بررسی سازگاری شش رقم تجاری پسته روی پایه‌های کشت بافتی حاصل از رقم بادامی زرند در شرایط اقلیمی کرمان

حمید علی‌پور[۱]، اعظم رضوی نسب*[۲]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۳

چکیده

از آنجایی‌که درحال حاضر کلیه پایه‌های پسته در مناطق پسته‌کاری ایران به صورت بذری می‌باشند و ناهمگنی پایه‌ها باعث تفاوت در ویژگی‌های کمی و کیفی درختان مربوط به هر رقم شده و همچنین امکان تکثیر پایه‌های برتر به صورت بذری میسر نمی‌باشد، لذا گسترش پایه‌های کشت بافتی و نیز بررسی سازگاری ارقام با این پایه‌ها از اولویت‌های تحقیقاتی مراکز پژوهشی پسته کشور است. هدف از این پژوهش بررسی سازگاری شش رقم تجاری پسته با پایه کشت بافتی رقم بادامی زرند بود. این آزمایش در چهار سال متوالی (۱۳۸۶-۱۳۹۰) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش رقم پسته (کله‌قوچی، رضایی زودرس، فندقی، فروتنی، اکبری و احمدآقایی) در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان اجراء شد. نتایج مقایسه میانگین مشخص نمود از بین ارقام مورد مطالعه رقم احمدآقایی از نظر ویژگی‌های رشدی دارای بیشترین رشد و بیشترین سازگاری با پایه کشت بافتی و نیز دارای بیشترین غلظت عناصر غذایی برگ بود و رقم اکبری کمترین سازگاری را با پایه کشت بافتی داشت. به‌طوری‌که طول شاخه سال جاری و پیوندی و قطر زیر پیوند و بالای پیوند رقم احمد آقایی به ترتیب ۳۶، ۸۴، ۶۷ و ۳۹ درصد بیشتر از رقم اکبری بود و غلظت فسفر و آهن در برگ رقم احمدآقایی نسبت به اکبری به ترتیب ۴۲/۸۵ و ۱۰۱ درصد افزایش نشان داد. نتایج تحلیل همبستگی پیرسون، وجود ضرایب همبستگی معنی‌داری را بین صفات مورد مطالعه در این تحقیق نشان داد. از جمله درصد پتاسیم برگ با طول شاخه سال جاری و طول شاخه پیوندی و همچنین درصد کلسیم برگ با قطر شاخه و قطر شاخه با تعداد شاخه‌های جانبی و شعاع تاج درخت دارای همبستگی مثبت بود. با توجه به نتایج بدست آمده این‌گونه به نظر می‌رسد که در منطقه کرمان رقم احمدآقایی سازگاری مطلوب‌تری نسبت به بقیه ارقام با پایه کشت بافتی بادامی زرند دارد.

واژه‌های کلیدی: ارقام پسته، پایه کشت بافتی، صفات مورفولوژیک، غلظت عناصر غذایی، کرمان

[۱] استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

[۲] عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، دانشگاه پیام نور مرکز یزد (*نویسنده مسئول: azamrazavinasab@yahoo.com)

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از محصولات استراتژیک کشور بوده که به علت کاهش کمیت و کیفیت آب و خاک و تداوم خشکسالی، عملکرد آن بشدت کاهش یافته و استفاده از پایه‌های یکنواخت و اصلاح شده می‌تواند نقش به‌سزایی در افزایش تولید پسته داشته باشد. با افزایش کمی و کیفی محصول پسته، درآمد کشاورزان افزایش و وضعیت معیشتی آنها بهبود خواهد یافت (۶). فرگوسن و هاویلاند (۲۱) اظهار داشتند که اگرچه پسته گیاهی متحمل به خشکی است اما حساسیت روزنه‌های آن نسبت به دیگر گیاهان باغی کمتر بوده و آنها دلیل اصلی این تحمل را ریشه‌های بسیار عمیق از نوع فراتوفیت دانستند که توانایی استحصال آب به صورت مستقیم یا به شکل جذب موئینگی از اعماق خاک را دارد. این سیستم شگفت انگیز از نظر فیزیولوژیکی به گونه‌ای است که مانع جذب بیش از حد سدیم و کلر شده و سبب ایجاد تحمل به شوری نیز می‌گردد. این مطالب همگی بیانگر نقش کلیدی و اهمیت بالای پایه‌ها در ایجاد تحمل به تنش های محیطی در درختان پسته است. 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 (۱۶).

فناوری کشت بافت گیاهی برای تکثیر گیاهان در سطح وسیع استفاده می‌شود این تکنولوژی 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 (۲۹). تاپینگ و لیندزی (۳۲) دریافتند که یکی از مزایای تکثیر و تولید مواد گیاهی با استفاده از روش ریزازدیادی، این است که گیاهان حاصله به دلیل باز جوان‌سازی شدن (Rejuvenation) و نیز عاری بودن از پاتوژن‌ها امکان بهبود رشد در شرایط مزرعه را دارند. بونگا و وون (۱۹) دریافتند که در نهال‌های حاصل از ریزازدیادی بسیاری از حالت‌های غیر عادی بعد از یک یا چند سال در باغ از بین می‌روند و بعضی از تغییرات را می‌توان با مصرف غلظت‌های پایین‌تر مواد تنظیم کننده رشد و نیز با تولید گیاه از ریزنمونه‌های جوانه و مریستم و نه از کالوس، به حداقل رساند (۱۹). لارسن و هیگینس (۲۳) در آزمایشی مشاهده کردند که درختان حاصل از تکثیر به روش ریزازدیادی (روی ریشه خودشان)، نسبت به گیاهان بذری بزرگتر بودند و دیرتر به مرحله گل دهی رسیدند و گاهی نیز بلوغ زودهنگام داشته که این مزیت بزرگی از نظر اقتصادی به شمار می‌رود. رهنما و همکاران (۱۱) دریافتند که نهال‌های کشت بافتی خرما با سیستم ریشه‌ای قوی و پرحجم به راحتی در زمین اصلی مستقر و رشد رویشی سریعی را آغاز می‌نمایند به نحوی که در مدت زمان مشابه از پاجوش‌هایی که از تنه نخل مادری جدا شده، از نظر رشد رویشی پیشی می‌گیرند، لذا با تغییر برخی عوامل مدیریتی به زراعی از قبیل آبیاری، تغذیه، شیوه کاشت، میانه

