری نسبت به دیگر درختان (درختان نشانه گذاری شده مربوط به زمان تمام گل که فقط محلول پاشی در مرحله تمام گل رویشان صورت گرفته و درختان شاهد که هیچ گونه محلول پاشی رویشان انجام نشده) شد.

درصد گلدهی نسبت به کل جوانه‌های تشکیل شده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$= \text{درصد گلدهی} = \frac{\text{شمار گل‌های تشکیل شده در مرحله تمام گل}}{\text{شمار کل جوانه‌ها}} \times 100$$

برای تعیین درصد تشکیل میوه، پس از تشکیل میوه‌ها، شمار آن‌ها شمارش و نسبت به گل‌های تشکیل شده، از فرمول زیر محاسبه شد (Hassan et al., 2010):

$$= \text{درصد تشکیل میوه} = \frac{\text{شمار میوه‌چه‌های تشکیل شده در طول فاصله معین}}{\text{شمار گل‌ها}} \times 100$$

پس از برداشت میوه‌ها میانگین وزن و در نهایت عملکرد میوه در شاخه محاسبه شد (Ramzy et al., 2011):

$$= \text{عملکرد} = \frac{\text{شمار میوه‌های تشکیل شده در هر شاخه} \times \text{میانگین وزن میوه‌ها}}$$

پس از ریزش برگ‌ها در پاییز، به منظور تعیین طول شاخه سال جاری، شمار ده عدد شاخه با استفاده از خط کش اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطح برگ شمار پنجاه عدد برگ به طور تصادفی از قسمت میانی شاخه‌ها در تابستان انتخاب شد آنگاه با استفاده از نرم افزار SAS رابطه بین مساحت برگ با هر کدام از فراسنجه (پارامتر) های طول، عرض و طول در عرض محاسبه و معادله‌ای که ضریب تبیین ( $R^2$ ) بالاتری داشت مشخص شد، در نهایت شمار بیست عدد برگ از هر تیمار در هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و از معادله مربوط برای تعیین سطح برگ استفاده شد (Ahmed and Morsy, 1999).

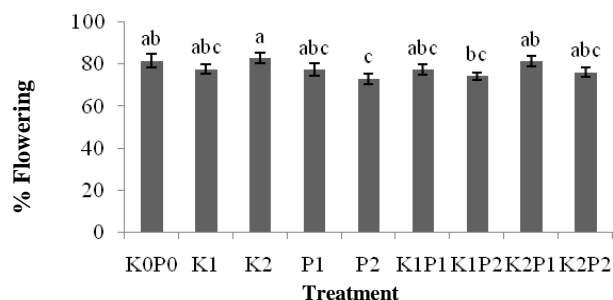
$$Y = 3.52938 + 0.713X$$

$$Y(\text{cm}^2) = \text{سطح برگ}$$

$$X(\text{cm}^2) = \text{عرض}(\text{cm}) \times \text{طول}(\text{cm})$$

$$R^2 = 0.903$$

برای تعیین شاخص سبزینه (کلروفیل) از دستگاه سبزینه سنج (مدل SPAD-502, Konica Minolta ساخت کشور ژاپن)، استفاده شد. با استفاده از این دستگاه امکان اندازه گیری سبزینه برگ بدون تخریب آن وجود دارد. بدین ترتیب شمار بیست عدد برگ از



شکل ۱. تأثیر محلول پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم در مرحله نوک سبز جوانه بر درصد گلدهی درخت به " رقم اصفهان ". ستون‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری دارند. K0P0: شاهد، K1: نیترات پتاسیم ۲ درصد، K2: نیترات پتاسیم ۴ درصد، P1: پوترسین ۰/۰۰۱ مولار، P2: پوترسین ۰/۰۱ مولار.

Figure 1. Effects of foliar application of putrescine and potassium nitrate on the percent of flowering at the time of green tip in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree. Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. K0P0: Control, K1: Potassium nitrate 2%, K2: Potassium nitrate 4%, P1: Putrescine 0.001 Molar, P2: Putrescine 0.01 Molar, K1P1: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.001 Molar, K1P2: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.01 Molar, K2P1: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.001 Molar, K2P2: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.01 Molar.

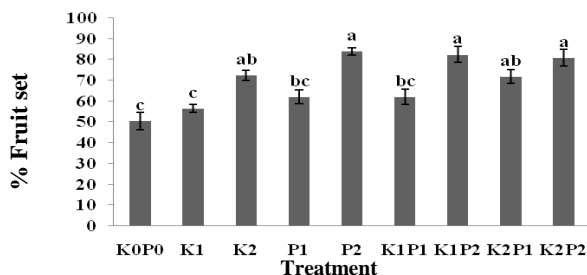
است و این میزان پس از عمل لقاح کاهش می‌یابد و پلی‌آمین‌ها در طول مرحله گلدهی نقش مهمی در ذخیره نیتروژن دارند (Pritsa & Demetios, 2005). همچنین در پژوهشی روی سیب با بررسی میزان پلی‌آمین‌های درونی و کاربرد رژیم‌های مختلف دمایی و رابطه آن‌ها با تشکیل جوانه گل، مشخص شد که با افزایش دما میزان پلی‌آمین‌ها کاهش و تشکیل جوانه‌های گل افزایش می‌یابد، در مقایسه سطوح پوترسین، اسپرمیدین و اسپریمین مشخص شد که بین تشکیل جوانه گل و غلظت اسپرمین رابطه مثبت و با پوترسین و اسپرمیدین رابطه منفی وجود دارد (Zhu et al., 1999). با توجه به نتایج ضدونقیضی که وجود دارد، رابطه مستقیمی بین پلی‌آمین‌ها و تشکیل جوانه گل وجود ندارد. در واقع لازم است که تغییرپذیری پلی‌آمین‌ها در فرآیند گلدهی بررسی شده تا به نقش پلی‌آمین‌ها در تشکیل جوانه‌های گل پی برده شود.

