بررسی اثر کودآبیاری با پتاسیم برمیزان مقاومت به سرمای بهاره پسته رقم "احمدآقایی" و "کله قوچی"

افسانه شول[۱]*، مجید اسماعیلی زاده[۱]، حمیدرضا روستا[۲]، حسین دشتی[۳]

۱*،۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

2 گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

۳ گروه علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

***نویسنده مسئول:afsaneh.shool@gmail.com**

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی ایران می‌باشد که از اهمیت اقتصادی ویژه در بین محصولات کشاورزی برخوردار است. در سال‌های اخیر یکی از مشکلات کشت و کار پسته تنش سرما می‌باشد که منجر به کاهش عملکرد پسته در واحد سطح می‌گردد. بنابراین می‌توان با انجام مدیریت مناسب باغ خسارت ناشی از سرما را تا حدودی کاهش داد. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر کودآبیاری با پتاسیم (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر آب آبیاری) بر میزان مقاومت به سرمای بهاره پسته رقم "احمدآقایی" و "کله قوچی" صورت گرفت. این مطالعه در دو دمای ۴ و ۲- درجه سانتی‌گراد در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. نتایج نشان داد که این تیمار میزان پتاسیم خوشه‌ی گل را افزایش داد. به طوری که بیشترین میزان پتاسیم خوشه‌ی گل در سطح پتاسیم۴۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر آب آبیاری مشاهده شد که در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار داشت. نشت یونی در دمای ۴+ و ۲- درجه سانتی‌گراد در هر دو رقم با کاربرد پتاسیم کاهش پیدا کرد. در هر دو دمای ۴+ و ۲- درجه سانتی‌گراد و در هر دو رقم کمترین نشت یونی در سطح پتاسیم ۴۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر آب آبیاری و بیشترین میزان آن در شاهد مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پسته، سرمازدگی، سولوپتاس، کودآبیاری، نشت یونی

مقدمه

جنس پسته (*Pistacia*) متعلق به خانواده Anacardiacae گیاهی دوپایه، خزان پذیر یا همیشه سبز می‌باشد. مراکز مختلف تنوع پسته ایران ، مناطقی از افغانستان و جنوب ترکمنستان است (Sheikhi *et al*., 2019). از نظر تولید و درآمد، پسته در سطحی مشابه بادام هندی، گردو، بادام و شاه بلوط قرار دارد. در حال حاضر، بیش از ۸۴ درصد پسته در جهان توسط ایالات متحده آمریکا، ایران و ترکیه تولید می‌شود (FAOstat, 2018). با توجه به صادراتی بودن پسته ارزش اقتصادی زیادی برای کشور ایجاد می‌کند. در سال‌های اخیر یکی از مشکلات کشت و کار پسته تنش سرما می‌باشد که منجر به کاهش عملکرد پسته در واحد سطح می‌گردد. نظر به اینکه سرمای دیررس بهاره معمولاً در سطح وسیع و در حساس‌ترین زمان ممکن اتفاق می‌افتد خسارت قابل توجهی به درختان پسته وارد می‌کند. گل‌های باز شده حساسترین اندام در مقابل افت دما هستند، بیشترین خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره به گل‌آذین پسته وارد می‌شود (Rahemi, 2012). از آنجایی که در برخی از سال‌ها خسارت سرمازدگی بهاره آنقدر شدید بوده که درصد زیادی از محصول را از بین برده و سبب عدم یکنواختی در تولید و صادرات این محصول شده استو با توجه به لزوم افزایش صادرات غیر نفتی ایران و جایگاه ویژه اقتصادی این محصول، یافتن روش‌های جدید برای کاهش خسارت سرمازدگی یا مقاوم ساختن درختان، ضروری به نظر می‌رسد. یکی از روش‌های افزایش تحمل به سرمازدگی استفاده از کودهای پتاسیمی می‌باشد. نشان داده شده است که غلظت‌های بالای پتاسیم در بافت خسارت سرمازدگی را کاهش و مقاومت به سرما را افزایش می‌دهد. خسارت ناشی از سرمازدگی با غلظت پتاسیم رابطه عکس دارد و به طور معنی‌داری با کوددهی پتاسیم کاهش می‌یابد (Wang *et al*., 2006). لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر کودآبیاری با پتاسیم بر میزان مقاومت به سرمای بهاره پسته رقم "احمدآقایی" و "کله قوچی" اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مدیریت باغ و تیمارها

