

## اثر غلظت و مراحل محلول پاشی تیامین بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

امید میرزایی چشمه گچی<sup>۱</sup>، یوسف نصیری<sup>۲\*</sup>، عزت‌اله اسفندیاری<sup>۳</sup> و مجتبی نورآئین<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

پست الکترونیک: ysf\_nasiri@yahoo.com

۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶

### چکیده

ویتامین‌ها بسیاری از فرایندهای متابولیکی و بیولوژیکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در سنتز آنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها به‌عنوان کوآنزیم در مسیرهای متابولیک آنها شرکت می‌کنند. به‌منظور بررسی اثر محلول پاشی تیامین بر رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا شد. تیمارها شامل محلول پاشی با تیامین در سه سطح صفر (آب مقطر)، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر و مراحل محلول پاشی در چهار سطح ساقه‌دهی، گلدهی، دانه‌بندی و هر سه مرحله بودند. نتایج نشان داد که اثر تیامین بر تمام صفات مورد ارزیابی معنی‌دار شد. به‌طوری که غلظت ۵۰ میکرومول بر لیتر تیامین بیشترین اثر افزایشی را بر تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک، عملکرد دانه و عملکرد اسانس داشت و غلظت ۱۰۰ میکرومول بر لیتر بیشترین اثر افزایشی را بر ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و درصد اسانس نسبت به شاهد داشت. اثر مراحل محلول پاشی بر تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و وزن هزاردانه معنی‌دار شد و بیشترین مقادیر آنها با محلول پاشی تیامین در هر سه مرحله (ساقه‌دهی، گلدهی، دانه‌بندی) بدست آمد. اثرهای متقابل تیمارهای مورد ارزیابی بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نشد. به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که محلول پاشی گیاه رازیانه با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول در لیتر تیامین در مراحل ساقه‌دهی، گلدهی و دانه‌بندی می‌تواند باعث بهبود عملکرد دانه و عملکرد اسانس گیاه رازیانه شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، پرشدن دانه، ساقه‌روی، گلدهی، عملکرد بذر، ویتامین B<sub>1</sub>.

### مقدمه

امروزی می‌باشد (Ramesh & Okigbo, 2008). رازیانه (*Foeniculum vulgare*) گیاهی یک‌ساله، دوساله و یا چندساله متعلق به تیره چتریان از گیاهان دارویی و ادویه‌ای قدیمی می‌باشد که میوه آن داری خواص درمانی از جمله مداوای سرفه، دل درد و تسهیل هضم و تحریک

استفاده از گیاهان دارویی به‌منظور استخراج مواد مؤثره آنها برای تولید داروهای گیاهی و کاهش وابستگی به داروهای شیمیایی و عوارض ناشی از مصرف آنها برای حفظ و بهبود سلامتی انسان‌ها از نیازهای مهم تمدن

همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی تیمین بر گل ژربرا رقم پینک الگانس منجر به افزایش غلظت کلروفیل a، b، کاروتنوئیدها و کلروفیل کل شد و بیشترین میانگین را در صفات مذکور داشت که به نقش کاتالیزوری تیمین در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها اشاره دارد. طبق نتایج Abdel-Aziz Nahed و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد تیمین در گلایول باعث افزایش رشد رویشی، گلدهی، غلظت کلروفیل‌های a و b و کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و قندهای محلول نسبت به گیاه شاهد شد. کاربرد اسید آسکوربیک و تیمین موجب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، سطح برگ، وزن تر و خشک و ترکیب‌های شیمیایی در گیاه پنجه‌غازی (*Syngonium podophyllum*) شد (Abdel-Aziz Nahed et al., 2007). Soltani و همکاران (۲۰۱۴) افزایش ارتفاع ساقه، تعداد ساقه‌های گل‌دهنده، وزن تر و خشک بوته، مقدار کلروفیل‌های a و b در گیاه همیشه‌بهار را با کاربرد تیمین گزارش نمودند. Saffari و Baniasadi (۲۰۱۶) گزارش کردند که بنزیل آدنین به همراه تیمین و اسید اسکوربیک بیشترین تأثیر را بر تعداد گل و شاخه‌های جانبی گیاه پراونش داشته و باعث بهبود رشد رویشی این گیاه شدند. همچنین تیمین اثرهای قابل توجهی بر روی صفات بیوشیمیایی داشت که به‌طور مسلم در بهبود صفات مورفولوژی گیاه تأثیرگذار بوده است. Mahgoub و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که محلول‌پاشی گیاه کوکب با پوترسین و تیمین باعث افزایش ارتفاع بوته، انشعابات شاخه، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ‌ها، قطر ساقه و وزن تر و خشک ساقه شد.