تأثیر پوترسین و نیترات پتاسیم بر تشکیل میوه بیشترین میزان تشکیل میوه اولیه در درختان محلول پاشی شده با تیمارهای پوترسین با غلظت ۰/۰۱ مولار به تنهایی و پوترسین با غلظت ۰/۰۱ مولار همراه با نیترات پتاسیم ۲ درصد و ۴ درصد بود (شکل ۲). با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارها با زمان روی درصد میوه نهایی (زمان برداشت) معنی‌دار شد. به طوری که بیشترین میزان مربوط به تیمارهای

افزایش درصد گلدهی توسط محلول پاشی در مرحله نوک سبز با استفاده از تیمارهای نیترات پتاسیم را می‌توان به نقش پتاسیم در تحریک رشد درخت و همچنین افزایش جذب مواد غذایی و افزایش برخی فرآیندهای سوخت‌وسازی مانند جابه‌جایی کربوهیدرات‌ها نسبت داد (Hussein, 2008). جوانه گل "به" در انتهای یک شاخه کوتاه فصل جاری به صورت منفرد تشکیل می‌شود و تمایزیابی آن در بهار همان سال (سال جاری) پیش از مرحله باز شدن صورت می‌گیرد (Westwood, 1993). همچنین بررسی‌ها نشان داده است که گل‌انگیزی به توازن بین تنظیم‌کننده‌های رشد درونی بستگی دارد و در این فرآیند به نظر می‌رسد که پلی‌آمین‌ها با دیگر تنظیم‌کننده‌ها مانند جیبرلین و سایتوکینین همراه شوند (Russos et al., 2004). رابطه بین پلی‌آمین‌ها و ظهور جوانه گل، طی پژوهش‌های چندی به خوبی بررسی شده است. در پژوهشی که روی آلو صورت گرفت، جداسازی پلی‌آمین‌های درونی در مراحل مختلف گلدهی (گل‌های بسته، باز و گرده‌افشانی شده) نشان داد که میزان پلی‌آمین‌ها در تخمدان گل‌های باز بیشترین مقدار بود و پس از عمل گرده‌افشانی مقدارشان کاهش یافت (Diosa et al., 2006). در پژوهشی دیگر در میوه زیتون طی سال‌های پربار و کم‌بار مشخص شد که، تجمع اسپرمین و اسپرمیدین در تخمدان و برگ‌ها در طی سال‌های پربار نسبت به سال‌های کم‌بار بیشتر

نوک سبز به میزان ۵/۷ درصد نسبت به زمان تمام گل به میزان ۴/۱ درصد اختصاص دارد. بدین ترتیب محلول پاشی توسط تیمارهای پوترسین و نیترات پتاسیم در زمان نوک سبز سبب افزایش درصد میوه نهایی شد.

پوترسین با غلظت ۰/۰۱ مولار و ترکیب همراه آن با نیترات پتاسیم ۲ درصد مشاهده شد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین‌های اثرگذاری ساده زمان محلول پاشی (نوک سبز و تمام گل) نشان داد که بیشترین درصد میوه نهایی، به محلول پاشی در زمان



شکل ۲. تأثیر محلول پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم روی تشکیل میوه اولیه در درخت به رقم اصفهان. ستون‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری دارند. K0P0: شاهد، K1: نیترات پتاسیم ۲ درصد، K2: نیترات پتاسیم ۴ درصد، P1: پوترسین ۰/۰۱ مولار، P2: پوترسین ۰/۰۱ مولار.

Figure 2. Effects of foliar application of putrescine and potassium nitrate on the primary fruit set in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree. Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. K0P0: Control, K1: Potassium nitrate 2%, K2: Potassium nitrate 4%, P1: Putrescine 0.001 Molar, P2: Putrescine 0.01 Molar, K1P1: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.001 Molar, K1P2: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.01 Molar, K2P1: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.001 Molar, K2P2: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.01 Molar.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس و تأثیر سطوح مختلف پوترسین پتاسیم روی صفات اندازه‌گیری شده به

Table 1. Variance Analysis of Measured traits under effect of different levels of putrescine and potassium nitrate on measured characters of the quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree

