بررسی اثر کود آبیاری پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی

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

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲

چکیده

به منظور بررسی نقش پتاسیم در ویژگی‌های کمی و کیفی پسته رقم احمدآقایی و کله‌قوچی، آزمایش باغی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه فاکتور رقم (احمدآقایی و کله‌قوچی)، سطوح مختلف کود پتاسیم (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری) و سال (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) انجام شد. نتایج نشان داد که پتاسیم خشک‌میوه و وزن‌تر میوه با پوست در سال دوم افزایش یافت. وزن‌تر میوه با پوست، طول خشک‌میوه و طول مغز در رقم کله‌قوچی نسبت به رقم احمدآقایی بیشتر بود. در حالی که درصد نیم‌مغزی و عرض خشک‌میوه در رقم احمدآقایی بیشتر بود. با کاربرد پتاسیم وزن‌تر میوه با پوست و بدون پوست، وزن‌تر مغز، طول و عرض خشک‌میوه، عرض و ضخامت مغز و پتاسیم برگ افزایش یافت. در رقم کله‌قوچی نسبت به رقم احمدآقایی وزن‌تر میوه بدون پوست و وزن‌تر مغز، ضخامت خشک‌میوه و عرض و ضخامت مغز در هر دو سال افزایش بیشتری نشان داد. کاربرد پتاسیم در هر دو سال سبب افزایش ضخامت خشک‌میوه و طول مغز و کاهش معنی‌دار درصد نیم‌مغزی و بدشکلی شد. میزان پتاسیم خشک‌میوه در هر دو رقم با کاربرد پتاسیم افزایش یافت. در سال اول و در هر دو رقم احمدآقایی و کله‌قوچی کاربرد پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر کاهش زودخندانی منظم و نامنظم داشت.

واژه‌های کلیدی: بدشکلی، زودخندانی، سولوپتاس، کودآبیاری، نیم‌مغزی

مقدمه

پتاسیم یک عنصر مهم برای رشد گیاه است و تأثیر زیادی بر جذب عناصر غذایی، فتوسنتز، انتقال قندها، تورژسانس سلول‌های گیاهی و نهایتاً عملکرد

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

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

[۲] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

[۳] گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

دارد. نقش اصلی پتاسیم فعال کردن سیستم‌های آنزیمی است و گزارش شده است که پتاسیم بیش از ۶۰ آنزیم را فعال می‌کند که این آنزیم‌ها در ساخت نشاسته و پروتئین، فتوسنتز، طویل شدن سلولی، رشد بافت‌های مریستمی، تورژسانس سلولی، تنظیم باز شدن روزنه‌های برگ، بهبود جذب آب و کارایی استفاده از آب و تنظیم انتقال مواد فتوسنتزی برای ذخیره در اندام‌های گیاه درگیر می‌باشند (Hussein, 2008). تقاضا و جذب سالانه پتاسیم از خاک توسط پسته بالا است. مقدار پتاسیم در خاک‌های مختلف متفاوت است. ذرات رس موجود در خاک، پتاسیم را جذب کرده و نگهداری می‌کنند. به همین علت میزان این عنصر در محلول خاک بسیار پایین است. بنابراین آن قسمت از کل پتاسیم موجود در خاک که به صورت قابل تبادل یا قابل استفاده درخت باشد، ناچیز می‌باشد. جذب پتاسیم اصولاً در طول پر شدن میوه اتفاق می‌افتد. یعنی زمانی که عناصر غذایی به میزان زیادی برای نمو جنین در درختان آور و ذخیره در اندام‌های چند ساله درختان ناآور اختصاص داده می‌شوند. مشخص شده است که در طول دوره پرشدن میوه، میوه به‌عنوان یک مخزن عمل کرده و سبب جذب بیشتر پتاسیم می‌شود (Zeng *et al*., 2001). علاوه بر این، یکی از نقش‌های مهم پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت پسته است (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۸۴). گزارش شده که کاربرد پتاسیم کمتر از ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد و صفات کمی و کیفی میوه در پسته مؤثر است (Zeng *et al*., 2001; Hamza *et al*., 2018). استفاده از سولفات پتاسیم در پسته رقم چروک منجر به افزایش قابل توجهی در عملکرد میوه تازه (تا ۶۵ ٪) و خشک‌میوه (تا ۶۷٪) در مقایسه با درختان شاهد شده است (Norozi *et al*., 2019). تغذیه نامتعادل پسته از عوامل مهمی است که ارتباط زیادی با زودخندانی دارد. شکاف خوردن پوسته سبز رویی میوه پسته قبل از بلوغ و برداشت، زودخندانی نام دارد (Pearson *et al*., 1994). پژوهش‌گران بیان کرده‌اند که کمبود پتاسیم سبب زودخندانی در پسته می‌شود (ترابی و ملکوتی، ۱۳۷۹؛ علیپور و پناهی، ۱۳۸۳). همچنین محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم به میزان سه درصد سبب تأخیر در زمان خندانی پسته در رقم کله‌قوچی شده است، بدین ترتیب که یا درصد پسته‌های زودخندان کاهش پیدا نمود و یا با تأخیر در زمان خندانی، قارچ‌ها فرصت کمتری برای تولید آفلاتوکسین داشتند (Saboory *et al*., 2016). محلول‌پاشی پتاسیم در مرحله پر شدن مغز پسته سبب افزایش وزن میوه شده است (Weinbaum *et al*., 2002). همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی کودهای پتاسه در درختان بالغ پسته در زمان تشکیل میوه، باعث بهبود رشد مغز و لیگنینی شدن پوسته استخوانی پسته می‌شود. همچنین کاربرد خاکی کودهای پتاسه در زمان گلدهی سبب افزایش غلظت پتاسیم برگ و بهبود کیفیت میوه از طریق

افزایش وزن و درصد خندانی خشک‌میوه‌ها می‌شود (Ben-Mimoun *et al*., 2004). محلول‌پاشی با نیترات پتاسیم، اندازه میوه را در گلابی (Gill *et al*., 2012)، هلو (Al-Bamarny *et al*., 2010) و شلیل (Ruiz, 2005) افزایش داده است. نقش مثبت تغذیه پتاسیم بر عملکرد پسته با نقش آن در انتقال مواد فتوسنتزی به مغز ارتباط دارد (Marschner, 2012). کمبود پتاسیم سبب کاهش شدید فتوسنتز، کاهش تثبیت CO_2 و اختلال در توزیع و استفاده از مواد فتوسنتزی می‌شود. علاوه بر این درختان پسته برخی از اختلالات فیزیولوژیکی مانند ریزش جوانه‌های گل، ریزش میوه‌ها، تولید میوه‌های پوک، زودخندان و بدشکلی را نشان می‌دهند (Karimi*et al*., 2012). با توجه به اهمیت پسته در صادرات لازم است که افزایش عملکرد و بازدهی این محصول مورد توجه قرار گیرد. یکی از دلایل کاهش عملکرد و بازدهی این محصول مربوط به تغذیه نامناسب است. بررسی‌ها مشخص کرده‌اند که بعد از نیتروژن، پتاسیم بیشترین مقدار عنصری است که سالانه از خاک برداشت می‌شود و هر ساله باید کمبود این عنصر را با استفاده از کوددهی جبران کرد (Ben-Mimoun *et al*., 2004). تغذیه پتاسیم در حد بهینه برای حداکثر عملکرد درختان پسته و بهبود کیفیت خشک‌میوه ضروری است. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر کاربرد پتاسیم به صورت کودآبیاری در طول فصل رشد بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی اجراشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ روی درختان پسته ۱۶ ساله رقم احمدآقایی و کله‌قوچی پیوند شده روی پایه بادامی زرند 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. آب و هوای سیرجان نیمه خشک با زمستان‌های خشک، سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. میانگین دمای سالانه، میانگین بارندگی سالانه و متوسط رطوبت در سیرجان به ترتیب ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۴۴ میلی‌متر و ۳۳ درصد بود. ۲۴ درخت انتخاب شد. درختان با فاصله ۱/۵×۶ متر در باغ قرار دارند. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در عمق ۴۰-۰ و ۸۰-۴۰ سانتی‌متر در محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. مدیریت باغ برای همه درختان به صورت یکسان انجام شد. کودهای معمول مورد استفاده در باغ مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل ویژگی‌های کمی و کیفی خشک‌میوه با سه تکرار و سه فاکتور، یعنی دو رقم (احمدآقایی و کله‌قوچی)، چهار غلظت پتاسیم

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در محل آزمایش.

خصوصیات خاک	۴۰-۰ سانتی‌متر	۸۰-۴۰ سانتی‌متر
شن (٪)	۶۸/۵	۶۶/۵
سیلت (٪)	۱۶	۱۸
رس (٪)	۱۵/۵	۱۵/۵
بافت خاک	شنی لومی	شنی لومی
اسیدیته	۷/۵۳	۷/۳۴
هدایت الکتریکی (ds.m)	۱/۱	۱/۱
پتاسیم قابل جذب (mg.kg)	۴۳۸/۳۳	۳۹۶/۱۲۲
فسفر (mg.kg)	۱/۲۳	۲/۸۶
کلسیم (meq.L)	۵	۵/۲
منیزیم (meq.L)	۳/۶	۴/۲
سدیم (meq.L)	۵/۶	۵/۶
آهن (ppm)	۱/۴۳	۱/۲۱
منگنز (ppm)	۶	۴
روی (ppm)	۲/۱	۲/۸۷
مس (ppm)	۰/۹۹۶	۰/۱۶
ماده آلی (٪)	۱/۴۵	۱/۱

جدول ۲- کودهای معمول مورد استفاده در باغ مورد آزمایش.

کودهای مورد استفاده	میزان مصرف	زمان مصرف	نحوه مصرف
سولوپتاس	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	در دو مرحله:۱-فروردین تا اردیبهشت ۲- اردیبهشت تا خرداد	پخش کود در سطح خاک
سولفات پتاسیم	۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم در هکتار	سه سال یک‌بار در زمستان	چالکود
اوره	۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	در ۳ مرحله: مرحله ۱ و ۲ همراه با سولوپتاس و مرحله ۳ در تیرماه	پخش کود در سطح خاک
نیترات کلسیم	۵۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار	فروردین	پخش کود در سطح خاک
فروت ست	۲ در هزار	تورم جوانه	محلول‌پاشی
کودهای میکرو (Fe, Zn, Mn)	۱/۵-۱ در هزار	اردیبهشت	محلول‌پاشی
Calfon	۲/۵ در هزار	فروردین تا اردیبهشت	محلول‌پاشی
N-P-K	۵۰ کیلوگرم در هکتار	اردیبهشت تا خرداد	پخش کود در سطح خاک
Wuxal macromix	۱/۵-۱ در هزار	فروردین تا تیر ماه	محلول‌پاشی

(۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم پتاسیم در هر لیتر آب آبیاری) و دو سال (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) انجام شد.