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در درمان بسیاری از بیماری‌های بشر و به‌منظور برآوردن نیازهای مواد مؤثره شرکت‌های دارویی و لزوم حفظ منابع طبیعی، کشت و پرورش گیاهان دارویی اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از این رو تحقیق برای یافتن راه‌کارهای افزایش تولید و ارتقای کمی و کیفی محصول تولیدی از اهمیت فراوانی برخوردار است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش

تولید شیر مادر می‌باشد. اسانس رازیانه از ترکیب‌های مختلف ترپنوئیدی مانند آنتول، فنکون، استراگول و متیل کایوبکول تشکیل شده است که در صنایع مختلف داروسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی استفاده فراوانی می‌شود (Diao et al., 2014; Omidbaigi, 2011). امروزه گرایش به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی و ارگانیک به‌طور مداوم در جهان رو به افزایش است. از سوی دیگر استفاده از مواد طبیعی در بهبود کمی و کیفیت ماده مؤثره گیاهان دارویی نیز مورد توجه قرار گرفته است. در این رابطه ویتامین‌ها به‌منظور بهبود رشد و نمو گیاهان شناخته شده‌اند، به‌طوری که اثرهای مفید ویتامین‌ها در بهبود کمی و کیفی محصولات زیادی گزارش شده است (Naguib & Emam et al., 2002; Khalil, 2002; Youssef & Talaat, 2003; Emam et al., 2011). ویتامین‌ها به‌عنوان ترکیب‌های زیستی تنظیم‌کننده در غلظت‌های کم از آنها استفاده می‌شود و تأثیر زیادی بر رشد گیاه می‌گذارند. همچنین مسیرهای متابولیک انرژی ممکن است تحت تأثیر یک یا چند تا از این مواد قرار گیرند (Abdel-Aziz Nahed et al., 2009). تیمین (ویتامین B<sub>1</sub>) به‌عنوان یک کوآنزیم در دکربوکسیلاسیون اسیدهای آلفا-کتون مانند اسید پیروویک و اسید کتوگلوئیک که نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها دارند، شرکت می‌کند (Bidwell, 1979). تیمین کوفاکتور مهمی برای واکنش‌های ترانستولاسیون چرخه پنتوز فسفات است که پنتوز فسفات را برای ساخت نوکلئوتیدها و احیای NADP مورد نیاز مسیرهای سنتزی مختلف تأمین می‌کند (Kawasaki & Egi, 1992). این ویتامین به‌عنوان کوآنزیم ضروری در تنفس سلولی و در دکربوکسیله شدن پیرووات به استیل کوآنزیم نقش داشته و سبب ورود مواد اکسیدکننده به چرخه کربس برای تولید انرژی و ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاهان می‌گردد (Goyer, 2010). محققان گزارش‌های مثبتی از اثر تیمین بر گیاهان مختلف گزارش کرده‌اند. Mansouri و

مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با موقعیت جغرافیایی: عرض ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۴۲ متر از سطح دریا، در بهار سال ۱۳۹۴ اجرا شد. بافت خاک زمین آزمایش لومی تا لومی شنی بود و سایر ویژگی‌های خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

بررسی اثر غلظت و مراحل محلول‌پاشی تیامین بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی رازیانه در مراحل مختلف رشد گیاه بود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقات کشاورزی گروه

جدول ۱- ویژگی‌های خاک زمین محل اجرای آزمایش

عمق خاک	EC (dS/m)	pH	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
						میلی‌گرم بر کیلوگرم		
۰-۳۰	۰/۶۹	۷/۴۳	۰/۲۹	۰/۰۲	۳۰/۸	۵۰۷	۳/۲۴	۰/۸