SOV	df	Mean of Squares							
		Flowering (%)	Chlorophyll index	Yield	Mean of fruit weight	Percentage of terminal fruit	Percentage of primary fruit set	Leaf area	Shoot length
Time	1	2035.51**	3.92ns	3.13**	9172.98**	48.89**	225.51**	14.16*	2.6 <sup>ns</sup>
Error1	3	9.09	2.36	0.55	44.19	0.25	8.45	0.11	1.05
P	2	241.5**	37.95**	29.10**	20663.18**	77.23**	3308.70**	271.4**	40.56**
K	2	90.54**	90.45**	21.31**	24586.14**	18.40**	640.80**	1181.37**	209.39**
P×T	2	252.67**	2.81ns	2.54**	2585.21**	18.97**	238.58*	0.09 <sup>ns</sup>	1.37 <sup>ns</sup>
K×T	2	78.29*	5.55ns	1.85**	422.63ns	5.27**	217*	1.62 <sup>ns</sup>	0.97 <sup>ns</sup>
P×K	4	16.31 <sup>ns</sup>	10.03*	1**	1070.63*	3.02**	326.69**	21.47**	7.57*
P×K×T	4	29.75 <sup>ns</sup>	2.56ns	0.19ns	2308.26**	1.57**	24.56ns	3.71*	1.49 <sup>ns</sup>
Error2	48	25.58	4.99	0.149	299.74	0.47	59.31	1.27	47.1
CV	-	6.4	3.5	11.45	5	13.9	11.13	5	2.5

\*\*P<0.05, \*\*\*P<0.01 (According to the Duncans multiple range test). \*P<0.05 and P<0.01. ns: non significance. \* and \*\* معنی داری بر پایه آزمون دانکن با ترتیب در سطوح ۰/۰۱ و ۰/۰۵. P: putrescine, K: potassium nitrate, T: time.

جدول ۲. مقایسه میانگین درصد تشکیل میوه نهایی تحت تأثیر محلول پاشی سطوح مختلف پوترسین و نیترات پتاسیم در درخت به رقم اصفهان

Table 2. Comparison of the percentage of final fruit set under effect of foliar application of different levels of putrescine and potassium nitrate in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree

Treatment	% Fruit set		
	Time of spray		
	Green of bud	Full bloom	
0	0	2.43±0.1 <sup>k</sup>	2.06±0.1 <sup>k</sup>
	2	3.53±0.2 <sup>h-j</sup>	2.61±0.1 <sup>jk</sup>
	4	4.54±0.2 <sup>c-h</sup>	5.15±0.4 <sup>d-f</sup>
0.001	0	4.17±0.1 <sup>l-h</sup>	2.98±0.2 <sup>i-k</sup>
	2	5±0.4 <sup>et</sup>	3.72±0.4 <sup>u</sup>
	4	6.17±0.1 <sup>ed</sup>	5.42±0.2 <sup>c-e</sup>
0.01	0	9.38±0.4 <sup>a</sup>	4.15±0.2 <sup>l-h</sup>
	2	8.93±0.7 <sup>a</sup>	4.8±0.2 <sup>et</sup>
	4	7.89±0.3 <sup>b</sup>	6.33±0.1 <sup>e</sup>

\* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون آماری دانکن تفاوت معنی داری دارند. اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد. \* Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. Values are means ± S.E.

تشکیل میوه و شمار میوه در هر درخت شد (Ramzy et al., 2011).

#### تأثیر پوترسین و نیترات پتاسیم بر میانگین وزن و عملکرد میوه

اثرهای متقابل پوترسین و نیترات پتاسیم با زمان بر میانگین وزن میوه‌ها معنی‌دار بود (جدول 3) و در رابطه با عملکرد، اثر متقابل پوترسین و نیترات پتاسیم معنی‌دار ولی اثرهای متقابل تیمارها با زمان معنی‌دار نشد (شکل 3). در بین تیمارها بیشترین میانگین وزن میوه‌ها و عملکرد، مربوط به تیمار پوترسین 0/01 مولار همراه با نیترات پتاسیم 4 درصد بود (جدول 3 و شکل 3). بنابراین در این پژوهش ترکیب همراه غلظت‌های بالاتر پوترسین و نیترات پتاسیم بیشترین تأثیر را روی وزن میوه‌ها و در نهایت عملکرد داشته است. مقایسه بین اثرگذاری ساده زمان محلول‌پاشی (نوک‌سبز جوانه‌ها و تمام گل) نیز بیانگر بیشترین عملکرد در شاخه در نتیجه محلول‌پاشی در مرحله نوک‌سبز جوانه‌ها بوده است. مشخص شده کاربرد خاکی نیترات پتاسیم از اردیبهشت‌ماه تا مردادماه در درختان پسته سبب افزایش وزن و بالا بردن درصد خندانی و افزایش عملکرد شد (Zeng et al., 2001). همچنین در پژوهشی روی زیتون کاربرد نیترات پتاسیم 4 درصد در مرحله سخت شدن هسته، سبب افزایش وزن و در نهایت افزایش عملکرد شد (Hegazi et al., 2011).

