

اثر پلی آمین‌ها بر افزایش ریشه‌زایی دانهال پسته رقم 'بادامی ریز' *Pistacia vera cv Badami-e-Riz*

سحر صداقت^{۱*}، مجید راحمی^۱ و بهرام بانی نسب^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۱۰)

چکیده

رقم پسته 'بادامی ریز' به دلیل مقاومت به شوری خاک و قارچ فیتوفتورا که ریشه آن کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد، از مهم‌ترین پایه‌های مورد استفاده در ایران می‌باشد. این پایه حساس به سمیت بر و کمبود آب می‌باشد و تولید ریشه اصلی بدون انشعاب می‌کند. در این پژوهش اثرهای مختلف پلی آمین‌ها (پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین) با سه روش غوطه‌وری ریشه، محلول پاشی اندام هوایی و هم‌چنین تیمار قطع نوک ریشه اصلی همراه با غوطه‌وری، بر ریشه‌زایی و بهبود استقرار دانهال پایه پسته 'بادامی ریز' مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسپرمیدین ۲ میلی‌مولار در روش محلول پاشی، بیشترین طول ریشه و میانگین قطر ریشه، اسپرمیدین ۲ میلی‌مولار در روش قطع نوک ریشه اصلی همراه با غوطه‌وری بیشترین وزن خشک ریشه و تعداد ریشه و اسپرمیدین ۴ میلی‌مولار در روش محلول پاشی بیشترین وزن تر ریشه را در پایه 'بادامی ریز' نسبت به شاهد ایجاد نمود. بنابراین، می‌توان اظهار نمود که کاربرد پلی آمین‌ها با روش‌های مختلف کاربرد، می‌تواند اثری مؤثر در باززایی ریشه و بقای دانهال‌های پسته داشته باشد. هم‌چنین این پژوهش نشان داد که با توجه به مشاهدات عینی دانهال‌ها، تمامی دانهال‌ها زنده مانده و بقای خود را پس از انتقال حفظ کردند و شادابی بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. به طور کلی، این تیمارها می‌توانند تکنیکی مناسب جهت تسهیل دانهال‌هایی که به راحتی منتقل نمی‌شود، به کار رود.

واژه‌های کلیدی: پسته، پوترسین، اسپرمیدین، اسپرمین، ریشه‌زایی، دانهال، ریشه جانبی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: saharsedaghat75@gmail.com

مقدمه

دادن بقا و رشد درختان کاشته شده دارد(۲).

سیستم ریشه دانهال می تواند در جهت کاهش اثرات شوک انتقال به وسیله افزایش دادن میزان ریشه هایشان دست کاری شود. این هدف می تواند به وسیله هرس ریشه، کاربر روش هایی مانند پیچاندن یا قلمه گرفتن در نهالستان به منظور افزایش میزان ریشه ها و بهبود و نگهداری ریشه به دست آید. متناوبا، باززایی ریشه بعد از انتقال در دانهال های درختان خزان دار، ممکن است به وسیله کاربرد تنظیم کننده های رشد انجام شود اکسین ها به طور معمول برای تحریک آغازش ریشه در گیاهان به کار می رود (۲). IBA روی باززایی ریشه و بقای دانهال های سه گونه پسته *P. vera*, *P. mutica*, *P. khinjuk* بررسی شد و این نتایج حاصل گردید که کاربرد IBA ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر، موثرترین غلظت در جهت باززایی ریشه و رشد است و هم چنین میزان بقای دانهال ها به طور معنی داری مرتبط با تعداد، طول و وزن تر و خشک ریشه می باشد (۲). در مطالعه ای که روی بنه و پسته اهلی انجام شده نشان می دهد که کاربرد IBA در غلظت ۱۰۰۰-۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش بازایی ریشه و بلند شدن ریشه ها گردید در این آزمایش استفاده از اکسین به صورت غوطه وری تأثیر بیشتری نسبت به محلول پاشی فوقانی (Top spray) در استفاده در محیط کشت داشت(۱).

پلی آمین ها، پلی کاتیون هایی از دسته کربوهیدرات های آلیفاتیک با وزن مولکولی کم و با ساختار زنجیره ای هستند که دارای گروه های ایمینو و آمینو هستند و در تمام موجودات زنده یافت می شوند (۸ و ۱۴). تأثیر پلی آمین ها بر بهبود ریشه زایی در بسیاری از گونه ها گزارش شده است. در لوبیا کاربرد پلی آمین ها، ریشه دهی را افزایش داد(۲۰). هم چنین کاربرد پوترسین در ریزقلمه های توت فرنگی، منجر به افزایش سطوح پوترسین درونی، افزایش شمار ریشه نابجا و طول ریشه شد(۲۴). در پژوهش دیگری مشاهده شد که حجم و توسعه ریشه و ساقه، محورهای طول زیرلپه و رولپه در گیاه پنبه با کاربرد اسپرمیدین به طور معنی داری افزایش یافت (۲۵). در

در جنس پسته (*Pistacia*) ۱۱ گونه وجود دارد که در مناطق مختلف دنیا و اکثرا در اطراف دریای مدیترانه، خاورمیانه و به ویژه ایران پراکنده شده اند(۱۹). ازدیاد معمول پسته به روش کشت مستقیم بذر در محل اصلی ویا کشت بذر در گلدان های پلاستیکی و انتقال آنها به زمین اصلی صورت می گیرد. هم چنین عملیات پیوند در زمین اصلی انجام می شود. بدلیل اینکه سیستم ریشه ای این گیاه قدرت کافی برای تولید ریشه های فرعی و باززایی ریشه را ندارد، این موضوع مشکلاتی را در زمینه مدیریت تولید این گیاه باعث می شود. بنابراین، چنانچه بتوان به طریقی مشکل باززایی ریشه را برطرف و تولید ریشه های فرعی و جانبی را افزایش داد، می توان به تولید پایه ای قوی تر امیدوار بود.