کاری و تعدیل رشد رویشی احتمال افزایش میوه نشینی درختان حاصل از کشت بافتی که ناهنجاری ژنتیکی نداشته باشند امکان پذیر می‌باشد. حیدری و همکاران (۸) به این نتیجه رسیدند که اختلال درگرده‌افشانی و تشکیل میوه رقم‌های کشت بافتی در حال حاضر یکی از مشکلات مهم در نخلستان‌هایی است که با استفاده از نهال‌های کشت بافتی احداث گردیده‌اند ولی در مورد اثر گرده افشانی بر تشکیل میوه رقم‌های کشت بافتی در ایران گزارشی منتشر نگردیده است. همچنین استفاده از ریزازدیادی در تکثیر رویشی گونه‌های جنگلی و استفاده از ژنوتیپ‌های مناسب از یک گونه برای تولید تعداد زیادی نهال مورد توجه فراوان قرار گرفته است تا هم ژنوتیپ مطلوب تثبیت شود و هم اهدافی چون تشکیل باغ بذر با استفاده از ژنوتیپ‌های منتخب محقق گردد. بیشتر تجربیات در این زمینه مبتنی بر بهینه کردن محیط کشت برای تکثیر یک ژنوتیپ یا رقم خاص از یک گونه جنگلی است و بیشترین تاکید هم بر تنظیم املاح معدنی هورمون‌ها و ویتامین‌های مورد استفاده در محیط کشت بوده است (۸). در کنار این عوامل، عوامل دیگری نظیر هورمون‌های درونی که بشدت تحت تاثیر عوامل بیرونی نظیر نور و دمای محیط هستند در ریزازدیادی تاثیر دارند (۲). اعزاری و همکاران (۱) در پژوهش خود دریافتند که تکثیر رویشی پایه‌های برتر بادام کوهی از گونه *Amygdalus scoparia* Spach مستلزم بهینه کردن روش‌های مختلف ریز ازدیادی است که در پژوهش فوق، اثر ژنوتیپ‌های مختلف، هورمون پاشی قبل از برداشت نمونه از درخت و محیط کشت بر ویژگی‌های مورد نظر در ریزازدیادی (تعداد جوانه، تعداد شاخساره، طول شاخساره و شادابی نمونه‌ها) اثرگذار است. آنها دریافتند که پایه‌های مختلف بادام کوهی واکنش‌های متفاوتی به ریز ازدیادی نشان دادند و ارائه محیط کشت واحدی که برای ژنوتیپ‌های مختلف آثار یکسانی داشته باشد نیاز به مطالعات گسترده‌تری دارد. در مطالعاتی که زینک و همکاران (۳۴) بر روی چندین ژنوتیپ گونه‌ای از رز (*Rosa rugosa*) انجام دادند، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر ضریب تکثیر، ارتفاع شاخه‌های تولیدی و شاخص رشد بین ژنوتیپ‌های مختلف از این گونه در واکنش ریزازدیادی مشاهده شد (۳۴). تفاوت ژنوتیپ‌های مختلف در پاسخ به تکثیر از طریق ریزازدیادی در گونه‌ایی از پالونیا (*Paulownia fortunei*) که یک گونه درختی سریع الرشد جنگلی است هم گزارش شده است (۲۸).

پسته گیاهی دگرگشن و دوپایه است که اندازه ژنوم آن در حدود ۶۰۰ میلیون جفت باز بوده و از هتروزیگوستی بالایی برخوردار است (۲۵). بنابراین در تکثیر نهال از طریق بذری به دلیل تفرق آلل‌های مختلف ژن‌ها، نایکنواختی زیادی ایجاد شده است و تقریبا هیچگاه نمی‌توان دو نهال یکسان را یافت. تکثیر کلونی با کمک کشت بافت یکی از روش‌های تکثیر پایه به منظور محدود ساختن تنوع ژنتیکی و تولید نهال‌های یکسان توسعه یافت و امکان انتخاب و تکثیر کلون‌های برتر پایه‌های برتر فراهم گردید (۱۷و۳۱). ریزازدیادی پسته به کمک تکنیک کشت بافت برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۸۰ گزارش گردید و از آن پس روش‌ها و دستورالعمل‌های مختلفی جهت بهینه سازی آن ارائه گردید.

دراوایل دهه ۲۰۰۰ ریزازدیادی پایه‌های پسته در آمریکا معرفی و توسعه یافت. در این روش از طریق ریشه‌دار نمودن ریز نمونه‌های حاصل از جوانه جانبی ساقه در یک محیط غذایی مصنوعی و با کمک هورمون‌های گیاهی، اقدام به تولید و تکثیر نهال‌ها می‌نمایند. 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 برده اند (۱۶).

فرگوسن و هاویلاند (۲۱) از مزایای روش ازدیاد کشت بافتی بر بذری را، یکنواختی نهال‌های ایجاد شده دانستند. اما آنها اظهار داشتند که این یکنواختی و غیر یکنواختی بسته به واکنش به شرایط محیطی و بیماری‌ها می‌تواند مفید یا مضر باشد. آنها گسترش بیماری باکتریایی سندروم بوشی تاپ و خسارت ناشی از آن را در یک جمعیت از پایه‌های UCB1 که بشدت یکنواخت و حساس به این بیماری بود، دلیل این موضوع دانستند. مارتینلی (۲۴) ۲۰۰۰ نهال پسته پایه اینتگریما (Integerrima) را که با استفاده از تکنیک ریزازدیادی تولید شده بودند به مزرعه منتقل کرد و به رشد عالی این نهال‌ها پس از انتقال به مزرعه اشاره کرد. در پژوهش تاج‌آبادی‌پور (۶)، مقایسه رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک نهال‌های کشت بافتی با نهال‌های بذری پسته در شرایط مزرعه مشخص نمود که در کلیه سال‌های مورد مطالعه ارتفاع نهال‌های کشت بافتی دارای بیشترین مقدار بوده که اختلاف معنی‌داری با نهال‌های بذری داشته و تفاوت‌های مورفولوژیکی بارز دیگری بین نهال‌های کشت بافتی و نهال‌های بذری مشاهده نشد.

