

بررسی ویژگی‌های کیفی میوه، میزان عناصر برگ و عملکرد در شش رقم تجاری پسته

پیوند شده روی پایه کشت بافتی بادامی زرنند

حمید علی پور^۱، اعظم رضوی نسب^{۲*}

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

چکیده

در حال حاضر اغلب پایه‌های پسته در کشور بذری بوده و ناهمگنی پایه‌ها باعث اختلاف در ویژگی‌های کمی و کیفی درختان مربوط به هر رقم شده است. از آنجایی که امکان تکثیر پایه‌های مقاوم پسته به صورت بذری میسر نمی‌باشد، لذا گسترش پایه‌های کشت بافتی و نیز بررسی سازگاری ارقام تجاری با این پایه‌ها، ضرورتی اجتناب ناپذیر در توسعه باغ‌های پسته است. هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی میوه، مقدار عناصر غذایی برگ و میزان عملکرد شش رقم تجاری پسته پیوند شده روی پایه کشت بافتی رقم بادامی زرنند بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش رقم پسته (کله قوچی، رضایی زودرس، فندق، فروتنی، اکبری و احمدآقایی) در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان اجراء شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، در بین ارقام مورد مطالعه، رقم احمدآقایی از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و میزان عملکرد دارای بیشترین مقادیر بود. به‌طوریکه این رقم در مقایسه با اکبری، ۴۳ درصد پوکی کمتر و نسبت به فروتنی، ۱۳ درصد خندانی بیشتر و نسبت به کله قوچی ۶۷ درصد عملکرد بیشتری داشت و از سازگاری مطلوب‌تری با پایه کشت بافتی برخوردار بود. هر چند رقم احمدآقایی در همه عناصر حائز بیشترین غلظت بود ولی تنها در دو عنصر منیزیم و منگنز، این اختلاف معنی‌دار بوده و به ترتیب ۴۰ درصد و ۳۵ درصد نسبت به رقم اکبری افزایش نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد می‌توان با استفاده از پایه کشت بافتی بادامی زرنند و پیوندک احمدآقایی در اقلیم کرمان، به بیشترین و اقتصادی‌ترین میزان عملکرد رسید.

واژه‌های کلیدی: پایه کشت بافتی، پسته، کیفیت میوه، غلظت عناصر غذایی، عملکرد

^۱ استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

^۲ عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران (*نویسنده مسئول: azamrazavinasab@yahoo.com)

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات باغی کشور است که متأسفانه در سال‌های اخیر عملکرد و کیفیت آن رو به کاهش بوده است. از جمله عواملی که باعث کاهش عملکرد و کیفیت پسته می‌گردد، مشکلات فیزیولوژیک از قبیل ریزش جوانه‌های گل، پوکی، ناخندانی، ترک خردگی و بد شکلی می‌باشد (Fabbri et al., 1998؛ ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۸). اگرچه پسته گیاهی متحمل به خشکی است اما حساسیت روزه‌های آن نسبت به دیگر گیاهان باغی کمتر بوده و دلیل اصلی این تحمل، ریشه‌های بسیار عمیق از نوع آب‌یاب (Phreatophyte) بوده که توانایی استحصال آب به صورت مستقیم یا به شکل جذب مویبگی از اعماق خاک را دارد (Fabbri et al., 1998). این سیستم شگفت‌انگیز از نظر فیزیولوژیکی به گونه‌ای است که سبب ایجاد تحمل به شوری نیز می‌گردد. بدین صورت که اغلب گیاهان متحمل به شوری مانند پسته، در غلظت‌های متوسط املاح خاک، تا حدودی از ورود یون‌های مضر و ناخواسته جلوگیری می‌نمایند ولی با افزایش غلظت املاح، جذب یون‌های سدیم و کلر افزایش می‌یابد. جذب زیاد یون‌ها در حقیقت برای مقابله با افزایش فشار اسمزی بیرون ریشه گیاه ضروری است ولی منجر به کاهش جذب برخی عناصر ضروری نظیر پتاسیم، کلسیم، روی و در نهایت تشدید عدم تعادل آنها در گیاه می‌شود (تاج‌آبادی، ۱۳۸۳).

از آنجا که تنش‌های زیستی شامل گموز و نماتد و تنش‌های غیر زیستی شامل خشکی، شوری و سرما مهمترین عوامل محدود کننده تولید پسته در کشور شناخته می‌شوند، انتخاب پایه و پیوندک مناسب باید مورد توجه و ارزیابی بیشتر قرار بگیرد (هاشمی‌نسب و افروشه، ۱۳۹۷). فناوری کشت بافت گیاهی برای تکثیر گیاهان در سطح وسیع استفاده می‌شود. این فناوری تجاری بر پایه ریزازدیادی است که در آن پرآوری سریع گیاه به وسیله ریزقلمه‌های ساقه‌ای کوچک، جوانه‌های محوری و در سطح محدودتری از رویان‌های سوماتیکی بدست می‌آید (Sing, 2005).

استفاده از پایه‌های یکنواخت و اصلاح شده نقش به‌سزایی در افزایش تولید پسته و افزایش سطح زیرکشت پسته در مناطقی با اقلیم نامساعد به‌ویژه در وضعیت بحرانی مناطق پسته‌خیز (از جمله کاهش کمیت و کیفیت آب، خاک و تداوم خشکسالی) خواهد داشت. مشکل بودن تکثیر غیرجنسی پسته، عدم امکان تولید انبوه پایه‌های مناسب و برتر و در نتیجه مشکل بودن احداث باغ‌های یکنواخت و پرمحصول از مشکلات مهم پسته کاری کشور می‌باشد (Tajabadipour et al., 2006).

ریزازدیادی پسته به کمک تکنیک کشت بافت از طریق ریشه‌دار نمودن ریز نمونه‌های حاصل از جوانه جانبی ساقه در یک محیط غذایی مصنوعی و با کمک هورمون‌های گیاهی صورت گرفته و از این طریق اقدام به تولید و تکثیر نهال‌ها می‌شود. بنابراین همانند سیستم‌های تکثیر غیرجنسی، تمامی نهال‌های حاصل از ماده گیاهی اولیه همانند آن

بوده و هیچ تفاوت ژنتیکی با آن ندارند که از مهمترین مزایای این روش تکثیری محسوب می‌شود. در واقع می‌توان گفت روش کشت بافت همان روش قلمه‌زنی سنتی در اندازه‌های بسیار کوچکتر و آزمایشگاهی است که کشاورزان هزاران سال از آن بهره برده‌اند (هاشمی‌نسب و افروشه، ۱۳۹۷). Havland & Ferguson (۲۰۱۶) یکنواختی نهال‌های ایجاد شده را از مزایای روش ازدیاد کشت بافتی بر بذری دانستند. اما آنها اظهار داشتند که این یکنواختی و غیر یکنواختی بسته به واکنش به شرایط محیطی و بیماری‌ها می‌تواند مفید یا مضر باشد.