گونه های مختلف پسته می توانند به عنوان پایه به دلیل سازگاری به شرایط محیطی سخت و مقاومت به آفات و بیماری ها استفاده شود. ولی به دلیل سختی در تکثیر و انتقال آن استفاده از آن را به عنوان پایه محدود کرده این محدودیت اساسا به خفتگی بذر و تعداد کم ریشه های جانبی تشکیل شده روی دانهال ارتباط دارد. به علاوه انتقال، سبب آسیب به ریشه، کاهش سطح ریشه موثری می شود که به نوبه خود سبب تنش آبی، کاهش جذب غذایی شود. هم چنین گیاهان را وادار به کاهش حساسیت به بیماری می کند. سرگیری سریع آغازش ریشه و رشد، دو تا از فرآیند اولیه در جهت بقای دانهال پس از انتقال می باشد. مطالعات بسیاری جهت پیش بینی ظرفیت باززایی ریشه مانند توانایی دانهال ها به منظور آغازش ریشه های جدید انجام شده است این مطالعات نشان داده اند که بقای یک دانهال پس از انتقال، یک ساختاری از توانایی آن برای آغازش ریشه های جدید می باشد و ظرفیت باززایی ریشه تنها فاکتور نیست. اگر چه ظرفیت باززایی ریشه ممکن است به عنوان پیش گویی نهایی عملیات کاشت، توانایی جهت فاکتورهایی که کمیت را تنظیم می کند در نظر گرفته نشود، کیفیت نوع و سرعت رشد ریشه، پتانسیلی برای ایفای نقشی مهم در افزایش

شدند. جهت انجام تیمار غوطه‌وری، قسمت ریشه دانهال‌ها به مدت ۴۵ ثانیه در غلظت‌های ۲ و ۴ میلی مولار جداگانه غوطه‌ور شدند. در تیمار برهمکنش قطع نوک ریشه اصلی با غوطه‌وری ریشه‌ها، پس از قطع نوک ریشه و فروبری سریع در اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین به غلظت‌های ۲ و ۴ میلی مولار به مدت ۴۵ ثانیه در کیسه‌های پلی اتیلنی ۳۵ × ۲۵ سانتی‌متری کاشته شدند روش محلول‌پاشی روی برگ‌ها پس از انتقال دانهال به کیسه‌های پلی اتیلنی، با غلظت‌های ۲ و ۴ میلی مولار اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین انجام گرفت. در شاهد، شستشو فقط با آب مقطر صورت گرفت و پس از ۶ هفته، صفاتی همچون، درصد بقای دانهال، وزن تر و خشک ریشه، تعداد ریشه، میانگین قطر و طول ریشه مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ریشه و میانگین قطر ریشه به کمک دستگاه Delta- T SCAN Image Analysis (نرم افزار Windows) اندازه‌گیری شد. ریشه‌ها پس از قطع شدن اندام هوایی به دقت از گلدان‌ها خارج و با آب مقطر شستشو و با بنومیل ۱ در هزار ضدعفونی شدند. پس از جدا کردن مواد زائد، ریشه‌ها درون پارچه مرطوب گذاشته و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند تا به کمک دستگاه Delta- T SCAN Image Analysis (نرم افزار Windows) تعداد ریشه و میانگین قطر ریشه‌ها اندازه‌گیری شدند. قبل از این کار ریشه‌ها درون آب به دقت با سوزن از هم جدا شدند. به منظور اندازه‌گیری طول شاخساره، پس از قطع شاخساره از محل طوقه، از خط کش استفاده شد. ریشه‌ها، به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آنها به وسیله ترازوی دیجیتالی محاسبه گردید.

این آزمایش به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و در هر تکرار سه گیاه به کار برده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری ver 17.0 SPSS Inc استفاده گردید. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