و اندازه‌گیری‌های مورد نظر روی هر بوته انجام و میانگین داده‌ها ثبت گردید. برداشت در مرحله رسیدگی دانه‌ها انجام شد، به این ترتیب که از هر کرت آزمایشی یک مترمربع انتخاب شد و با توجه به اینکه همه دانه‌های رازیانه در چترهای هر بوته به‌طور یکنواخت و همزمان به مرحله رسیدگی نمی‌رسند چترهای حاوی دانه‌های رسیده طی چند مرحله برداشت شد و در نهایت مجموع برداشت‌ها به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح ثبت گردید. سپس دانه‌ها در داخل پاکت‌های کاغذی تا زمان اسانس‌گیری در محل مناسب نگهداری شد. پس از اتمام برداشت دانه کل اندام‌های هوایی باقیمانده بوته‌های سطح مذکور برداشت و در محل سایه با تهویه مناسب به مدت چند روز خشک شدند و پس از توزین همراه با وزن دانه‌های برداشت شده به‌عنوان عملکرد خشک (بیوماس) در واحد سطح ثبت شد. به‌منظور استخراج اسانس و تعیین درصد آن از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر استفاده شد با این توضیح که از نمونه‌های دانه هر واحد آزمایشی ۵۰ گرم جدا و پس از آسیاب کردن به مدت ۳ ساعت توسط دستگاه اقدام به اسانس‌گیری شد. پس از استخراج اسانس و رطوبت‌زدایی آن توسط سولفات

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی تیامین با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر در مراحل مختلف رشد گیاه رازیانه (ساقه‌دهی، گل‌دهی، دانه‌بندی و هر سه مرحله) بودند. پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک زدن و تسطیح زمین، کرت‌هایی با ابعاد ۲×۳ مترمربع تهیه و بذرهای رازیانه در هر واحد آزمایشی (کرت) با ۳۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف در ۱۰ اردیبهشت ماه کاشته شدند و در هر کرت ۵ خط کاشت در نظر گرفته شد. بذرها در عمق ۲-۳ سانتی‌متر قرار داده شدند و برای جلوگیری از سله بستن خاک و اثرات منفی آن بر جوانه‌زنی روی بذرها با ماسه بادی پوشانده شد، سپس آبیاری انجام گردید. در تمامی مراحل رشد و نمو گیاهان وجین علف‌های در هر زمان که نیاز بود به‌صورت دستی انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک) در مرحله رسیدگی کامل از هر کرت آزمایشی ۷ بوته به‌طور تصادفی انتخاب

سدیم، مقدار اسانس با ترازوی حساس با دقت توزین شد. درصد اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت

$$100 \times (\text{وزن نمونه بذری} / \text{وزن اسانس استخراج شده}) = \text{درصد اسانس}$$

$$\text{عملکرد دانه در مترمربع} \times \text{درصد اسانس} = \text{عملکرد اسانس در مترمربع}$$

$$100 \times (\text{عملکرد بیولوژیک} / \text{عملکرد دانه}) = \text{شاخص برداشت دانه}$$

مشاهده شد که نسبت به شاهد (آب مقطر) ۱۱/۴٪ افزایش نشان داد. مقایسه میانگین‌ها همچنین عدم اختلاف معنی‌دار را بین غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر تیمین بر ارتفاع بوته نشان داد (شکل ۱).

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول‌پاشی تیمین بر تعداد ساقه‌های فرعی رازیانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. نتایج بدست‌آمده نشان داد که غلظت تیمین ۵۰ میکرومول بر لیتر با میانگین ۹/۵ ساقه فرعی در بوته باعث افزایش معنی‌دار تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به شاهد (آب مقطر) با میانگین ۸/۳ ساقه فرعی گردید ولی بین غلظت ۱۰۰ میکرومول بر لیتر تیمین با میانگین ۹/۱ با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه میانگین داده‌ها انجام شد.