تعداد ارقام پسته ایران، بیش از ۸۰ رقم می‌باشد و از جمله ارقام ممتاز می‌توان به ارقام کله قوچی و اوحدی اشاره کرد و ارقام قزوینی، ابراهیمی و واحدی در درجه دوم اهمیت قراردارند. 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، کله‌قوچی، احمدآقایی، بادامی زرند و رضایی نام برد. دو رقم اوحدی و کله‌قوچی بیشترین ارقام پسته رفسنجان و کرمان را به خود اختصاص داده‌اند، به‌طوری‌که بیش از ۷۰-۶۰ درصد از باغ‌های پسته در این منطقه متعلق به این دو رقم می‌باشد (۵). در پژوهش تاج‌آبادی‌پور (۵) ویژگی‌های مورفولوژیکی۲۰ 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 و فندقی غفوری و راور شماره یک نیز از لحاظ صفات مورفولوژیکی مشابه بودند. اسماعیل‌پور (۲۰) 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 قوی تر و شاخه‌زایی بیشتر در مقایسه با رقم اوحدی می‌باشد. رقم احمدآقایی به علت داشتن میوه های نسبتاً درشت با رنگ سفید پوست استخوانی در حال گسترش در باغ‌های پسته می‌باشد. شرافتی و همکاران (۱۲) در فیض آباد خراسان، در ارزیابی گلدهی 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 از 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، تقریبا 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 بازار پسندی مناسب اشاره کرد که البته گرمای زود رس بهاره موجب اختلال در فرایند گرده افشانی این رقم خواهد شد. پسته گرمه و برگ سیاه از سازگاری مناسبتری برخوردارند و ارقام شاه پسند، ممتاز، اوحدی، کله‌قوچی 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 کله‌قوچی، فندقی و اوحدی کرد. اینکار با سربرداری ارقام ناسازگارو پیوند ارقام مناسب به صورت پراکنده در خراسان رضوی انجام شده که با موفقیت همراه بوده است.

با توجه به موارد ذکر شده، جهت تولید نهال با کیفیت و به دنبال آن عملکرد بیشتر می‌توان از تکنیک کشت بافت (ریز ازدیادی) پسته استفاده کرد، ولی قبل از هر گونه تولید انبوه و تجاری ضرورت دارد که رفتار رشدی نهال‌های کشت بافتی پسته در باغ، مطالعه و مقایسه رشد و ویژگی‌های آنها با نهال‌های حاصل از بذر و نیز درختان مادری صورت گیرد. لذا پژوهش حاضر در راستای مقایسه رشدی و مورفولوژیکی و همچنین غلظت عناصر غذایی در برگ ارقام مختلف پسته (رایج در استان کرمان) پیوند شده بر روی پایه کشت بافتی بادامی زرند، جهت دستیابی به رقم یا ارقام ممتاز جهت پیشنهاد به محققان و باغداران محترم، صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار ارقام پسته (احمدآقایی، اکبری، فندقی، کله قوچی، فروتنی و رضایی زودرس) در سه تکرار (هر تکرار شامل سه درخت) اجرا شد. ارقام ذکر شده روی پایه کشت بافتی بادامی زرند پیوند شدند. پایه‌های کشت بافتی در سال ۱۳۸۶ در مؤسسه تحقیقات پسته کشور تولید و درسال ۱۳۸۷ نهال‌های یکساله کشت بافتی در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان در زمین اصلی با فواصل روی ردیف سه متر و بین ردیف هفت متر کشت شدند و در سال ۱۳۸۸ با پیوندک‌های ارقام ماده احمدآقایی، اکبری، فندقی، کله قوچی، فروتنی و رضایی زودرس پیوند و به روش غرقابی با دور آبیاری ۱۵ روزه آبیاری شدند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل قطر تنه، طول شاخه رشد سال جاری، قطر وسط شاخه، عرض یا شعاع گسترش درخت، ارتفاع پیوند و سطح برگ بوده که در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شدند. قطر تنه در پنج سانتی متری زیر محل پیوند، بالای پیوند و محل پیوند با استفاده از کولیس و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. یکی از صفات رویشی مهم، طول شاخه رشد سال جاری است که در هر درخت سه شاخه در جهات مختلف انتخاب و بر حسب سانتی‌متر و با استفاده از متر پارچه‌ای اندازه‌گیری شد و متوسط طول سه شاخه، به عنوان طول شاخه سال جاری ثبت گردید. قطر وسط شاخه نیز برای سه شاخه توسط کولیس بر حسب میلی‌متر محاسبه شد، در این مورد نیز متوسط سه شاخه به عنوان قطر وسط شاخه ثبت گردید. عرض یا شعاع گسترش درخت، نیز توسط متر و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. ارتفاع پیوند، از محل پیوند تا بلندترین شاخه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری سطح برگ از هر درخت تعداد ۱۰ برگ تهیه شد و متوسط بر حسب میلی‌متر مربع محاسبه و ثبت گردید. در اواخر تیرماه سال اول و دوم نمونه برداری از برگ درختان انجام و به آزمایشگاه خاکشناسی مؤسسه تحقیقات پسته کشور به منظور تعیین عناصر غذایی منتقل گردید. اندازه‌گیری غلظت فسفر بروش وانادومولیبدوفسفریک اسید توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم برگ به‌روش شعله سنجی توسط دستگاه فلیم‌فتومتر، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری و عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. مقایسه میزان توسعه و مورفولوژی ریشه‌های پایه‌های کشت بافتی و ریشه‌های نهال‌های بذری با بیرون آوردن یک نهال بذری (از زمین مجاور) و یک نهال کشت بافتی از خاک نیزمورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات بدست آمده با نرم افزار آماری SAS 9.1 تجزیه آماری شده و نمودارها توسط نرم افزار Excel 2016 رسم و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ایی دانکن و در سطح پنج درصد به انجام رسید. همبستگی بین صفات نیز با آزمون تحلیل همبستگی پیرسون انجام و ضرایب همبستگی معنی‌داری بین صفات مورد مطالعه نشان داده شد.