مطالعه‌ای مشاهده شد که ریز نمونه‌های شاخساره پایه سیب 'MM106' در کشت درون شیشه ای، هنگامی که پلی آمین‌ها در اولین روز کشت اضافه شوند، حتی بدون حضور IBA سبب افزایش ریشه‌زایی می‌شوند، هم‌چنین این پژوهش نشان داد که پلی آمین‌ها در کنترل ریشه‌زایی نقش دارند (۱۵ دیده شده است که کاربرد اسپرمیدین طول ریشه را در آرابیدوبسیس به میزان ۳۹٪ و وزن آن را تا ۴۴٪ افزایش داد (۲۲). در پژوهش دیگر مشاهده شد، حجم و توسعه ریشه و ساقه، طول زیرپه و رولپه در گیاه کتان با کاربرد اسپرمیدین به طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۵).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر کاربرد غلظت‌های مختلف سه نوع پلی آمین (پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین)، به سه روش غوطه‌وری ریشه، محلول‌پاشی شاخساره و تیمار قطع نوک ریشه اصلی همراه با غوطه‌وری، بر ریشه‌زایی و بهبود استقرار دانهال‌های رقم پایه پسته 'بادامی ریز' بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گروه علوم باغبانی دانشگاه شیراز انجام شد. برای این کار، ابتدا جهت جذب آبگیری، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند. سپس برای ضدعفونی بمدت یک ساعت با محلول بنومیل دو در هزار تیمار شدند. بعد از ضد عفونی، جهت سرمادهی در پیت ماس استریل به صورت لایه‌ای چیده و به مدت ۲۱ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از مدت مذکور قریب به ۵۰ درصد از بذرها، جوانه زده و مابقی به صورت متورم بودند. در این زمان به کیسه‌های پلی اتیلنی ۱۲×۱۰ حاوی مخلوطی از خاک لوم، پیت ماس و ورمی کولایت به نسبت ۲:۲:۲ در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شدند آبیاری کیسه‌ها، به طور منظم و دو بار در هفته انجام شد. دانهال‌های تولیدی پس از رسیدن به مرحله ۴-۵ برگگی، از خاک بیرون آورده شده و پس از شستشوی ریشه‌ها در آب، تحت تأثیر تیمار پلی آمین‌ها قرار گرفتند و سپس به کیسه‌های پلی اتیلنی با همان آمیخته قبلی انتقال داده

نتایج

وزن تر ریشه

تیمار اسپرمیدین ۲ میلی مولار در روش محلول پاشی بالاترین وزن تر ریشه را در پایه 'بادامی ریز' تولید نمود که با شاهد تفاوت کاملاً معنی داری را نشان داد. مقایسه میانگین پلی آمین‌ها بر وزن تر ریشه رقم 'بادامی ریز' نشان داد که اسپرمیدین ۲ میلی مولار و اسپرمین ۲ میلی مولار نسبت به شاهد به طور معنی داری وزن تر ریشه را افزایش دادند، ولی بین دیگر انواع پلی آمین‌ها و غلظت‌های آنها از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با شاهد دیده نشد.

روش‌های کاربرد پلی آمین‌ها تأثیر معنی داری بر افزایش وزن تر ریشه رقم پسته 'بادامی ریز' نداشتند. اثرات اصلی نوع هورمون در این پایه نشان داد که سه نوع پلی آمین به کار رفته شده اثر معنی داری بر افزایش وزن تر ریشه نداشت. در حالی که میانگین غلظت نشان داد که غلظت ۲ میلی مولار اثر بسیار معنی داری را نسبت به دو غلظت صفر و ۴ میلی مولار در بالا بردن وزن تر ریشه پایه پسته 'بادامی ریز' داشت (جدول ۱).

وزن خشک ریشه

اثرات اصلی نوع هورمون به کار رفته و روش کاربرد هیچ اختلاف معنی داری را نسبت به هم در پایه 'بادامی ریز' در افزایش وزن خشک نشان نداد. اثر اصلی غلظت در این رقم نشان داد که غلظت ۲ میلی مولار بیشترین میانگین را در افزایش وزن خشک ریشه ایجاد نمود که با شاهد (غلظت صفر میلی مولار) تفاوت کاملاً معنی دار بود.

اثر برهمکنش روش کاربرد و نوع هورمون و غلظت هم در این پایه نشان داد که اسپرمیدین ۲ میلی مولار در روش قطع نوک ریشه همراه با غوطه‌وری ریشه اختلاف معنی داری را نسبت به شاهد و سایر تیمارها در افزایش وزن خشک داشت (جدول ۲)

تعداد ریشه

نتایج این پژوهش نشان داد که هیچ کدام از تیمارها در روش‌های استفاده شده، تأثیر معنی داری بر تعداد ریشه پایه 'بادامی ریز' نداشتند؛ اگرچه بالاترین تعداد ریشه در اسپرمیدین ۲ میلی مولار در روش قطع نوک ریشه همراه با غوطه‌وری و کمترین آن در اسپرمیدین ۲ میلی مولار در روش غوطه‌وری دیده شد (جدول ۳).

اثرات میانگین پلی آمین‌ها، غلظت نشان داد که هیچ کدام از تیمارها نسبت به شاهد نتوانستند به طور معنی داری تعداد ریشه پایه 'بادامی ریز' را افزایش دهند (جدول ۳).

روش‌های کاربرد تأثیر معنی داری بر تعداد ریشه در پایه 'بادامی ریز' نداشتند (جدول ۳).