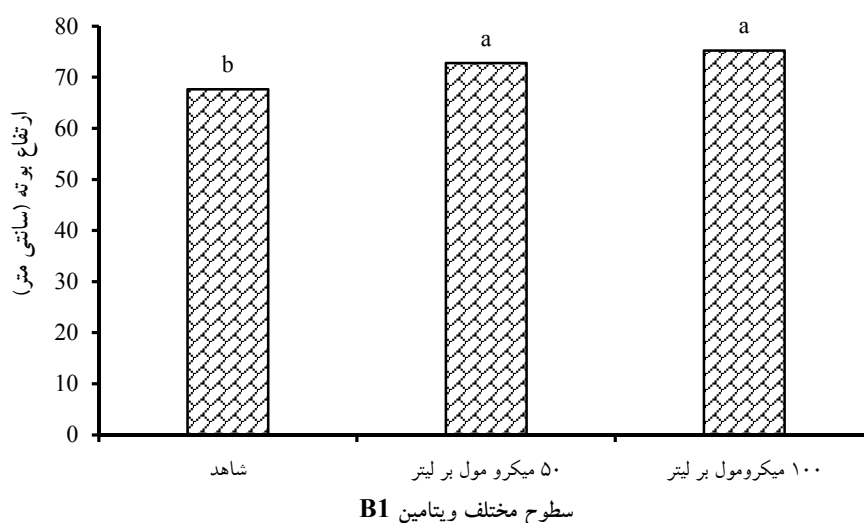
## نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف تیمین بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد ولی اثر مراحل محلول‌پاشی و اثر متقابل بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد. براساس نتایج مقایسه میانگین‌های داده‌های مربوط به این صفت بیشترین ارتفاع بوته در تیمار محلول‌پاشی تیمین با غلظت ۱۰۰ میکرومول بر لیتر با میانگین ارتفاع ۷۵/۳ سانتی‌متر

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهی رازیانه در تیمارهای محلول پاشی تیمین در زمان‌های مختلف رشد گیاه

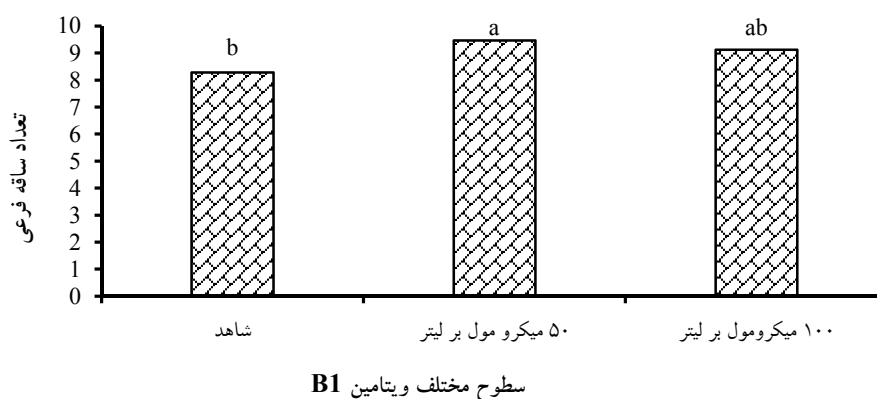
میانگین مربعات												
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد ساقه‌های فرعی	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چترک	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۲۴/۲۲ns	۷/۶۹۰***	۴/۴۹۳ns	۴/۳۷۴***	۱/۴۶ns	۰/۵۲۸***	۱۸۲۹۴/۹۸۵***	۳۵۳۰/۴۶۳ns	۹/۸۱۲ns	۰/۲۸۳***	۲۲۶/۷۱۹*
تیمین	۲	۱۸۲/۴۸***	۴/۴۳۴*	۱۹/۴۴۳***	۴/۰۶۸***	۱۵/۸۶***	۰/۲۶۰*	۳۹۲۴۹/۹۵۱***	۱۲۳۳۹/۵۱۷***	۹۳/۹۵۱ns	۰/۱۷۲***	۸۲۶/۶۷۱***
مراحل محلول پاشی	۳	۱۶/۷ns	۰/۴۸۳ns	۱/۳۰۵ns	۲/۸۱۸***	۳/۹۹***	۰/۱۸۸*	۵۳۴۶/۰۶۶ns	۲۵۴۵/۲۸۴ns	۴۳/۰۸۳ns	۰/۰۶۹ns	۹۴/۱۴۱ns
تیمین × مراحل محلول پاشی	۶	۲۹/۳ns	۰/۶۴۶ns	۰/۷۲۲ns	۰/۶۴۱ns	۰/۹۶ns	۰/۰۴۸ns	۱۹۲۳/۲۱۰ns	۱۱۸۳/۳۶۲ns	۲۱/۵۱۷ns	۰/۰۵۶ns	۶۲/۷۷۳ns
خطا	۲۲	۲۳/۳۱۱	۱/۰۴۵	۱/۴۱۸	۰/۵۱۶	۰/۷۳۷	۰/۰۵۹	۲۰۰۹/۰۵۹	۱۲۷۷/۶۶۸	۳۳/۴۳۹	۰/۰۳۱	۶۹/۶۵۷
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۷۲	۱۱/۴۱	۱۰/۹۹	۴/۷۹	۶/۳۵	۵/۰۲	۱۲/۷	۲۱/۵۹	۱۵/۳۰	۷/۶۷	۲۱/۷۷

ns، \*، \*\*، \*\*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته رازیانه در غلظت‌های محلول پاشی تیامین