نتایج

مقایسه ارقام از نظر ویژگی‌های رشدی

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱) نشان داد که از نظرآماری اختلاف بین ویژگی‌های رشدی معنی‌دار است. رقم احمدآقایی و رضایی زودرس دارای بیشترین طول شاخه سال جاری (بدون اختلاف معنی‌دار با کله‌قوچی، فندقی و فروتنی)، به‌طوری‌که رقم احمدآقایی ۳۶/۳۱ درصد نسبت به رقم اکبری افزایش نشان داد. همچنین رقم احمد آقایی دارای بیشترین طول شاخه پیوندی (بدون اختلاف معنی‌دار با فروتنی) بوده و به عنوان مثال نسبت به رقم اکبری ۸۳/۹۲ درصد بیشتر می‌باشد. از بین ارقام مورد آزمایش، رقم فروتنی دارای بیشترین متوسط تعداد شاخه‌های جانبی (بدون اختلاف معنی‌دار با احمدآقایی) است. نتایج نشان داد که این افزایش نسبت به رقم فندقی ۲۵۴ درصد و نسبت به رقم اکبری ۶۲/۵ درصد است. رقم احمدآقایی دارای بیشترین قطر زیر پیوند (بدون اختلاف معنی‌دار با فروتنی) بوده و میزان این افزایش نسبت به رقم اکبری ۶۶/۷۰ درصد است. ارقام احمدآقایی و فروتنی دارای بیشترین قطر بالای پیوند (بدون اختلاف معنی‌دار با کله‌قوچی) بوده و میزان این افزایش در رقم احمدآقایی نسبت به اکبری ۳۸/۹۷ درصد است. رقم رضایی زودرس دارای بیشترین شعاع تاج درخت (بدون اختلاف با بقیه ارقام غیر از کله‌قوچی) بوده که این افزایش نسبت به رقم کله‌قوچی ۶۲/۶۴ درصد می‌باشد. رقم اکبری دارای بیشترین سطح برگ (بدون اختلاف معنی‌دار با بقیه ارقام غیر از فندقی) بوده که نسبت به رقم فندقی ۴۱/۳۶ درصد بیشتر است. که به‌طور کلی از بین ارقام مورد مطالعه، رقم احمدآقایی از نظر ۶ صفت از ۷ صفت مورد ارزیابی، دارای بیشترین مقادیر و مطلوب‌ترین وضعیت رشدی بوده و بعد از آن رقم فروتنی قرار می‌گیرد. بر اساس میانگین اطلاعات دو ساله، به طور کلی ارقام احمدآقایی و فروتنی به ترتیب دارای بیشترین سازگاری و رقم اکبری که کمترین میزان صفات را داشت، سازگاری را با پایه‌های کشت بافتی دارند.

مقایسه رشد ریشه نهال‌های کشت بافتی و بذری

با مشاهده و مقایسه ریشه‌ها مشخص گردید که در نهال های کشت بافتی، تمامی ریشه های تشکیل شده بصورت نابجا از قاعده ساقه منشاء گرفته و دارای قطر تقریبا یکسانی هستند. بنابراین تمایل به نفوذ عمقی در آنها پایین بوده و بطور سطحی گسترش می یابند. در نهال‌های بذری ریشه اصلی و مرکزی که بصورت عمودی در خاک فرو رفته است، دارای طول و قطر بیشتری نسبت به ریشه‌های فرعی است (شکل ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های رشدی ارقام مختلف پسته.

رقم	طول شاخه سال جاری (cm)	طول شاخه پیوندی (cm)	متوسط تعداد شاخه جانبی	قطر زیر پیوند (mm)	قطر بالای پیوند (mm)	شعاع تاج درخت (cm)	سطح برگ (mm^2)
کله‌قوچی	۲۱/۳^{ab}	۶۱/۰^{bc}	۳/۹^{bcd}	۱۹/۳^{bc}	۱۵/۷^{ab}	۵۲/۲^{b}	۷۶۳۹^{ab}
رضایی‌زودرس	۲۶/۹^{a}	۶۹/۸^{bc}	۳/۰^{cd}	۱۴/۳^{c}	۱۳/۳^{b}	۸۴/۹^{a}	۷۴۶۶^{ab}
فندقی	۲۴/۰^{ab}	۶۶/۰^{bc}	۲/۲^{d}	۱۴/۵^{c}	۱۲/۶^{b}	۶۹/۴^{ab}	۶۰۸۰^{b}
فروتنی	۲۴/۹^{ab}	۷۸/۲^{bc}	۷/۸^{a}	۲۳/۹^{ab}	۲۰/۰^{a}	۷۳/۷^{ab}	۷۸۶۶^{ab}
اکبری	۱۹/۰^{b}	۵۰/۴^{c}	۴/۸^{bc}	۱۵/۹^{c}	۱۳/۶^{b}	۶۵/۶^{ab}	۸۵۹۵^{a}
احمدآقایی	۲۵/۹^{a}	۹۲/۷^{a}	۵/۸^{ab}	۲۶/۵^{a}	۱۸/۹^{a}	۷۳/۸^{ab}	۷۶۷۹^{ab}

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

شکل ۱- مقایسه سیستم ریشه نهال‌های کشت بافتی (سمت راست) و بذری (سمت چپ).

غلظت عناصر غذایی برگ

نتایج جدول ۲ نشان داد اختلاف بین ارقام پسته از نظر میزان عناصر غذایی برگ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. بیشترین غلظت فسفر برگ بدون اختلاف معنی‌دار مربوط به ارقام رضایی زودرس، فندقی و احمدآقایی است و کمترین مقدار مربوط به رقم کله‌قوچی که با رقم فروتنی اختلاف معنی‌داری ندارد.

کله‌قوچی که با رقم فروتنی اختلاف معنی‌داری ندارد. به‌طوری‌که غلظت فسفر در برگ رقم احمدآقایی نسبت به اکبری ۴۲/۸۵ درصد بیشتر و در رقم اکبری نسبت به کله‌قوچی ۱۳۳ درصد افزایش نشان داد. بین ارقام مختلف از نظر غلظت پتاسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین ارقام مورد بررسی غیر از فروتنی از لحاظ غلظت کلسیم برگ

جدول۲- مقایسه میانگین ارقام مختلف پسته بر اساس میزان عناصر غذایی برگ.

رقم	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	روی	منگنز	مس
	درصد				میلی‌گرم بر کیلوگرم			
کله‌قوچی	۰/۰۳^{c}	۰/۶۶^{a}	۱/۰۰^{b}	۰/۵۳^{ab}	۱۸۲^{ab}	۲۵/۶^{ab}	۳۷/۳^{ab}	۵/۶^{a}
رضایی زودرس	۰/۱۲^{a}	۰/۷۳^{a}	۰/۹۶^{b}	۰/۳۳^{bc}	۲۹۰^{a}	۳۱/۳^{ab}	۴۳/۶^{a}	۵/۲^{a}
فندقی	۰/۱۰^{a}	۰/۷۰^{a}	۱/۱۳^{a}	۰/۴۶^{abc}	۲۰۶^{ab}	۲۴/۶^{b}	۳۶/۶^{ab}	۶/۶^{a}
فروتنی	۰/۰۵^{bc}	۰/۷۰^{a}	۱/۴۰^{a}	۰/۶۳^{a}	۱۴۶^{b}	۲۳/۳^{b}	۲۴/۳^{b}	۵/۷^{a}
اکبری	۰/۰۷^{b}	۰/۶۳^{a}	۰/۹۳^{b}	۰/۲۶^{c}	۱۳۹^{b}	۲۸/۰^{ab}	۳۳/۰^{ab}	۵/۶^{a}
احمدآقایی	۰/۱۰^{a}	۰/۷۶^{a}	۱/۱۳^{ab}	۰/۵۰^{abc}	۲۸۰^{a}	۳۳/۳^{a}	۴۱/۶^{a}	۶/۸^{a}