یک بررسی نشان داده است کاربرد پلی‌آمین‌ها در انواع معمولی گوجه‌فرنگی نابکرار (غیرپارتنوکارپ) بدون انجام عمل‌گرده‌افشانی، سبب رشد تخمدان‌ها شده است (Fos et al., 2003). بنابراین نقش پلی‌آمین‌ها در القای توسعه میوه بدون گرده‌افشانی به اثبات می‌رسد. همچنین در پژوهشی روی رقم‌های مرکبات، با اندازه‌گیری میزان پلی‌آمین‌های درونی و دنبال کردن مسیر آن‌ها، نقش پلی‌آمین‌ها در تشکیل میوه بکرار و توسعه میوه‌چه‌ها گزارش شده است (Arias et al., 2005). کاربرد پوترسین در مرحله شکوفایی گل، در درختان گلابی رقم کومیس با افزایش رشد لوله‌گرده و افزایش دو روز طول عمر تخمک و دوره‌گرده‌افشانی مؤثر، سبب افزایش تشکیل میوه شد (Crisosto., 1988) و نتیجه‌گیری شد که: از آنجایی که پلی‌آمین‌ها از تولید اتیلن جلوگیری می‌کنند بدین ترتیب با به تأخیر انداختن شروع پیری، سبب افزایش دوره‌گرده‌افشانی مؤثر و در نتیجه افزایش تشکیل میوه و عملکرد شده‌اند. در رابطه با نقش نیترات پتاسیم بر تشکیل میوه، پژوهش‌ها نشان می‌دهند، استفاده از نیترات پتاسیم با غلظت 4 درصد در مرحله تمام گل روی پرتقال رقم واشنگتن ناول سبب افزایش شمار میوه در درخت شد (Abd El-Rahman et al., 2012). در واقع نیتروژن به همراه دیگر عناصر غذایی سبب تمایزیابی و نمو جوانه‌های گل می‌شود (Wargo et al., 2003). در بررسی دیگر روی میوه انبه، استفاده از نیترات پتاسیم 2 درصد در مرحله ظهور جوانه و تمام گل سبب افزایش

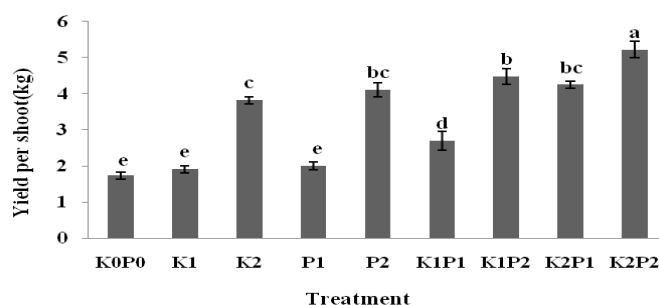
جدول 3. مقایسه میانگین وزن میوه در زمان برداشت تحت تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف پوترسین و نیترات پتاسیم در درخت به رقم اصفهان

Table 3. Comparison of the fruit weight in harvest time under effect of foliar application of different levels of putrescine and potassium nitrate in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree

Treatment		Weight average of fruit (g)	
Putrescine (M)	% Potassium nitrate	Time of spray	
		Green of bud	Full bloom
0	0	290±2.6 <sup>h*</sup>	291.8±5.2 <sup>h</sup>
	2	340±6.3 <sup>ef</sup>	323±5.9 <sup>fg</sup>
	4	372±4.2 <sup>d</sup>	385±5.1 <sup>b-d</sup>
0.001	0	359±7.2 <sup>de</sup>	300.9±3.3 <sup>gh</sup>
	2	377±9.1 <sup>cd</sup>	342.7±5.3 <sup>ef</sup>
	4	383.8±5.3 <sup>b-d</sup>	402.2±3.1 <sup>bc</sup>
0.01	0	380±3.8 <sup>cd</sup>	365.3±4.3 <sup>de</sup>
	2	410±4.1 <sup>b</sup>	370±4.5 <sup>d</sup>
	4	450±4.3 <sup>a</sup>	380.6±3.4 <sup>cd</sup>

\* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح 5 درصد آزمون آماری دانکن تفاوت معنی‌داری دارند. اعداد به صورت میانگین ± خطای استاندارد.

\* Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. Values are means ± S.E.



شکل ۳. تأثیر محلول پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم بر عملکرد (کیلوگرم) در شاخه، درخت به رقم اصفهان. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. ستون‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری دارند. K0P0: شاهد، K1: نیترات پتاسیم ۲ درصد، K2: نیترات پتاسیم ۴ درصد، P1: پوترسین ۰/۰۱ مولار، P2: پوترسین ۰/۰۱ مولار.

Figure 3. Effects of foliar application of putrescine and potassium nitrate on the yield(kg) per shoot in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree. Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. K0P0: Control, K1: Potassium nitrate 2%, K2: Potassium nitrate 4%, P1: Putrescine 0.001 Molar, P2: Putrescine 0.01 Molar, K1P1: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.001 Molar, K1P2: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.01 Molar, K2P1: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.001 Molar, K2P2: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.01 Molar.

