

بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول پاشی هورمون بنزیل آدنین (BA) بر رشد و تولید پاجوش گیاه صبر زرد (*Aloe vera L.*)

سعید حضرتی یادکوری^۱ و زین العابدین طهماسبی سروستانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، پست الکترونیک: tahmaseb@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۸۹

چکیده

صبر زرد (*Aloe vera L.*) یکی از مهمترین گیاهان دارویی در دنیا می باشد که به دلیل ارزش اقتصادی و دارویی آن کشت می شود. به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و هورمون بنزیل آدنین (BA) بر رشد و تولید پاجوش گیاه صبر زرد، تحقیقی در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در گلخانه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ میلی گرم در هر گلدان) و چهار سطح هورمون بنزیل آدنین (BA) (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بود. در پایان دوره رشد گیاه صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پاجوش، تعداد برگ پاجوش، وزن پاجوش و ارتفاع پاجوش و بیوماس کل اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰۰ میلی گرم نیتروژن و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین بیشترین تأثیر را روی صفات رشدی و کاربرد ۱۵۰۰ میلی گرم نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم بنزیل آدنین بیشترین تأثیر را روی خصوصیات پاجوش داشت؛ به طوری که با افزایش غلظت بنزیل آدنین بر تعداد پاجوش افزوده شد و بیشترین تعداد پاجوش در تیمار محلول پاشی ۱۵۰۰ میلی گرم بنزیل آدنین بدون کاربرد نیتروژن بدست آمد. اما کاربرد همزمان سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم نیتروژن با ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین بیشترین تأثیر را بر صفات اندازه گیری شده در این آزمایش داشت.

واژه های کلیدی: صبر زرد (*Aloe vera L.*)، نیتروژن، بنزیل آدنین (BA)، پاجوش.

مقدمه

ارتفاع آن به حدود ۶۰ سانتی متر می رسد، دارای ساقه چوبی و کوتاه به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی متر و برگ های نيزه ای شکل است که به طور مستقیم به محور ساقه متصل است. این گونه بومی آفریقای جنوبی و شرقی است،

گیاه دارویی صبر زرد (*Aloe vera L.*) متعلق به خانواده Liliaceae می باشد (Reynolds, 2004). صبر زرد گیاهیست گوشتی، چند ساله با الگوی رشد روزت و همیشه سبز که

پاجوش‌هایی با اندازه درشت و با کیفیت بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با وجود اینکه مطالعات زیادی روی سایر گیاهان این تیره انجام شده، اما مطالعات اندکی در مورد تأثیر هورمون‌ها و عناصر غذایی روی گیاه صبر زرد انجام شده است.

سایتوکینین یکی از مهمترین هورمون‌های گیاهی در تنظیم فرایندهای رشد و توسعه گیاه شامل تقسیم سلولی، تمایز، افزایش توسعه برگ و تحرک مواد غذایی در گیاهان زیتنی می‌باشد (Sakakibara et al., 2006). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که سایتوکینین می‌تواند تولید و رشد پاجوش‌ها را بهبود بخشد (Dennis, 2008). کاربرد سایتوکینین‌ها به صورت محلول‌پاشی روی برگ‌های گیاه زنبق رشتی (*Hemerocallis* *itrina*) نشان داده که این گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد با تأثیر بر تقسیم سلولی، اندازه پاجوش‌ها و تحریک رشد جوانه‌های جانبی و تعداد پاجوش‌ها را افزایش می‌دهد (Amling et al., 2007). تأثیر سایتوکینین بر گیاهان گوشتی گل ناز (*Portulaca grandiflora*) و نوعی کاکتوس به نام holiday مورد مطالعه قرار گرفته است (Boyle, 1992). در مطالعه‌ای کاربرد هورمون بنزیل‌آدنین باعث افزایش وزن برگ، تعداد برگ، سطح برگ و قطر ساقه در گیاه کروتون گردید (Ibrahim et al., 2010). مدیریت مواد غذایی در گیاه صبر زرد می‌تواند یکی از راهکارها برای بالا بردن باروری و ازدیاد این گیاه باشد. صبر زرد به دلیل ارزش رویشی بالا، نیاز ضروری به عنصر غذایی نیتروژن دارد. نیتروژن، آب و اسیدپتیک خاک سه عامل مهم در تولید صبر زرد می‌باشد (Reynolds, 2004). مطالعات نشان داده که گیاه صبر زرد به دلیل گوشتی بودن به کاربرد کود نیتروژن واکنش زیادی نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای کاربرد