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

اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد غلظت کلسیم برگ فروتنی نسبت به اکبری و کله‌قوچی به ترتیب ۵۰/۵۳ و ۴۰ درصد افزایش داشته است. رقم فروتنی دارای بیشترین میزان منیزیم بود هرچند اختلافش با میزان منیزیم ارقام کله‌قوچی، فندقی و احمدآقایی معنی‌دار نبود. در رقم فروتنی غلظت منیزیم برگ نسبت به رقم اکبری ۱۴۲ درصد بیشتر بود. بیشترین غلظت آهن به ارقام رضایی زودرس و احمدآقایی تعلق داشت هرچند که با ارقام کله‌قوچی و فندقی اختلاف معنی‌داری نداشتند. به عنوان مثال غلظت آهن برگ رقم احمدآقایی نسبت به اکبری ۱۰۱ درصد افزایش نشان داد. بیشترین غلظت روی در رقم احمدآقایی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با بقیه ارقام غیر از فندقی و فروتنی نشان نداد. به‌طوری‌که غلظت روی برگ رقم احمدآقایی نسبت به فروتنی ۴۲/۹۱ درصد و نسبت به فندقی ۳۵/۳۶ درصد بیشتر بود. بیشترین غلظت منگنز نیز به ارقام رضایی زودرس و احمدآقایی بدون اختلاف با بقیه ارقام به غیر از فروتنی تعلق گرفت. به‌طوری‌که غلظت منگنز برگ در رقم احمدآقایی ۷۸/۵۴ درصد نسبت به رقم فروتنی افزایش نشان داد. غلظت مس در همه ارقام مشابه بود و بین آنها اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نتایج نشان می‌دهد که بین ارقام پیوندی تفاوت معنی‌دار زیادی در جذب عناصر غذایی وجود ندارد.

تجزیه همبستگی بین ویژگی‌های رشدی و عناصر غذایی برگ

جدول ۳ ضرایب همبستگی معنی‌دار بین صفات مورد مطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد درصد پتاسیم برگ با طول شاخه سال جاری و طول شاخه پیوندی دارای همبستگی مثبت ومعنی‌دار است که این موضوع نقش موثر و مثبت عنصر پتاسیم در رشد رویشی درخت را نشان می‌دهد. همچنین درصد کلسیم برگ با قطر بالای پیوند دارای همبستگی مثبت است و باعث توسعه شعاع تاج درخت شده است.

جدول۳- ضرایب همبستگی بین عناصر غذایی برگ و ویژگی‌های رشدی.

صفت اول	پتاسیم برگ	پتاسیم برگ	کلسیم برگ	طول شاخه سال جاری	طول شاخه سال جاری	تعداد شاخه جانبی	تعداد شاخه جانبی	قطر زیر پیوند
صفت دوم	طول شاخه سال جاری	طول شاخه پیوندی	قطر بالای پیوند	طول شاخه پیوندی	شعاع تاج درخت	قطر زیر پیوند	قطر بالای پیوند	قطر بالای پیوند
همبستگی	۰/۹۳^{xx}	۰/۹۰^{xx}	۰/۷۳^{x}	۰/۷۹^{x}	۰/۷۸^{x}	۰/۸۰^{x}	۰/۹۰^{xx}	۰/۹۶^{xx}

^{x}و^{xx} به ترتیب سطوح معنی دار ۵ و ۱ درصد.

بحث

نتایج نشان داد پیوندک ارقام مختلف پیوند شده روی پایه کشت بافتی بادامی زرند تاثیر معنی‌داری بر طول شاخه سال جاری، قطر زیر و بالای پیوندک، شعاع تاج درخت و سطح برگ دارد. حجم و ارتفاع درخت، سطح برگ و قطرتنه از مهمترین شاخص‌های رشدی یک درخت محسوب می‌شوند که در تحقیق حاضر تحت تاثیر اثر متقابل پایه و پیوندک قرار گرفته است و با نتایج آتیوو (۱۸) مطابقت دارد. یکی از دلایل افزایش رشد رویشی نهال‌های کشت بافتی، قدرت رشد زیاد درختان مادری رقم بادامی زرند و مقاومت آنها به شوری (۴) در مقایسه با رقم سرخس و قزوینی و گمز (۱۵) بویژه در شرایط اقلیمی مناطق پسته کاری است. گرچه نهال‌های بذری نیز ازاین درختان تهیه شد، ولی احتمالا به دلیل نامشخص بودن والد پدری بذور مورد استفاده و تفرق ژنتیکی در میان توده نهال‌های بذری، همان‌طور که انتظار می‌رفت تفاوت‌های محسوسی مشاهده شد (۳۲). تاج‌آبادی‌پور (۶) دریافت که به دلیل اختلاف نهال‌ها از نظر جذب مواد غذایی و سیستم پراکنش ریشه، اختلاف زیادی بین نهال‌های بذری در مزرعه بوجود می‌آید. گرچه قسمتی از اختلافات مشاهده شده می‌تواند در اثر عوامل غیر قابل کنترل و تاثیر گذار محیطی بوده باشد ولی تغییرات کمتری در نهال‌های کشت بافتی مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که بخش عمده این تفاوت به علت اختلافات ژنتیکی باشد (۶). وی همچنین در گزارش تحقیقی خود دریافت که واریانس در ارتفاع نهال‌های کشت بافتی در گزارش فوق ۵/۷۳، درحالی‌که واریانس در نهال‌های بذری ۶۷/۶۸ بوده و همچنین واریانس قطر در نهال‌های کشت بافتی ۰/۲۵، درحالی‌که واریانس در نهال‌های بذری ۱/۹۹ بوده است. هرچند در مطالعه ما رقم بادامی زرند به عنوان پایه کشت بافتی انتخاب گردیده (به دلیل مقاومت به شوری (۴) و گموز (۱۵)، اما در پژوهش حکم‌آبادی و همکاران (۷) در بررسی سه رقم پسته تحت تیمار زیادی بر و سدیم کلراید در آب آبیاری و اندازه‌گیری ویژگی‌های تحت تاثیر تنش دریافتند که از بین پایه‌های مورد بررسی پایه قزوینی نسبت به پایه بادامی زرند و سرخس، پرولین بیشتری در برگ‌ها انباشته کرد و به همین دلیل نسبت به بقیه پایه‌ها نسبت به شوری مقاومت بیشتری نشان داد. از سوی دیگر در مطالعه باقری و همکاران (۳) اختلاف بین میزان