نقش مهمی دارند و سطوح پلی‌آمین‌ها در طول مرحله تقسیم یاخته‌ای به میزان زیاد است. در نتیجه با توجه به نقش پلی‌آمین‌ها در تنظیم فرآیندهای مختلف رشد و نمو میوه، تأمین پلی‌آمین خارجی می‌تواند سبب بهبود تشکیل میوه، اندازه و افزایش عملکرد شود (Ziosi *et al.*, 2003). در پژوهشی استفاده از محلول پاشی پلی‌آمین‌ها روی میوه زردآلو سبب افزایش عملکرد، وزن میوه و حجم میوه‌ها شد (Enas *et al.*, 2010). مشخص شده که پلی‌آمین‌ها می‌توانند با مولکول‌های غیر یونی همانند DNA و RNA و پروتئین‌ها که در بسیاری از فرآیندهای درون گیاه شامل تقسیم و بزرگ شدن یاخته، توسعه و رشد میوه و رسیدن نقش دارند، مشارکت کنند (Liu *et al.*, 2006).

#### تأثیر پوترسین و نیترات پتاسیم بر سطح برگ، رشد شاخه سال جاری و شاخص سبزینه

با توجه به نتایج، تیمارهای پوترسین و نیترات پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش سطح برگ و میزان رشد شاخه فصل جاری و شاخص سبزینه نسبت به شاهد نشان دادند. به طوری که بیشترین سطح برگ و طول شاخه و شاخص سبزینه مربوط به تیمارهای نیترات پتاسیم با غلظت ۴ درصد همراه با پوترسین ۰/۰۱ مولار بوده است (جدول ۴، شکل‌های ۴ و ۵). افزایش رشد

در بسیاری از درختان میوه مانند پرتقال رقم واشنگتن ناول (Abd El-Rahman *et al.*, 2012)، پرتقال رقم والنسیا (Boman, 2001) و انبه (Ramzy *et al.*, 2011)، افزایش عملکرد نهایی میوه با محلول پاشی ترکیبات پتاسیم گزارش شده که می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم در فرآیندهای فیزیولوژیکی، زیستی و بیوشیمیایی چندی مانند، تحریک تقسیم و طویل شدن یاخته و همچنین زیست‌ساخت (بیوسنتز) و جابجا کردن مواد مغذی آلی باشد که برای رشد، تولید محصول و بهبود کیفیت میوه ضروری هستند (Lester *et al.*, 2010). با توجه به اینکه کربوهیدرات‌ها برای رشد و نمو میوه ضروری هستند، در این رابطه عنصر پتاسیم نقش مهمی در بارگیری و خالی کردن قندها در آوند آبکش، سرعت انتقال در آوند و خروج مواد به بافت ذخیره در گیاه دارد، کاربرد یک منبع پتاسیمی روی گیاهان به دلیل نقشی که پتاسیم روی تنظیم اسمزی و فشار آماس یا تورمی (تورژانس) دارد سبب افزایش ورود آب به درون یاخته‌ها و در نهایت افزایش اندازه یاخته و افزایش وزن میوه می‌شود (Mengel, 2002).

در طی پژوهشی با تجزیه و بررسی فعالیت آنزیم‌های زیست‌ساخت‌کننده پلی‌آمین‌ها در بافت میان‌بر (مزوکارپ) در طول مراحل رشد میوه هلو، مشخص شد که پلی‌آمین‌ها در رشد و رسیدن میوه

و در تازه نگه داشتن بافت‌های جوان و در رشد می‌رسیمی گیاه دخالت دارد (Hegazi *et al.*, 2011). در این رابطه پژوهش‌ها نیز گویای این حقیقت‌اند به‌طوری‌که، کاربرد محلول‌پاشی توسط نیترات پتاسیم ۱/۵ درصد روی توت‌فرنگی سبب افزایش رشد رویشی و افزایش سطح برگ شد (Eshghi *et al.*, 2012). در بررسی‌های انجام‌شده با افزایش تأمین نیتروژن هر دو نسبت سطح برگ به میوه و شمار یاخته‌ها و میانگین اندازه نهایی میوه افزایش یافت (Xia & Cheng, 2009). گزارش‌ها نشان می‌دهد در بسیاری از گیاهان زراعی کاربرد پتاسیم سبب افزایش میزان سبزینه برگ می‌شود (Obreza, 2003; Taber, 2006). همچنین کاربرد پتاسیم در سبب‌زمینی سبب افزایش میزان رشد (شمار برگ و شاخه) و غلظت سبزینه *a* شد (Dkhil *et al.*, 2011).