طول ریشه

اثر اصلی روش کاربرد بر افزایش طول ریشه در پایه 'بادامی ریز' نشان داد که روش کاربرد قطع نوک ریشه همراه با غوطه‌وری ریشه نسبت به روش محلول پاشی برتری داشت اگرچه با روش غوطه‌وری تفاوت معنی داری را ایجاد ننمود. اثرات اصلی نوع پلی آمین به کار رفته در رقم 'بادامی ریز' نشان داد که اسپرمیدین بهترین ماده شیمیایی در بالا بردن طول ریشه می باشد. هم‌چنین مقایسات میانگین نشان داد که اسپرمیدین ۲ میلی مولار تفاوت کاملاً معنی داری را در افزایش طول ریشه در این رقم ایجاد نمود (جدول ۴).

اثر اصلی غلظت‌ها در افزایش طول ریشه در غلظت‌های ۲ و ۴ میلی مولار در مقایسه با غلظت صفر میلی مولار بیشترین اثر را در رقم 'بادامی ریز' ایجاد نمود. تیمار اسپرمیدین ۲ میلی مولار به روش محلول پاشی تفاوت معنی داری با سایر تیمارها و شاهد در افزایش طول ریشه در این پایه نشان داد. ولی دیگر تیمارها در روش‌های اعمال شده نتوانستند با شاهد تفاوت معنی داری را در سطح احتمال $P \leq 5\%$ نشان دهند (جدول ۴).

جدول ۱. اثر روش‌های کاربرد پلی آمین‌ها بر میانگین وزن تر (گرم) ریشه پسته رقم 'بادامی ریز'*

میانگین	پوترسین (mM)				اسپرمین (mM)				اسپرمیدین (mM)			
	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰
۰/۷۷ ^A	۰/۷ ^{bcd}	۱/۳ ^{a-c}	۰/۶۱ ^{cd}	۰/۱۴ ^{bed}	۰/۸ ^{bcd}	۰/۶۱ ^{cd}	۰/۷۶ ^{cd}	۰/۶۱ ^{cd,*}	روش کاربرد			
۰/۹۰ ^A	۰/۶ ^{cd}	۱/۰ ^{۳a-d}	۱/۴ ^{ab}	۱/۴ ^{ab}	۱/۴ ^{ab}	۰/۶۱ ^{cd}	۱/۷ ^{۳a}	۰/۴۷ ^d	غوطه وری			
۰/۹۱ ^A	۱/۰ ^{a-d}	۰/۷ ^{b-d}	۱/۱ ^{a-d}	۱/۱ ^{a-d}	۰/۸۰ ^{bcd}	۰/۸۰ ^{bcd}	۰/۹۹ ^{bcd}	۰/۸۰ ^{bcd}	محلول پاشی			
	۰/۷۱ ^B	۱/۰ ^{AB}	۰/۶۷ ^B	۰/۹۷ ^{AB}	۱/۱ ^A	۰/۶۷ ^B	۰/۷۳ ^{AB}	۱/۱ ^A	قطع نوک ریشه + غوطه وری			
	۰/۷۹ ^A	۰/۹۳ ^A	۰/۸۵ ^A	میانگین								
	۲ mM	۲ mM	۰ mM	میانگین نوع هورمون								
	۰/۸۱ ^B	۱/۰۹ ^A	۰/۶۷ ^B	میانگین غلظت								

*: در هر ستون و ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف‌های مشابه کوچک برای تیمارها و بزرگ برای میانگین‌ها هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۲. اثر روش‌های کاربرد پلی آمین‌ها بر میانگین وزن خشک ریشه پسته رقم 'بادامی ریز' (گرم)

میانگین	پوترسین (mM)				اسپرمین (mM)				اسپرمیدین (mM)			
	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰
۰/۱۲ ^A	۰/۱۶ ^{a-e}	۰/۱۴ ^{b-e}	۰/۰۹ ^{b-e}	۰/۱۳ ^{a-e}	۰/۲۸ ^{abc}	۰/۰۹ ^{b-e}	۰/۱۱ ^{b-e}	۰/۰۴ ^e	۰/۰۹ ^{b-e,*}	روش کاربرد		
۰/۱۴ ^A	۰/۰۶ ^{d-e}	۰/۱۳ ^{b-e}	۰/۰۹ ^{b-e}	۰/۲۹ ^{ab}	۰/۲۰ ^{abc}	۰/۰۹ ^{b-e}	۰/۰۸ ^{b-e}	۰/۲۰ ^{abc}	۰/۰۹ ^{b-e}	غوطه وری		
۰/۱۴ ^A	۰/۴۰ ^{a-c}	۰/۰۵ ^{cde}	۰/۰۸ ^{b-e}	۰/۰۸ ^{b-e}	۰/۰۹ ^{b-e}	۰/۰۸ ^{b-e}	۰/۱۴ ^{b-e}	۰/۴۴ ^a	۰/۰۸ ^{b-e}	محلول پاشی		
	۰/۱۴ ^A	۰/۱۱ ^A	۰/۰۸ ^A	۰/۱۷ ^A	۰/۱۸ ^A	۰/۰۸ ^A	۰/۱۱ ^A	۰/۲۳ ^A	۰/۰۸ ^A	قطع نوک ریشه + غوطه وری		
	۰/۱۴ ^A	۰/۱۱ ^A	۰/۱۵ ^A	میانگین								
	۲ mM	۲ mM	۰ mM	میانگین نوع هورمون								
	۰/۱۴ ^{AB}	۰/۱۷ ^A	۰/۰۸ ^B	میانگین غلظت								