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ روی درختان پسته رقم "احمدآقایی" و "کله قوچی" در یک باغ تجاری اطراف سیرجان (طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۹ ثانیه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی) انجام شد. خاک شنی لومی با pH و EC به ترتیب ۷/۹ و ۲/۲ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. در این آزمایش از درختان یکنواخت رقم کله قوچی ۱۶ ساله و پیوند شده روی پایه بادامی زرند استفاده شد که با فاصله ۶×۱/۵ متر در باغ قرار دارند. کودآبیاری با پتاسیم در چهار سطح ۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم خالص به صورت کود سولوپتاس انجام شد. آبیاری به وسیله تانکر و در ۸ مرحله انجام شد. آبیاری‌ها از فروردین تا شهریور به صورت ماهی یکبار، یک مرحله در بهمن و یک مرحله در اسفند صورت گرفت. در هر مرحله آبیاری هر درخت به میزان ۵۴۵ لیتر آب دریافت کرد.

اندازه‌گیری‌ها

به منظور اندازه‌گیری درصد نشت یونی درخوشه‌ی گل در فروردین ماه از هر تکرار یک شاخه از قسمت میانی درخت انتخاب و خوشه‌ی گل جدا شد. سپس یک میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر به هر نمونه اضافه و جهت سرمادهی در اتاقک رشد قرار داده شد. برای سرمادهی خوشه‌ی گل از دمای ۲- و ۴ درجه سانتی‌گراد استفاده شد.نیمی از نمونه‌ها در دمای ۴ و نیمی دیگر از نمونه‌ها در دمای ۲- به مدت یک ساعت نگهداری و بعد از آن از اتاقک رشد خارج شدند. سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر به هر نمونه اضافه و به مدت ۲۴ ساعت با دور ۲۵۰ rpm شیکر شد. بعد از آن EC اولیه (EC1) قرائت شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو و بعد از خنک شدنEC ثانویه (EC2) آنها قرائت شد. در نهایت درصد نشت یونی از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Ghasemi Soloklui and Ershadi, 2012).

$$REL = (EC1/EC2) \times 100$$

پتاسیم در خوشه‌ی گل در مرحله‌ی تمام گل اندازه‌گیری شد. برای تهیه عصاره ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه خشک شده و آسیاب شده را وزن کرده و سپس در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شوند و سپس با استفاده از اسید کلریدریک ۲ نرمال ۵ سی‌سی به ازای هر نمونه اضافه و در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۵۰ سی‌سی رسانیده شد (امامی، ۱۳۷۵). این عصاره به طور مستقیم جهت اندازه‌گیری پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر مدل Jenway, PFP7, UKاستفاده شد.

این آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور(۴×۲) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور رقم در دو سطح ("احمدآقایی" و "کله قوچی") و فاکتور کود در چهار سطح (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری). مقاومت به سرما از طریق اندازه‌گیری نشت یونی بررسی شد. نشت یونی در دما های ۴ و ۲- درجه سانتی‌گراد در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اندازه گیری شد. تجزیه تحلیل نشت یونی از طریق نجزیه مرکب آزمایش در دماها و سال‌های مختلف انجام شد. برای تجزیه و تحلیل میزان پتاسیم خوشه‌ی گل، پتاسیم خوشه گل در دو سال اندازه گیری شد و تجزیه مرکب آزمایش در دو سال انجام شد و مقایسه میانگین ها به روش دانکن با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