رویشی می‌تواند برای بالا رفتن ظرفیت نورساختی برگ و القای دسترسی بالاتر به آسمیلات‌های بیشتر و نقش عنصر پتاسیم در سوخت‌وسازی و برخی فرآیندهای موردنیاز برای تقویت و افزایش رشد و نمو رویشی باشد. افزون بر این بسیاری از بررسی‌های ثابت کرده‌اند که پتاسیم نقش مهمی در بسیاری فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله تقسیم و بزرگ شدن یاخته‌ای و سوخت‌وسازی کربوهیدرات‌ها و ترکیبات پروتئینی دارد (El-Bassiony, 2012). همچنین پتاسیم سامانه‌های آنزیمی چندی را فعال می‌کند که در تشکیل مواد آلی و در ساخت ترکیباتی از جمله نشاسته یا پروتئین دخالت دارند. افزایش در رشد رویشی و کیفیت میوه با نقش پتاسیم در انتقال قند و مواد مغذی در گیاه و فشار آماس در یاخته‌های گیاهی توصیف می‌شود. پتاسیم در بزرگ شدن یاخته

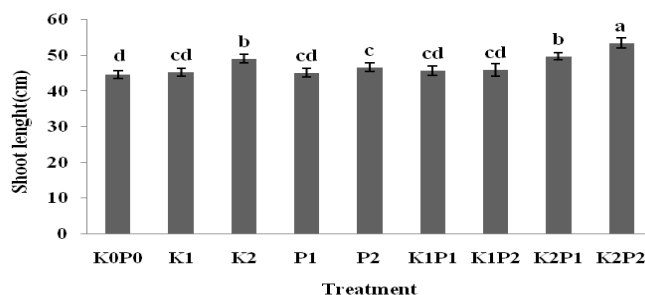
جدول ۴. مقایسه میانگین سطح برگ ( $\text{cm}^2$ ) تحت تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف پوترسین و نیترات پتاسیم در درخت به رقم اصفهان

Table 4. Comparison of the leaf area ( $\text{cm}^2$ ) under effect of foliar application of different levels of putrescine and potassium nitrate in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree.

Treatment		Leaf area ( $\text{cm}^2$ )	
Putrescine (M)	% Potassium nitrate	Time of spray	
		Green of bud	Full bloom
0	0	53.86±0.7 <sup>7</sup>	53.49±0.4 <sup>l</sup>
	2	59.12±0.5 <sup>h</sup>	56.12±0.3 <sup>i</sup>
	4	69.26±0.6 <sup>d</sup>	69.64±0.5 <sup>cd</sup>
0.001	0	56.49±0.4 <sup>i</sup>	56.12±0.3 <sup>i</sup>
	2	60.62±0.6 <sup>gh</sup>	59.12±0.5 <sup>h</sup>
	4	71.14±0.3 <sup>bc</sup>	70.77±0.4 <sup>b-d</sup>
0.01	0	63±0.5 <sup>f</sup>	61.37±0.5 <sup>g</sup>
	2	65.69±0.5 <sup>e</sup>	65.88±0.8 <sup>e</sup>
	4	73.11±0.5 <sup>a</sup>	71.89±0.4 <sup>ab</sup>

\* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون آماری دانکن تفاوت معنی‌داری دارند. اعداد به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد.

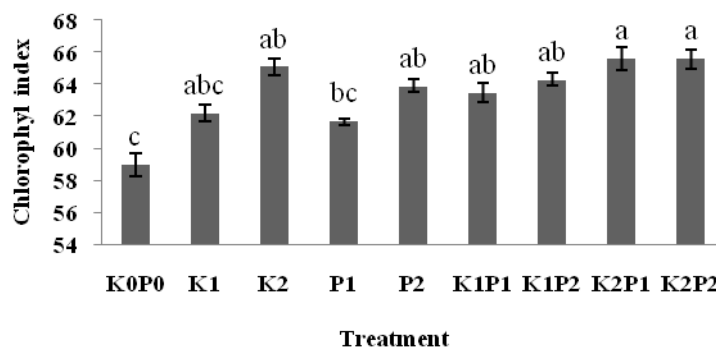
\* Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. Values are means ± S.E



شکل ۴. تأثیر محلول‌پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم بر رشد شاخه سال جاری (cm)، درخت به رقم اصفهان. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. K0P0: شاهد، K1: نیترات پتاسیم ۲ درصد، K2: نیترات پتاسیم ۴ درصد، P1: پوترسین ۰/۰۰۱ مولار، P2: پوترسین ۰/۰۱ مولار.

Figure 4. The effect of foliar application of putrescine and potassium nitrate on the shoot growth of current year in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree. Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. K0P0: Control, K1: Potassium nitrate 2%, K2: Potassium nitrate 4%, P1: Putrescine 0.001 Molar, P2: Putrescine 0.01 Molar, K1P1: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.001 Molar, K1P2: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.01 Molar, K2P1: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.001 Molar, K2P2: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.01 Molar.





شکل ۵. تأثیر محلول پاشی پوترسین و نیترات پتاسیم بر شاخص سبزینه برگ درخت به رقم اصفهان. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند. K0P0: شاهد، K1: نیترات پتاسیم ۲ درصد، K2: نیترات پتاسیم ۴ درصد، P1: پوترسین ۰/۰۱ مولار، P2: پوترسین ۰/۰۱ مولار.

Figure 5. Effects of foliar application of putrescine and potassium nitrate on the chlorophyll index of leaf in quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) tree. Means in each column having the different letter are significantly different at 5% level of probability using Duncan's test. K0P0: Control, K1: Potassium nitrate 2%, K2: Potassium nitrate 4%, P1: Putrescine 0.001 Molar, P2: Putrescine 0.01 Molar, K1P1: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.001 Molar, K1P2: Potassium nitrate 2% and Putrescine 0.01 Molar, K2P1: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.001 Molar, K2P2: Potassium nitrate 4% and Putrescine 0.01 Molar.