موضوع انتخاب پایه مناسب برای احداث باغ پسته، همواره یکی از چالش‌های جدی پژوهش‌گران و تولیدکنندگان بوده است و عمده فعالیت‌های تحقیقاتی انجام شده در مورد شناسایی پایه‌های برتر پسته بر سه موضوع اصلی متمرکز بوده است:

۱- تعیین رابطه بین پایه و مقاومت به شوری (Adish *et al.*, 2010)

۲- بررسی مقاومت پایه‌ها به انواع پاتوژن‌های خاکزی (صداقتی و همکاران، ۱۳۸۸)

۳- توانایی پایه‌ها در جذب عناصر غذایی از خاک و عملکرد درخت (Tajabadipour *et al.*, 2006).

تعداد ارقام پسته ایران، بیش از ۸۰ رقم می‌باشد و ارقام ممتاز، کله قوچی و اوحدی جزء پسته‌های درجه یک محسوب می‌شوند و ارقام قزوینی و ابراهیمی و واحدی در درجه دوم اهمیت قرار دارند (Sheibani, 1995). تاکنون بیش از ۷۰ رقم پسته در استان کرمان شناسایی شده است که از بین آنها چند رقم مهم‌تر از بقیه می‌باشند که می‌توان از ارقام اکبری، اوحدی، کله قوچی، احمد آقایی، بادامی زرد و رضایی نام برد. دو رقم اوحدی و کله قوچی بیشترین ارقام پسته رفسنجان و کرمان را به خود اختصاص داده‌اند به طوری که بیش از ۷۰-۶۰ درصد از باغ‌های پسته در این منطقه متعلق به این دو رقم می‌باشد. در پژوهش تاج آبادی پور (تاج‌آبادی پور، ۱۳۸۶) ویژگی‌های مورفولوژیکی ۲۰ رقم پسته در شرایط آب و هوایی رفسنجان مورد بررسی قرار گرفت و در مجموع مشخص شد که ارقام بادامی زودرس و رضایی زودرس در بسیاری از صفات با یکدیگر شباهت دارند. ارقام اوحدی، فندق غفوری و راور شماره یک نیز از لحاظ صفات مورفولوژیکی مشابه بودند. اسماعیل پور (۱۳۷۶) دریافت که رقم اوحدی مناسب برای کاشت در اکثر مناطق رفسنجان بوده و در یک دوره ۴۰ ساله سطح زیر کشت آن به میزان زیادی افزایش یافته است. قدرت رشد درخت متوسط بوده و ارتفاع آن به حدود سه متر می‌رسد و غالبیت انتهایی در آن خیلی شدید است. رقم کله قوچی در بخش زیادی از باغ‌های منطقه رفسنجان و کرمان وجود دارد و دلیل آن عملکرد بالا و میوه‌های درشت می‌باشد. این رقم دارای شاخه‌های قوی‌تر و شاخه‌زایی بیشتر در مقایسه با رقم اوحدی می‌باشد. رقم احمد آقایی به علت داشتن میوه‌های نسبتاً درشت با رنگ سفید پوست استخوانی در حال گسترش در باغ‌های پسته می‌باشد. شرافتی و همکاران (۱۳۹۲) در فیض‌آباد خراسان، در ارزیابی

گلدھی و میوه‌دهی دوازده رقم پسته در منطق فیض آباد دریافتند که ارقام ممتاز، شاه پسند و خنجری سازگاری مناسبی نداشتند و ارقام بادامی سفید، اکبری و پسته گرمه از سازگاری بیشتری برخوردار بودند. آنها دریافتند از بین ارقام بومی، بادامی سفید، پسته قرمز و پسته گرمه بیشترین رشد رویشی را داشتند و آثار و علائم حساسیت به شوری در آنها گزارش نشده است. دو رقم ممتاز و اوحدی به دلیل حساسیت به شوری و زیاد بودن درصد آفتاب سوختگی، جایگاه مناسبی برای کاشت برخوردار نبودند. در نهایت مشخص شد که برای منطقه فیض آباد و سایر مناطق با اقلیم مشابه، رقم بادامی سفید از پتانسیل بیشتری برای کاشت برخوردار است، زیرا این رقم دارای بیشترین اندازه درخت، تقریباً بیشترین تعداد میوه در خوشه، درصد خندانی مناسب و بازارپسندی مناسب میوه خشک و تر است. بعد از رقم بادامی سفید فیض آباد، رقم اکبری، صفات مطلوبی برای کشت و توسعه دارد که از آن جمله می‌توان به بزرگ بودن اندازه پسته و بازارپسندی مناسب اشاره کرد. پسته گرمه و برگ سیاه از سازگاری مناسبتری برخوردارند و ارقام شاه پسند، ممتاز، اوحدی، کله قوچی و عباسعلی، پتانسیل کمتری برای تولید محصول اقتصادی دارند. بنابراین در این اقلیم و اقلیم مشابه می‌بایست ارقام سازگار همانند بادامی سفید، اکبری و پسته گرمه را به تدریج جایگزین ارقام ناسازگار فعلی نظیر کله قوچی، فندقی و اوحدی کرد. اینکار با سربرداری ارقام ناسازگار و پیوند ارقام مناسب به صورت پراکنده در خراسان رضوی انجام شده که با موفقیت همراه بوده است (شرافتی و همکاران، ۱۳۹۲).

با توجه به موارد ذکر شده، جهت رفع مشکل و دستیابی سریع‌تر و تولید نهال با کیفیت بهتر می‌توان از تکنیک کشت بافت (ریز ازدیادی) پسته استفاده کرد ولی قبل از هر گونه تولید انبوه و تجاری ضرورت دارد که رفتار رشدی، ویژگی‌های کیفی میوه و میزان عملکرد ارقام مختلف پسته پیوند شده روی نهال‌های کشت بافتی در باغ با یکدیگر مطالعه و مقایسه گردد و چه بهتر که این مقایسه با ارقام پیوند شده روی پایه‌های بذری نیز صورت گیرد (که در این پژوهش انجام نشده و به پژوهشگران توصیه می‌گردد). لذا پژوهش حاضر در راستای مقایسه کیفی میوه، میزان عملکرد و همچنین غلظت عناصر غذایی در برگ ارقام مختلف پسته پیوند شده بر روی پایه کشت بافتی بادامی زرد، جهت دستیابی به رقم یا ارقام ممتاز جهت پیشنهاد به باغداران محترم، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان به مدت چهار سال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار ارقام پسته در سه تکرار (هر تکرار شامل سه درخت) اجرا شد. ارقام پسته شامل احمدآقایی، اکبری، فندقی، کله قوچی، فروتنی و رضایی زودرس، روی پایه کشت بافتی بادامی زرد پیوند شدند. پایه‌های کشت بافتی در سال ۱۳۸۲ در

مؤسسه تحقیقات پسته کشور تولید و در سال ۱۳۸۳ نهال‌های یکساله کشت بافتی در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان در زمین اصلی کشت شدند و در سال ۱۳۸۶ با پیوندک‌های ارقام ماده احمدآقایی، اکبری، فندق، کله قوچی، فروتنی و رضایی زودرس پیوند و به روش غرقایی با دور آبیاری ۱۵ روزه آبیاری شدند.