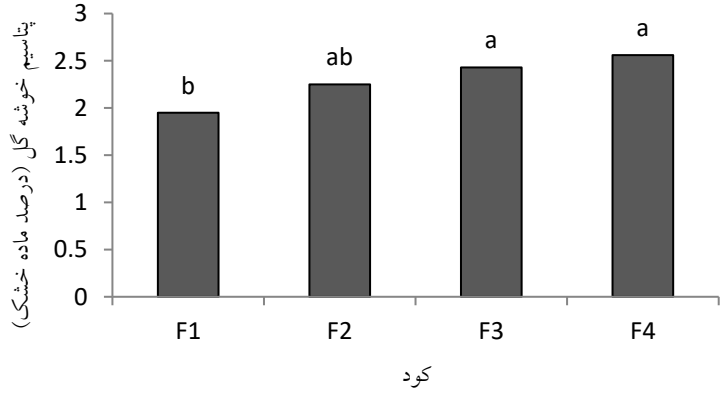
پتاسیم خوشه‌ی گل

نتایج تجزیه واریانس بین تیمارها نشان می‌دهد که میزان پتاسیم خوشه‌ی گل در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر کاربرد پتاسیم قرار گرفت. در حالی که اثرات متقابل دو و سه جانبه بر میزان پتاسیم خوشه‌ی گل معنی‌دار نشد (جدول ۱، A). کاربرد پتاسیم سبب افزایش میزان پتاسیم خوشه‌ی گل شد. به طوری که کمترین غلظت پتاسیم در خوشه‌ی گل شاهد و بیشترین غلظت پتاسیم در پاسخ به تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر آب آبیاری مشاهده شد (شکل ۱). افزایش پتاسیم با افزایش رشد رویشی و بهبود جذب آب و مواد مغذی ارتباط دارد. کودهای پتاسیمی می‌توانند وضعیت تغذیه‌ای کل گیاه را بهبود بخشیده، به جذب عناصر غذایی بیشتر توسط سیستم ریشه کمک کرده و در نهایت رشد گیاه را بهبود بخشند (Mengel *et al*., 2001). همچنین می‌تواند به این دلیل باشد که پتاسیم در رشد مریستماتیک نقش دارد (Mengel *et al*., 2001). این نتایج یافته‌های قبلی را در پسته تأیید می‌کند (Hamze *et al*., 2018).

نشت یونی

در مطالعه حاضر، تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر میزان نشت یونی خوشه‌ی گل دو رقم پسته "احمدآقایی" و "کله قوچی" بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس برای اثرات ساده و اثرات متقابل در جدول ۱، B نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال دوم نسبت به سال اول میزان نشت یونی در خوشه‌ی گل کاهش یافت (اطلاعات نشان داده نشده است). با توجه به نتایج تحقیق حاضر با افزایش شدت سرما از ۴ به ۲- درجه‌ی سانتی‌گراد نشت یونی نیز افزایش یافت (اطلاعات نشان داده نشده است). نشت یونی در دمای ۴+ و ۲- درجه سانتی‌گراد در هر دو رقم با کاربرد پتاسیم کاهش پیدا کرد. به طوری که بیشترین نشت یونی در خوشه‌ی گل شاهد و کمترین نشت یونی در پاسخ به تیمار ۴۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۲).

طی سرمازدگی بخش لیپیدی غشاء به حالت جامد در می‌آید و این مسئله باعث ایجاد شکاف‌هایی در غشاء می‌شود و فعالیت آنزیم‌هایی که ورود و خروج مواد از سلول را کنترل می‌کنند مختل می‌شود و در نتیجه سلول توانایی کنترل ورود و خروج مواد از غشاء را از دست می‌دهد و در نهایت منجر به نشت یون‌ها به خارج از سلول می‌شود (Azzarello *et al*., 2009). تنش دمای پایین منجر به افزایش فعالیت اکسیداسیونی سلولی و رادیکال‌های آزاد می شود(Souza *et al*., 2004). رادیکال‌های آزاد می‌توانند تنش اکسیداتیو را القاء کرده و باعث آسیب به ساختار غشاء شوند (Souza *et al*., 2004).نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط تنش سرما نشت الکترولیت به طور قابل ملاحظه‌ای در خوشه‌ی گل افزایش پیدا کرد. به‌طوری که با کاهش دما از ۴ به ۲- درجه سانتی‌گراد نشت یونی افزایش قابل توجهی داشت که این نشان دهنده آسیب بیشتر غشای سلولی در دماهای پایین می‌باشد. جهانشاهی (۱۳۹۴) نیز در یک بررسی روی دانهال‌های پسته نشان داد که با افزایش شدت سرما نشت یونی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به طور کلی در شرایط تنش سرما نشت یونی افزایش پیدا می‌کند که ارتباط نزدیکی با میزان جریان پتاسیم از غشا دارد به طوری که افزایش میزان جریان پتاسیم از غشا سلولی در طی تنش سبب فعال شدن و بیان بسیاری از ژن‌های موثر در تجمع ترکیبات اسمزی و فعال می‌شود که تحمل گیاه را در شرایط تنش افزایش می‌دهد (Demidchik *et al*., 2014). خسارت زیاد سرمازدگی در گیاهان دچار کمبود پتاسیم با کمبود آب ناشی از عدم جذب آب و آب از دست‌دهی سلول‌ها به علت یخزدگی در ارتباط است (Romheld and Kirkby, 2010). غلظت بالای پتاسیم در شیره سلولی از یخزدگی آن به وسیله دماهای زیر نقطه انجماد جلوگیری می‌کند. غلظت پتاسیم سیتوسلی مطلوب یا کافی برای فعالیت آنزیم‌هایی که در مقاومت گیاه به سرما دخالت دارند، ضروری است (Romheld and Kirkby, 2010). نشان داده شده است که در درخت پسته کاربرد پتاسیم به میزان کافی سبب افزایش مقاومت به سرما می‌شود (Norozi *et al*., 2020; Salary *et al*., 2011).