تولید قندهای محلول در برگ دو رقم بادامی و قزوینی معنی‌دار نبود، اما در میزان پرولین ریشه، این اختلاف معنی‌دار بود به طوری که بیشترین میزان پرولین در رقم بادامی ریز زرند مشاهده گردید. هرچند در مطالعه ما رشد شاخه سال جاری و پیوندی در رقم احمدآقایی پیوند شده روی پایه کشت بافتی بادامی زرند نسبت به بقیه ارقام مقدار بیشتری نشان داد، اما در پژوهش راحمی و توللی (۲۶) رشد شاخه در ارقام اوحدی و احمدآقایی پیوند شده بر روی پایه‌های دانهالی معمولی از *P. vera* نسبت به پایه‌های سرخس و بنه به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. اگرچه در مطالعه پیشرو صفات مورفولوژیکی از جمله طول شاخه جاری، پیوندی، قطر شاخه، قطر زیر و بالای پیوند، شعاع تاج درخت و سطح برگ اندازه‌گیری شد ولی در تحقیق علیپور و همکاران (۱۳) ارقام دیگر و صفات مورفولوژیکی دیگری مورد مطالعه قرار گرفتند. ایشان دریافتند که ارقام بادامی زرند، ابراهیمی سیف‌الدینی، پوست کاغذی و سرخس دارای بیشترین تعداد نهال زنده، ارقام خنجری دامغان، امیری، لک سیریزی، کله‌قوچی و سیریزی دارای بیشترین میانگین طول ساقه، ارقام سفید پسته نوق، قزوینی، محسنی، سیف‌الدینی و خنجری دامغان دارای بیشترین تعداد برگ زنده، ارقام خنجری دامغان، فندقی ۴۸، حسنزاده، احمدآقایی و غلامرضایی دارای بیشترین وزن خشک اندام هوایی بودند.

تاج‌آبادی‌پور (۶) همچنین به این نتیجه رسید که جدا از تاثیری که بافت خاک و عوامل مشابه می‌توانند در ساختار و توزیع سیستم ریشه‌ای نهال پسته داشته باشند، در نهال‌های کشت بافتی، تمامی ریشه‌های تشکیل شده بصورت نابجا از قاعده ساقه منشاء گرفته و دارای قطر تقریبا یکسانی هستند و بنابراین تمایل به نفوذ عمقی در آنها پایین بوده و به‌طور سطحی گسترش می‌یابند و ریشه اصلی و مرکزی که بصورت عمودی در خاک فرو رفته و باعث استحکام نهال شود، وجود ندارد بنابراین قدرت سازگاری بیشتری نسبت به سیستم‌های آبیاری تحت فشار سطحی (مانند قطره‌ای) دارند ولی در نهال‌های بذری ریشه از ریشه‌چه بوجود آمده و ریشه اصلی که دارای طول و قطر بیشتری نسبت به ریشه‌های فرعی است، وظیفه استحکام نهال و جذب آب از اعماق را به عهده دارد. بنابراین نهال‌های بذری نسبت به نهال‌های کشت بافتی از استحکام بیشتری در خاک برخوردارند و همچنین نسبت به خشکی و دوره‌های طولانی آبیاری مقاوم‌تر هستند. فرگوسن و هاویلاند (۲۱) نیز اظهار داشتند که نهال‌های بذری دارای سیستم ریشه‌ای بهتری نسبت به کشت بافتی هستند. ریشه بذری از رشد ونمو رادیکال یا همان ریشه چه جنینی حاصل از طویل شدن محور زیر لپه ای ایجاد می‌شود که طی هزاران سال تکامل یافته است و این درحالی است که ریشه حاصل از کشت بافت از نوع ریشه‌های نابجا و حالت افشان دارند می‌باشد. همان‌طور که گفته شد سیستم ریشه پسته از نوع راست و بسیار عمیق می‌باشد که به دلیل ویژگی‌های کم نظیر، عامل اصلی ایجاد تحمل بالای درختان پسته به خشکی و شوری است.

طبق نتایج بدست آمده میزان جذب متفاوت عناصر غذایی توسط پایه کشت بافتی (بادامی زرند) باعث غلظت متفاوت عناصر غذایی در برگ ارقام مختلف می‌شود که با نتایج سولاری و دجونگ (۳۰) که گزارش کردند که پایه‌ها از طریق تاثیر بر تولید هورمون‌ها، جذب آب و مواد غذایی بیشترین تاثیر را بر زنده‌مانی و رشد درختان در شرایط تنش‌های محیطی دارند مطابقت دارند (۳۰). قاسمی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که تفاوت جذب عناصر بین ارقام مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در روابط آبی آنها مانند تفاوت در میزان تعرق باشد. به‌نظر می‌رسد که در مطالعه پیشرو ارقام رضایی زودرس، فندقی و احمدآقایی سازکارو قابلیت جذب و انتقال فسفر بیشتری داشته باشد. هرچند در مطالعه ما پایه یکسان و پیوندها متفاوت هستند ولی در مطالعه قاسمی و همکاران (۱۴) 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 راحمی و توللی (۲۶) نیز نشان داد که ارقام پیوند شده روی پایه بنه، فسفر بیشتری داشتند. در مطالعه حاضر همه ارقام مورد بررسی جذب پتاسیم خوبی داشتند. در واقع افزایش غلظت پتاسیم برگ در این ارقام می‌تواند بیانگر نقش این عنصر در تنظیم اسمزی و حفظ تورژوسانس باشد. فرانسیسکو و همکاران (۲۲) دریافتند که این راقام با افزایش تجمع پتاسیم در بافت‌های خود و افزایش فشار 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 مکانیسم تنظیمی آن در حفظ و تنظیم فشار اسمزی در مقابل مقادیر بالای کلر تحت تنش شوری باشد و به عنوان یک یون ضروری در نقش ماده محلول سازشی در محافظت اسمزی ظاهر می‌شود. خوشگفتار منش (۹) 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 توان این غشاء را در ورود انتخابی یون‌ها تغییر دهد. بنابراین ارقامی که بتوانند بیشترین پتاسیم را جذب کنند توانایی حفظ قابلیت جذب ریشه بالاتر و مقاومت بیشتری را نسبت به تنش شوری خواهند داشت. سپاسخواه و کریمی (۲۷) 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. همچنین در مطالعه پیشرو رقم فروتنی بالاترین غلظت کلسیم را نشان داد که احتمال دارد به علت بالا بودن میزان تبخیر و تعرق این رقم و به دنبال آن حفظ هدایت روزنه‌ایی نسبت به بقیه ارقام باشد که با نظر قاسمی و همکاران (۱۴) مطابقت دارد. از آنجایی که اغلب قریب به اتفاق مناطق پسته کاری دارای مشکل شوری آب یا خاک هستند، در تحقیق علیپور و همکاران (۱۳) در تعیین مقاومت به شوری ارقام پسته ثابت شد