بعد از چهار سال و باردهی درختان پسته، در ماه مهر هر سال (۱۳۹۳-۱۳۹۰)، میزان عملکرد (وزن محصول تر و خشک)، درصد پسته‌های خندان، درصد پسته‌های دهن بست، اونس و درصد پوکی میوه هر درخت به صورت وزنی اندازه‌گیری شد (اسماعیل‌پور، ۱۳۸۷).

در اواخر تیر ماه سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲ نمونه برداری از برگ درختان انجام و برگ‌ها به منظور تعیین عناصر غذایی به آزمایشگاه خاکشناسی مؤسسه تحقیقات پسته کشور منتقل گردید. اندازه‌گیری غلظت فسفر به روش اولسن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم برگ به روش شعله سنجی توسط دستگاه فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری و عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (اسماعیل‌پور، ۱۳۸۷).
اطلاعات بدست آمده طی چهار سال به صورت تجزیه مرکب با نرم افزار آماری SAS تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام و سپس نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

الف- مقایسه ارقام از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه

نتایج (جدول ۱) تجزیه مرکب اطلاعات بدست آمده نشان داد که ارقام اکبری و کله قوچی دارای کمترین اونس دانه (درشت دانه‌تر) و رضایی زودرس و فندقی بیشترین اونس (ریز دانه‌تر) بود. کمترین پوکی به رقم احمدآقایی تعلق داشت و این رقم نسبت به اکبری ۴۳ درصد پوکی کمتری داشت. نتایج بدست آمده همچنین نشان دادند که ارقام اکبری، احمدآقایی و رضایی زودرس، بیشترین درصد خندانی را داشتند. از نظر میزان عملکرد، بیشترین میزان وزن تر و خشک محصول به رقم احمدآقایی تعلق داشت، به طوری که این رقم نسبت به کله قوچی ۶۷ درصد عملکرد خشک بیشتری نشان داد. در واقع رقم احمد آقایی از نظر صفات مورد ارزیابی دارای بیشترین مقادیر و مطلوب‌ترین وضعیت از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه بوده و پس از آن رقم فروتنی قرار گرفت. بر اساس تجزیه مرکب اطلاعات چهار ساله، به‌طور کلی ارقام احمد آقایی و فروتنی از لحاظ عملکرد دارای بیشترین سازگاری با پایه کشت بافتی بادامی زرد بودند.

جدول ۱- مقایسه میانگین ارقام مختلف بر اساس صفات مورد ارزیابی.

رقم	اونس دانه	درصد پوکی میوه	درصد خندانی میوه	وزن محصول تر (گرم)	وزن محصول خشک (گرم)
کله فوجی	۲۱ ^d	۱۱/۷ ^{ab}	۷۴/۱ ^b	۲۸۳ ^c	۸۹ ^c
رضایی زودرس	۲۹ ^a	۱۰/۶ ^b	۷۸/۳ ^{ab}	۳۳۷ ^c	۱۰۹ ^{bc}
فندق	۲۸ ^{ab}	۱۲/۹ ^a	۷۵/۳ ^b	۲۹۵ ^c	۹۶ ^c
فروتی	۲۷ ^{bc}	۱۱/۴ ^{ab}	۷۳/۹ ^b	۴۶۵ ^b	۱۳۷ ^b
اکبری	۲۲ ^d	۱۱/۳ ^{ab}	۸۲/۳ ^a	۳۴۵ ^c	۱۱۰ ^{bc}
احمدآقایی	۲۶ ^c	۷/۹ ^c	۸۴/۶ ^a	۸۳۲ ^a	۲۶۹ ^a

در هر ستون اعداد با حداقل یک حرف مشترک در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

تعداد دانه در اونس عاملی موثر در کیفیت محصول محسوب می‌شود و کم بودن تعداد دانه در اونس درشت بودن دانه‌های پسته را نشان می‌دهد و نشانگر کیفیت ظاهری میوه می‌باشد (گنجی خرم‌دل و کیخایی، ۱۳۹۵).

پوکی یکی از مشکلات فیزیولوژیکی پسته به شمار می‌آید. به‌طور معمول در بهترین شرایط تولید پسته در دنیا، حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد از دانه‌ها پوک هستند (گنجی خرم‌دل و کیخایی، ۱۳۹۵). تولید میوه‌های پوک ممکن است به دلیل مشکلات گرده افشانی و لقاح و عدم رشد جنین، شرایط نامساعد محیطی (شوری، خشکی و دوره‌های آبیاری طولانی مدت) و همچنین تنش‌های تغذیه‌ای و هورمونی، پر محصول و کم محصول بودن رقم مورد نظر رخ دهد. عوامل فوق می‌توانند باعث اختلال در توزیع کربوهیدرات‌ها و تنظیم کننده‌های رشد شده و در نهایت منجر به تولید میوه‌های پوک شود (Shuraki & Sedgley, 1996; Ferguson *et al.*, 2005). درصد پوکی میوه‌های پسته نقش بسیار مهمی در میزان عملکرد نهایی دارد. در مطالعه پیش‌رو با کاهش میزان محصول، درصد پوکی نیز افزایش یافت. طبق نظر محققان (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۴)، اگر ارقام و سن مشابه باشند، بیشترین تغییر درصد پوکی مربوط به اختلاف در تیمار کودی و دور آبیاری است.