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، مطابق تقویم معمول آبیاری باغ، 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.

الف- اندازه‌گیری پتاسیم برگ و میوه

غلظت پتاسیم در برگ و میوه اندازه‌گیری شد. برای تهیه عصاره ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه خشک و آسیاب شده وزن گردید و سپس در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شوند. سپس ۵ سی‌سی اسید کلریدریک ۲ نرمال به ازای هر نمونه اضافه و در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. پس از استخراج پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway, PFP7, UK) اندازه‌گیری شد.

ب- اندازه‌گیری وزن تر میوه و مغز

برای محاسبه وزن تر میوه و مغز از هر تکرار ۱۰۰ عدد میوه و مغز تر به‌طور تصادفی انتخاب و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی حساس بر حسب گرم محاسبه شد. سپس میانگین وزن یک میوه و مغز محاسبه گردید.

ج- اندازه‌گیری درصد زودخندانی منظم و نامنظم، نیم‌مغزی و بدشکلی

برای محاسبه درصد زودخندانی منظم و نامنظم، نیم‌مغزی و بدشکلی میوه‌ها از هر تکرار ۱۰۰ میوه به طور تصادفی برداشته و در میوه‌های تر با پوست نرم نسبت میوه‌های زودخندان منظم و نامنظم و در میوه‌های خشک نسبت میوه‌های نیم مغز و بدشکل به کل محاسبه شد (Ozeker *et al*., 2005).

د- اندازه‌گیری ابعاد خشک‌میوه و مغز

برای محاسبه طول، عرض و ضخامت خشک‌میوه و مغز از هر تکرار ۱۰ عدد خشک‌میوه و مغز به طور تصادفی انتخاب و اندازه آن‌ها به وسیله خط‌کش بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد، سپس میانگین اندازه یک میوه و مغز محاسبه گردید (Ozeker *et al*., 2005).

ه- تجزیه‌های آماری

تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون همگنی واریانس خطای آزمایشی بین سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ برای پتاسیم برگ و میوه و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی (جدول ۳) نشان داد که

جدول ۳-آزمون همگنی واریانس خطای آزمایشی بین سال‌ها برای پتاسیم برگ و میوه و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی.

	میانگین مربعات خطا در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده							
	پتاسیم برگ	پتاسیم میوه	وزن تر میوه با پوست	وزن تر میوه بدون پوست	وزن تر مغز	زود خندانی منظم	زود خندانی نامنظم	نیم مغزی
بین سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷	۲/۳۴ns	۲/۰۴ns	۲/۵۳ns	۱/۴۷ns	۲/۵۵ns	۱/۲۸ns	۱/۰۳ns	۱/۱۳ns
	بدشکلی	طول خشک میوه	عرض خشک میوه	ضخامت خشک میوه	طول مغز	عرض مغز	ضخامت مغز	
بین سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷	۲/۸۵ns	۱/۰۰ns	۱/۳۶ns	۳/۶۴ns	۲/۰۰ns	۳/۰۰ns	۱/۷۵ns	

ns: از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

واریانس خطای آزمایشی در این دو سال همگن بوده است. مبتنی بر این نتیجه، تجزیه واریانس مرکب برای صفات پتاسیم برگ و میوه، وزن تر میوه با پوست، وزن تر میوه بدون پوست، وزن تر مغز و درصد زودخندانی منظم، درصد زودخندانی نامنظم و نیم‌مغزی انجام گرفت.

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر کاربرد سطوح مختلف پتاسیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بر میزان پتاسیم میوه، وزن تر میوه با پوست و بدون پوست، وزن تر مغز و درصد زود خندانی منظم و نامنظم و نیم‌مغزی (جدول ۴)، درصد بدشکلی، طول، عرض و ضخامت خشک میوه و مغز (جدول ۵) در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی آورده شده است.

الف- درصد پتاسیم برگ و خشک‌میوه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف کود پتاسیم بر درصد پتاسیم برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف کود پتاسیم، نوع رقم، سال‌های مورد بررسی و برهمکنش تیمارهای کود با رقم اثرات معنی‌داری در سطح یک درصد بر غلظت پتاسیم خشک‌میوه داشته است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش کاربرد پتاسیم میزان پتاسیم در برگ افزایش یافت و بیشترین میزان پتاسیم (٪۲/۱۱) در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر سال بر درصد پتاسیم خشک‌میوه با آزمون دانکن نشان داد که بالاترین میزان این صفت (٪۲/۴۴) در سال دوم به‌دست آمد (شکل ۲ الف). مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و رقم مشخص نمود که تیمارهای کودی ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم در رقم کله‌قوچی به ترتیب بالاترین درصد پتاسیم میوه (به ترتیب، ٪۲/۵۸ و ٪۲/۴۹) را به خود اختصاص داده

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سطوح مختلف پتاسیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بر پتاسیم برگ و میوه، وزن‌تر میوه باپوست و بدون پوست، وزن تر مغز و درصد زودخندانی منظم و نامنظم و نیم‌مغزی در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی.

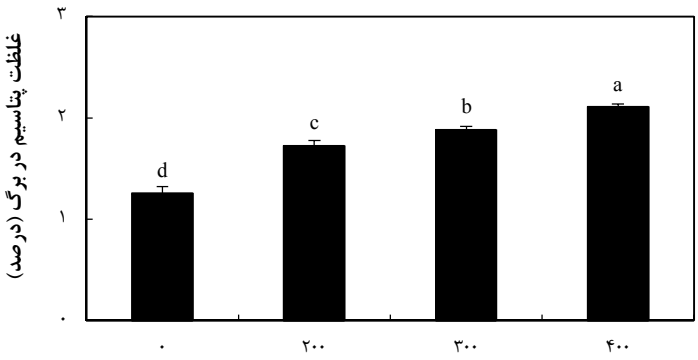
منابع تغییرات		میانگین مربعات							
	درجه آزادی	پتاسیم برگ	پتاسیم میوه	وزن تر میوه با پوست	وزن تر میوه بدون پوست	وزن تر مغز	زود خندانی منظم	زود خندانی نامنظم	نیم مغزی
سال	۱	۰/۰۰۷۲^{ns}	۲/۹۲۰**	۰/۷۹۸**	۰/۱۰۵**	۰/۰۰۵^{ns}	۳/۵۲**	۲/۰۸**	۱۱/۰۲**
بلوک (سال)	۴	۰/۱۳۵۲**	۰/۰۶۲**	۰/۰۷۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۵۵**	۰/۳۳^{ns}	۰/۷۱*	۰/۳۳^{ns}
رقم	۱	۰/۰۲۴۷^{ns}	۰/۸۲۲**	۹/۸۰۳**	۶/۲۷۱**	۱/۴۰۵**	۱/۰۲^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۶/۰۲**
کود	۳	۱/۵۵۷۱**	۰/۵۴۹**	۱/۱۱۴**	۰/۷۲۷**	۰/۰۶۳**	۷/۴۱**	۸/۸۱**	۹/۲۴**
سال×رقم	۱	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۲۳۱**	۰/۰۶۲*	۰/۵۲^{ns}	۱/۳۳*	۰/۱۹^{ns}
سال×کود	۳	۰/۰۰۱۹^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۰/۰۲۵^{ns}	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۰/۸۱*	۲/۶۹**
رقم×کود	۳	۰/۰۴۲۷^{ns}	۰/۰۴۵**	۰/۰۳۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۶۹^{ns}
سال×رقم×کود	۳	۰/۰۰۴۸^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۱۹*	۱/۰۶*	۰/۱۹^{ns}
خطا	۲۸	۰/۰۱۸۶	۰/۰۰۹	۰/۰۷۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۸
ضریب تغییرات		۷/۸	۴/۴	۹/۳	۵/۹	۱۰/۲	۲۳/۱	۲۲/۲	۱۷/۹

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

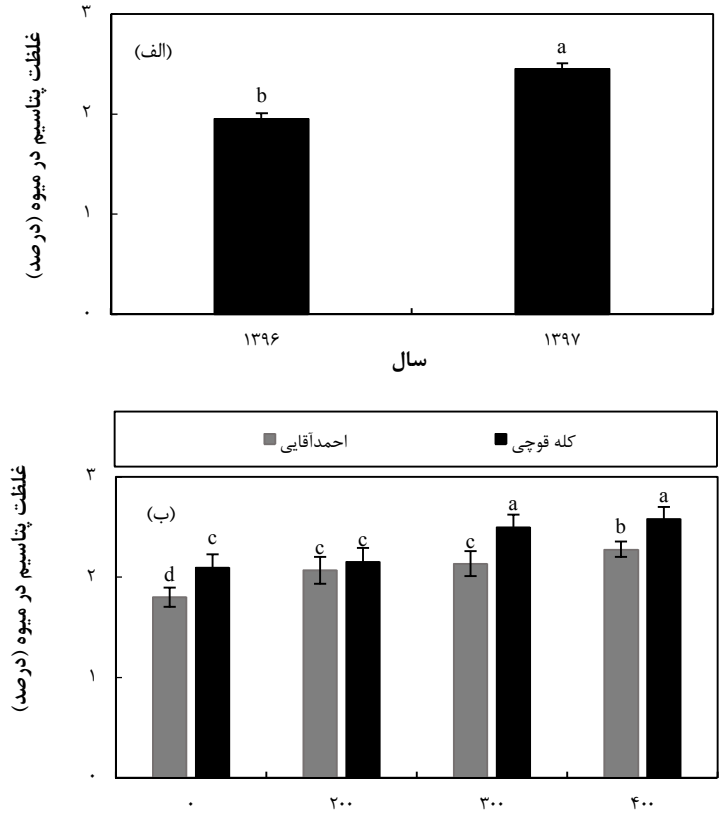
جدول ۵- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر سطوح مختلف پتاسیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بر درصد بدشکلی، طول، عرض و ضخامت خشک‌میوه و مغز در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی.