*: در هر ستون و ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف‌های مشابه کوچک برای تیمارها و بزرگ برای میانگین‌ها هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۳. اثر روش های کاربرد پلی آمین ها بر میانگین تعداد ریشه رقم 'بادامی ریز'

میانگین	پوترسین (mM)			اسپرمین (mM)			اسپرمیدین (mM)			روش کاربرد
	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	
۳۷۵۷ ^A	۹۱۶ ^{ab}	۵۵۷۴ ^{ab}	۵۳۸۸ ^{ab}	۳۷۱۷ ^{ab}	۱۱۸۰ ^b	۵۳۸۸ ^{ab}	۳۳۷۳ ^{ab}	۲۱۰۵ ^{ab}	۵۳۸۸ ^{ab*}	غوطه وری
۴۶۳۹ ^A	۳۱۲۷ ^{ab}	۳۲۵۱ ^{ab}	۵۳۸۸ ^{ab}	۲۶۸۵ ^{ab}	۳۴۰۰ ^{ab}	۵۳۸۸ ^{ab}	۵۱۸۶ ^{ab}	۷۹۴۳ ^a	۵۳۸۸ ^{ab}	محلول پاشی
۳۱۰۳ ^A	۴۰۲۵ ^{ab}	۱۱۰۷ ^b	۲۷۴۵ ^{ab}	۲۳۳۷ ^{ab}	۲۳۷۸ ^{ab}	۲۷۴۵ ^{ab}	۶۷۵ ^a	۳۰۹۲ ^{ab}	۲۷۴۵ ^{ab}	قطع نوک ریشه + غوطه وری
	۲۹۵۰ ^A	۳۳۱۰ ^A	۴۵۰۷ ^A	۲۹۱۳ ^A	۲۳۱۹ ^A	۴۵۰۷ ^A	۵۱۰۴ ^A	۲۳۸۰ ^A	۴۵۰۷ ^A	میانگین
		۳۵۸۹ ^A		۳۲۴۶ ^A				۴۶۶۴ ^A		میانگین نوع هورمون
	۴ mM	۲ mM	۰ mM	۲ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	میانگین غلظت
	۳۳۳۶ ^A	۳۶۵۶ ^A		۳۶۵۶ ^A				۳۵۰۷ ^A		

* در هر ستون و ردیف میانگین هایی که دارای حروف های مشابه کوچک برای تیمارها و بزرگ برای میانگین ها هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۴. اثر روش های کاربرد پلی آمین ها بر میانگین طول ریشه رقم 'بادامی ریز' (سانتی متر)

میانگین	پوترسین (mM)			اسپرمین (mM)			اسپرمیدین (mM)			روش کاربرد
	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	
۱۲/۸۵ ^{AB}	۱۳/۰۰ ^{a-d}	۱۴/۶۳ ^{a-d}	۱۰/۱۶ ^d	۱۲/۳۳ ^{a-d}	۱۱/۷ ^b	۱۰/۱۶ ^d	۱۵/۶۶ ^{a-d}	۱۷/۸۳ ^{abc}	۱۰/۱۶ ^{d*}	غوطه وری
۱۲/۴۲ ^B	۱۱/۳۳ ^{cd}	۱۰/۳۳ ^d	۱۰/۱۶ ^d	۱۴/۷۶ ^{a-d}	۱۲/۰ ^{bcd}	۱۰/۱۶ ^d	۱۳/۴۰ ^{a-d}	۱۹/۵۳ ^a	۱۰/۱۶ ^d	محلول پاشی
۱۵/۱۵ ^A	۱۷/۰ ^{abc}	۱۲/۴۳ ^{a-d}	۱۳/۵۶ ^{a-d}	۱۷/۱۶ ^{abc}	۱۲/۴۳ ^{bcd}	۱۳/۵۶ ^{a-d}	۱۷/۶۳ ^{abc}	۱۹/۰ ^{ab}	۱۳/۵۶ ^{a-d}	قطع نوک ریشه + غوطه وری
	۱۳/۷۷ ^{ABC}	۱۲/۴۶ ^{BC}	۱۱/۳۰ ^C	۱۴/۷۵ ^{AB}	۱۲/۰ ^C	۱۱/۳۰ ^C	۱۵/۵۶ ^B	۱۸/۷۸ ^A	۱۱/۳۰ ^C	میانگین
		۱۲/۵۱ ^B		۱۲/۷۰ ^B				۱۵/۲۱ ^A		میانگین نوع هورمون
	۴ mM	۲ mM	۰ mM	۲ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	۰ mM	میانگین غلظت
	۱۴/۷۰ ^A	۱۴/۴۴ ^A		۱۴/۴۴ ^A				۱۱/۳۰ ^B		

* در هر ستون و ردیف میانگین هایی که دارای حروف های مشابه کوچک برای تیمارها و بزرگ برای میانگین ها هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول ۵. آثار روش‌های کاربرد پلی آمین‌ها بر میانگین قطر ریشه رقم 'بادامی ریز' (میلی متر)