اما در کشورهای مختلف از جمله ایران به صورت تجاری کشت می‌شود (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۴). در پنجاه سال اخیر عصاره و ژل بدست آمده از برگ آلوئه به دلیل خواص و فعالیت‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی متنوع، همچنین قابلیت ترمیم سوختگی پوست و زخم‌های ناشی از بریدگی، اثر حفاظتی روی پوست در برابر اشعه‌های مضر، مرطوب‌کننده و افزایش خاصیت کشسانی پوست، ضدالتهاب و تورم ضدقارچ، باکتری و ویروس و خواص دارویی دیگر به طور گسترده‌ای در صنایع داروسازی و آرایشی-بهداشتی استفاده می‌شود (Ramachandra & Rao, 2008). گیاه آلوئه به دو روش جنسی و غیرجنسی ازدیاد می‌یابد. در گونه *Aloe vera* L. که مشهورترین گونه برای تولید ژل است به دلیل پدیده نر عقیمی، بذر از طریق دگرگشتی تولید می‌شود، بنابراین ازدیاد از طریق بذر منتج به تفرق ژنتیکی به میزان زیاد در گیاهان تولیدی می‌شود (Natali et al., 1990). به منظور تولید تجاری گیاهچه و افزایش عملکرد برگ از طریق افزایش سطح زیر کشت، روشهایی مورد نیاز است تا بتوان در مدت زمان کوتاه، تعداد زیادی گیاهچه تولید نمود. روش اصلی افزایش غیرجنسی صبر زرد، از طریق پاجوش است. پاجوش‌ها از انتهای استولون‌های کوتاه تولید می‌شود (Dennis, 2008). اگرچه به طور طبیعی گیاه دارویی صبر زرد تولید پاجوش می‌کند، اما برای تولید تجاری این گیاه کافی نمی‌باشد و این‌گندی تولید پاجوش یکی از موانع جدی در توسعه کشت این گیاه دارویی می‌باشد. رشد و نمو گیاه دارویی صبر زرد تحت تأثیر بسیاری از عوامل داخلی و خارجی قرار دارد. فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای مناسب برای بدست آوردن

آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ سطح کود نیتروژن (N) (n1: شاهد، n2: ۵۰۰، n3: ۱۰۰۰ و n4: ۱۵۰۰ میلی گرم در هر گلدان) از منبع اوره و چهار سطح هورمون بنزیل آدنین (BA) (ba1: ۰، ba2: ۵۰۰، ba3: ۱۰۰۰، ba4: ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بود. کود نیتروژن به صورت تقسیط در سه مرحله (۸ برگی، قبل از تشکیل پاجوش و شروع تشکیل پاجوش) بکار رفت. در خرداد ماه، پاجوش‌های یکنواخت با اندازه ۲۰-۱۸ سانتی متر به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و به گلخانه منتقل و در گلدان‌هایی با ظرفیت ۲۰ کیلوگرم خاک کشت شدند. درجه حرارت گلخانه برای رشد گیاه صبر زرد ۲۸ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۲ درجه سانتی‌گراد در شب در طول دوره آزمایش تنظیم شد. گیاهان براساس ظرفیت زراعی به صورت یکسان آبیاری شدند. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌ای از خاک گلدان‌ها انتخاب و به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

همزمان کود دامی و کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد و رشد گیاه صبر زرد شد، البته مقادیر بالای عناصر غذایی شیمیایی می‌تواند تأثیر منفی روی کیفیت داشته باشد (Hasanuzzaman *et al.*, 2008). در تحقیقی توسط Ji-dong و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر سطوح مختلف نیتروژن روی گیاه صبر زرد مورد بررسی قرار گرفت، کود نیتروژن باعث افزایش وزن تر برگ‌ها، کل بیوماس و سرعت رشد گیاه صبر زرد گردید. در مطالعه‌ای Wang و همکاران (۲۰۰۳) با کاربرد همزمان بنزیل آدنین و نیتروژن روی گیاه تنباکو، نتیجه گرفتند که جذب پتاسیم و سرعت انتقال مواد غذایی در آوند چوبی افزایش پیدا کرد. با توجه به اینکه اطلاعات محدودی در این زمینه روی گیاه صبر زرد وجود دارد، بنابراین هدف از این آزمایش تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون سایتوکینین از نوع بنزیل آدنین بر صفات رشدی و تولید پاجوش گیاه صبر زرد در شرایط گلخانه‌ای می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

کربن آلی	نیتروژن کل	پتاسیم قابل تبادل	فسفر قابل دسترس	EC (mmhos/cm)	pH	بافت
%		(mg/kg)				
۱/۰۹	۰/۰۹	۴۳۳	۱۷	۱/۶۸	۷/۵	لومی شنی

نیترژن منجر به کاهش این صفات شد. البته صفاتی مانند تعداد برگ، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل با افزایش کاربرد سطوح نیترژن مقدار آنها نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۳). کاربرد عنصر نیترژن بر تعداد پاجوش اثری معنی‌داری داشت (جدول ۲). براساس نتایج موجود در جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد پاجوش در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیترژن بدست آمد (جدول ۳).

در این آزمایش هورمون بنزیل‌آدنین بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش غلظت سطوح بنزیل‌آدنین افزایش معنی‌داری در همه صفات غیر از ارتفاع گیاه مشاهده شد (جدول ۳). کمترین ارتفاع در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۷/۱۳٪) اختلاف داشت و بقیه سطوح تیمار از لحاظ آماری تفاوتی با هم نداشتند. همچنین بنزیل‌آدنین باعث افزایش قطر ساقه‌ها در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیوماس کل بوته در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد که نسبت به تیمارهای شاهد اختلاف بارزی نشان دادند (جدول ۳). بیشترین تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب ۵۹/۳۶٪، ۷۵/۵۱٪، ۷۱/۸۹٪، ۸۲/۷۴٪ و ۳۴/۷۰٪ اختلاف داشت (جدول ۳).