منابع تغییرات		میانگین مربعات							
	درجه آزادی	بدشکلی	طول خشک میوه	عرض خشک میوه	ضخامت خشک میوه	طول مغز	عرض مغز	ضخامت مغز
سال	۱	۱۳/۰۲**	۰/۰۲۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۳۵**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۳**	۰/۰۱۴**
بلوک (سال)	۴	۱/۶۴**	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
رقم	۱	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۳۵*	۰/۱۹۸**	۰/۴۲۷**	۰/۰۱۸*	۰/۰۶۴**	۰/۲۰۹**
کود	۳	۱۰/۳۵**	۰/۰۳۷**	۰/۰۱۵**	۰/۰۲**	۰/۰۲۹**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۷**
سال×رقم	۱	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۱۲**
سال×کود	۳	۲/۸۵**	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
رقم×کود	۳	۰/۶۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
سال×رقم×کود	۳	۰/۶۹^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطا	۲۸	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات		۲۳/۳	۴/۴	۳	۲/۲	۳	۲/۶	۳/۶

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



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم بر درصد پتاسیم برگ. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

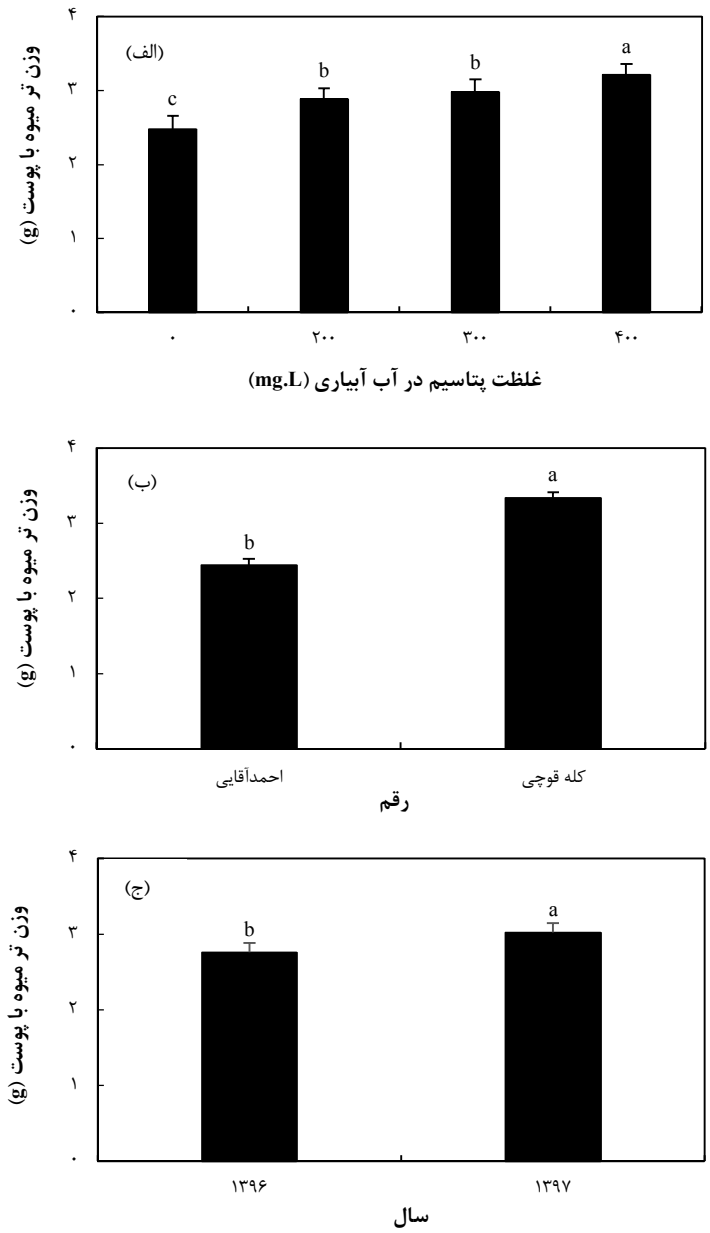


شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سال (الف) و اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و رقم (ب) بر درصد پتاسیم خشک‌میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

بودند و کمترین میزان متعلق به تیمار شاهد و رقم احمدآقایی (۱/۸٪) بود (شکل ۲ ب). از سوی دیگر بالاترین میزان پتاسیم خشک‌میوه برای رقم احمدآقایی در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم به‌دست آمد (۲/۲۷٪) (شکل ۲ ب). تحقیقات در گیاهان مختلف مانند بادام زمینی (Afify *et al*., 2019)، انبه (Bibi *et al*., 2019)، زیتون (Zivdar *et al*., 2018) و نارنگی (Nasir*et al*., 2016) نشان داده است که کاربرد پتاسیم سبب افزایش میزان پتاسیم در برگ‌ها، جوانه‌ها و میوه‌ها شده است. نتایج ما نیز نشان داد که استفاده از پتاسیم (۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر آب آبیاری) باعث افزایش این عنصر در پسته ارقام کله‌قوچی و احمدآقایی شد که این نتایج تأیید کننده گزارشات قبلی که روی پسته انجام گرفته بود، می‌باشد (Zeng & Brown, 1998; Celik *et al*., 2010). نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار پتاسیم در رقم کله‌قوچی بیشتر از رقم احمدآقایی بود که این امر احتمالاً به تفاوت ژنتیکی این ارقام مرتبط می‌باشد. Zeng *et al*. (۲۰۰۱) مشاهده کردند که رابطه مثبتی بین عملکرد و غلظت پتاسیم برگ هنگام پر کردن مغز وجود دارد. از آنجایی که پسته بالاترین میزان پتاسیم (۴۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) را در بین خشک‌میوه‌ها دارد (Deeba *et al*., 2013) و مغز پسته سینک عمده‌ای برای جذب مواد مغذی (Marra *et al*., 1998a) از جمله پتاسیم می‌باشد و از طرفی پتاسیم جز عناصری است که نقل و انتقال آن در گیاه بشدت بالا می‌باشد (Marschner, 2012) بنابراین کاربرد پتاسیم سبب افزایش میزان این عنصر در مغز پسته شده است. مشابه با نتایج این پژوهش، Hamza *et al*. (۲۰۱۸) نیز مشاهده کردند که استفاده از پتاسیم در هر دو سال مورد آزمایش سبب افزایش مقدار پتاسیم مغز شد و مقدار پتاسیم مغز در سال دوم (۴۳ درصد) بیشتر از سال اول (۳۸ درصد) بود و هر دو بیشتر از تیمار شاهد بودند.

ب- وزن تر میوه با پوست و بدون پوست، وزن تر مغز و ابعاد خشک‌میوه و مغز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که سطوح مختلف کود پتاسیم، نوع رقم و سال‌های مورد بررسی اثرات معنی‌داری در سطح یک درصد بر وزن تر میوه با پوست داشته است (جدول ۴). نتایج حاصل ازمقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین وزن تر میوه با پوست از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم (۳/۲۱ گرم) حاصل شد و کمترین میزان در تیمار شاهد (۲/۴۸ گرم) به‌دست آمد (شکل ۳ الف). نتایج این بررسی نشان داد که رقم کله‌قوچی (۳/۳۴ گرم) نسبت به رقم احمدآقایی (۲/۴۴ گرم) دارای بالاترین میزان وزن تر میوه با پوست بود (شکل ۳ ب). کمترین و بیشترین میزان وزن تر میوه با پوست میوه به ترتیب در سال ۱۳۹۶ (۲/۷۶ گرم) و ۱۳۹۷ (۳/۰۲ گرم) مشاهده گردید (شکل ۳ ج).

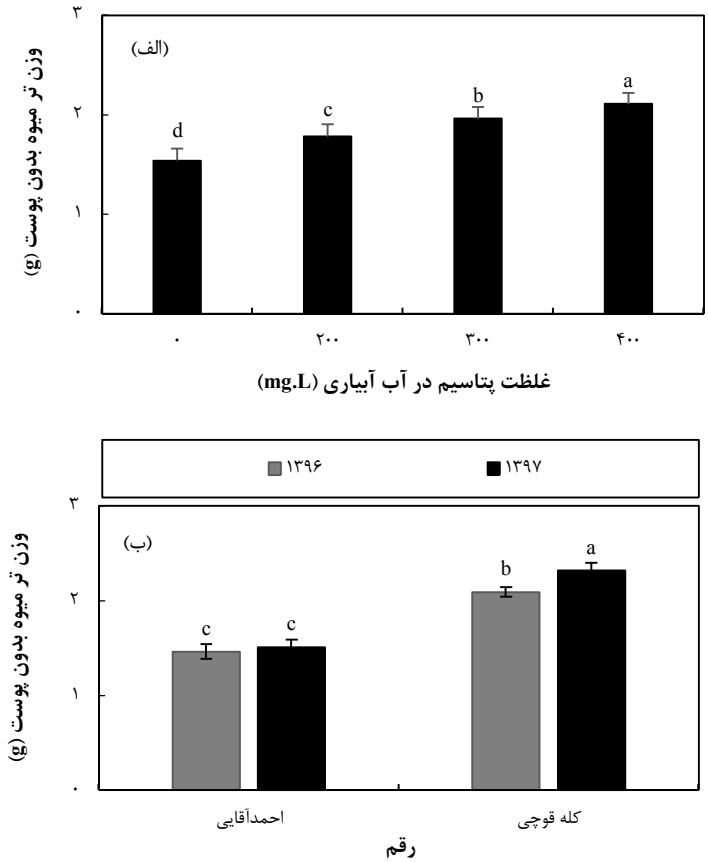


شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم (الف) رقم (ب) و سال (ج) بر وزن تر میوه با پوست در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