که اغلب واریته‌های حساس به شوری دارای درصد پایین‌تر کلسیم نسبت به سایر واریته‌ها هستند. در مطالعه ما رقم فروتنی بیشترین کارایی جذب منیزیم را نسبت به سایر ارقام نشان داده که احتمال می‌رود به علت تامین منیزیم برای سازوکار فتوسنتز بیشتر، منیزیم بیشتری جذب کرده باشد ولی در پژوهش قاسمی و همکاران (۱۴) بادامی ریز زرند کارایی بالاتری برای جذب منیزیم نشان داد. رقم رضایی زودرس و احمدآقایی بیشترین غلظت آهن، روی، منگنز و مس را نشان دادند که نشان از فعال بودن بیشتر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی 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 آنتی اکسیدان هستند و کاربرد این عناصر می‌تواند سبب بهبود در انجام وظایف مهم سلولی مانند متابولیسم پروتئین، تظاهر ژن، همچنین یکپارچگی و سلامت غشاء شود که با نظر رحیمی زاده و همکاران (۱۰) هم راستا است.

نتایج ضرایب همبستگی در پژوهش علیپور و همکاران (۱۳) بین صفات نشان داد صفت تعداد نهال زنده با میزان سدیم ساقه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بوده که نتیجه آن کاهش رشد نهال و خشک شدن آنها می‌باشد. آنها نشان دادند که ارقام مقاوم به شوری میزان سدیم کمتری را توسط ریشه جذب می‌کنند و تجمع یون سدیم در ریشه و ساقه آنها کم است. میزان عناصر منیزیم و سدیم در ریشه و ساقه با وزن خشک اندام هوایی و ریشه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود، بنابراین تجمع این دو عنصر در بافت‌های نهال باعث کاهش رشد و در نهایت خشکیدن نهال می‌گردد. آنها همچنین دریافتند از بین ۳۲ رقم، هشت رقم ابراهیمی، سیریزی، جندقی، پوست کاغذی، فندقی ۴۸، بادامی زرند و احمدآقایی، دارای بیشترین تعداد نهال زنده ، بیشترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه و، بیشترین طول نهال، بیشترین تعداد برگ زنده و کمترین میزان سدیم ساقه در پایان آزمایش بودند. دارای بیشترین مقاومت به شوری بودند و می‌توان از بین این ارقام برای تولید پایه مقاوم به شوری استفاده کرد. در مطالعه پیش‌رو، افزایش میزان کلسیم برگ قطر شاخه را افزایش می‌دهد و افزایش قطر شاخه نیز باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و شعاع تاج درخت می‌شود. در واقع بر اساس نتایج این پژوهش در ارقامی که جذب پتاسیم و کلسیم بیشتری دارند ویژگی‌های رشدی نهال افزایش بیشتری می‌یابند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد از بین ارقام مورد مطالعه رقم احمدآقایی نسبتا دارای بیشترین سازگاری با پایه کشت بافتی حاصل از بادامی زرند است به‌طوری‌که باعث جذب بیشتر عناصر غذایی توسط پایه شده و دارای بیشترین مقادیر

عناصر غذایی برگ است. رقم احمدآقایی از نظر ویژگی‌های رشدی دارای نیز دارای بهترین وضعیت است که این موضوع ارتباط بین میزان عناصر غذایی برگ و ویژگی‌های رشدی را نشان می‌دهد. نتایج همبستگی نیز نشان داد که بین غلظت پتاسیم و کلسیم برگ با طول و قطر شاخه‌های جانبی درخت همبستگی مثبت وجود داشته و باعث افزایش رشد نهال‌های پسته می‌گردد. نتایج نشان داد که با استفاده از پایه کشت بافتی بادامی زرند و ارقام پیوندی مناسب برای منطقه کرمان و بررسی توانایی‌های رشدی و میزان غلظت عناصر غذایی، می‌توان به رشد و عملکرد بیشتری دست یافت.

منابع

۱- اعزازی، س.، میرزایی ندوشن، ح.، امام، م. و کلاته جاری، س. ۱۳۹۷. عوامل موثر در ریزازدیادی بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach). مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۳۱، شماره ۳.

۲- امام، م.، قمری زارع، ع.، میرجانی، ل.، و شریعت، آ. ۱۳۹۴. بررسی مقایسه ای ریزازدیادی به شیوه شبه فتواتوتروفیک و فتواتوتروفیک گیاه تیس (*Sorbus aucopa* L.). مجله پژوهشهای گیاهی. جلد ۲۸. صفحات: ۲۴۲-۲۳۵.

۳- باقری، و.، م. ح. شمشیری، ح. شیرانی و ح. ر. روستا. ۱۳۹۰. اثر قارچ میکوریز-آربسکولار و تنش خشکی بر رشد، روابط آبی، تجمع پرولین و قندهای محلول در نهال‌های دو رقم پایه‌ای پسته اهلی (*Pistacia vera* L.). مجله علوم باغبانی ایران. دوره ۴۲. شماره ۴. صفحات: ۳۶۵-۳۷۷.

۴- بنی هاشمی، ظ و مرادی، م. ۱۳۸۳. وفور نسبی گونه های فیتوفترا در طوقه ریشه درختان پسته و مقایسه نسبی مقاومت طوقه و ریشه پسته به گونه‌های عامل بیماری. بیماری‌های گیاهی. دوره ۴۰. شماره ۲-۱. صفحات: ۷۵-۵۷.

۵- تاج‌آبادی‌پور، علی. ۱۳۷۵. شناسایی ارقام پسته در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. کرج. ایران

۶- تاج‌آبادی‌پور، علی. ۱۳۸۶. مقایسه رشد و خصوصیات مورفولوژیک نهال‌های حاصل از ریزازدیادی با نهال‌های بذری پسته در شرایط مزرعه. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات پسته کشور.