نتایج نشان داد که اثر متقابل هورمون بنزیل‌آدنین با عنصر نیترژن بر صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد

هورمون بنزیل‌آدنین به صورت محلول‌پاشی برگ‌گی در هفته هفدهم (به علت شروع تشکیل استولون‌ها) پس از کاشت بکار رفت. برای جذب بهتر محلول، از Tween 20 به‌عنوان مویان به میزان ۱۰ میلی‌لیتر در هر لیتر استفاده شد. برای محلول‌پاشی تیمارهای شاهد، آب مقطر همراه مویان استفاده شد. بعد از گذشت ۱۲ ماه، ۴ گیاه از هر تیمار در هر تکرار برداشت شد و صفاتی از قبیل تعداد برگ گیاه و ارتفاع گیاه به وسیله خط‌کش از محل اتصال به طوقه (قاعده برگ) تا نوک برگ اندازه‌گیری شد، برای اندازه‌گیری قطر ساقه از کولیس دیجیتال استفاده و به صورت سانتی‌متر گزارش گردید، برای اندازه‌گیری صفات پاجوش، ابتدا پاجوش‌ها از گیاه مادری جدا و تعداد آنها شمارش گردید و بعد خصوصیتی از قبیل ارتفاع پاجوش، وزن پاجوش و تعداد برگ پاجوش اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری بیوماس کل بوته از ناحیه سطح خاک جدا و با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کود نیترژن بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، قطر ساقه، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل تأثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح نیترژن تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم صفاتی مانند ارتفاع گیاه و قطر ساقه به ترتیب تا مقدار ۲۰/۳۱٪ و ۶/۲٪ نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود و کاربرد ۱۵۰۰ میلی‌گرم

(جدول ۴). براساس نتایج جدول ۴ اثر متقابل هر دو تیمار بر بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج بررسی تیمارهای مختلف نشان داد که با کاربرد همزمان نیتروژن با بنزیل‌آدنین مقدار این صفات افزایش یافت. کمترین ارتفاع گیاه در تیمار بدون کاربرد نیتروژن با سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون بنزیل‌آدنین و بیشترین ارتفاع در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن همراه با ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد (شکل ۱). با کاربرد همزمان ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیتروژن با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بنزیل‌آدنین بیشترین تعداد برگ بدست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (۲۳/۳۷٪) بیشتر بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت هورمون بنزیل‌آدنین بر تعداد پاجوش‌ها افزوده شده و بیشترین تعداد پاجوش در سطح شاهد نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪) بیشتر بود (شکل ۲). در این آزمایش هنگامی که نیتروژن با سطح بدون بنزیل‌آدنین بکار برده شد تأثیری روی تعداد پاجوش نداشت، اما هنگامی که نیتروژن با بنزیل‌آدنین با هم بکار برده شد بر وزن پاجوش‌ها افزوده شد و بیشترین وزن پاجوش‌ها در سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم نیتروژن با سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰٪) اختلاف داشت (جدول ۴). بیشترین تعداد برگ حاصل از پاجوش در سطح ۴ نیتروژن با سطح ۱ و ۲ بنزیل‌آدنین بدست آمد (جدول ۴). البته هنگامی که بنزیل‌آدنین و نیتروژن با هم بکار برده شدند، بر ارتفاع پاجوش‌ها افزوده شد ولی هنگامی که به‌صورت تنها بکار برده شد، تأثیری بر ارتفاع نداشت

(جدول ۴). براساس نتایج جدول ۴ اثر متقابل هر دو تیمار بر بیوماس کل تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بیشترین وزن بیوماس در کاربرد همزمان سطح ۴ نیتروژن با سطح ۳ بنزیل‌آدنین بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۷۴/۴٪) اختلاف داشت (شکل ۳). هورمون بنزیل‌آدنین هنگامی که با نیتروژن با هم بکار برده شد بر قطر ساقه گیاهان تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که تعداد برگ با همه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری در هر بوته داشت، به‌طوری‌که بیشترین همبستگی را با قطر ساقه ($r = 0.78$) و بیوماس کل ($r = 0.72$) داشت. تعداد پاجوش با وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ بیوماس کل نیز با همه صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. قطر ساقه نیز با تعداد برگ، ارتفاع گیاه و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. با توجه به نقش قطر ساقه در انتقال مواد غذایی و آب در گیاه با افزایش قطر ساقه ارتباط بهتری بین بخش‌ها برقرار شده و در نتیجه تأثیر مثبت ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد پاجوش و تعداد برگ پاجوش را افزایش داده است. بنابراین ارتفاع پاجوش با تعداد پاجوش، وزن پاجوش و تعداد برگ پاجوش همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. وزن پاجوش با ارتفاع پاجوش، تعداد برگ پاجوش و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت، به‌نحوی‌که بیشترین همبستگی را با تعداد برگ پاجوش ($r = 0.89$) نشان داد (جدول ۵).