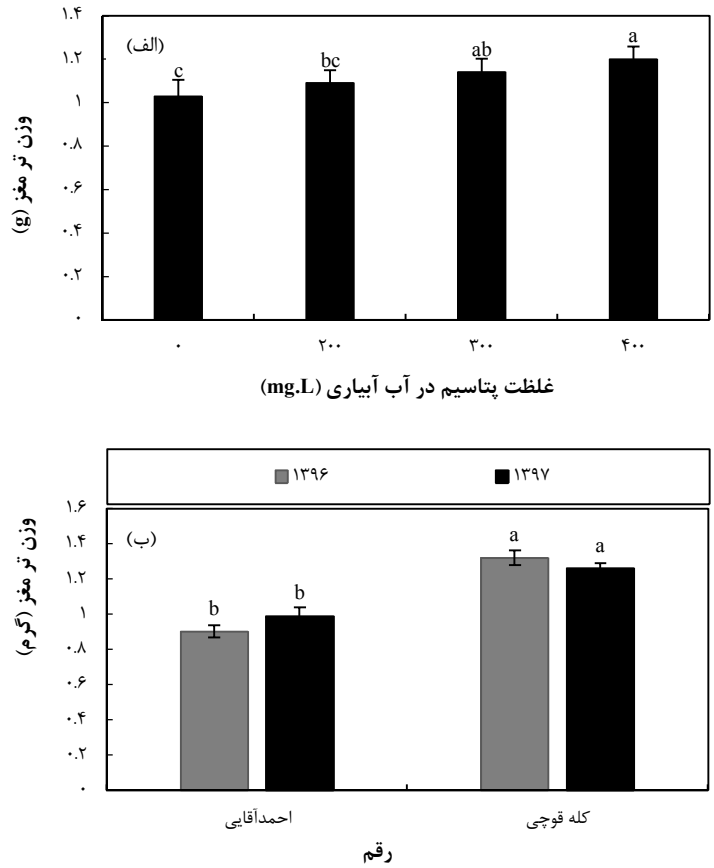
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اثبات نمود که سطوح مختلف کود پتاسیم، نوع رقم و سال‌های مورد بررسی اثرات معنی‌داری در سطح یک درصد بر وزن تر میوه بدون پوست داشته است (جدول ۴). از طرفی در بررسی بین اثرات متقابل، برهم‌کنش تیمار سال با رقم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات تیمار کودی نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف پتاسیم اثر معنی‌داری بر میزان وزن

تر میوه بدون پوست داشت و بالاترین مقدار آن (۲/۱۱ گرم) در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر از پتاسیم مشاهده شد. با کم شدن مقدار پتاسیم میزان وزن تر میوه بدون پوست نیز کم شد که پایین‌ترین مقدار (۱/۵۴ گرم) در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۴ الف). بررسی اثرات متقابل بین رقم و سال نشان داد که بیشترین میزان وزن تر میوه بدون پوست در رقم کله‌قوچی و در سال دوم به‌دست آمد (شکل ۴ ب).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که سطوح مختلف کود پتاسیم و نوع رقم اثرات معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر وزن تر مغز داشته است (جدول ۴). اثرات برهمکنش بین سال و رقم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم دارای بالاترین اثر روی وزن مغز پسته بود (۱/۲ گرم) (شکل ۵ الف).



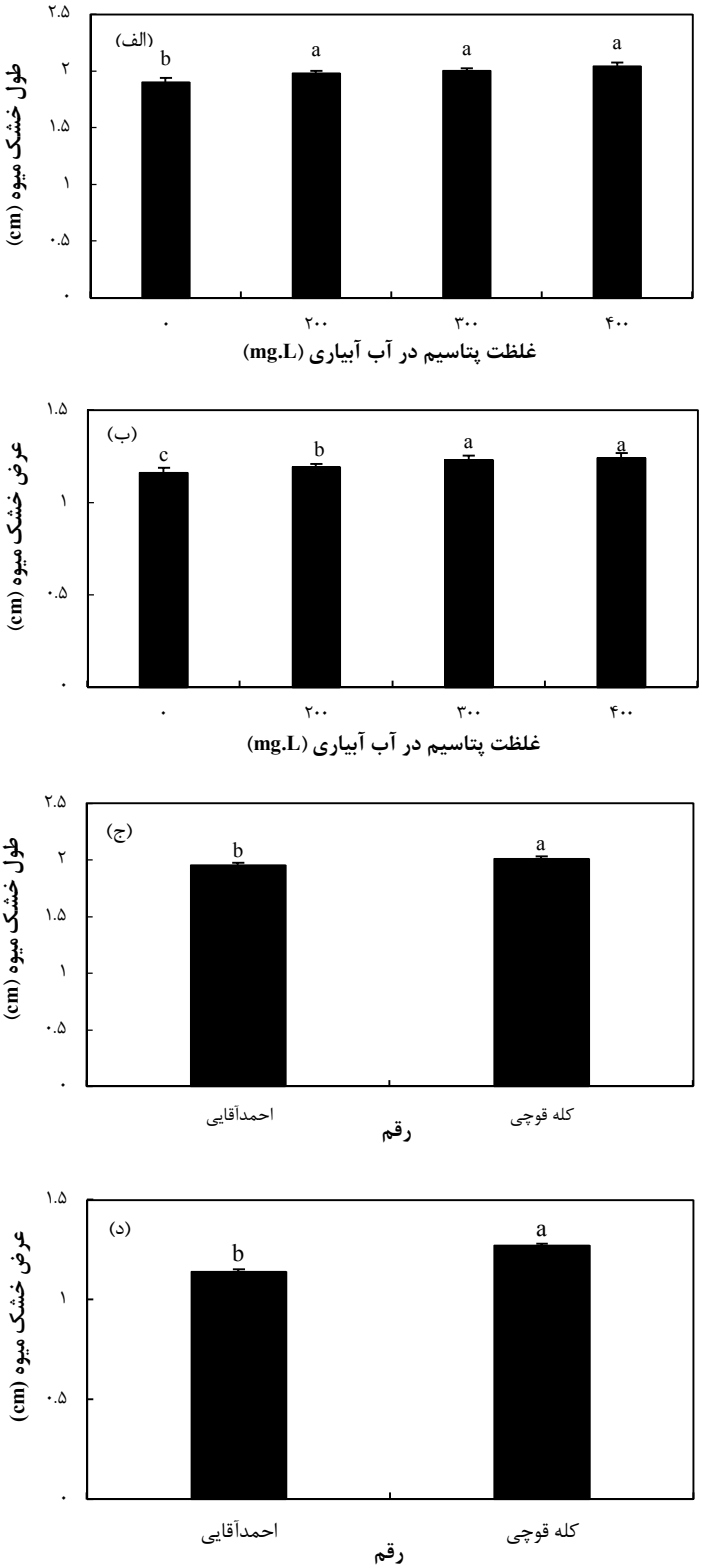
شکل ۴- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم (الف) و اثر متقابل رقم و سال(ب) بر وزن تر میوه بدون پوست در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی . میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم (الف) و اثر متقابل رقم و سال (ب) بر وزن تر مغز در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

کمترین وزن مغز پسته (۱/۰۳ گرم) در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۵ الف). بررسی اثرات متقابل بین سال و رقم نشان داد که بالاترین میزان وزن مغز در سال دوم مشاهده شد و بین ارقام مورد بررسی در سال اول و یا در سال دوم تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۵ ب).

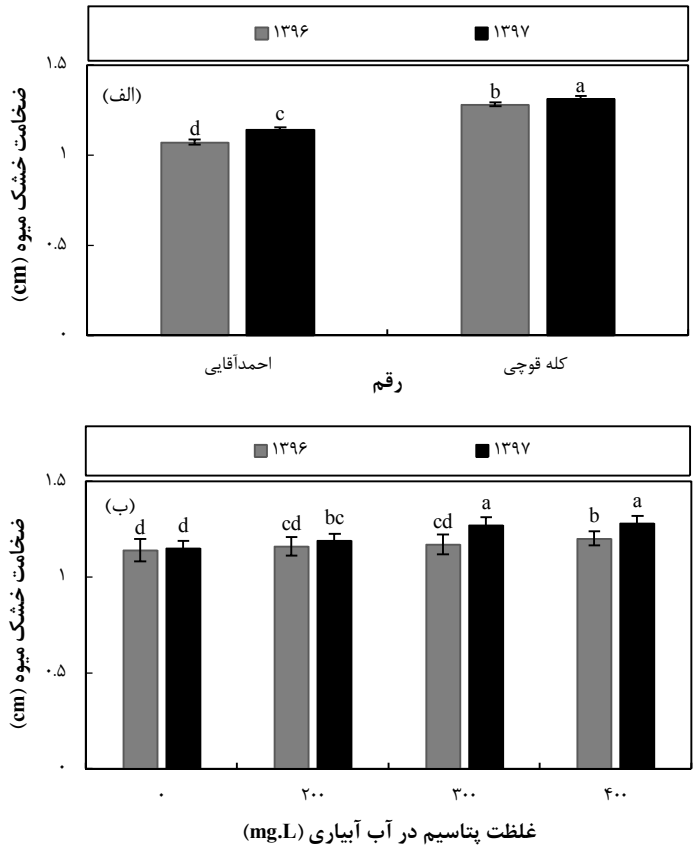
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع رقم و سطوح مختلف کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری (در سطوح یک و پنج درصد) بر میزان طول و عرض خشک‌میوه داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان طول و عرض خشک‌میوه در تیمار کودی ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد (شکل ۶ الف، ب). از طرفی کلیه تیمارهای کودی پتاسیم نسبت به شاهد دارای بالاترین میزان طول خشک‌میوه بودند و این سه تیمار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل۶ الف). در همین راستا دو تیمار ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از پتاسیم دارای بالاترین میزان عرض خشک‌میوه (۱/۲۴ و ۱/۲۳



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم (الف و ب) و رقم (ج و د) بر طول (الف و ج) و عرض (ب و د) خشک‌میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

سانتی‌متر) نسبت به سایر تیمارها بودند در حالی‌که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۶ ب). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان طول (۲/۰۱ سانتی‌متر) و عرض (۱/۲۷ سانتی‌متر) خشک‌میوه متعلق به رقم کله‌قوچی بود (شکل ۶ ج، د).