میانگین	پوترسین (mM)				اسپر مین (mM)				اسپر میدین (mM)				روش کاربرد
	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	۴	۲	۰	
۱/۹۶A	۱/۶۱ ^{bc}	۱/۷۷ ^{bc}	۱/۴۴ ^c	۲/۴۲ ^{ab}	۲/۶۵ ^{ab}	۱/۴۴ ^c	۲/۴۳ ^{ab}	۱/۴۴ ^c	۲/۲۷ ^{bc}	۱/۴۴ ^c	۲/۲۷ ^{bc}	۱/۴۴ ^c *	غوطه‌وری
۲/۰۳A	۱/۴۶ ^c	۲/۴۸ ^{ab}	۱/۴۴ ^c	۲/۰۱ ^{abc}	۲/۱۲ ^{abc}	۱/۴۴ ^c	۳/۶۴ ^a	۱/۴۴ ^c	۲/۲۰ ^{abc}	۱/۴۴ ^c	۲/۲۰ ^{abc}	۱/۴۴ ^c	محلول پاشی
۲/۰۶A	۲/۰۷ ^{abc}	۱/۶۸ ^{bc}	۱/۸۳ ^{bc}	۲/۲۷ ^{abc}	۲/۲۵ ^{abc}	۱/۸۳ ^{bc}	۲/۵۱ ^{ab}	۱/۸۳ ^{bc}	۲/۲۹ ^{abc}	۱/۸۳ ^{bc}	۲/۲۹ ^{abc}	۱/۸۳ ^{bc}	قطع نوک ریشه + غوطه‌وری
	۱/۷۳ ^c	۱/۹۸ ^{BC}	۱/۵۷ ^c	۲/۳۳ ^{AB}	۲/۳۴ ^{AB}	۱/۵۷ ^c	۲/۸۶ ^A	۱/۵۷ ^c	۲/۲۵ ^{AB}	۱/۵۷ ^c	۲/۲۵ ^{AB}	۱/۵۷ ^c	میانگین
		۱/۷۶ ^B		۲/۰۵ ^A	۲/۰۵ ^A				۲/۲۳ ^A		۲/۲۳ ^A		میانگین نوع هورمون
	۴ mM			۲ mM	۲ mM				۰ mM		۰ mM		میانگین غلظت
	۲/۲۷ ^A			۲/۱۹ ^A	۲/۱۹ ^A				۱/۵۷ ^B		۱/۵۷ ^B		

*: در هر ستون و ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف‌های مشابه کوچک برای تیمارها و بزرگ برای میانگین‌ها هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

میانگین قطر ریشه

به شاهد نشان داده است که با نتایج به دست آمده از پژوهش تنگ و نیوتون (۲۰۰۵) (۲۴) مطابقت دارد آن ها نشان دادند که پلی آمین ها طویل شدن و رشد ریشه را به وسیله افزایش تقسیم سلولی در ریشه افزایش می دهند. میزان پوترسین به هنگام طویل شدن، در منطقه تمایز یابی، افزایش می یابد، در صورتی که اسپرمین و اسپرمیدین در نقطه نزدیک نوک ریشه بیشتر هستند که نشان می دهد، اسپرمین و اسپرمیدین در توسعه ریشه نقش دارند هم چنین پلی آمین ها می توانند اثرات متفاوتی بر طول ریشه گیاهان چوبی و علفی همانند ذرت، نخود و گوجه فرنگی داشته باشند (۱۹).

نتایج به دست آمده از اثر پلی آمین ها بر پارامترهای ریشه از جمله تعداد ریشه، نشان می دهد که کاربرد پلی آمین ها باعث افزایش تعداد ریشه در پایه پسته گردیده است؛ اسپرمیدین تعداد ریشه را در پایه پسته افزایش داد. در واقع کاربرد پلی آمین ها باعث افزایش سنتز پلی آمین های درونی در بافت گیاه می شود (۱۲). از طرفی، افزایش پلی آمین ها با افزایش فعالیت میتوزی و افزایش ریشه های اولیه و جانبی همراه است (۳ و ۱۰). هم چنین حضور و دخالت ژن ها هم مرتبط با سنتز پلی آمین هاست که نقش آنها در توسعه ریشه در حضور پلی آمین ها صورت می گیرد (۳، ۱۳ و ۱۱). فولر و همکاران و روپانیک و پال (۶ و ۱۷) بیان کردند که ارتباط مثبت میان میزان اسپرمیدین، اسپرمین و توسعه ریشه، می تواند به دلیل نقش این دو در فعالیت چرخه سلولی، رشد و تمایز یابی باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، میانگین قطر ریشه تحت تأثیر پلی آمین ها در رقم پسته نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نشان دادند. اگر چه با نتایج به دست آمده از پژوهش یائو و همکاران (۲۶) در *Citrus limonia* همخوانی ندارد. آنها مشاهده کردند که با کاربرد پلی آمین ها در این گیاه میانگین قطر ریشه کاهش یافت و در این میان اسپرمیدین بیشترین اثر را داشت. این محققان علت را چنین بیان کردند که با کاربرد خارجی پلی آمین ها تعداد ریشه های نازک نسبت به ضخیم افزایش می یابد که در نتیجه باعث کاهش قطر ریشه می شوند.