نتیجه‌گیری  
به‌طور کلی محلول پاشی با پوترسین و نیترات پتاسیم روی درختان به در دو مرحله نوک سبز جوانه و تمام گل، به جهت بهبود رشد رویشی در طول فصل رشد و به دنبال آن افزایش عملکرد مؤثر بوده است. زیرا افزایش عملکرد بدون توجه به افزایش رشد رویشی، می‌تواند منجر به ضعف تدریجی درخت شود. بنابراین با توجه به نتایج ناشی از این تحقیق، به نظر می‌رسد کاربرد این مواد به‌صورت تجاری به دلیل افزایش عملکرد و در نهایت افزایش سودآوری اقتصادی در درختان به و به‌احتمال در بسیاری از درختان باغبانی دیگر نیز توجه شود.

## REFERENCES

1. Abd El-Rahman, G. F., Hoda, M. M. & Ensherah, A. H. A. (2012). Effect of GA3 and potassium nitrate in different dates on fruit set, yield and splitting of Washington navel. *Nature Science*, 10(1), 148.
2. Ahmed, F. F. & Morsy, M. H. (1999). A new method for measuring leaf area in different fruit species. *Agricultural and Development*, 19, 97-105.
3. Arias, M., Carbonell, J. & Agusti, M. (2005). Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 162, 845-853.
4. Boman, B. J. (2001). Foliar nutrient sprays influence yield and size of 'Valencia' orange. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 114, 83-88.
5. Crisosto, C. H. (1988). Putrescine influences ovule senescence, fertilization time, and fruit set in 'Comice' pear. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 113(5), 708-712.
6. Diosa, P. D., Matillab, A. J. & Gallardo, M. (2006). Flower fertilization and fruit development prompt changes in free polyamines and ethylene in damson plum (*Prunus insititia* L.). *Journal of Plant Physiology*, 163, 86-97.
7. Dkhil, B. B., Denden, M. & Aboud, S. (2011). Foliar potassium fertilization and its effect on growth, yield and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions. *International Journal of Agricultural Research*, 6, 593-600.
8. El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Samad, E.H. & Riad, G.S. (2012). Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annum* L.) as effected by potassium fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 6(12), 722-729.
9. Enas, A. M. A., Sarrwy, S. M. A. & Hassan, H. S. A. (2010). Improving Canino apricot trees productivity by foliar spraying with polyamines. *Journal of Applied Science of Research*, 6(9), 1359-1365.
10. Eshghi, S., Safizadeh, M. R., Jamali, B. & Sarseifi, M. (2012). Influence of foliar application of Volk Oil, Dormex, gibberellic acid and potassium nitrate on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry cv. 'Merak'. *Journal of Biological and Environmental Science*, 6(16), 35-38.