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

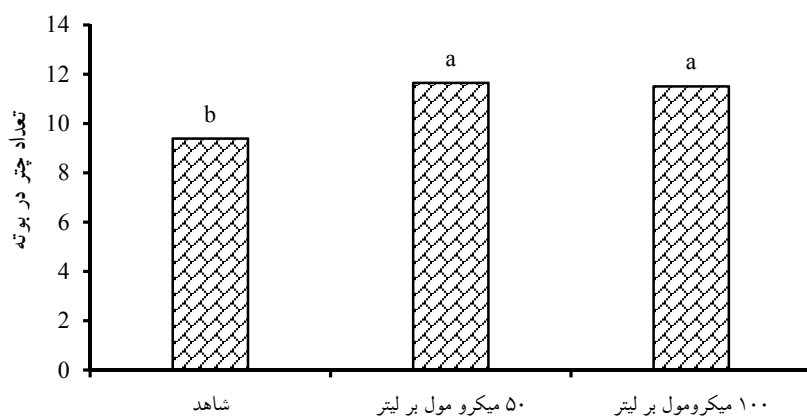


شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد ساقه‌های فرعی رازیانه در غلظت‌های محلول پاشی تیامین

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

همچنین نشان داد که تیمارهای تیامین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به‌طور متوسط باعث افزایش ۸/۵ درصدی تعداد چترک در چتر نسبت به شاهد شدند (شکل ۴). در رابطه با اثر مراحل محلول پاشی نتایج نشان داد که محلول پاشی تیامین در مرحله گلدهی و هر سه مرحله نسبت به مراحل ساقه‌دهی و دانه‌بندی تعداد چترک در چتر بیشتری تولید کردند که اختلاف آنها با مرحله ساقه‌دهی از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (شکل ۵).

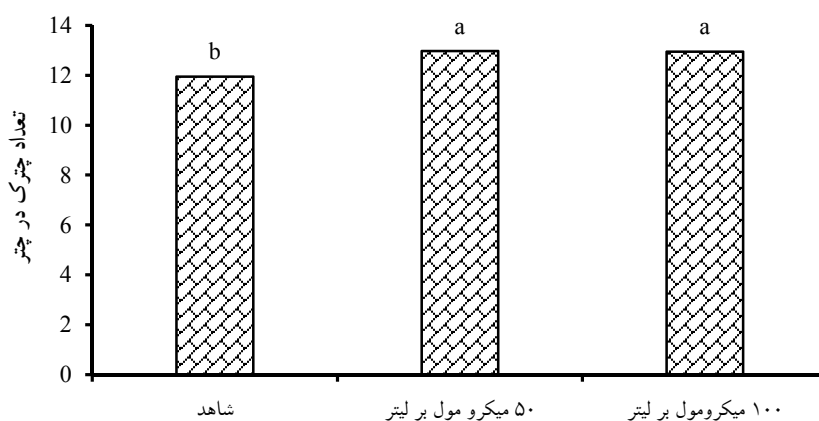
نتایج تجزیه واریانس حکایت از آن دارد که اثر تیامین بر دو صفت تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد و اثر مراحل محلول پاشی فقط بر تعداد چتر در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول پاشی تیامین با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر با میانگین ۱۱/۵ چتر در بوته به‌طور متوسط باعث افزایش ۱۸/۹ درصدی تعداد چتر در بوته نسبت به شاهد شد (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها



سطوح مختلف ویتامین B1

شکل ۳- مقایسه میانگین‌های تعداد چتر (گل آذین) رازیانه در غلظت‌های مختلف تیامین

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.