نتایج آزمایش نشان داد که اسپرمیدین ۲ میلی مولار به روش محلول پاشی نسبت به شاهد و سایر تیمارها تفاوت کاملاً معنی داری در افزایش میانگین قطر ریشه در پایه 'بادامی ریز' در سطح احتمال ۵٪ $P \leq$ ایجاد نمود (جدول ۵). اثرات پلی آمین ها بر میانگین قطر ریشه، نشان داد که اسپرمیدین و اسپرمین در هر دو غلظت نسبت به شاهد تفاوت کاملاً معنی داری بر افزایش میانگین قطر ریشه داشتند.

اثر روش های کاربرد اختلاف معنی داری را از لحاظ آماری بر میانگین قطر ریشه پایه 'بادامی ریز' نشان ندادند (جدول ۵). اثر اصلی نوع هورمون در این رقم بر این فاکتور نشان داد که هورمون های اسپرمیدین و اسپرمین بیشترین اثر را در افزایش میانگین قطر ریشه داشتند. هم چنین اثر اصلی غلظت های ۲ و ۴ میلی مولار در پایه 'بادامی ریز' تفاوت کاملاً معنی داری را با غلظت صفر میلی مولار ایجاد نمود (جدول ۵).

درصد بقای دانهال

با توجه به مشاهدات عینی دانهال ها، تمامی دانهال ها زنده مانده و بقای خود را پس از انتقال حفظ کردند. اگر چه با کاربرد تیمارهای پلی آمین شادابی بیشتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (داده ها نشان داده نشده است).

بحث

در گیاهان توسعه و ایجاد ساختار ریشه، بر پایه برهمکنش های بافت ریشه با محیط زیستی پیرامون آن می باشد (۴ و ۱۴). حدس زده شده که ممکن است، پلی آمین ها بخشی از مبادلات بین بافت ریشه و محیط پیرامون باشند (۲). بنابراین می توان پلی آمین ها را به عنوان تنظیم کننده رشد در نظر گرفت که در گیاهان عالی دامنه وسیعی از فرایندهای نمو را کنترل می کند (۴ و ۱۷).

نتایج ما نشان داد که برهمکنش کاربرد پلی آمین ها و روش های کاربرد، طول ریشه را در غلظت های مختلف در پایه پسته افزایش داد که در این میان اسپرمیدین بیشترین اثر را نسبت

می‌شوند اسپرمیدین در غلظت‌های مختلف در رقم 'بادامی ریز' بیشترین تعداد ریشه را تولید نمود که به نظر می‌رسد موثرترین تیمار در باززایی ریشه و رشد بعدی آن می‌باشد. هم‌چنین روش محلول‌پاشی که بهترین نتیجه را نسبت به سایر روش‌ها نشان داده، می‌تواند به عنوان روشی مناسب جهت تیمار پلی آمین‌ها به کار رود. به طور کلی، این تیمارها می‌توانند به عنوان تکنیکی مناسب جهت تسهیل انتقال دانهال‌های پسته رقم 'بادامی ریز' که به راحتی منتقل نمی‌شود، به کار رود.

سپاسگزاری

از گروه باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل در اختیار قرار دادن (DELTA – T Scan image analysis system) (windia software) جهت اندازه‌گیری خصوصیات ریشه کمال تشکر را داریم. هم‌چنین از دانشگاه شیراز به خاطر حمایت‌های مالی جهت انجام این پژوهش قدردانی می‌کنیم.

کاربرد پلی آمین‌ها می‌تواند سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه در رقم پسته شوند و با گزارش‌های پاسکالیدیس و همکاران، لیگزایون و همکاران و کوئسی و همکاران مطابقت دارد (۹،۵ و ۱۶). در واقع افزایش در وزن تر و خشک ریشه مرتبط با افزایش میزان رشد، تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول و تمایز سلولی می‌باشد (۵ و ۹). از طرفی بیان شده است که پیش‌ساز پلی آمین‌ها آرژنین و آنزیم‌های بیوسنتزی مرتبط با آن است که سبب افزایش در تعداد ریشه و به موازات آن وزن تر و خشک می‌شود (۱۶). به طور کلی پلی آمین‌ها و اکسین سبب افزایش درصد بقای دانهال‌ها می‌شود که با گزارش‌های سایر محققان مطابقت دارد (۵). درصد بقا مرتبط با تعداد ریشه، طول، وزن تر و خشک ریشه است. اگرچه در این پژوهش درصد بقای همه تیمارها ۱۰۰٪ بود که می‌تواند به دلیل تحمل شوک انتقال به وسیله میزان بالایی از حجم ریشه در مرحله نونهالی باشد (۱۸).