ول ۲- تجزیه واریانس تیمار نیتروژن و بنزیل آدنین روی صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

میانگین مربعات								جه
بیوماس کل	ارتفاع پاجوش	تعداد برگ پاجوش	وزن پاجوش	تعداد پاجوش	قطر ساقه	تعداد برگ	ارتفاع بوته	ادی
۰/۰۳۱ ns	۴/۴۰ ns	۰/۴۰ ns	۴۱/۴۷۷ ns	۱/۲۸	۱۴/۶۲ ns	۱/۳	۴۶/۱۳ ns	۳
۲۰/۵۰ **	۵۳۸/۴۶ **	۴۵/۷۷ **	۲۰۶۳/۴۲ **	۵/۷۵ **	۲۸/۶۲ *	۷/۱۸ **	۶۱۸/۸ **	۳
۸/۴۶ **	۱۰۴۸/۸۶ **	۵۷/۳۹ **	۲۴۸۹/۵۴ **	۱۰۸/۸۲ **	۷۳/۳۵ **	۳۲/۷۱ **	۱۵۵/۴۶ **	۳
۰/۴۹ **	۱۳۶/۰۹ **	۱۳/۸۷ **	۵۲۵/۹۱ **	۱۱/۹۸ **	۱۸/۸ ns	۱/۱۷ *	۷۸/۴۸ **	۹
۰/۰۴۷۹	۴/۹	۰/۲۹	۴۳/۷۷	۰/۸۳	۹/۲۷	۰/۴۷	۱۸/۳۵	۴۵
۵/۷۷	۱۵/۷۵	۱۲/۴۱	۲۵/۲۹	۲۳/۰۳	۶/۶۹	۳/۲	۶/۹۴	-

و غیر معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمار نیتروژن و بنزیل آدنین بر صفات گیاه دارویی صبر زرد

صفات مورد مطالعه							
تعداد برگ	قطر ساقه (cm)	تعداد پاجوش	وزن پاجوش (g)	تعداد برگ پاجوش	ارتفاع پاجوش (cm)	بیوماس کل در هر بوته (kg)	ارتفاع (cm)
۲۰/۶۲ c	۴۳/۷۴ ab	۳۳۱۲۵ b	۱۰/۴۹۲ c	۲/۳۹۵۶ c	۷/۰۷۱۹ c	۲/۲۹۴ d	۵۳/۸۷
۲۱/۳۰ b	۴۵/۲۴۱ b	۳/۵۷۸۱ b	۲۷/۵۰۷ b	۴/۲۶۵۶ b	۱۴/۶۰۳۸ b	۳/۷۳ c	۵۹/۵۸
۲۱/۸۱۲۵ a	۴۶/۶۲۷ a	۴/۴۶۸۸ a	۲۹/۰۲۱ b	۴/۲۸۱۳ b	۱۳/۳۲۵۰ b	۴/۱۲ b	۶۷/۶۰
۲۲/۱۶۶۹ a	۴۶/۴۶۰ a	۴/۴۶۵۰ a	۳۷/۶۲۳ a	۶/۵۳۰۰ a	۲۱/۲۳ a	۵/۰۱۱ a	۶۵/۶۰
۲۰/۱۸۷۵ b	۴۳/۸۲۲ b	۰/۲۹۳۱ d	۹/۴۱۵ d	۱/۶۸۳۱ c	۳/۹۷ d	۳/۰۳ d	۶۱/۷۶
۲۰/۲۹۱۹ b	۴۳/۷۳۴ b	۴/۰۸۴۴ c	۲۴/۷۹۸ c	۴/۳۹۶۹ b	۱۱/۹۳۰ c	۳/۳۶ c	۵۷/۳۱
۲۲/۸۱۲۵ a	۴۸/۱۶۶ a	۵/۱۳ b	۳۲/۰۰۹ b	۵/۵۸۹۴ a	۱۷/۳۲ b	۴/۱۱ b	۶۴/۵۲
۲۰/۶۰۹۴ a	۴۶/۳۴۳ a	۶/۳۲۵۰ a	۳۸/۴۲۱ a	۵/۸۰۳۱ a	۲۳/۰ a	۴/۶۴ a	۶۳/۰۷

د اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (بر اساس آزمون LSD).

۱۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم نیتروژن.

۵، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین.

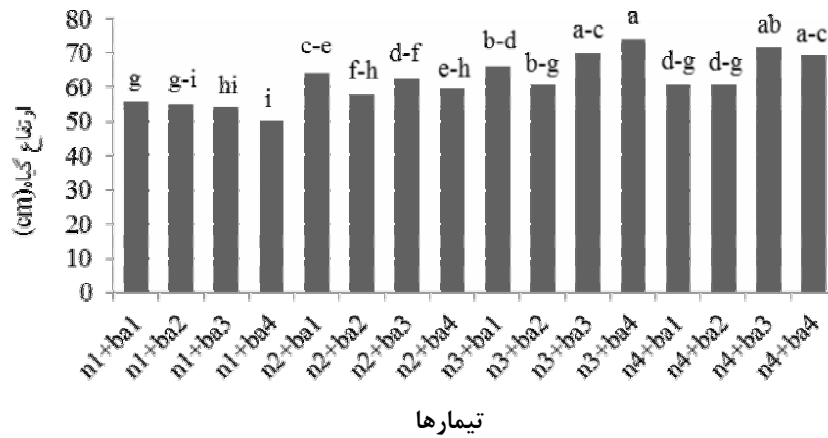
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و بنزیل آدنین روی صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