شکل ۱. تاثیر پتاسیم بر میزان پتاسیم خوشه‌ی گل درخت پسته. ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سطوح مختلف پتاسیم در سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ بر میزان پتاسیم خوشه‌ی گل در دو رقم پسته "احمدآقایی" و "کله قوچی" (A) و نتایج تجزیه واریانس مرکب طی دو سال (۱۳۹٦ و ۱۳۹۷) و دو دما (٤+ و ۲-) برای دو رقم "احمدآقایی" و "کله قوچی"تحت سطوح مختلف پتاسیم در نشت یونی (B) .

پتاسیم خوشه‌ی گل (A)			نشت یونی (B)		
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۰/۲۷^{ns}	سال	۱	۸۳۳/۷**
بلوک (سال)	۴	۰/۲۳۸^{ns}	دما	۱	۱۶۶۹/۲**
رقم	۱	۰/۰۰۲^{ns}	سال*دما	۱	۵۳/۸^{ns}
کود	۳	۰/۸۳۵**	بلوک (سال*دما)	۸	۱۶^{ns}
سال*رقم	۱	۰/۰۲۶^{ns}	رقم	۱	۷۳۰/۹**
سال*کود	۳	۰/۰۲۸^{ns}	کود	۳	۲۷۱۴/۹**
رقم*کود	۳	۰/۱۰۸^{ns}	رقم*کود	۳	۹۶/۹*
سال*رقم*کود	۳	۰/۰۰۳^{ns}	دما*رقم	۱	۱۴۷۸/۲**
خطا	۲۸	۰/۱۳۱	دما*کود	۳	۴۷۸**
			سال*رقم	۱	۸۶/۸^{ns}
			سال*کود	۳	۹/۳^{ns}
			سال*دما*رقم	۱	۱۷/۴^{ns}
			سال*دما*کود	۳	۸۶/۱*
			دما*رقم*کود	۳	۱۸۵/۸**
			سال*رقم*کود	۳	۶۶/۲^{ns}
			سال*دما*رقم*کود	۳	۱۰/۹^{ns}
			خطا	۵۶	۲۵/۶
ضریب تغییرات		۱۵/۷	ضریب تغییرات		۹/۵

***و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و ns عدم تفاوت معنی‌داری می‌باشد.**

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل (دما*رقم*کود) برای درصد نشت یونی

صفت	دما		F1	F2	F3	F4
نشت یونی (٪)	۴+ درجه	احمدآقایی	۶۲/۱ b	۵۶/۸ bcd	۵۵/۷ cde	۴۹/۵ ef
	سانتی‌گراد	کله قوچی	۵۴/۲ de	۴۳/۲ fg	۳۷/۵ gh	۳۵/۸ h
	۲- درجه	احمدآقایی	۷۴/۱ a	۷۰/۷ a	۴۴/۱ f	۳۷/۴ gh
	سانتی‌گراد	کله قوچی	۷۴/۱ a	۶۱/۶ bc	۵۳/۱ de	۴۶/۷ f

میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند. F1: شاهد، F2: ۲۰۰ میلی گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری، F3: ۳۰۰ میلی گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری و F4: ۴۰۰ میلی گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات آب و خاک.