با توجه به نتایج این پژوهش تیمارهای پلی آمین‌ها، تعداد ریشه را افزایش داده که سبب افزایش در بقای دانهال‌ها

منابع مورد استفاده

1. Baninasab, B. and M. Mobli. 2002. Effects of auxins and application methods on root regeneration of *Pistacia nutica* seedlings. HortScience.
2. Baninasab, B. and M. Mobli. 2009. Effects of indol butyric acid on root regeneration and seedling survival after transplanting of *Pistacia* species. *Journal of Fruit Ornamental Research* 17:5-13.
3. Bultin, D., J. Martin-Tanguy, M. Caree and N. Rossin. 1990. Polyamines hydroxyl cinnamoyl putrescines and root formation in leaf explants of tobacco cultivated in vitro: Effects of the suicide inhibitors of putrescine synthesis. *Plant Physiology* 93:1398-1404.
4. Couee, I., I. Hummel and A.I. Amrani. 2004. Involvement of polyamines in root development. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 76:1-10.
5. El-Quensi, F., M. Mahgoub and M. Kandil. 2010. Impact of foliar spray of inorganic fertilizer and bioregulator on vegetative growth and chemical composition of *Syngonium podophyllum* L. *American. Science* 6:288-294.
6. Fuller, D.J, E.W. Gerner and D. H. Russel. 1977. Polyamine biosynthesis and accumulation during G1 to S phase transition. *Cell Physiology* 70:1597-1600.
7. Galston, A.W. and H.E. Flores. 1991. Polyamines and plant morphogenesis. PP.175-186. In: Slocum. R. and H.E. Flores (Eds.), *The Biochemistry and Physiology of Polyamines in Plants*. CRC Press., Boca Raton.
8. Galston, A.W., R. Kaur-Sawhney, T. Altabella and A. F.Tiburcio 1997. Plant polyamines in reproductive activity and response to abiotic stress. *Botanical Acta* 110: 197-207.
9. He-Lixiong, K. Nada and S. Tachibana, 2002. Effects of spermidine pretreatment through the roots on growth and photosynthesis of chilled cucumber plants *Cucumber sativus* L. Japan. Society. *Horticultural Science* 71:490-498.
10. Hummel, I., I. Couee, A. Amrani. J. M. Tanguy and F. Hennion. 2002. Involvement of polyamines in root development at low temperature in the subantarctic cruciferous species *Pringlea. Antiscorbutica Experimental Botanic* 53:1436-1473.
11. Kusanp, T., K. Yamaguchi, T. Berberich and Y . 2007. Takahashi. Advances in polyamine research in 2007. *Plant*

- Research* 120: 345–350.
12. Lee, T.M. 1997. Polyamine regulation of growth and chilling tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) roots cultured in vitro. *Plant Science* 12:111-117.
 13. Liu J.H. and T. Moriguchi. 2007. Changes in free polyamine titers and expression of polyamine biosynthetic genes during growth of peach in vitro callus. *Plant Cell Reproductive* 26:125–131.
 14. Martin-Tanguy, J. 2001. Metabolism and function of polyamines in plants: Recent development. *Plant Growth Regulation* 34: 135-148.
 15. Najja, S., N.S. Elloumi, S. Ammar, C. Keve and J. Dommes. 2009. Involvement of polyamines in the adventitious rooting of micropropagated shoots of the apple rootstock MM106. *In Vitro Cell Developmental Biology of Plant* 45:83-91.
 16. Paschalidis, A.K. and A.K. Roubelakis – Angelakis, 2005. Sites and regulation of polyamine catabolism in the tobacco plant. Correlation with cell division / expansion, cell cycle progression and vascular development. *Plant Physiology* 138:2174-2184.
 17. Rupinak, H.T. and D. Paulp. 1978. Inhibition of spermidine and spermine synthesis leads to growth arrest of rat embryo fibroblast in G1. *Cell Physiology* 94:161-170.
 18. Sedaghat.S and M. Rahemi. 2011. Effect of Pre-soaking Seeds in Polyamines on Seed Germination and Seedling Growth of *Pistacia vera* L.cv. Ghazvini. *International Journal of Nut and Related Science* 2(3).19-26
 19. Shen, H.J. and A.W. Galston. 1985. Correlation between polyamines ratios and growth patterns in seedling root. *Plant Growth Regulation* 3:355-363.
 20. Sheibani, A. 1994. Pistachio production in Iran. Pistachio Research Institute, Ministry of Agriculture, Iran.(In Persian).
 21. Shyr, Y.Y. and C.H. Kao. 1985. Polyamines and root formation in mungbean hypocotyl cuttings. *Botanical Bull Academia Sinica* 26:179-184.
 22. Su Jin Jang., U. J. Choi and K. Y. Young Park. 2002. Effects of polyamines on shoot and root development in Arabidopsis seedlings and carnation cultures. *Plant Biology* 45:230-23.
 23. Tang, W. and R.J. Newton. 2005. Polyamines promote root elongation and growth by increasing root cell division in regenerated Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.). *Plant Cell Reproductive* 24:581-589
 24. Tarengi, E., J. Martin-Tanguy and M. Carre. 1995. Effects of inhibitors of polyamines biosynthesis and of polyamines on strawberry microcutting growth and development. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 42:47-55.
 25. Wahed, A. 2006. Exogenous and endogenous polyamines relation to growth, a-cellulose precipitation in fibres and productivity in cotton plant. *Agricultural Science* 2:139-148.
 26. Yao, Q., Wang, L R. and X. QX. 2010. Exogenous polyamines influence root morphogenesis and arbuscular mycorrhiza development of Citrus. limonia seedlings. *Plant Growth Regulation* 60: 27-33.