یکی دیگر از ویژگی‌های کیفی پسته خندان بودن آن است که بر بازارپسندی آن تاثیر مستقیم دارد. به‌طور کلی خندانی یکی از ویژگی‌های مهم در پسته بوده که از یک رقم به رقم دیگر متفاوت است و عاملی برای انتخاب رقم مناسب برای تولید تجاری می‌باشد. فرضیه‌های متفاوتی برای علت خندان شدن پسته ارائه شده اما سازوکار خندان شدن پسته هنوز نامشخص است (درویشیان، ۱۳۸۱). آب مهمترین عاملی است که در خندانی موثر بوده و مهمترین زمان آبیاری برای خندان شدن مغزهای پسته، آب شهریور ماه یا آخرین آب قبل از رسیدن کامل محصول می‌باشد (گنجی خرم‌دل و کیخایی، ۱۳۹۵). اسمعیلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود در بررسی اثر تیمارهای تنک میوه، اوره، ساکارز و

سولفات روی بر رقم اوحدی دریافتند که کاربرد همزمان تیمارها، وزن مغز میوه و درصد خندانی را افزایش داده و اونس، درصد پوکی، بدشکلی میوه و درصد ریزش جوانه‌های گل را کاهش می‌دهد.

تعداد میوه در خوشه و میزان وزن تر و خشک میوه، نشان دهنده میزان عملکرد پسته است. بررسی‌های تاج‌آبادی‌پور و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که تعداد میوه در خوشه در رقم اوحدی بیشتر از ارقام احمدآقایی و کله قوچی بوده است. تعداد کمتر میوه در رقم احمدآقایی نسبت به کله قوچی می‌تواند به تفاوت ژنتیکی احتمالی بین ارقام نسبت داده شود. در پژوهش معین‌راد (۱۳۸۷الف) در آزمایش باغی اول در طی سال‌های ۷۵ تا ۷۸ میزان وزن خشک میوه در خوشه، تعداد خوشه در درخت و وزن تر و خشک میوه در درخت رقم اوحدی نسبت به احمدآقایی و کله قوچی در سال‌های ۷۵ و ۷۶ به طور معنی‌داری بیشتر و در سال ۷۸ اختلاف بین ارقام معنی‌دار نبود. چنین به نظر می‌رسد که در شرایط این آزمایش، ویژگی زودرسی و یکنواختی رسیدن میوه‌ها در رقم اوحدی نقش مثبتی در باردهی این رقم داشته است. به دلیل افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در درخت در رقم اوحدی (به ویژه نسبت به کله قوچی) و همچنین به خاطر افزایش معنی‌دار وزن خشک میوه در خوشه در این رقم (نسبت به دو رقم دیگر) باردهی آن بیشتر شده بود. در آزمایش باغی دوم این پژوهش (معین‌راد، ۱۳۸۷الف) در طی سال‌های ۷۸ تا ۸۲ وزن تر و خشک پسته در درخت، وزن خشک پسته‌های خندان، وزن خشک پسته‌های پوک، وزن خشک پسته‌های دهن بست و تعداد خوشه در درخت، در رقم بادامی سفید بیشتر از اوحدی بود و وزن خشک پسته در خوشه و درصد پوکی رقم اوحدی بیشتر از بادامی سفید بود. در مورد درصد پسته‌های خندان تفاوتی بین دو رقم مشاهده نشد. در این آزمایش یکی از علل افزایش معنی‌دار وزن خشک میوه رقم بادامی سفید تعداد بیشتر نقاط بارده (خوشه) در درخت بوده است.

اسماعیل‌پور (۱۳۷۶) در بررسی اثرات پایه‌های مختلف پسته شامل پایه اهلی (بادامی)، سرخس، آتلانتیکا و موتیکا (بنه) روی عملکرد سه رقم کله قوچی، اوحدی و احمدآقایی نشان دادند که پایه پسته اهلی (بادامی) همراه با پیوندک احمدآقایی دارای بیشترین میزان محصول تر و خشک، حداکثر درصد خندانی و کمترین درصد پوکی بود.

نتایج بدست آمده از تحقیق حکم‌آبادی و همکاران (حکم‌آبادی و همکاران، ۱۳۷۹) نشان داد که با محلول پاشی ترکیب قندی برخی از صفات کیفی مانند درصد خندانی، پوکی و میوه‌های بد شکل نسبت به شاهد بهبود می‌یابد ولی در میزان وزن تر و خشک و میزان جذب برخی از عناصر غذایی میوه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر کودهای مختلف نیتروژنی (آمونومی و نیتراتی)، کود دامی (گوسفندی) و کاربرد پتاسیم و آهن بر درختان پسته رقم فندق پیوند شده روی پایه بادامی زرد دریافتند که کاربرد آمونیوم و آهن عملکرد محصول، اونس و درصد خندانی را در مقایسه با نیترات افزایش می‌دهد.

معین‌راد (۱۳۸۷ الف) در پژوهشی پنج ساله در ایستگاه تحقیقات پسته گناباد از ارقام پسته بادامی سفید و اوحدی به عنوان پیوندک روی پایه بادامی ریز استفاده نمود. بعد از کوددهی تکمیلی که شامل ترکیبی از کودهای شیمیایی و دامی با مقادیر معین بود، نتایج نشان داد که میزان عملکرد بادامی سفید به‌طور معنی‌دار از اوحدی بیشتر و ویژگی سال‌آوری در اوحدی قابل توجه بود. دو سال بعد از کوددهی تکمیلی، محصول پسته به‌طور معنی‌دار افزایش و در نتیجه سال‌آوری در رقم اوحدی نیز مشاهده نشد.

ب- مقایسه ارقام از نظر غلظت عناصر غذایی برگ

جدول ۲، حد بهینه عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف را در برگ پسته نشان می‌دهد (درویشیان، ۱۳۸۱). همان‌گونه که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، بین ارقام مختلف پیوند شده روی پایه کشت بافتی بادامی زرنند از لحاظ غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و بیشترین غلظت منیزیم برگ متعلق به ارقام احمدآقایی، فروتنی و کله قوچی بود. به‌طوری‌که منیزیم رقم احمدآقایی نسبت به اکبری ۴۰ درصد افزایش نشان داد. از نظر غلظت عناصر غذایی کم مصرف، نتایج نشان داد که کمترین غلظت آهن متعلق به رقم فروتنی و کمترین غلظت روی متعلق به ارقام فروتنی و اکبری بود. بیشترین غلظت منگنز در رقم احمدآقایی و فروتنی بدست آمد که نسبت به رقم اکبری ۳۵ درصد افزایش نشان داد. بیشترین غلظت مس در برگ رقم اکبری و احمدآقایی دقیقاً مشابه هم بود، هرچند که فندق و رضایی زودرس هم از غلظت مس بالایی برخوردار بودند. در بین ارقام مختلف پیوند شده روی پایه کشت بافتی، اختلاف معنی‌داری از جهت غلظت بور برگ مشاهده نشد. با توجه به نتایج بدست آمده، هرچند رقم احمدآقایی حائز بیشترین رتبه در غلظت عناصر شده است، ولی به‌طور کلی اختلاف بین غلظت عناصر در ارقام مختلف چندان معنی‌دار نبوده و این‌گونه به‌نظر می‌رسد که در جذب عناصر غذایی و بدنبال آن غلظت این عناصر در برگ، پایه نقش تعیین‌کننده‌تری دارد تا پیوندک، که در مطالعه حاضر پایه یکسان بوده است. در واقع این‌گونه به نظر می‌آید که رقم احمدآقایی بیشترین سازگاری را با پایه کشت بافتی بادامی زرنند داشته است.