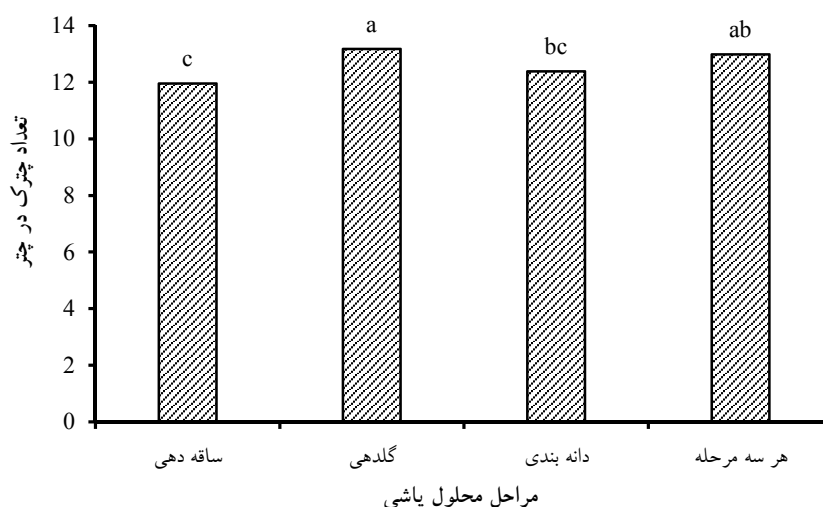
سطوح مختلف ویتامین B1

شکل ۴- مقایسه میانگین‌های تعداد چترک در چتر رازیانه در غلظت‌های مختلف تیامین

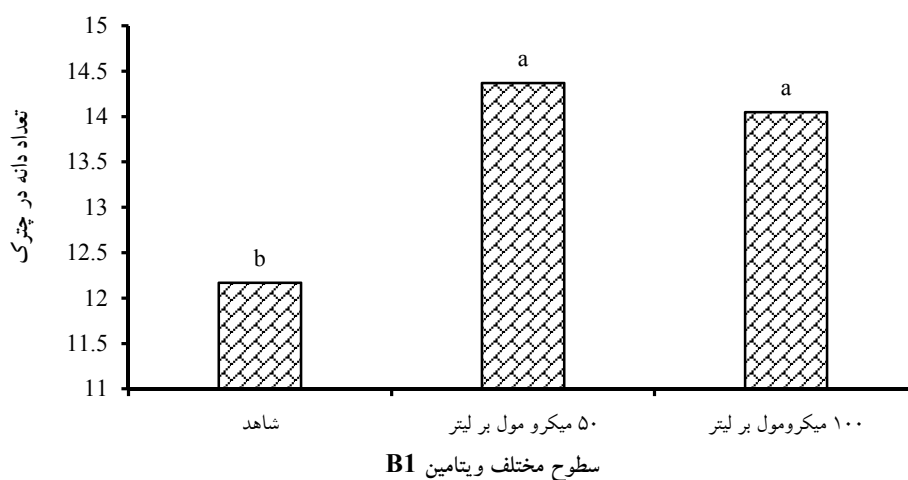
حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

دانه نسبت به شاهد شدند (شکل ۶). از میان تیمارهای مختلف مراحل محلول‌پاشی کمترین تعداد دانه در چترک متعلق به تیمار محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی بود و بقیه مراحل یعنی ساقه‌دهی، گلدهی و هر سه مرحله در یک سطح بودند (شکل ۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در چترک در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر محلول‌پاشی و مرحله محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به نتیجه حاصل از مقایسه میانگین‌ها تعداد دانه در چترک در اثر کاربرد تیامین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر به ترتیب با میانگین‌های ۱۴/۳ و ۱۴ باعث افزایش ۱۷/۵ و ۱۴/۸ درصدی تعداد



شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد چترک در چتر تحت تأثیر محلول پاشی تیمار در مراحل مختلف رشد گیاه حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می باشد.