تیمار	تعداد برگ	قطر ساقه (mm)	وزن پاجوش (g)	تعداد برگ پاجوش	ارتفاع پاجوش (cm)
n1ba1	۱۸/۲۵ h	۴۰/۱۸ e	۰ g	۰ g	۰ h
n1ba2	۲۰ g	۴۲/۴۳ cd	۰ g	۰ g	۰ h
n1ba3	۲۲/۲۵ bc	۴۹/۱۴ a	۱۵/۲ f	۴/۲۵ f	۱۲/۷۴ fg
n1ba4	۲۲ cd	۴۳/۱۹ b-d	۲۶/۷۳ e	۵/۳۲ c-e	۱۵/۵۴ ef
n2ba1	۲۰/۲۵ fg	۴۲/۹۱ cd	۰ g	۰ g	۰ h
n2ba2	۲۰/۲۵ fg	۴۴/۱۵ b-d	۴۲/۷ ab	۴/۷ e-f	۹/۹۶ g
n2ba3	۲۲/۲۵ bc	۴۸/۱۹ ab	۳۳/۸ c-e	۶/۰۷ a-c	۱۴/۶ f
n2ba4	۲۲/۴۳ bc	۴۵/۶۹ a-c	۳۵/۰۵ b-e	۶/۲۸ ab	۳۳/۸۵ a
n3ba1	۲۱/۲۵ de	۴۷/۹۶ a-b	۰ g	۰ g	۰ h
n3ba2	۲۰/۶۶ fg	۴۵/۲۸ a-c	۲۹/۹۸ d-e	۶/۱ a-c	۱۵/۴۵ f
n3ba3	۲۳/۷۵ a	۴۵/۷۲ a-c	۴۳/۵۲ ab	۵/۷۵ b-d	۱۹/۲ cd
n3ba4	۲۳ ab	۴۷/۵۳ ab	۴۲/۵۸ ab	۵/۲۷ de	۱۸/۶ de
n4ba1	۲۱ ef	۴۴/۲۲ b-d	۳۷/۶ b-d	۶/۷۳ a	۱۵/۸۸ ef
n4ba2	۲۰/۲۵ fg	۴۳/۰۷ cd	۲۷/۰۴ e	۶/۷۸ a	۲۲/۳۲ bc
n4ba3	۲۳ ab	۴۹/۶ a	۳۶/۵ b-d	۶/۲۸ ab	۲۲/۷۱ b
n4ba4	۲۳ ab	۴۸/۹۵ a	۴۹/۲۹ a	۶/۳۲ ab	۲۳/۹۶ b

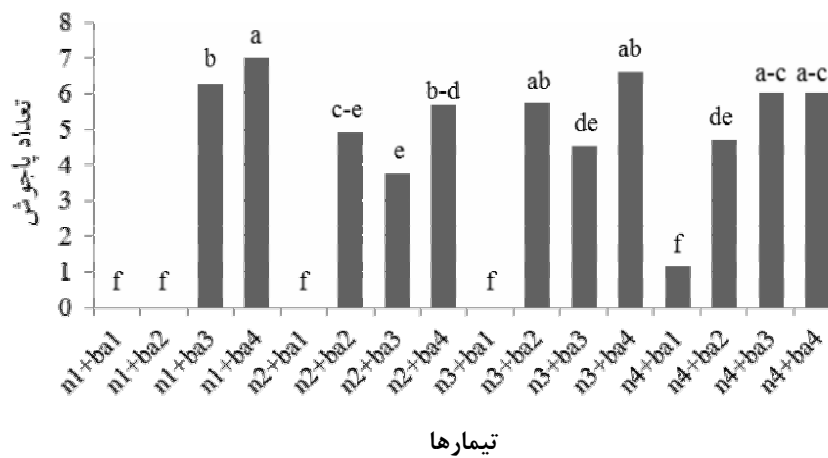
در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1, n2, n3 و n4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم.

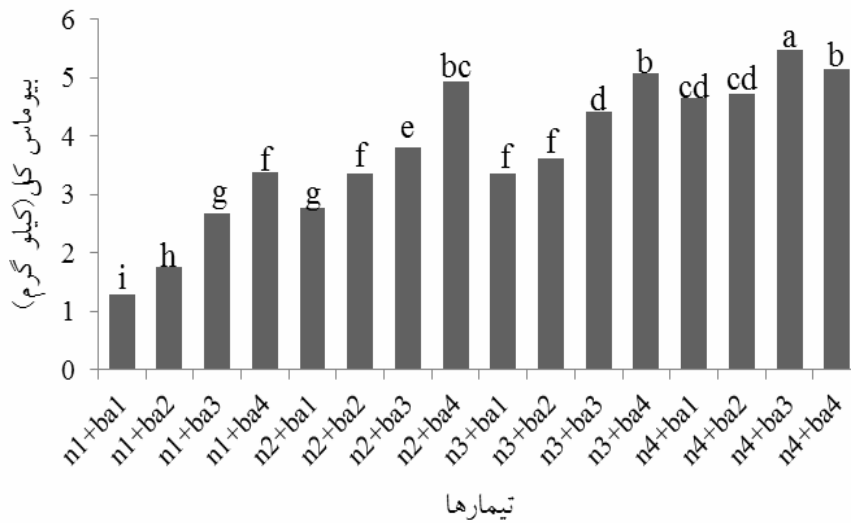
ba1, ba2, ba3 و ba4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین.



شکل ۱- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل آدنین روی ارتفاع گیاه در گیاه دارویی صبر زرد در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (براساس آزمون LSD). n1 n2 n3 n4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم. ba1, ba2, ba3 و ba4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین.



شکل ۲- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل آدنین روی تعداد پاجوش در گیاه دارویی صبر زرد در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (براساس آزمون LSD). n1 n2 n3 n4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم. ba1, ba2, ba3 و ba4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین.