11. Food and Agriculture Organization. (2011). *Biodiversity: Agricultural Biodiversity in FAO*. Retrieved March 9, 2011, from <http://www.Fao.org/biodiversity>.
12. Fos, M., Proano, K., Alabadi, D., Nuez, F., Carbonell, J. & Garcia Martinez, J. L. (2003). Polyamine metabolism is altered in unpollinated parthenocarpic pat-2 tomato ovaries. *Plant Physiology*, 131, 359-366.
13. Franco-Mora, O., Tanabe, K., Tamura, F. & Itali, A. (2005). Effects of putrescine application on fruit set in 'Housui' Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). *Scientia Horticulturae*, 104, 265-273.
14. Hassan, H. S. A., Sarrwt, S. M. A. & Mostafa, E. A. M. (2010). Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield and fruit quality of 'Hollywood' plum trees. *Agricultural Biology Journal of North America*, 1(4), 638-643.
15. Hegazi, E., Samira, S., Mohamed, M., El-Sonbaty, M. R., Abd El-Naby, S. K. M & El-Sharony, T. F. (2011). Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status, yield and fruit quality of olive cv. 'Picual'. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plant*, 3(3), 252-258.
16. Hussein, A. H. A. (2008). Response of 'Manzanillo' olive (*Olea europaea* L.) cultivar to irrigation regime and potassium fertigation under Tabouk conditions, Saudi Arabia. *Journal of Agronomy*, 7(4), 285-296.
17. Kaur-Sawhney, R., Tiburcio, A. F., Altabella, T. & Galston, W. (2003). Polyamines in plants. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 2, 1-12.
18. Lester, G. E., Jifon, J. L. & Rogers, G. (2005). Supplemental foliar potassium application during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid and  $\beta$ -carotene contents. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(4), 649-653.
19. Lester, G. E., Jifon, J. L. & Makus, D. J. (2010). Impact of potassium nutrition on post harvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant and Soil*, 335, 117-131.
20. Liu, J. H., Nada, K., Pang, Z. M., Honda, C., Kitashiba, H. & Moriguchi, T. (2006). Role of polyamines in peach fruit development and storage. *Tree Physiology*, 26, 791-798.
21. Magalhaes, A. S., Silva, M.B., Pereira, J. A., Andraade, P.B., Valentao, P. & Carvalho, M. (2009). Protective effect of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit against oxidative hemolysis of human erythrocytes. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1372-1377.
22. Mengel, K. (2002). Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae*, 594, 33-47.
23. Neilsen, G. H., Neilsen, D. & Herbert, I. (2009). Nitrogen fertigation concentration and timing of application affect nitrogen nutrition, yield, firmness, and color of apple grown at high density. *HortScience*, 44(5).
24. Obreza, T. A. (2003). Importance of potassium in a Florida citrus nutrition program. *Better Crops*, 87(1), 19-22.
25. Pettigrew, W. T. (2008). Potassium influence on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*, 133, 670-681.
26. Pritsa, T. S. & Demetios, G. V. (2005). Correlation of ovary and leaf spermidine and spermine content with the alternate bearing habit of olive. *Journal of Plant Physiology*, 162, 1284-1291.
27. Ramzy, G. S., Abd El-Wahob, S. M., Habashy, S. A. & Keleni, R. A. (2011). Productivity and fruit quality of three mango cultivars in relation to foliar sprays of calcium, zinc, boron or potassium. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 3(2), 91-98.
28. Russos, P.A., Pontikis, C.A. & Zoti, M.A. (2004). The role of free polyamines in the alternate bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis). *Trees*, 18, 61-69.
29. Silva, B. M., Andrade, P. B., Martins, R. C., Valentao, P., Ferreres, F., Seabra, R. M. & Ferreira, M. A. (2005). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit characterization using principal component analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 111-122.
30. Southwick, S. M. & Olson, W. (1996). Optimum timing of potassium nitrate spray applications to 'French' prune trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(2), 326-333.
31. Taber, H. G. (2006). Potassium application and leaf sufficiently level for fresh market tomatoes grown on a midwestern United States fine-textured soil. *HortTechnology*, 16(2), 247-252.
32. Wargo, M., James, A., Mervin, I. B. & Watkins, C. (2003). Fruit size, yield, and market value of 'Gold Rush' apple are affected by amount, timing and method of nitrogen fertilization. *Hort Technology*, 13(1), 153-161.
33. Westwood, M. N. (1993). *Temperate-Zone Pomology*. Timber Press. Pp219.
34. Xia, G. & Cheng, L. (2009). Effect of nitrogen supply on source- sink balance and fruit size of 'Gala' apple trees. *Journal of the American of Society for Horticulture Science*, 134(1), 126-133.
35. Zeng, D. Q., Brown, P. H. & Holtz, B. A. (2001). Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. *HortScience*, 36, 85-89.

36. Zhi-Yong, Z., Qing-Lian, W., Zhao-Hu, L., Liu-Sheng, D. & Xiao-Li, T. (2009). Effect of potassium deficiency on root growth of cotton seedlings and its physiological mechanisms. *Acta Agronomica Sinica*, 35(4), 718-723.
37. Zhu, L. H., Tromp, J., Van de Peppel, A. C. & Borsboom, O. (1999). Polyamines in buds of apple as affected by temperature and their relationship to bud development. *Scientia Horticulturae*, 82, 203-216.
38. Ziosi, V., Scaramagli, S., Bregoli, A. M., Biondi, S. & Torrigiani, P. (2003). Peach (*Prunus persica* L.) fruit growth and ripening: Transcript levels and activity of polyamine biosynthetic enzymes in the mesocarp. *Journal of Plant Physiology*, 160, 1109-1115.

## Effects of putrescine and potassium nitrate spray on improvement of vegetative and reproductive growth of quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) fruits

Mahsa Ahmadi Pour<sup>1\*</sup>, Zahra Pakkish<sup>2</sup> and Vahid Reza Saffari<sup>2</sup>

1, 2. Former M. Sc. Student and Assistant Professors, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

(Received: Jul. 17. 2014- Accepted: Jan. 21. 2014)

### ABSTRACT

Today, hormones and nutrients are used in order to improve vegetative and reproductive growth of many agricultural products in the world. The purpose of this study, was to increase fruit set, fruit weight, and finally, increase of yield along with improvement of vegetative growth with putrescine treatments (0, 0.01, 0.001M) and potassium nitrate (0, 2 and 4%) of quince (*Cydonia oblonga* cv. Esfahan) fruits. Trees were sprayed at two stages of bud tip green and full bloom, as a split-factorial experiment in a randomized complete block design with four replications. Comparison of means showed 0.01 M putrescine treatment alone or in combination with potassium nitrate (4 and 2%) showed a significant effect on increasing percent of fruit set, average fruit weight and yield. Putrescine and potassium nitrate treatments also could increase leaf area, leaf chlorophyll index and the length of current season shoots compared to the control. Results showed that, treatments with higher concentrations of putrescine and potassium nitrate as well as their combination had the best effect on measured parameters. In addition, spraying in green tip stage was the best timing to improve the measured characteristics.

**Keywords:** Fruit weight, leaf area index, leaf chlorophyll, shoot length, yield.