جدول ۲- میزان بهینه عناصر غذایی موجود در برگ پسته.

نام عنصر	نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	منگنز	بور	روی	مس	آهن
			(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
مقدار بحرانی	۲/۳	۰/۱۴	۱	۱/۳	۰/۶	۳۰	۹۰	۷	۴	۳۰
مقدار بهینه	۲/۹-۲/۵	۰/۱۴-۰/۱۷	۱-۲	۱/۳-۴	۰/۶-۱/۲	۳۰-۸۰	۱۲۰-۲۵۰	۱۵-۱۰	۶-۱۰	۴۵-۱۸۵

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام مختلف بر اساس غلظت عناصر غذایی برگ.

رقم	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
	(درصد)			(میلی گرم در کیلوگرم)					
کله قوچی	۰/۱۲ ^a	۱/۳ ^a	۱/۸ ^a	۰/۶۶ ^{ab}	۹۸ ^a	۱۱/۶ ^{ab}	۲۳/۰ ^b	۷/۷ ^b	۱۱۷ ^a
رضایی زودرس	۰/۱۱ ^a	۱/۲ ^a	۱/۶ ^a	۰/۵۶ ^b	۸۸ ^{ab}	۱۳/۷ ^a	۱۷/۶ ^c	۸/۲ ^{ab}	۱۰۹ ^a
فندق	۰/۱۲ ^a	۱/۴ ^a	۱/۵ ^a	۰/۵۳ ^b	۹۳ ^a	۱۴/۰ ^a	۱۶/۰ ^c	۸/۷ ^a	۹۶ ^a
فروتنی	۰/۱۱ ^a	۱/۴ ^a	۱/۶ ^a	۰/۷۶ ^a	۸۴ ^b	۱۰/۷ ^b	۲۶/۰ ^{ab}	۷/۶ ^b	۹۱ ^a
اکبری	۰/۱۱ ^a	۱/۲ ^a	۱/۵ ^a	۰/۵۰ ^b	۹۷ ^a	۱۰/۶ ^b	۱۸/۶ ^c	۹/۰ ^a	۱۰۷ ^a
احمدآقایی	۰/۱۱ ^a	۱/۲ ^a	۱/۶ ^a	۰/۸۳ ^a	۱۰۰ ^a	۱۲/۲ ^{ab}	۲۸/۶ ^a	۹/۰ ^a	۱۱۹ ^a

در هر ستون اعداد با حداقل یک حرف مشترک در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

پژوهشگران (شرافتی و حکم آبادی، ۱۳۹۴؛ Tavallali & Rahemi, 2007) به این سؤال اساسی پاسخ دادند که انتخاب پایه مناسب در مقدار عناصر غذایی جذب شده از خاک، از اهمیت زیادی برخوردار است و کاشت پایه مناسب، هزینه نگهداری باغ را به طور مستقیم کاهش می‌دهد و از طرف دیگر می‌تواند موجب افزایش کیفیت و کمیت محصول شود. ایشان دریافتند که رقم پیوند شده روی پایه نقش مهمی در مقدار عناصر جذب شده توسط پایه ندارد، به عبارت دیگر در مورد عناصر غذایی، پایه بر پیوندک (رقم) بیشتر تاثیرگذار است. لذا باید توجه داشت که انتخاب رقم باید متناسب با پتانسیل باردهی و سازگاری با شرایط اقلیمی منطقه باشد و انتخاب پایه باید بر اساس توانایی در جذب عناصر غذایی، مقاومت به بیماری‌ها و شوری آب و خاک صورت گیرد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که تفاوت جذب عناصر بین ارقام مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در روابط آبی آنها مانند تفاوت در میزان تعرق باشد. هرچند در مطالعه حاضر، پایه یکسان و پیوندک‌ها متفاوت هستند ولی در مطالعه قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) در بین پایه‌های مختلف مورد بررسی در جذب عناصر در شرایط تنش آبی مختلف، پایه بنه کارایی بالاتری برای جذب عناصر فسفر پتاسیم و کلسیم و منگنز در شرایط تنش داشت. در واقع این پایه در شرایط تنش بیشترین کارایی را در جذب فسفر داشت. بررسی Tavallali & Rahemi (۲۰۰۷) نیز نشان داد که ارقام پیوند شده روی پایه بنه، فسفر بیشتری داشتند. در پژوهش پنج ساله معین‌راد (۱۳۸۷ب) که از ارقام پسته بادامی سفید و اوحدی پیوند شده روی پایه بادامی ریز استفاده نمود، مشخص شد که در هر دو رقم اثر شوری به گونه‌ای نبوده که از جذب فسفات ممانعت نماید. با عمل سربرداری گیاهان از زیر نقطه پیوند چنین تشخیص داده شد که حساسیت به نمک در شرایط فوق عمدتاً مربوط به رقم می‌باشد. در مطالعه پیش‌رو همه ارقام مورد بررسی جذب پتاسیم خوبی داشتند که این امر می‌تواند ناشی از توانایی پایه (که در این پژوهش یکسان بوده) باشد. در واقع افزایش غلظت پتاسیم برگ در این ارقام می‌تواند بیانگر نقش این عنصر در تنظیم اسمزی و حفظ تورژانس باشد. Francisco *et al.* (۲۰۰۲) دریافتند که ارقام مختلف پسته با تجمع پتاسیم

در بافت‌های خود و کاهش پتانسیل اسمزی، مانع از دست رفتن آب و جذب بیشتر آب در بافت‌های خود می‌شوند. از آنجایی که اغلب مناطق پسته کاری با تنش شوری (آب یا خاک) مواجه هستند، ممکن است افزایش پتاسیم در سلول به خاطر اثر سازوکار تنظیمی آن در حفظ و تنظیم فشار اسمزی در مقابل مقادیر بالای کلر تحت تنش شوری باشد و به عنوان یک یون ضروری در محافظت اسمزی ظاهر شود. خوشگفتار منش (۱۳۸۲) دریافت که در خاک‌های شور و شور سدیمی غلظت بالای سدیم نه تنها باعث کاهش میزان جذب پتاسیم توسط ریشه‌ها می‌گردد، بلکه ممکن است غشای سلولی ریشه را تخریب کرده و توانایی این غشاء را در ورود انتخابی یون‌ها تغییر دهد. بنابراین ارقامی که بتوانند پتاسیم بیشتری جذب کنند توانایی حفظ قابلیت جذب ریشه بالاتر و مقاومت بیشتری را نسبت به تنش اسمزی خواهند داشت. Sepaskhah & Karimi-Goghari (۲۰۰۵) دریافتند که در شرایط تنش شوری، میزان پتاسیم ارقام بادامی و فندق‌ی نسبت به سایر ارقام بیشتر بوده ضمن اینکه نسبت پتاسیم به سدیم در رقم بادامی بالاتر از سایر ارقام بود. گرچه این رقم نیز در شرایط تنش نسبت به عدم تنش دچار کاهش عملکرد می‌شود.