شکل ۳- اثر متقابل نیتروژن با بنزیل آدنین روی بیوماس کل در گیاه دارویی صبر زرد

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین میانگین‌هاست (براساس آزمون LSD).

n1, n2, n3 و n4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم.

ba1, ba2, ba3 و ba4 به ترتیب عبارتند از: ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی صبر زرد

صفات مورد بررسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱- ارتفاع	۱							
۲- تعداد برگ	۰/۶۶۸ **	۱						
۳- قطر ساقه	۰/۶۶۸ **	۰/۷۸۳ **	۱					
۴- تعداد پاجوش	۰/۱۸۳ ns	۰/۶۲۲ **	۰/۴۸۰ ns	۱				
۵- وزن پاجوش	۰/۳۷۸ ns	۰/۶۵۳ **	۰/۴۳۴ ns	۰/۷۲۲ **	۱			
۶- تعداد برگ پاجوش	۰/۲۵۸ ns	۰/۵۸۸ *	۰/۴۰۹ ns	۰/۷۷۸ **	۰/۸۹۵ **	۱		
۷- ارتفاع پاجوش	۰/۳۱۳ ns	۰/۶۵۹ *	۰/۴۲۵ ns	۰/۷۵۸ *	۰/۸۰۷ **	۰/۸۸۹ **	۱	
۸- بیوماس کل	۰/۶۲۵ **	۰/۷۱۹ **	۰/۵۷۲ *	۰/۵۷۴ **	۰/۸۱۰ **	۰/۸۰۰ **	۰/۸۴۲ **	۱

ns، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

بحث

بنزیل آدنین رشد و توسعه برگ را افزایش داد که با نتایج Mok (۱۹۹۴) مطابقت دارد. بنزیل آدنین با تسهیم مواد غذایی، تقسیم سلولی و توسعه سلول، باعث بزرگ شدن و نرمال شدن برگ‌ها می‌گردد که نتایج بدست‌آمده توسط Carey و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاهان دیگر خانواده سوسن (*Sempervivum* و *Echeveria*) این مطلب را تأیید می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط (Gary et al., 1998) روی گیاه هوستا (*Hosta hybrid*) از خانواده سوسن انجام شد، کاربرد هورمون بنزیل آدنین (BA) باعث افزایش تعداد پاجوش شد. در مطالعه دیگری مشاهده شد که در گیاهان گوشتی مانند سدوم (*Sedum sp.*)، کاربرد بنزیل آدنین باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و گلدهی می‌شود (Dennis, 2008). افزایش رشد با کاربرد سایتوکینین می‌تواند به دلیل تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی با فعالیت آنزیم‌ها باشد (Smolen & Sady, 2008).

اثر متقابل هورمون بنزیل آدنین با عنصر نیتروژن ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد پاجوش، وزن پاجوش، تعداد برگ پاجوش، وزن پاجوش، ارتفاع پاجوش و بیوماس کل را افزایش داده بود که با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون و نتایج Luria و همکاران (۲۰۰۵) روی گل شیپوری (*Zantedeschia aethiopica*) مطابقت دارد. با افزایش سطوح بنزیل آدنین با تیمار شاهد نیتروژن ارتفاع کاهش یافت. ارتفاع با صفاتی مانند تعداد برگ، قطر ساقه و بیوماس کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۵). در صورتی‌که هنگامی‌که با نیتروژن بکار برده شد، باعث افزایش ارتفاع گیاه صبر زرد شد. نتایج این مطالعه با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون مطابقت دارد.

نتایج این پژوهش بیانگر تأثیر مثبت نیتروژن و بنزیل آدنین بر رشد و تولید پاجوش در گیاه صبر زرد می‌باشد. تیمار کود نیتروژن باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و قطر ساقه شده بود. با افزایش این صفات بیوماس کل هم افزایش پیدا کرده بود که با نتایج مطالعه Ji-dong و همکاران (۲۰۰۶) و Babatunde و Yongabi (۲۰۰۸) مطابقت دارد. به عقیده بسیاری از دانشمندان کاربرد عنصر نیتروژن سبب بالا رفتن هورمون‌ها به خصوص اکسین‌ها و همچنین اسیدهای نوکلئیک در گیاه شده و رشد و نمو بیشتری را باعث می‌شود. ولی کاهش این صفات در سطح چهارم کود نیتروژن ممکن است به دلیل داشتن رابطه آنتاگونیسمی بین فسفر سبب کاهش جذب فسفر شود که این امر می‌تواند به دلیل بهم خوردن تعادل میان عناصر غذایی در گیاه باشد (خلیقی و همکاران، ۱۳۸۵). کاربرد عنصر نیتروژن بر تعداد پاجوش اثری معنی‌داری داشت که با نتایج Babatunde و Yongabi (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

در این آزمایش بنزیل آدنین باعث کاهش ارتفاع در غلظت پایین شد، دلیل این کاهش را می‌توان به دلیل از بین بردن غالبیت انتهایی و همچنین افزایش تولید پاجوش و تعداد برگ در این آزمایش نسبت داد (Duck et al., 2004). نتایج این آزمایش با نتایج مطالعه Carey و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاهان زینتی *Sempervivum* و *Echeveria* مطابقت داشت. گزارشها حکایت از آن دارد که هورمون بنزیل آدنین از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا حرکت مواد غذایی به محل تیمار شده باعث رشد گیاه می‌گردد (Schmulling, 2002; Halmann, 1990). تیمار هورمون