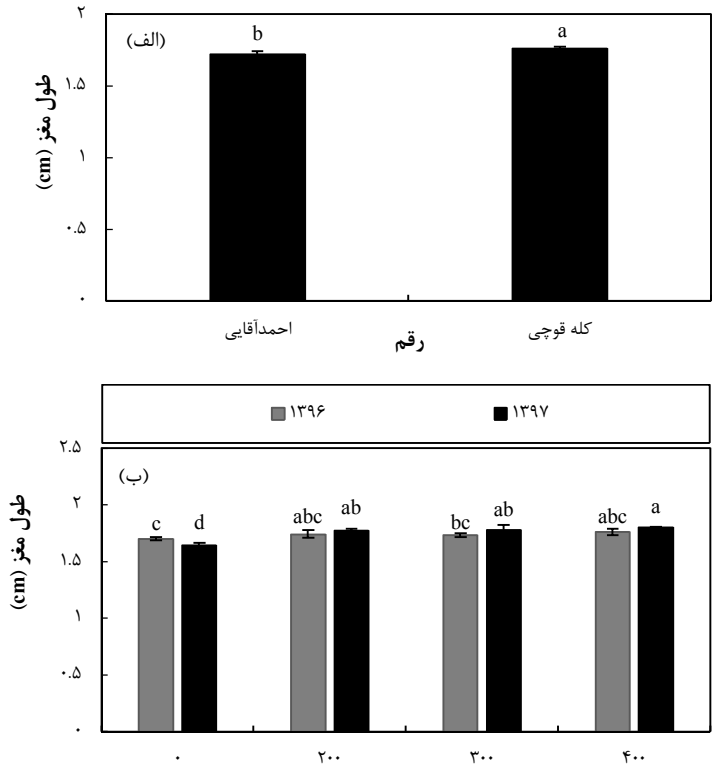
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که تمام فاکتورهای مورد بررسی در این تحقیق که شامل سطوح مختلف کود پتاسیم، نوع رقم و سال بود اثرات معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر ضخامت خشک‌میوه داشته است (جدول ۴). از سوی دیگر نتایج جدول ۴ نشان داد که اثرات متقابل بین سال با رقم و نیز رقم با کود معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان ضخامت خشک‌میوه (۱/۳۱ سانتی‌متر) در تیمار سال دوم و رقم کله‌قوچی به‌دست آمد و کمترین میزان ضخامت خشک‌میوه (۱/۰۷ سانتی‌متر) در سال اول و رقم احمد آقایی مشاهده گردید (شکل ۷ الف). نتایج بررسی اثرات متقابل کود پتاسیم با سال نشان داد که بالاترین



شکل ۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم و سال (الف) و اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و سال (ب) بر ضخامت خشک‌میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

ضخامت خشک‌میوه (۱/۲۸ سانتی‌متر) در تیمار کودی ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم پتاسیم در لیتر و در سال دوم به‌دست آمد (شکل ۷ ب). این نتایج نشان داد که تیمار کودی شاهد در سال اول (۱/۱۴ سانتی‌متر) و دوم (۱/۱۵ سانتی‌متر) دارای کمترین ضخامت خشک‌میوه بود (شکل ۷ ب).

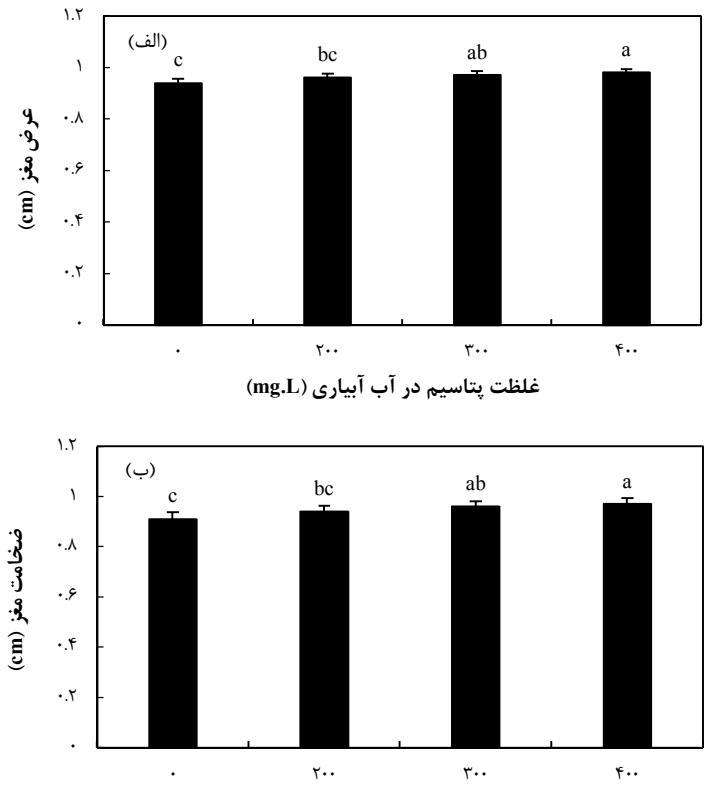
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف کود پتاسیم در سطح یک و نوع رقم در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان طول مغز داشت، در حالیکه فاکتور سال (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) هیچ گونه تأثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت (جدول ۴). در بین اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تنها برهم‌کنش سال با کود در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد که رقم کله‌قوچی (۱/۷۶ سانتی‌متر) نسبت به رقم احمدآقایی (۱/۷۲ سانتی‌متر) دارای طول مغز بیشتری بود (شکل ۸ الف). مقایسه میانگین اثرات مقابل نشان داد که سطح کود ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سال دوم بیشترین (۱/۸ سانتی‌متر) اثر روی طول مغز پسته داشته است و



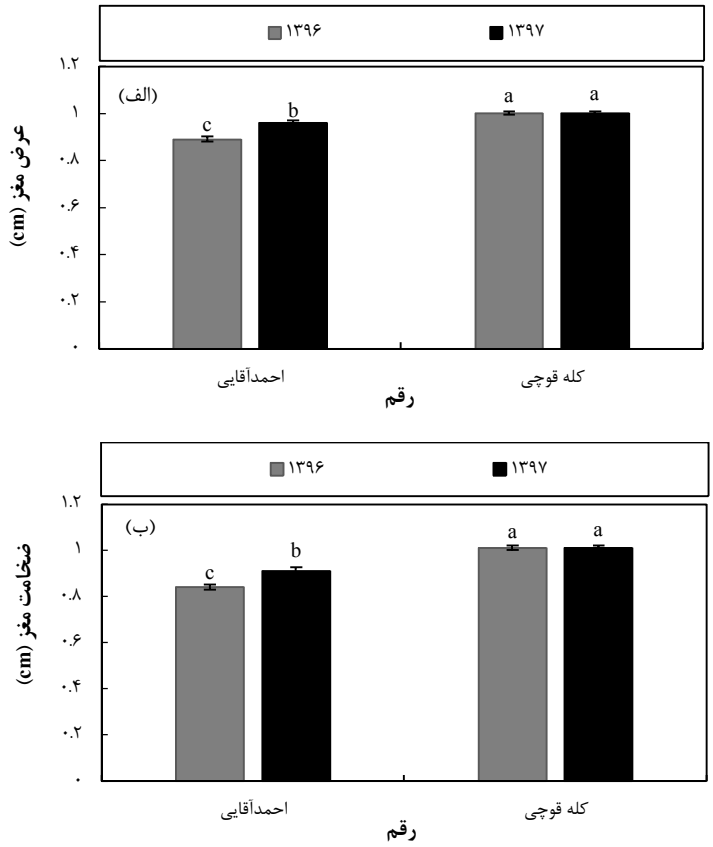
شکل ۸- مقایسه میانگین‌های اثر رقم (الف) و اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و سال (ب) بر طول مغز در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

کمترین میزان (۱/۶۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کودی شاهد در سال دوم بود (شکل ۸ ب).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که هر سه فاکتور مورد بررسی شامل سطوح مختلف کود پتاسیم، سال و رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان عرض و ضخامت مغز داشتند (جدول ۴). در بین اثرات متقابل دو گانه و سه گانه تنها برهمکنش سال با رقم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها ثابت کرد سطح کودی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم بطور معنی‌داری سبب افزایش عرض (۰/۹۸ سانتی‌متر) و ضخامت (۰/۹۷ سانتی‌متر) مغز پسته شده بود و کمترین مقدار در تیمار کودی شاهد (به ترتیب، ۰/۹۴ و ۰/۹۱ سانتی‌متر) به دست آمد (شکل ۹ الف، ب). بررسی اثرات متقابل نشان داد که بالاترین مقدار عرض (۱ سانتی‌متر) و ضخامت مغز (۱/۰۱ سانتی‌متر) در رقم کله‌قوچی در هر دو سال آزمایش (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) به دست آمد (شکل ۱۰ الف، ب). نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که محلول‌پاشی نیترات پتاسیم باعث افزایش عملکرد انبه (Afiqah *et al*., 2014)، پرتقال رقم واشنگتن (Abd El-Rahman



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف پتاسیم بر عرض (الف) و ضخامت مغز (ب) پسته. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل۱۰- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم و سال بر عرض (الف) و ضخامت مغز (ب) در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

et al., 2012)، انار (Khayyat *et al*., 2012) و زیتون (Hegazi *et al*., 2011) شده است. برای به دست آوردن عملکرد و کیفیت مطلوب در اکثر درختان میوه مخصوصاً درخت پسته، مقدار متعادلی از کودها، به ویژه پتاسیم، باید استفاده شود. برای تعیین میزان مواد مغذی برای کوددهی متوازن، می‌توان برگ پسته را از نظر محتوای مواد مغذی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. پتاسیم برگ باید به طور خاص حدود ۲ درصد باشد و این امر باید در هر سال تحت نظارت قرار گیرد.

استفاده محدود از کودهای پتاسیم، تخلیه پتاسیم از خاک (Zeng *et al*., 1999)، تثبیت توسط مواد معدنی خاک (Olk *et al*., 1995)، استفاده بیش از حد از کودهای نیتروژنه به ویژه کودهای آمونیومی (Cassman *et al*., 1989) و افزایش عملکرد از دلایل اصلی ایجاد کمبود پتاسیم است که عملکرد و کیفیت مغز پسته را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. بنابراین، جبران کمبود پتاسیم برای دستیابی به تولید پسته پایدار و با کیفیت ضروری است. کارآیی کودهای

پتاسیمی در خاک‌های حاوی کانی‌های رسی تثبیت کننده پتاسیم، یعنی ورمیکولیت و ایلیت کم است و کمبود پتاسیم حتی پس از کاربرد مقادیر بالای آن در خاک وجود دارد (Marschner, 2012). راندمان پایین کود پتاسیم بکار رفته در خاک در تابستان به دلیل تنش خشکی و تثبیت بیشتر پتاسیم بین لایه‌ها شدیدتر است (Marra *et al*., 1998a). از طرفی جذب پتاسیم در هنگام پر کردن مغز بیشتر است خصوصاً زمانی که مواد مغذی به طور عمده به رشد جنین در درختان در سال پرمحصول و برای ذخیره در اندام‌های چندساله در درختان سال کم‌محصول اختصاص داده می‌شود (Rosecrance *et al*., 1996). بنابراین، به نظر می‌رسد که کودآبیاری یک روش مناسب برای تأمین پتاسیم در هنگام پرکردن مغز و افزایش وزن میوه است (Marra *et al*., 1998b).