۷- حکم‌آبادی، ح.، ک. ارزانی، ی. دهقانی شورکی و ب. پناهی. ۱۳۸۲. پاسخ پایه‌های درختان پسته بادامی زرند، سرخس و قزوینی به زیادی بر وسدیم کلراید در آب آبیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم. شماره چهارم. صفحات: ۱۱-۲۴.

۸- حیدری، م و عباسی، م. ۱۳۹۰. اثر نوع و آمیختن دانه گرده بر ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه درختان خرما رقم "برحی" (*Phoenix dactylifera* L. cv. Barhee) حاصل از کشت بافت. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۱۲، شماره ۲. صفحات ۱۶۵-۱۸۰.

۹- خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۲. تعیین محدود کننده‌ترین فاکتور در زمین‌های شور تولید پسته قم. پروژه تحقیقاتی قم، نشر سازمان برنامه ریزی قم. شماره ۲. صفحات: ۵۸-۷۲.

۱۰-رحیمی زاده، م.، ا. کاشانی، ا. زارع فیض آبادی. ح. مدنی و ا. سلطانی. ۱۳۸۸. اثر کودهای کم مصرف بر رشد و عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولیدات زراعی (۳) ۱، صفحات: ۷۲-۵۷.

۱۱-رهنما، ع.، محبی، ع. و حوری، م. ۱۳۹۲. تاثیر سطوح مختلف آبیاری و تغذیه بر رشد عملکرد نخل خرمای کشت بافتی. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحات: ۴۰-۳۱.

۱۲-شرافتی، ع.، ک. ارزانی و م.ر. رمضانی مقدم. ۱۳۹۲. ارزیابی گلدهی و میوه دهی دوازده رقم پسته (*Pistacia vera* L.) در شرایط آب و هوایی خراسان. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۱-۲۹. شماره ۲. صفحات: ۲۵۶-۲۴۳.

۱۳-علیپور، ع.، س. ج. حسینی و ف. غفاری موفق. ۱۳۹۱. تعیین مقاومت به شوری در ارقام پسته با کاربرد تلاقی‌های کنترل شده. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد نوزدهم. شماره سوم. صفحات:۵۸-۳۹.

۱۴-قاسمی، م.، ک. ارزانی، ع. یداللهی و ح. حکم آبادی. ۱۳۹۴. غلظت عناصر معدنی ریشه و برگ چهار پایه دانهالی پسته تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. علوم باغبانی ایران. دوره ۴۶. شماره ۴. صفحات: ۶۶۷-۶۵۹.

۱۵-محمدی، ا. ح. و بنی هاشمی، ض. ۱۳۸۷.تاثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پسته در محیط آبکشت. علوم و فنو کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره ۴۵ (الف). صفحات : ۲۴۸-۲۳۹.

۱۶-هاشمی نسب، ح. و افروشه، م. ۱۳۹۷. معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آنها با شرایط ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته. ۶۲ صفحه.

17- Almahdi, A. A., Parfitt, D. E., and Chen, H. 2002. Clonal propagation of pistachio rootstock by rooted stem cuttings. Sci. Hortic. 96: 359-363.

18- Autio, W. R. 2001. Rootstock and scion interact to affect apple tree performance. International Society for Horticultural Science Acta Horticulturale 557: 41-46.

19- Bonga J. M. and Von Aderkas P. 1992. In vitro culture of trees. Kluwe Academic Publishers. The Netherlands.pp.72-76

20- Esmaeil-pour, A. 2001. Distribution use and conservation of pistachio in Iran. Workshop, 14-17 December 1998. Irbid, Jordan.

21- Fergusen, L. and Havland, D. R. 2016. Pistachio Production Manual. University of California Agriculture and Natural Resource Publication: Pp, 334.

22- Francisco, G., L. Jhon, S. Jifon, C. Micaele, and P. S. James. 2002. Gas exchange, chlorophyll II and nutrient content in relation to Na and Cl accumulation in sunburst mandarin grafted on different root stocks. Plant Sci. 35:314-320.

23- Larsen, F. E. and Higgins, S. S. 1990. Early field performance of several self – rooted. Micro propagated apple cultivars vs. trees on seedling or M. 7 rootstocks. Fruit Var. J. 44: 185-192.

24- Martinelli, A. 1988. Use of in vitro techniques for selection and cloning of different *pistacia* species. Acta Hort. 227: 436-437.

25- Motalebipour, E., Kafkas, S. Khodaeiaminjan, M., Coban, N. and Gozel, H. 2016. Genome survey of pistachio (Pistacia vera L.) by next generation sequencing. Development of novel SSR markers and genetic diversity in Pisatacia species. BMC Genomics. 17: 1-14.

26- Rahemi, M. and V. Tavallali. 2007. Effect of rootstock on Iranian pistachio scion cultivars. Fruits 62: 317-323.

27- Sepaskhah, A. R. and Sh. Karimi-Goghari. 2005. Shallow groundwater contribution to pistachio water use. Agric Water Manag. 72: 69-80.

28- Shtereva, L., Vassilevska-Ivanova, R., Karceva, T. and Kraptchev, B. 2014. Micropropagation of six Paulownia genotypes through tissue culture. Journal of Central European Agriculture, 15: 147-156.

29- Sing, B. D. 2005. Plant cell and tissue culture-Biotechnology Fundamental and applications (pp.332-425). New Dehli. Kalyani Publishers.

30- Solari, L. I. and DeJong, T. M. 2006. The effect of roof pressurization on water relations, shoot growth and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) tree on rootstocks with differing growth potential and hydrolic conductance. Journal of Experimental Botany. 57 (9): 1981-1989.

31- Stamler, R. A. Kilcrease, J., Kallsen, C., Fichtner, E. J., Cooke, P., Heerema, R. J., Randall, J. J. 2015. First Report of Rhodococcus Isolates Causing Pistachio Bushy Top Syndrome on UCB-1 Rootstock in California and Arizona. Plant Disease. 99:1468-1476.

32- Topping, J. F. and Lindsey, K. 1991. Shoot cultures and root cultures of tobacco. In: Lindsey, K. (Ed.). Plant tissue culture manual. Kluwer academic publ. The Netherlands. A4: 1-13.

33- Wesley, R. A., and Krupa, J.2001. Rootstock effects on ginger gold apple trees. Fruit Notes 66:50-51.

34- Xing, W., Bao, M., Qin, H. and Ning, G. 2010. Micropropagation of *Rosa rugosa* through axillary shoots proliferation. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 52: 69-75.