یکی دیگر از مهمترین عناصر غذایی در تغذیه درختان پسته کلسیم است. در مطالعه حاضر هرچند اختلاف بین غلظت کلسیم برگ ارقام پیوند شده روی پایه کشت بافتی معنی‌دار نبود، اما این احتمال وجود دارد که بالا بودن غلظت کلسیم به علت توانایی پایه در جذب کلسیم و بالا بودن میزان تبخیر و تعرق این ارقام و به دنبال آن حفظ هدایت روزنه‌ایی باشد که با نظر قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. از آنجایی که اغلب مناطق پسته کاری دارای مشکل شوری آب یا خاک هستند، علی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در تعیین مقاومت به شوری ارقام پسته نشان دادند که اغلب وارته‌های حساس به شوری دارای درصد پایین‌تر کلسیم برگ نسبت به سایر وارته‌ها هستند. ناگفته نماند خاک‌های آهکی (خاک اغلب مناطق پسته کاری) دارای مقدار زیادی کلسیم هستند ولی به دلیل مشکل جذب کلسیم از خاک (به علت بالا بودن pH) و همچنین عدم تحرک کلسیم در آوند آبکش، بسیاری از عوارض فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم در درختان میوه مشاهده می‌شود که کمیت و کیفیت محصول را بسیار کاهش می‌دهد (Rouskas, 2001). در پسته مشخص شده که محلول پاشی برخی عناصر غذایی و کلسیم می‌تواند سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد درختان پسته رقم فندق‌ی گردد (داوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). Sajadian & Hokmabadi (۲۰۱۱) نشان دادند که تیمار گچ به همراه نیترات کلسیم و محلول پاشی کلسیم باعث ایجاد کمترین پوکی و بیشترین نسبت کلسیم به منیزیم در برگ و افزایش عملکرد گردید.

در این مطالعه، رقم احمدآقایی و فروتنی بیشترین کارایی جذب منیزیم را نسبت به سایر ارقام نشان دادند که احتمال می‌رود به علت نقش تعیین‌کننده منیزیم در فتوسنتز، منیزیم بیشتری جذب کرده باشد (باقری و همکاران،

۱۳۹۶). در صورت کمبود این عنصر ساکارز نمی‌تواند وارد آوند آبکش شود و در نتیجه توزیع کربوهیدرات‌ها مختل می‌شود (بانی‌نسب و راحمی، ۱۳۸۴). در پژوهش قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) بادامی ریز زرد کارایی بالاتری برای جذب منیزیم نشان داد.

در مطالعه پیش رو رقم اکبری و احمدآقایی دارای بیشترین غلظت آهن، روی، مس و بور و رقم احمدآقایی دارای بیشترین غلظت منگنز بود که نشان از فعال بودن بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در این ارقام برای تحمل شرایط تنش (اعم از تنش آبی و شوری) که با اغلب مناطق پسته کاری عجین شده است، وجود دارد. در واقع این یون‌های فلزی به منزله کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان هستند و کاربرد این عناصر می‌تواند سبب بهبود فعالیت‌های آنزیمی در انجام وظایف مهم سلولی مانند متابولیسم پروتئین و تظاهر ژن و همچنین یکپارچگی و سلامت غشاء شود که با نظر رحیمی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) هم راستا است.

در پژوهش داوری‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) تیمار روی و آهن بر درصد خندانی رقم فندق‌تایر معنی‌دار داشته و در تیمار آهن بیشترین درصد میوه مغزدار مشاهده شد. کمبود آهن در پسته باعث عدم رشد مغز بطور کامل شده و باعث تولید میوه پوک شده و تعداد میوه پسته در خوشه کم می‌شود. گزارش شده است (Tsipouridis *et al.*, 2005) که اندازه دانه پسته ممکن است در اثر کمبود روی کوچک باشد و فقط چند دانه پسته روی خوشه تشکیل شود و زمانی که کمبود شدید باشد بیش از ۸۰ درصد میوه‌ها پوک خواهد شد. در مطالعه قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) پایه قزوینی کارایی بالاتری در جذب آهن، مس و روی و پایه سرخس کارایی بالاتری برای جذب نیتروژن و منگنز در شرایط تنش داشتند. گزارش شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲) که تیمار کود آلی باعث افزایش غلظت روی و منگنز برگ پسته فندق‌تایر پیوند شده روی بادامی زرد شد و این افزایش نسبت به درختانی که کود دریافت نکرده بودند به ترتیب ۶/۷ و ۲۰ درصد بیشتر بود. ملکوتی و طباطبایی (۱۳۷۸) دریافتند که در اثر کمبود آهن، پوکی میوه پسته افزایش یافته و تعداد میوه در خوشه کم می‌شود. Tekin *et al.* (۱۹۹۵) عنوان کردند که آهن بر وزن پسته اثر مثبت دارد.

محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر کودهای مختلف نیتروژنی (آمونومی و نیتراتی)، کود دامی (گوسفندی) و کاربرد پتاسیم و آهن بر درختان پسته رقم فندق‌تایر پیوند شده روی بادامی زرد دریافتند که کاربرد آمونیوم غلظت عناصر برگ از جمله آهن، روی، نیتروژن و پتاسیم را افزایش و غلظت فسفر، کلسیم و منیزیم برگ را کاهش داد. ایشان توصیه کردند که در باغ‌های پسته که عمدتاً دارای pH بالای خاک هستند، از کودهای نیتروژنی حاوی آمونیوم به جای نیترات استفاده شود.

Tavallali & Rahemi (۲۰۰۷) تاثیر سه پایه بادامی، سرخس و بنه بر میزان عناصر غذایی برگ و مغز میوه در ارقام کله قوچی، احمد آقایی و اوحدی را بررسی کرده و دریافتند که میزان عناصر مس و آهن در برگ و عناصر پتاسیم، فسفر و منیزیم، مس و آهن در مغز ارقام پیوند شده روی پایه سرخس بیشترین بود.