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد پتاسیم باعث افزایش وزن میوه (با پوست و بدون پوست) و مغز پسته شد. در همین راستا، Hamza *et al.* (۲۰۱۸) نشان دادند که وزن تر و خشک پسته با استفاده از کود پتاسیم (۶/۳ کیلوگرم برای هر درخت) به مقدار ۲۶ درصد نسبت به شاهد (۵ کیلوگرم برای هر درخت) افزایش یافت. Ben-Mimoun*et al.* (۲۰۰۴) گزارش کردند که استفاده از سولفات پتاسیم و نیترات پتاسیم سبب افزایش میزان وزن میوه‌ها و بلوغ سریع‌تر میوه‌ها شد. سیوندی نسب (۱۳۷۹) با استفاده از محلول‌پاشی پتاسیم به میزان ۰/۱ درصد، افزایش قابل توجهی در عملکرد پسته رقم اوحدی به دست آورد. افزایش وزن بیشتر مغز نشان دهنده افزایش پر شدن مغز است. افزایش عملکرد میوه با کوددهی پتاسیم در محصولات مختلف دیگر از جمله انگور (Karimi, 2017)، زیتون (Restrepo-Diaz *et al*., 2008) و آناناس (Razzaquea & Hanafib, 2001) گزارش شده است. از سوی دیگر، نتایج این تحقیق نیز نشان داد که کاربرد پتاسیم روی درختان پسته منجر به افزایش عرض، طول و ضخامت خشک‌میوه و مغز شد که افزایش در مقدار این صفات بطور مستقیم سبب افزایش عملکرد می‌گردد. گزارشات مختلف نشان داده‌اند که محلول‌پاشی با نیترات پتاسیم اندازه میوه را در گلابی (Gill *et al*., 2012)، هلو (Al-Bamarny *et al*., 2010)، شلیل (Ruiz, 2005)، پرتقال رقم والنسیا (Boman, 2001)، و گریپ‌فروت (Boman & Hebb, 1998) افزایش داده است. نقش مثبت تغذیه پتاسیم بر عملکرد پسته با نقش آن در انتقال مواد فتوسنتزی به مغز ارتباط دارد (Marschner, 2012). پتاسیم همچنین در تخصیص کربوهیدرات‌ها به مغز نقش دارد (Marschner, 2012) و با کنترل عملکرد روزنه‌ها سرعت فتوسنتز را بهبود می‌بخشد (Pflüger & Cassier, 1977) و در نتیجه ذخیره کربن و وزن میوه را افزایش می‌دهد (Marschner, 2012). از سوی دیگر، نقش‌های حیاتی پتاسیم در سنتز پروتئین، تنظیم اسمزی، فعال‌سازی آنزیم‌ها، انتقال مواد در آوند آبکش،

انتقال انرژی، تعادل کاتیون-آنیون و مقاومت در استرس‌ها تأثیر مهمی بر افزایش عملکرد پسته دارد (Marschner, 2012).

ج- زودخندانی منظم و نامنظم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که سطوح مختلف کود پتاسیم و سال اثرات معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر زودخندانی منظم و نامنظم داشته است (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل دوگانه سال با رقم و نیز سال با کود در صفت زودخندانی نامنظم در سطح ۵ درصد معنی‌داری بود (جدول ۴). تأثیر سه گانه کود، رقم و سال در سطح ۵ درصد در هر دو صفت درصد زودخندانی منظم و نامنظم معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات سه گانه کود، رقم و سال نشان داد که بالاترین میزان زودخندانی منظم و نامنظم در رقم احمدآقایی، تیمار شاهد (بدون استفاده از پتاسیم) و سال اول به‌دست آمد و کمترین میزان زودخندانی منظم و نامنظم در تیمارهای کودی ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در هر دو رقم و در هر دو سال به‌دست آمد (جدول ۶). عارضه زودخندانی از مشکلات فیزیولوژیکی دیگر میوه‌های پسته است. معمولاً پوست سبز رویی قبل از بالغ شدن میوه و قبل از برداشت شکاف نمی‌خورد. گاهی اوقات پوسته سبز رویی در امتداد پوسته سخت استخوانی شکاف بر می‌دارد که زودخندانی نام دارد (Pearson *et*

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بر درصد زودخندانی منظم و نامنظم در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی.

ویژگی‌ها	سال	رقم	غلظت پتاسیم در آب آبیاری (mg.L)			
			۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰
زود خندانی منظم (درصد)	سال اول (۱۳۹۶)	احمدآقایی	۴/۰±۳۳/۱۱۵a	۳/۰±۳۳/۰۵۸b	۲/۰±۰۰/۱۵۳d	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
		کله‌قوچی	۳/۰±۰۰/۲۵۲bc	۲/۰±۳۳/۱۷۳cd	۲/۰±۳۳/۱۱۵cd	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
	سال دوم (۱۳۹۷)	احمدآقایی	۲/۰±۳۳/۰۵۸cd	۲/۰±۳۳/۱۷۳cd	۲/۰±۰۰/۱۱۵ d	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
		کله‌قوچی	۳/۰±۰۰/۰۵۸bc	۲/۰±۰۰/۱۱۶d	۱/۰±۳۳/۱۱۶d	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
زود خندانی نامنظم (درصد)	سال اول (۱۳۹۶)	احمدآقایی	۴/۰±۶۷/۰۵۸a	۲/۰±۶۷/۰۵۸bc	۲/۰±۳۳/۱۵۳cd	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
		کله‌قوچی	۲/۰±۳۳/۱۱۵ b	۲/۰±۰۰/۱۱۵cd	۲/۰±۳۳/۰۵۸cd	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
	سال دوم (۱۳۹۷)	احمدآقایی	۲/۰±۳۳/۱۱۵cd	۲/۰±۰۰/۰۵۸cd	۲/۰±۳۳/۰۵۸cd	۱/۰±۳۳/۰۵۸d
		کله‌قوچی	۲/۰±۳۳/۰۵۸b	۲/۰±۰۰/۰۵۸cd	۲/۰±۰۰/۱۱۵cd	۱/۰±۳۳/۰۵۸d

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

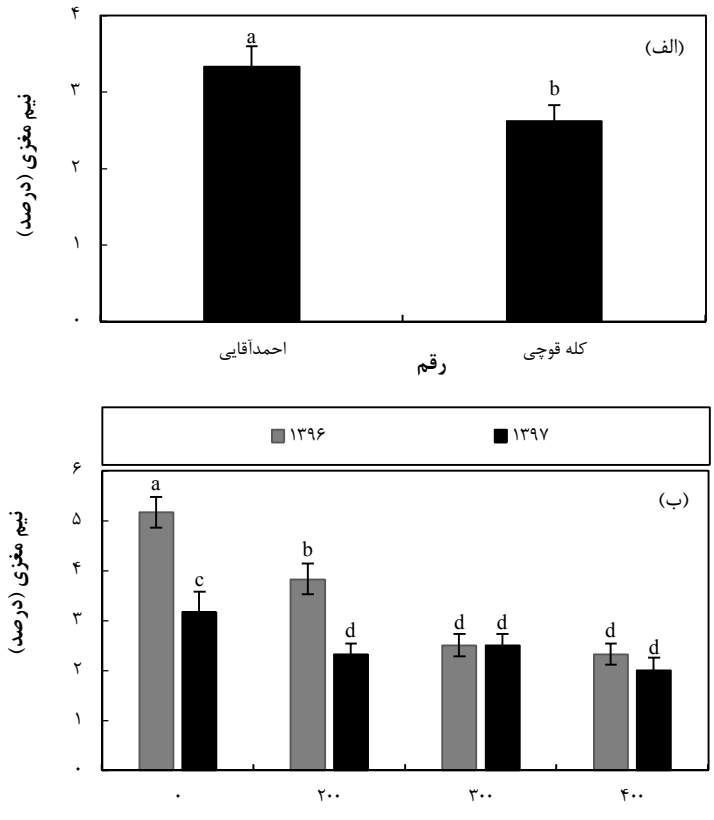
al., 1994). ۱تا ۵ درصد میوه‌ها در زمان برداشت زودخندان هستند (Crane & Iwakiri, 1987). یکی از منابع آلودگی به گونه‌های مختلف قارچ آسپرژیلوس و آفلاتوکسین، پسته‌های زودخندان منظم و نامنظم می‌باشند که در طی بلوغ میوه روی درخت پسته تشکیل می‌شوند (فانی و همکاران، ۱۳۹۲). این مغزها اغلب توسط قارچ‌ها پوسیده شده و به آفلاتوکسین آلوده می‌شوند (Doster & Michailides, 1995). چندین عامل شامل زمان برداشت (Panahi & Khezri, 2011)، آبیاری (Doster *et al.*, 2001; Sedaghati & Hosseinifard, 2018) و مدیریت تغذیه گیاهان (Shuraki & Sedgly, 1996) به عنوان ساز و کارهای کنترل زودخندانی پسته دخیل هستند. اما تغذیه نامتعادل پسته جز فاکتورهای مهمی است که ارتباط بالایی با زودخندانی دارد. محققین قبلی نشان دادند که کمبود پتاسیم، آهن و فسفر با زودخندانی همبستگی منفی دارد (ترابی و ملکوتی، ۱۳۷۹؛ علیپور و پناهی، ۱۳۸۳؛ Hosseinifard & Panahi, 2005). Afshari & Hokmabadi (۲۰۰۸) با بررسی دو رقم اوحدی و احمد آقایی گزارش کردند که کمترین میزان عناصر معدنی اندازه‌گیری شده در پوست سبز، متعلق به پسته‌های زودخندان بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از پتاسیم منجر به کاهش هر دو نوع زودخندانی (منظم و نامنظم) در هر دو رقم کله‌قوچی و احمدآقایی شد و درختانی که توسط پتاسیم تیمار نشده بودند (شاهد) دارای بالاترین میزان زودخندانی بودند. استفاده از پتاسیم در تمام غلظت‌ها منجر به کاهش این عارضه نامطلوب شد و نوع رقم تأثیر معنی‌داری بر این عارضه در تیمارهای پتاسیم (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) نداشت. Saboory *et al*. (۲۰۱۶) گزارش کردند که استفاده از سولفات پتاسیم جهت محلول‌پاشی در پنج مرحله به میزان ۳ درصد سبب کاهش میزان زودخندانی و یا تأخیر در زمان زودخندانی در رقم کله‌قوچی نسبت به درختان شاهد شد. در این آزمایش اولین محلول‌پاشی در ۲۲ می، دو مرحله بعدی ۱۵ روز یک‌بار و دو مرحله آخر ۳۰ روز یکبار تکرار شد.