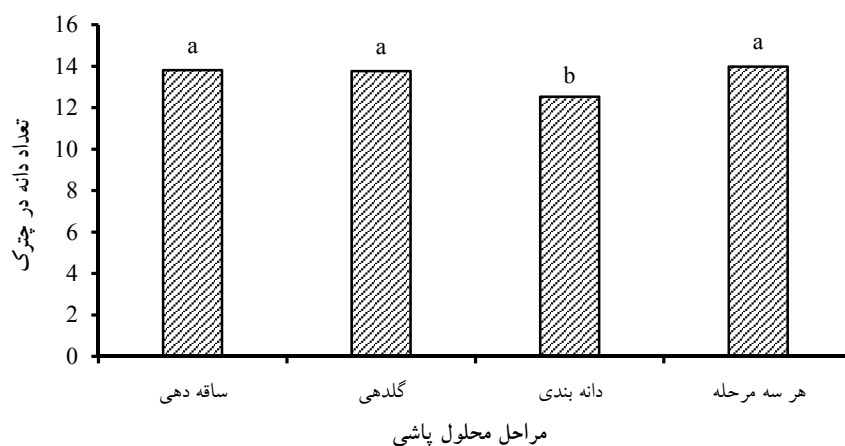


شکل ۶- مقایسه میانگین های تعداد دانه در چترک رازیانه در غلظت های مختلف تیمار حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می باشد.

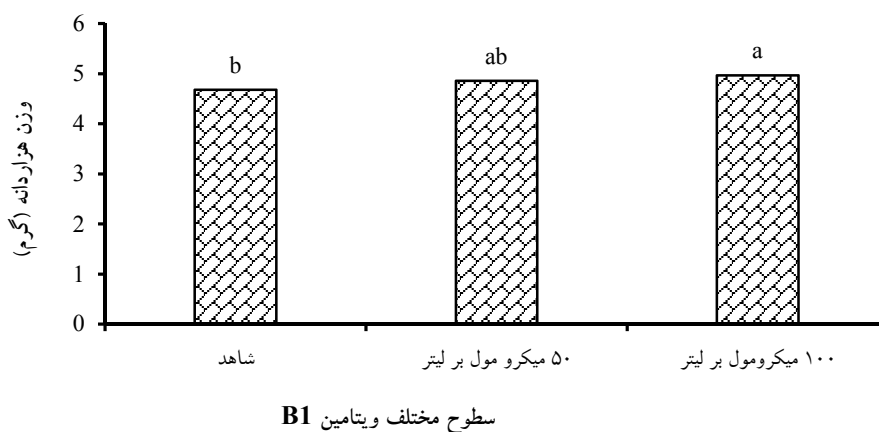
۶/۲ درصدی وزن هزاردانه نسبت به شاهد شد. بین غلظت ۵۰ میکرومول بر لیتر تیمار و شاهد اختلاف معنی دار نبود (شکل ۸). محلول پاشی تیمار در مرحله گلدهی، دانه بندی و هر سه مرحله افزایش معنی داری را در وزن هزاردانه نسبت به محلول پاشی در مرحله ساقه دهی نشان دادند (شکل ۹).

وزن هزاردانه رازیانه در این آزمایش در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر غلظت های مختلف محلول پاشی با تیمار و مرحله محلول پاشی قرار گرفت (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین های مربوط به این صفت بین تیمار ۱۰۰ میکرومول بر لیتر تیمار با میانگین وزن هزاردانه ۴/۹۷ گرم با شاهد (آب مقطر) اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد و این غلظت از تیمار باعث افزایش

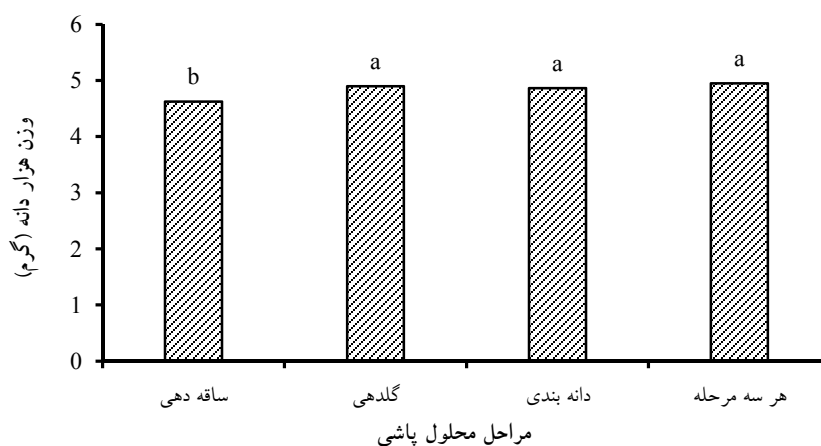




شکل ۷- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چترک تحت تأثیر محلول پاشی تیامین در مراحل مختلف رشد گیاه حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.