شرافتی و حکم آبادی (۱۳۹۴) در پژوهشی چهار ساله در ایستگاه تحقیقات پسته فیض آباد خراسان رضوی، در بررسی شش رقم پسته (بادامی فیض آباد، دانشمندی، برگ سیاه، سرخسی، کله قوچی و اکبری) به عنوان پایه و دو رقم اکبری و برگ سیاه به عنوان پیوندک دریافتند که پایه بادامی فیض آباد بیشترین و پایه دانشمندی کمترین جذب پتاسیم را داشتند. پایه اکبری بیشترین کلسیم و پایه دانشمندی کمترین کلسیم را داشت. پایه دانشمندی بیشترین آهن و پایه کله قوچی کمترین مقدار آهن برگ داشتند. پایه کله قوچی و پایه اکبری به ترتیب بیشترین و کمترین جذب مس را نشان دادند. بعد از پیوند شدن دو رقم اکبری و برگ سیاه روی پایه‌ها، از نظر مقدار عناصر پتاسیم، کلسیم، آهن و روی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. رقم اکبری نسبت به برگ سیاه، کلسیم و پتاسیم بالاتر و رقم برگ سیاه نسبت به اکبری، آهن و روی بیشتری داشتند. اما آنچه اهمیت زیادی داشت اثر متقابل بین پایه و پیوندک بود که تنها در مورد عنصر پتاسیم معنی‌دار بود. رقم اکبری پیوند شده روی بادامی فیض آباد بیشترین و رقم برگ سیاه پیوند شده روی دانشمندی کمترین میزان پتاسیم را نشان دادند. Boladnazar (۲۰۰۹)، در ارزیابی ده رقم پسته کله قوچی، اکبری، اوحدی، ممتاز، رضایی، رضایی زودرس، فندق زودرس، فندق غفوری، بادامی زودرس و چروک در شرایط اقلیمی منطقه آذرشهر به این نتیجه رسید که بیشترین عملکرد متعلق به رقم ممتاز است. نسبت مغز به وزن خشک پسته در ارقام کله قوچی و اوحدی بیشتر از سایر ارقام بود و رقم فندق زودرس کوچکترین میوه و مغز، بالاترین درصد پوکی و کمترین درصد ناخندانی را داشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد از نظر ویژگی‌های عملکرد، رقم احمدآقایی دارای کمترین پوکی، بیشترین خندانی و میزان محصول تر و خشک بود و کمترین اونس به رقم اکبری تعلق گرفت. هرچند رقم احمدآقایی حائز بیشترین رتبه در غلظت عناصر شد ولی این اختلاف با بقیه ارقام معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد پیوندک بر جذب عناصر نقشی نداشته و در این امر پایه نقش تعیین کننده دارد. به‌طور کلی ارقام احمدآقایی و بعد از آن فروتنی، از لحاظ صفات کیفی میوه و عملکرد بیشترین سازگاری را با پایه کشت بافتی بادامی زرد داشتند. در واقع می‌توان بعد از مقایسه پایه‌های بذری و کشت بافتی و ارقام مشابه پیوند شده روی آنها به رقم پیوندی مناسب برای هر منطقه دست یافت و با بررسی توانایی‌های

رشدی، میزان عملکرد و غلظت عناصر غذایی برگ، به انتخاب بهترین پایه و پیوندک و نهایتاً بالاترین عملکرد رسید. لازم به ذکر است که در تحقیق پیشرو تنها از یک پایه (بادامی زرد کشت بافتی) استفاده شده که پیشنهاد می‌گردد در آینده این مقایسه با پیوندک‌های ذکر شده روی پایه بذری نیز به‌طور همزمان انجام شود تا مقایسه بهتری بین پایه‌ها و پیوندک‌ها صورت پذیرد.

منابع

- ۱- اسماعیل پور، ع. (۱۳۷۶). بررسی اثر پایه و پیوندک پسته. گزارش پژوهشی، موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- ۲- اسماعیل پور، ع. (۱۳۷۸). بررسی و مقایسه ۲۸ رقم پسته در شرایط اقلیمی رفسنجان. طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور.
- ۳- اسمعیلی زاده، م، طلایی، ع، لسانی، ح، جوانشاه، ا، و حکم آبادی، ح. (۱۳۹۳). بررسی اثر حلقه برداری، تنک میوه و کاربرد اوره، سولفات روی و ساکاروز بر باردهی، مقدار کلروفیل و فتوسنتز برگ و ویژگیهای کمی پسته رقم اوحدی. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۸(۳): ۲۸۷-۲۷۷.
- ۴- باقری، ن، یزدانپناه، ن، و صداقتی، ن. (۱۳۹۶). تاثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر شاخص‌های رویشی، برخی خصوصیات شیمیایی خاک و عناصر غذایی برگ دانه‌های پسته بادامی زرد و قزوینی. *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۲۴(۶): ۱-۲۴.
- ۵- بانی‌نسب، ب، و راحمی، م. (۱۳۸۴). بررسی نقش عناصر غذایی پرمصرف بر باردهی متناوب و ریزش جوانه‌های گل در پسته. *چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران*، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات: ۱۴۴-۱۴۵.
- ۶- تاج‌آبادی پور، ع. (۱۳۸۶). مقایسه رشد و خصوصیات مورفولوژیک نهال‌های حاصل از ریزازدیادی با نهال‌های بذری پسته در شرایط مزرعه. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور.
- ۷- تاج‌آبادی، ا. (۱۳۸۳). تاثیر کاربرد پتاسیم بر مقاومت نسبی ۳ رقم پسته به تنش آبی و شوری. پایان‌نامه دکتری، بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۱۳۰ صفحه.
- ۸- حکم‌آبادی، ح، ارزانی، ک، و دهقانی شورکی، ی. (۱۳۷۹). اثر محلول پاشی کربوهیدراتها بر چند صفت کمی و کیفی پسته رقم کله قوچی. *نهال و بذر*، ۱۶(۱): ۶۶-۷۶.
- ۹- خوشگفتارمنش، اح. (۱۳۸۲). تعیین محدودکننده‌ترین فاکتور در زمین‌های شور تولید پسته قم. *نشر سازمان برنامه ریزی قم*، ۲: ۷۲-۵۸.