د- درصد نیم‌مغزی و بدشکلی خشک میوه

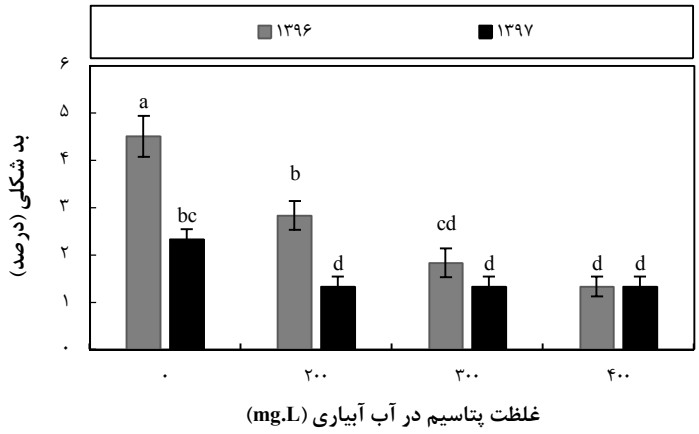
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که سطوح مختلف کود پتاسیم، نوع رقم و سال اثرات معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر درصد نیم‌مغزی خشک میوه داشته است (جدول ۴). در بین اثرات متقابل تنها اثرات دو فاکتور کود و سال در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها بین ارقام نشان داد که رقم احمد آقایی (۳/۳۳ درصد) میزان نیم‌مغزی بیش‌تری نسبت به رقم کله‌قوچی (۲/۶۲ درصد) داشت (شکل ۱۱ الف). نتایج حاصل از اثرات متقابل کود و سال نشان داد که تیمار کودی شاهد در سال اول دارای بالاترین (۵/۱۷ درصد) میزان نیم‌مغزی بود و کمترین میزان نیم‌مغزی در تیمار کودی ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم در

سال‌های اول و دوم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱۱ ب). همچنین هر سه تیمار کودی در سال دوم دارای کمترین میزان نیم‌مغزی بودند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱۱ ب).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که سطوح مختلف کود پتاسیم و سال تاثیر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر درصد بدشکلی خشک‌میوه داشت (جدول ۴). بررسی اثرات متقابل نشان داد که اثر متقابل بین کود و سال معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که بالاترین (۴/۵ درصد) درصد بدشکلی خشک‌میوه در سال اول و تیمار کودی شاهد ثبت گردید (شکل ۱۲). همچنین تیمارهای کودی پتاسیم (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در سال دوم (۱/۳۳ درصد) و نیز تیمار کودی ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم در سال اول (۱/۳۳



شکل ۱۱- مقایسه میانگین‌های اثر رقم (الف) و اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و سال(ب) بر درصد نیم‌مغزی خشک میوه در دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و سال بر درصد بدشکلی خشک‌میوه. میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

درصد) دارای پایین‌ترین درصد بدشکلی خشک‌میوه بودند (شکل ۱۲). نیم‌مغزی و بدشکلی به عنوان صفات نامطلوب در میوه پسته منجر به کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌شوند. بدشکلی به حالتی گفته می‌شود که پسته شکل عادی خود را نداشته باشد و یا در ناحیه غیر شکاف طولی شکستگی پیدا کرده باشد. بدشکلی پسته شامل از بین رفتن بافت پارانشیم اندوکارپ در بخشی از میوه‌چه است و میوه‌های بدشکل معمولا اندازه آن‌ها کوچکتر از میوه طبیعی است. مهم‌ترین علت ایجاد بدشکلی میوه، باردهی زیاد درخت و عدم تعادل عناصر غذایی می‌باشد. در همین زمینه، طلایی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش دادند که تنک‌کردن میوه، حلقه‌برداری و استفاده از ساکارز منجر به بهبود این صفات شد و این نتایج نشان می‌دهد وضعیت تغذیه‌ای و تعادل عناصر نقش مهمی در جلوگیری و کاهش بروز این صفات در پسته دارد. همچنین تحقیقات نشان داده است که پسته‌هایی که حاوی مغزی که کمتر از نیمی از حفره پوسته را پر می‌کند (نیم مغزی) در نتیجه اختلال رشد جنین در طول میوه‌دهی و رشد تخمدان تولید می‌شوند (Ferguson *et al*., 2005). نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پتاسیم منجر به کاهش درصد بدشکلی و نیم‌مغزی در میوه‌ها گردید. از آنجایی که پتاسیم یکی از عناصر مهم و تأثیرگذار در پر کردن مغز پسته گزارش شده است بنابراین افزایش پتاسیم از طریق کودآبیاری احتمالاً منجر به افزایش انتقال پتاسیم به مغز و نیز افزایش پر شدن مغز پسته و کاهش جلوگیری از نیم‌مغزی و بدشکلی شده است. تأثیر مثبت پتاسیم ممکن است به دلیل عملکرد پتاسیم در تثبیت CO_2 و بهبود مواد فتوسنتزی به جنین در حین پر شدن مغز باشد (داوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی میزان ذخیره پتاسیم در پسته بین میوه‌های خشک بالاترین مقدار است که احتمالاً کودآبیاری با پتاسیم، انتقال و

ذخیره این عنصر را در مغز بهبود بخشیده است. از آنجا که ۹۰ درصد جذب پتاسیم توسط درخت پسته در مرحله پرشدن مغز اتفاق می‌افتد، کاربرد کودهای با درصد بالای پتاسیم و کاهش pH محلول به جذب بهتر این عنصر و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. از سوی دیگر نقش مهم پتاسیم در انتقال قندها به مغز (درویشیان، ۱۳۸۱) نیز می‌تواند دلیلی بر کاهش این صفات نامطلوب پس از کاربرد پتاسیم باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با کاربرد کود در سیستم‌های آبیاری به بهترین صورت ممکن می‌توان مواد غذایی را برحسب نیاز گیاه، مصرف کرد (Boman & Obreza, 2002). در کل، نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از پتاسیم به میزان ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به صورت کودآبیاری به‌شدت بر کمیت و کیفیت محصول پسته تأثیر گذار بود و سبب افزایش پارامترهای مطلوب کمی و کیفی میوه و نیز کاهش درصد پارامترهای کیفی نامطلوب میوه (بدشکلی، نیم‌مغزی، زود خندانی منظم و نامنظم) شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده توصیه می‌گردد که جهت افزایش عملکرد و کیفیت میوه در ارقام کله‌قوچی و احمدآقایی از کودآبیاری پتاسیم با غلظت ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده گردد. در این تحقیق با وجودی که میزان پتاسیم در خاک بالاست، یعنی کمبود وجود ندارد، اما باز اضافه کردن پتاسیم باعث بهبود خصوصیات کیفی میوه شده است. دلیل آن این است که در گیاهان پرنیاز که سریع پتاسیم محلول خاک را تخلیه می‌کنند، جایگزینی مجدد و پرشدن محلول خاک زمان‌بر است. بنابراین اضافه کردن پتاسیم در طول فصل رشد می‌تواند این خلا را جبران کند و اثر مثبتی روی کیفیت میوه داشته باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری مدیریت محترم شرکت کشاورزی سیرجان بنیاد برای انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند.

منابع

۱. ترابی، م، و ملکوتی، مج. (۱۳۷۹). تأثیر تغذیه بر آلودگی پسته به آفلاتوکسین. اولین کنگره آفلاتوکسین پسته، کرمان، ایران.

۲. حسینی فرد، س‌ج، نقوی، ح، اقبال، م‌ک، و جلالیان، ع. (۱۳۸۴). ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های منتخب در منطقه پسته رفسنجان. ایران. چهارمین کنگره پسته و بادام، تهران، ۹۶-۹۵.

۳. داوری نژاد، غ، عزیزی، م، و آخراتی، م. (۱۳۸۸). تأثیر تغذیه برگی بر کیفیت، کمیت و باروری متناوب پسته (*Pistacia vera* L.). *مجله علوم باغبانی*، ۱: ۲۳-۱۰.

۴. درویشیان، م. (۱۳۸۱). کشت و تولید پسته. ترجمه. موسسه نشر آیندگان. ۲۶۸ ص.

۵. سیوندی نسب، ش. (۱۳۷۹). تأثیر اسید سالیسیلیک و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان پسته اوحدی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، دانشگاه ولی عصر، ایران.

۶. طلایی، ع، اسماعیلی زاده، م، لسانی، ح، جوانشاه، ا، و حکم آبادی، ح. (۱۳۸۹). اثر حلقه‌برداری، تنک میوه، اوره، سولفات روی و ساکارز بر ماندگاری جوانه‌های گل پسته رقم "اوحدی". *مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)*، ۴۱(۳): ۲۷۴-۲۶۵.

۷. علیپور، ح، و پناهی، ب. (۱۳۸۳). تأثیر کود آلی بر کیفیت پسته و آلودگی آن به آفلاتوکسین. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت، ایران.

۸. فانی، س، مرادی، م، تاج آبادی پور، ع، درگاهی، ر، و میر ابوالفتحی، م. (۱۳۹۲). نقش زودخندانی در آلودگی میوه پسته به گونه‌های آسپرژیلوس و آفلاتوکسین در استان کرمان. *علوم غذایی و تغذیه*، ۱۱(۳): ۱۰۵-۹۷.

9. Abd El-Rahman, GF, Hoda, MM, & Ensherah, AHT. (2012). Effect of GA3 and potassium nitrate in different dates on fruit set, yield and splitting of Washington navel orange. *Nature and Science*, *10*, 148-157.

10. Afify, RR, El-Nwehy, SS, Bakry, AB, & Abd El-Aziz, ME. (2019). Response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) crop grown on newly reclaimed sandy soil to foliar application of potassium nanofertilizer. *Middle East Journal of Applied Sciences, 9*, 78-85.

11. Afiqah, AN, Nulit, R, Hawa, ZEJ, & Kusnan, M. (2014). Improving the yield of 'Chok Anan' (MA 224) mango with potassium nitrate foliar sprays. *International Journal of Fruit Science, 14,* 416-423.

12. Afshari, H, & Hokmabadi, H. (2008). Studying the effects of elements on early splitting of pistachio nuts and the effects of phenolic compounds on aflatoxin control. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 4*, 131-137.

13. Al-Bamarny, SFA, Salman, MA, & Ibrahim, ZR. (2010). Effect of some chemical compounds on some characteristics of shoot and fruit of peach (*Prunus persica* L.) cv. Early Coronet. *Mesopotomia Journal of Auricular, 38*, 35-44.