همزمان نیتروژن و غلظت بالا بنزیل آدنین به دلیل خشتی کردن اثر آنتاگونیسمی نیتروژن با دیگر عناصر باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از اثر متقابل تیمارها می توان چنین نتیجه گیری کرد که بهترین عملکرد، بیشترین تعداد پاجوش، در کاربرد همزمان سطوح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ نیتروژن با ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین بدست می آید و افزایش تعداد برگ، قطر گیاه، تعداد پاجوش، اندازه و وزن پاجوش، ناشی از بسیاری از عوامل داخلی و خارجی است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارشناس گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس و همچنین از آقای حسین کاظمی پشت مساری، دانشجوی دوره دکترای گروه زراعت به دلیل همکاری در این طرح سپاسگزاری می شود.

منابع مورد استفاده

- خلیقی، ا.، حاجتی، ی.، بابالار، م. و نادری، ر.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات تیمار محلول غذایی سایتوکینین و بافت خاک بر خصوصیات کیفی و کمی پیاز و تعداد پیازچه در لاله هیبرید داروین رقم اپلدرون. پژوهش و سازندگی، ۱۹(۴): ۶۴-۵۸.

- یزدانی، د.، رضایی، م.ب.، کیانبخت، س. و خسروانی، س.، ۱۳۸۴. مروری بر جنبه های مختلف گیاه دارویی صبر زرد. گیاهان دارویی، ۱۹: ۸-۱.

- Amling, J.W., Keever, G.J., Kessler, J.R.J. and Eakes, D.J., 2007. Benzyl adenine (BA) promotes ramet formation in *Hemerocallis itrina*. *Journal of Environmental Horticulture*, 25(1): 9-12.
- Babatunde, F.E. and Yongabi, K.A., 2008. Effect of nitrogen on productivity of *Aloe vera* L. and its inhibitory effect on *Trichophyton rubrum*. *Advances in Horticultural Science*, 22(3): 187-190.

کاربرد همزمان نیتروژن و هورمون بنزیل آدنین تعداد برگها را افزایش داد که با نتایج Nahed و Aziz (۲۰۰۷) روی گیاه کروتون مطابقت دارد و می تواند یکی از دلایل افزایش تعداد برگ به دلیل افزایش قطر ساقه باشد (جدول ۵). هنگامی که نیتروژن با بنزیل آدنین بکار برده شد بر ارتفاع و تعداد برگ پاجوش افزوده شد که منجر به افزایش وزن پاجوش ها شد، اما با افزایش ارتفاع پاجوش تعداد پاجوش ها تغییری نکرد. پژوهشگران احتمال دادند که ممکن است به دلیل افزایش ارتفاع و وزن پاجوش، تغییری در تعداد پاجوش ایجاد نشود. کاربرد همزمان نیتروژن با سایتوکینین باعث افزایش رشد اندام هوایی در مقایسه با زمانی که نیتروژن و سایتوکینین به صورت تنها بکار برده شد می شود (Kuiper et al., 1988). غلظت پایین نیترات تأثیر منفی بر سنتز سایتوکینین در ریشه دارد (De Groot et al., 2004). محلول پاشی سایتوکینین بر جذب و تخصیص مواد غذایی در گیاه و حرکت به سمت بافتها تأثیر می گذارد (Beck, 1996). هنگامی که سایتوکینین با عنصر نیتروژن با هم بکار برده شود ممکن است باعث افزایش رشد اندام هوایی شود. به عکس هنگامی که هورمون سایتوکینین به صورت تنها بدون نیتروژن بکار برده شود باعث تحریک رشد ریشه شده و از پیری اندام هوایی جلوگیری می کنند. در صورتی که سایتوکینین در حد بحرانی بکار برده شود و گیاه در شرایط کمبود مواد غذایی قرار داشته باشد باعث افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه می شود (Dennis, 2008).

بکار بردن سایتوکینین به صورت محلول پاشی روی گیاهان بر جذب مواد غذایی توسط گیاهان تأثیر می گذارد که ممکن است یکی از دلایل افزایش صفات با کاربرد