- ۱۰- داوری‌نژاد، غ، عزیزی، م، و آخرتی، م. (۱۳۸۸). اثر محلول پاشی برخی از عناصر غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی و سال آوری درختان پسته. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۲): ۱-۱۰.
- ۱۱- درویشیان، م. (۱۳۸۱). کشت و تولید پسته (ترجمه). موسسه نشر آیندگان، ۲۶۸ صفحه.
- ۱۲- رحیمی‌زاده، م، کاشانی، ا، زارع فیض آبادی، ا، مدنی، ح، و سلطانی، ا. (۱۳۸۸). اثر کودهای کم مصرف بر رشد و عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولیدات زراعی، ۳(۱): ۷۲-۵۷.
- ۱۳- شرافتی، ع، و حکم‌آبادی، ح. ۱۳۹۴. تاثیر برخی پایه‌های پسته بر جذب عناصر غذایی در دو رقم پسته اکبری و برگ سیاه. مجله علوم و فناوری پسته، ۱(۱): ۴۳-۳۲.
- ۱۴- شرافتی، ع، ارزانی، ک، و رضانی‌مقدم، م. (۱۳۹۲). ارزیابی گلدهی و میوه دهی دوازده رقم پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی خراسان. نهال و بذر، ۲۹(۲): ۲۵۶-۲۴۳.
- ۱۵- صداقتی، ن، شیبانی، ز، تاج‌آبادی، ع، حکم‌آبادی، ح، حقدل، م. و عبدالهی عزت‌آبادی، م. ۱۳۸۸. راهنمای تولید پسته (ترجمه). ناشر سروا، تهران. ۵۶۴ صفحه.
- ۱۶- علیپور، ع، حسینی‌فرد، س.ج، و غفاری موفق، ف. (۱۳۹۱). تعیین مقاومت به شوری در ارقام پسته با کاربرد تلاقی‌های کنترل شده. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۹(۳): ۵۸-۳۹.
- ۱۷- قاسمی، م، ارزانی، ک، یداللهی، ع، و حکم‌آبادی، ح. (۱۳۹۴). غلظت عناصر معدنی ریشه و برگ چهار پایه دانه‌الی پسته تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۴۶(۴): ۶۶۷-۶۵۹.
- ۱۸- گنجی خرم‌دل، ن، و کیخایی، ف. (۱۳۹۵). مقایسه تغییرات رشد و عملکرد محصول درختان بارور پسته در گذار از آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در ساوه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۱): ۴۹-۳۹.
- ۱۹- محمدی، ز، روستا، حر، تاج‌آبادی‌پور، ا، و حکم‌آبادی، ح. (۱۳۹۲). اثر نیتروژن، کود آلی، پتاسیم و آهن بر محصول، کیفیت میوه و غلظت عناصر غذایی برگ در پسته رقم فندق پیوند شده روی پایه بادامی ریز زرد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۲): ۱۲۹-۱۱۷.
- ۲۰- معین‌راد، ح. (۱۳۸۷الف). بررسی ویژگی‌های رشد و نمو و زایشی در تعدادی از ژنوتیپ‌های پسته و بنه. نهال و بذر، ۲۴(۴): ۶۲۲-۶۰۷.
- ۲۱- معین‌راد، ح. (۱۳۸۷ب). اثر کوددهی بر افزایش باردهی و ترکیب شیمیایی ارقام پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و خاک شور. مجله علوم باغبانی (علوم کشاورزی ایران)، ۳۹(۱): ۹۷-۸۵.

- ۲۲- ملکوتی، م.ج، و طباطبایی، س.ج. (۱۳۷۸). تغذیه مناسب درختان میوه جهت بهبود میزان عملکرد و کیفیت محصولات زراعی در ایران. انتشارات آموزش کشاورزی، کرج، ۲۶۶ صفحه.
- ۲۳- هاشمی‌نسب، ح، و افروشه، م. (۱۳۹۷). معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آنها با شرایط ایران. پژوهشکده پسته، ۶۲ صفحه.
- 24- Adish, M, Fekri, M, & Hokmabadi, H. (2010). Response of Badami-Zarand Pistachio Rootstock to Salinity Stress. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 1: 1-11.
- 25- Boladnazar, S. (2009). Assessment the adaptability of some pistachio cultivars in Azarshahr Region. Proceedings of the 5th Symposium on Pistachios and Almonds, October 6-10, Sanliurfa, Turkey.
- 26- Fabbri, A, Ferguson, L, & Polito, VS. (1998). Crop load related deformity of developing *Pistacia vera* cv 'Kerman' nuts. *Scientia Horticulturae*, 77: 219-234.
- 27- Ferguson, L, & Havland, DR. (2016). Pistachio production manual. University of California Agriculture and Natural Resource Publication. pp 334.
- 28- Ferguson, L, Beede, RH, Freeman, MW, Haviland, DR, Holtz, BA, & Kallsen, CE. (2005). Pistachio Production Manual, 4th ed. Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California.
- 29- Francisco, G, Jhon, L, Jifon S, Micaele, C, & James, PS. (2002). Gas exchange, chlorophyll II and nutrient content in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Science*, 35: 314-320.
- 30- Rahemi, M, & Tavallali, V. (2007). Effect of rootstock on Iranian pistachio scion cultivars. *Fruits*, 62: 317-323.
- 31- Rouskas, D. (2001). First evaluation of twelve pistachio (*P. vera* L.) female varieties. Proceedings of 3rd International Symposium on Pistachios and Almonds, Zaragoza, Spain. pp 138.
- 32- Sajadian, H, & Hokmabadi, H. (2011). Investigation on effects of calcium nitrate, calcium sulfate (soil application) and calcium chelate as foliar spray on endocrop lesion disorder and some qualitative characteristics of pistachio nut cv. "Akbari" *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2(3): 23-28.
- 33- Sepaskhah, AR, & Karimi-Goghari, Sh. (2005). Shallow groundwater contribution to pistachio water use. *Agricultural Water Management*, 72: 69-80.
- 34- Sheibani, A. (1995). Pistachio production Iran. *Acta Horticulture*, 419: 165-174.
- 35- Shuraki, YD, & Sedgley, M. (1996). Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. *Australian Journal of Botany*, 44: 35-45.
- 36- Sing, BD. (2005). Plant cell and tissue culture-Biotechnology Fundamental and applications. New Delhi, Kalyani Publishers. pp 332-425.
- 37- Tajabadipour, A, Panahi, B, & Zadehparizi, R. (2006). The effects of rootstock and scion on early splitting and cracked hull of pistachio. *Acta Horticulturae*, 726: 193-198.

- 38- Tavallali, V, & Rahemi, M. (2007). Effects of rootstock on nutrient acquisition by quality of pistachio (*Pistacia vera* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 2(3): 240-246.
- 39- Tekin, H, Guzel, N, & Ibrikci, H. (1995). Influence of manure and inorganic fertilizer on yield and quality of pistachio. *Journal of Plant Nutrition*, 18(6): 1263-1272.
- 40- Tsipouridis, C, Thomidis, T, Zakinthinos, I, Michailidis, Z, & Michailidis, T. (2005). Treatment of pistachios with boric acid, Zn-sulphate and Zn-chelate. *Agronomy for Sustainable Development*, 25:377-379.