جهانشاهی، م.م. ۱۳۹۴. واکنش دانهال‌های دو رقم پسته اکبری و کله‌قوچی به تیمار اسید سالیسیلیک در شرایط تنش سرمایی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی- علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان، ۱۵۷ صفحه.

Azzarello, E., Mugnai, S., Pandolfi, C., Masi, E., Marone, E., Mancuso, S. 2009. Comparing image (fractal analysis) and electrochemical (impedance spectroscopy and electrolyte leakage) techniques for the assessment of the freezing tolerance in olive. Trees, 23:159.

Demidchik, V., Straltsova, D., Medvedev, S.S., Pozhvanov, G.A., Sokolik, A., Yurin, V. 2014. Stress-induced electrolyte leakage: the role of K+-permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment. Journal of Experimental Botany, 65: 1259-1270.

Ghasemi Soloklui, A.A., Rashidi, A. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Hortscience, 47: 1821–1825.

Hamze, M.R., Khoshgoftarmanesh, A.H., Shariatmadari, H., Baninasab, B. 2018.The effects of foliar applied potassium in the mineral form and complexed with amino acids on pistachio nut yield and quality. Archives of Agronomy and Soil Science, 64: 1432-1445.

Mengel, K, Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition, 5th Edn. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Norozi, M., ValizadehKaji, B., Karimi, R., Solgi, M. 2020. Potassium and zinc-induced frost tolerance in pistachio flowers is associated with physiological and biochemical changes. Trees, 34: pages 1021–1032.

Rahemi, M.,Pakkish, Z., Panahi, B. 2012. Low Temperature Resistance of Developing Flower Buds of Pistachio (Pistachio vera L.) cultivars. Journal Biology Environment, 5: 153-157.

Romheld, V., Kirkby, E.A. 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. Plant Soil, 335: 155–180.

Salary Sorkhan, R.,*Enteshari, S., Hokmabadi, H., Tajabadipour A.* 2011. Physiological Evaluation of Pistachio Frost Damage Resistant Rootstocks. International Journal of Nuts and Related Sciences, 2: 55-66.

Sheikhi, A.,Arab, M.M.,Brown, P.J.,Ferguson, L.,Akbari, M. 2019.Pistachio (Pistacia spp.) breeding.In *Advances in plant breeding strategies: Nut and beverage crops* (pp. 353-400).Springer, Cham.

Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagoa, A.M., Silveira, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (Vigna unguiculata) during water stress and recovery. Environ Exp Bot, 51:45–56.

Wang, X. M., Li, W.Q., Li, M.Y. 2006. Welti, R. Profiling lipid changes in plant response to low temperatures. Physiologia Plantarum, 126: 90–96.

Effect of potassium fertigation on spring cold resistance of pistachio cultivars "Ahmad Aghaei" and "Kaleghoochi"

Afsaneh Shool[*1], Majid Esmaeilzadeh[1], Hamid Reza Roosta[2], Hossein Dashti[3]

[1*,1] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

[2] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

[3]Department of Genetics and plant production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

[*]*Corresponding Author: afsaneh.shool@gmail.com*

Abstract

Pistachio is one of the most important horticultural products in Iran, which has a special economic importance among agricultural products.In recent years, one of the problems of pistachio cultivation is cold stress, which leads to a decrease in pistachio yield per unit area.Therefore, proper management of the garden can reduce the damage caused by the cold to some extent.This study was conducted to investigate the effect of potassium fertigation (0, 200, 300 and 400 mg.l^{-1}) on the spring cold resistance of pistachios cultivars Ahmad Aghaei and Kaleghoochi. This study was performed at two temperatures of 4 and 2 ° C in 2017 and 2018.The results showed this treatment increased the potassium content of flower clusters. So that the highest amount of potassium in flower clusters was observed at the level of potassium 400 mg per liter of irrigation water, which was significantly different with the control. Ion leakage was reduced at +4 and -2 ° C in both cultivars using potassium. At both temperatures of +4 and -2 ° C and in both cultivars, the lowest ion leakage was observed at the level of potassium 400 mg per liter of irrigation water and the highest amount was observed in the control.

Keywords: Fertigation, Frost, Ion leakage, Pistachio, Potassium