- Kuiper, D., Schuit, J. and Kuiper, P.J.C., 1988. Effects of internal and external cytokinin concentrations on root growth and shoot to root ratio of *Plantago major* pleiosperma at different nutrient conditions. *Plant and Soil*, 11(2): 231-236.
- Luria, G., Weiss, D., Ziv, O. and Borochoy, A., 2005. Effect of planting depth and density, leaf removal, cytokinin and Gibberellic acid treatments on flowering and rhizome production in *zantedeschia aethiopica*. *Acta Horticulture (ISHS)*, 673: 725-730.
- Mok, M.C., 1994. Cytokinins and Plant Development- An overview: 155-166. In: Mok, D.W.S. and Mok, M.C., (Eds.). *Cytokinins: Chemistry, Activity and Function*. CRC Press, 338p.
- Nahed, G.A. and Aziz, E., 2007. Stimulatory Effect of NPK Fertilizer and Benzyladenine on Growth and Chemical Constituents of *Codiaeum variegatum* L. *Plant. Journal Environmental Science*, 2 (6):711-719.
- Natali, L.I., Sanchez, I.C. and Cavalini, A., 1990. In vitro culture of *Aloe vera* L. Mill.: Micropropagation from vegetative meristems. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 20(1): 71-74.
- Ramachandra, C.T. and Rao, P.S., 2008. Processing of *Aloe Vera* L. Leaf Gel: A Review. *American Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(2): 502-510.
- Reynolds, T., 2004. Aloe chemistry: 39-74. In: Reynolds, T., (Ed.). *Aloes: The Genus Aloe*. Boca Raton, Florida, USA. CRC Press, 386p.
- Sakakibara, H., Takei, K. and Hirose, N., 2006. Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. *Trends in Plant Science*, 11(9): 440-448.
- Schmulling, T., 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. *Journal of Plant Growth Regular*, 21: 40-49.
- Smolen, S. and Sady, W., 2008. The effect of foliar nutrition with nitrogen, molybdenum, sucrose and benzyladenine on the contents of dry weight, Cd, Cu and Zn in carrot. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 68: 135-144.
- Wang, G.L., Li, Ch. and Zhang, F., 2003. Effects of different nitrogen forms and combination with foliar spraying with 6-benzylaminopurine on growth, transpiration, and water and potassium uptake and flow in tobacco. *Plant and Soil*, 256: 169-178.
- Beck, E.H., 1996. Regulation of shoot/root ratio by cytokinins from roots in *Urtica dioica*: Opinion. *Plant and Soil*, 185: 3-12.
- Boyle, T.H., 1992. Modification of plant architecture in 'Crimson Giant Easter cactus with benzyladenine. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(4): 584-589.
- Carey, D.J., Whipker, B.E., McCall, I. and Buhler, W., 2008. Benzyladenine foliar sprays increase offsets in *Sempervivum* and *Echeveria*. *Journal of Horticultural Science*, 53: 19-21.
- De Groot, C.C., Marcelis, L.F.M., Lambers, H. and Boorgaard, V.R., 2004. Response of growth of Reynolds to phosphorus and nitrogen nutrition. *Acta Horticulture*, 633: 357-364.
- Dennis, J.C., 2008. The effects of benzyladenine on ornamental crops. Thesis of Master of Science (MSc.) in Horticultural Science, Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Duck, M.W., Gregg, B.M., Fernandez, R.T., Royal, D.H. and Cardoso, F.F., 2004. Height control of *Picea* spp. and *Chamaecyparis lawsoniana* with uniconazole and 6-benzyladenine. *Journal Environmental Horticulture*, 22(3):165-169.
- Gary, J., Keever, J. and Thomas, B., 1998. Offset Increase in (*Hosta spp.*) Following benzyl adenine application. *Journal of Environmental Health*, 16(1): 1-3.
- Halmann, M., 1990. Synthetic plant growth regulators. *Advances in Agronomy*, 43: 47-105.
- Hasanuzzaman, H., Ahamed, K.U., Khalequzzaman, K.M., Shamsuzzaman, A.M.M. and Nahar, K., 2008. Plant characteristics, growth and leaf yield of *Aloe vera* L. as affected by organic manure in pot culture. *Australian Journal of Crop Science*, 2(3):158-163.
- Ibrahim, S.M.M., Taha, L.S. and Farahat, M.M., 2010. Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. *Journal of American science*, 6(7): 126-130.
- Ji-dong, W., Zhao-pu, L., Qing-song Z., Ling, L. and Feng-zhi, P., 2006. Effects of different nitrogen levels on seedling growth, nitrat and its secondary metabolites in *Aloe vera* L. seeding. *Plant Nutrition and fertilizer sciences*, 12 (6):864-868.

Effects of different nitrogen fertilizer levels and hormone benzyl adenine (BA) on growth and ramet production of *Aloe vera* L.

S. Hazrati Yadekori¹ and Z. Tahmasebi Sarvestani^{*2}

1- MSc. Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

E-mail: tahmaseb@modares.ac.ir

Received: August 2010

Revised: June 2011

Accepted: June 2011

Abstract

Aloe vera L. is one of the most important medicinal plants in the world mostly cultivated due to its economic and medicinal value. In order to study the effects of different levels of nitrogen fertilizer and benzyl adenine hormone (BA) on growth and ramet production of *Aloe vera* L. a factorial experiment was carried out based on a complete randomized blocks design with four replications in an experimental greenhouse of Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. Treatments included four levels of nitrogen fertilizer (N1: control, N2: 500, N3: 1000, and N4: 1500 mg per pot) and four levels of benzyl adenine (BA) (BA1: Control, BA2: 500, BA3: 1000, BA4: 1500 mg/L). At the end of the experiment period, plant height, stem diameter, number of ramets, number of leaf ramet, ramet weight, ramet height and total biomass were measured. The results showed that application of 1000 mg nitrogen and 1000 mg/L benzyl adenine had the most effect on the growth factors. Also, application of 1500 mg nitrogen and 1500 mg/L benzyl adenine had the highest effect on ramet characteristics. However, ramet number increased with increment of BA concentration and the highest ramet number was obtained on 1500 mg BA spray treatment without nitrogen application. According to the results, simultaneous application of 1000 and 1500 mg nitrogen and 1000 and 1500 mg/L benzyl adenine had the most influence on the measured factors.

Key words: *Aloe vera* L., nitrogen, benzyl adenine, ramet.