14. Ben-Mimoun, O, Loumi, M, Ghrab, M, Latiri, K, & Hellali, R. (2004). Foliar potassium application on pistachio tree. IPI regional workshop on potassium and fertigation development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco, 24-28.

15. Bibi, F, Ahmad, I, Bakhsh, A, Kiran, S, Danish, S, Ullah, H, & Rehman, A. (2019). Effect of foliar application of boron with calcium and potassium on quality and yield of mango cv. Summer Bahisht (SB) Chaunsa. *Open Agriculture, 4*, 98-106.

16. Boman, BJ. (2001). Foliar nutrient sprays influence yield and size of

17. Boman, BJ, & Hebb, JW. (1998). Post bloom and summer foliar K effects on grapefruit size. *Florida State Horticultural Society, 111*, 128-134.
18. Boman, BJ, & Obreza, T. (2002). Fertigation nutrient sources and application consideration for Citrus. University of Florida Extension.
19. Cassman, KG, Kirby, TA, Roberts, BA, Bryant, DC, & Brouder, SM. (1989). Differential responseof two cotton cultivars to fertilizer and soil potassium. *Agron Journal, 81*, 870-876.
20. Celik, H, Baris, BS, Serhat, G, & Katkat, AV. (2010) Effects of iron and potassium fertility on microelement uptake of maze. *African Journal of Agricultural Research, 5*, 2158-2168.
21. Crane, JC, & Iwakiri, BT. (1987). Reconsideration of the cause of inflorescence budabscision in pistachio. *HortScience, 22*, 1315-1316.
22. Deeba, F, Abbas, N, & Ahmed, R. (2013). Market basket survey of selected dry fruits as a potential source of potassium. *Pakistan Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 46*, 22-25.
23. Doster, AM, & Michailides, TJ. (1995). Thedevelopment of early split pistachio nuts and the contamination by molds. Aflatoxins and insects. *Adana-Turkey-Acta Horticulture, 419*, 359-364.
24. Doster, M, Michailides, T, Goldhamer, D, & Morgan, D. (2001). Insufficient spring irrigation increases abnormal splitting of pistachio nuts. *California Agriculture*, *55*, 28-31.
25. Ferguson, L, Polito, V, & Kallsen, C. (2005). The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. pp. 31-39, In: Ferguson, L, (ed), Pistachio production manual. University of California Fruit and Nut Research Information Center, USA.
26. Gill, PPS, Ganaie, MY, Dhillon, WS, & Singh, NP. (2012). Effect of foliar sprays of potassium on fruit size and quality of 'Patharnakh' pear. *Indian Journal of Horticulture, 69*, 512-516.
27. Hamza, A, Bamouh, A, El Guilli, M, & Bouabid, R. (2012). Response of clementine citrus var. Cadoux to foliar potassium fertilization; Effects on fruit production and quality. *Research Findings: Electronic-International Fertilizer Correspondent, 31*, 8-15.
28. Hegazi, ES, Mohamed, SM, El-Sonbaty, MR, Abd El-Naby, SKM, & El-Sharony, TF. (2011). Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status, yield and fruit quality of olive cv. "Picual". *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 3*, 252-258.
29. Hosseinifard, J, & Panahi, B. (2005). The effect of different mineral nutrients on early splitting in pistachio. In *IV International Symposium on Pistachios and Almonds, 726,* 325-328.
30. Hussein, AHA. (2008). Response of Manzanillo olive (*Olea europaea*, L.) cultivar to irrigation regime and potassium fertigation under Tabouk conditions, Saudi Arabia. *Journal of Agronomy, 7*, 285-296.
31. Karimi R. (2017). Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and 'Valencia'orange. In Proc. *Florida State Horticultural Society, 114*, 83-88.

International Journal Horticultural Science Technology, 6, 113-123.

39. Olk, DC, Cassman, KG, & Carlson, RM. (1995). Kinetics of potassium fixation in vermiculitic soils under different moisture regimes. *Soil Science Society of America Journal, 59*, 423–429.
40. Ozeker, E, Isfendiyaroglu, M, & Misirli, A. (2005). Variation of fruit characteristics of *Pistacia* spp. pollinated by different hybridization pistachio types in Manisa-Yunt mountain area in Tutkey. *Journal of Factors Agriculture, University of the Aegean, 42*, 13-24.
41. Panahi, B, & Khezri, M. (2011). Effect of harvesting time on nut quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae, 129*, 730-734.
42. Pearson, TC, Slaughter, DC, & Studer, HE. (1994). Physical properties of pistachio nuts. *Transactions of the ASAE*, *37*, 913-918.
43. Pflüger, R, & Cassier, A. (1977). Influence of monovalent cations on photosynthetic CO_2 fixation. In Fertilizer Use and Production of Carbohydrates and Lipids; Proc Colloq Int Potash Inst.
44. Razzaquea, AHM, &Hanafib, MM. (2001). Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. *Fruit, 56*, 45-49.
45. Restrepo-Diaz, H, Benlloch, M, & Fernandez-Escobar, R. (2008). Plant water stress and K^+ starvation reduce absorption of foliar applied K^+ by olive leaves. *Scientia Horticulturae, 116*, 409-413.
46. Rosecrance, RC, Weinbaum, SA, & Brown, PH. (1996). Assessment of nitrogen, soluble sugars changes in grapevine. *Scientia Horticulturae, 215*, 184-194.
32. Karimi, HR, Sevandi-nasab, S, & Roosta, HR. (2012). The effect of salicylic acid and potassium on some characteristics nut and physiological parameters of pistachio trees Cv. Owhadi. *Journal of Nuts, 3*, 21-26.
33. Khayyat, M, Tehranifar, A, Zaree, M, Karimian, Z, Aminifard, MH, Vazifeshenas, MR, Amini, S, Noori, Y, & Shakeri, M. (2012). Effects of potassium nitrate spraying on fruit characteristics of 'Malas Yazdi' pomegranate. *Journal of Plant Nutrition, 35*, 1387-1393.
34. Marra, FP, Barone, E, Motisi, M, Sidari, M, & Caruso, T. (1998a). California fertilizer association. Western Fertilizer Handbook, Second Horticultural Edition, Sacramento, CA: p. 362.
35. Marra, FP, Barone, E, Motisi, M, Sidari, M, & Caruso, T. (1998b). Dry matter accumulationand carbohydrate content within branches of fruiting and deblossomed pistachio tree. *Acta Horticulturae, 470*, 331-339.
36. Marschner, H. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited Harcourt Brace and Company, Publishers, London, p. 347-364.
37. Nasir, M, Khan, AS, Basra, SA, & Malik, AU. (2016). Foliar application of moringa leaf extract, potassium and zinc influence yield and fruit quality of 'Kinnow'mandarin. *Scientia Horticulturae, 210*, 227-235.
38. Norozi, M, ValizadehKaji, B, Karimi, R, & Nikoogoftar Sedghi, M. (2019). Effects of foliar application of potassium and zinc on pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit yield.

phosphorus, and potassium uptake capacity and root growth in mature alternate-bearing pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. *Tree Physiology, 16*, 949-956.

47. Ruiz, R. (2005). Effects of different potassium fertilizers on yield, fruit quality and nutritional status Of fairlane nectarine trees and on soil fertility. *V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants, 721*, 185-190.
48. Saboory, A, Hadavi, E, & Imani, A. (2016). Foliar sprays based on malic acid, citric acid and potassium sulfate improve several qualitative and quantitative traits of pistachio nuts. *XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014), 1109,* 137-142.
49. Sedaghati, N, & Hosseinifard, SJ. (2018). The effects of deficit irrigation on the early splitting of pistachio nuts and aflatoxin contamination. *Pistachio and Health Journal*, *1*, 22-25.
50. Shuraki, YD, & Sedgly, M. (1996). Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. *Botany, 44*, 35-45.
51. Weinbaum, SA, Brown, PH, & Johnson, RS. (2002). Application of selected macronutrients (N, K) in deciduous orchards: physiological and agrotechnical perspectives. *Journal of Acta Horticulturae, 594*, 59-64.
52. Zeng, DQ, & Brown, PH. (1998). Effect of potassium application on soil potassium availability, leaf potassium status, nut yield and quality in mature pistachio (*Pistacia vera* L.) tree. *California Pistachio Industry, Annual Report*, 90- 96.
53. Zeng, DQ, Brown, PH, & Holtz, BA. (1999). Potassium fertilization and diagnostic criteria for pistachio trees. *Better Crops, 83*, 10-13.
54. Zeng, DQ, Brown, PH, & Holtz, BA. (2001). Potassium fertilization affects soil K, leaf Kconcentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. *HortScience, 36*, 85-89.
55. Zivdar, S, Arzani, K, Souri, MK, Moallemi, N, & Seyyednejad, SM. (2018). Physiological and biochemical response of olive (*Olea europaea* L.) cultivars to foliar potassium application. *Journal of Agricultural Science and Technology, 18*(7), 1-24.

Evaluation of the Effect of Potassium Fertigation on Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Pistachio Cultivars of Ahmad Aghaei and Kaleghoochi

Abstract

Inorder to investigate the role of potassium in quantitative and qualitative characteristics of pistachios cultivars "Ahmad Aghaei" and "Kaleghoochi", an orchard experiment in the form of a randomized complete block designwith three replications and three factors, cultivar (Ahmad Aghaei and Kaleghoochi), different levels of potassium fertilizer (0, 200, 300 and 400 mg of potassium per liter of irrigation water) and year (2017 and 2018) was done. The results showed that the nut potassium content and the fresh weight of the fruit with the hull increased in the second year of the experiment. Fresh weight of the fruit with the hull, nut length and kernel length were higher in Kaleghoochi cultivar than Ahmad Aghaei cultivar. While the percentage of half kernel and nut width was higher in Ahmad Aghaei cultivar. With the application of potassium, the fresh weight of fruit with hull and without hull, fresh weight of kernel, nut length and width and width, thickness of kernel and leaf potassium increased. In Kaleghoochi cultivar, compared to Ahmad Aghaei cultivar, fresh fruit without skin and kernel, nut thickness and width and thickness of kernel increased in both years. Potassium application in both years increased nut thickness and kernel length and significantly reduced half kernel percentage and deformity. The amount of nut potassium in both cultivars increased with the application of potassium.In the first year and in both cultivars Ahmad Aghaei and Kaleghoochi the use of potassium had a significant effect on reducing regular and irregular early splitting.

Keywords: Deformity, Early splitting, Fertigation, Half kernel, Splitting