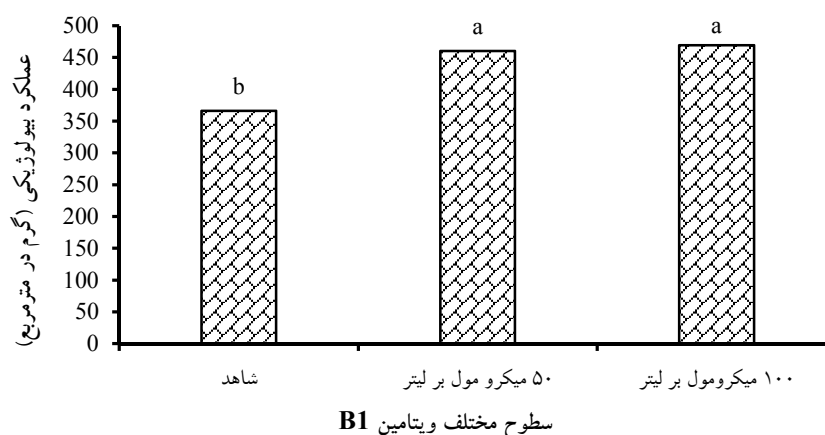
شکل ۸- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه رازیانه در غلظت‌های محلول پاشی تیامین حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه رازیانه تحت تأثیر محلول پاشی تیامین در مراحل مختلف رشد گیاه حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

با تجزیه واریانس داده‌های متعلق به عملکرد بیولوژیکی مشخص شد که اثر محلول پاشی در سطح احتمال ۱٪ بر آن معنی دار شد (جدول ۲). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که محلول پاشی تیمین با غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰ میکرومول بر لیتر به ترتیب باعث افزایش ۲۸/۲ و ۲۵/۷ درصدی عملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد گردید (شکل ۱۰). عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر مرحله محلول پاشی و اثر متقابل آن با غلظت محلول پاشی نیز قرار نگرفت.

با تجزیه واریانس داده‌های متعلق به عملکرد بیولوژیکی مشخص شد که اثر محلول پاشی در سطح احتمال ۱٪ بر آن معنی دار شد (جدول ۲). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که محلول پاشی تیمین با غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰ میکرومول بر لیتر به ترتیب باعث افزایش ۲۸/۲ و ۲۵/۷ درصدی عملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد گردید (شکل ۱۰). عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر مرحله محلول پاشی و اثر متقابل آن با غلظت محلول پاشی نیز قرار نگرفت.

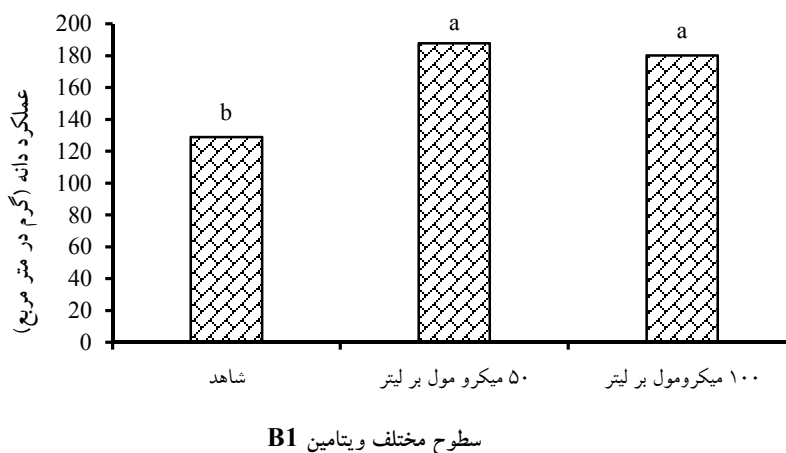


شکل ۱۰- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیک رازیانه در غلظت‌های محلول پاشی تیمین

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

اثر غلظت‌های مختلف محلول پاشی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت نشان داد که هر دو غلظت تیمین (۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر) باعث افزایش مترمربع با ۲۹/۸٪ افزایش نسبت به شاهد در رتبه دوم قرار گرفت (شکل ۱۱).

اثر غلظت‌های مختلف محلول پاشی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت نشان داد که هر دو غلظت تیمین (۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر) باعث افزایش معنی دار در عملکرد دانه نسبت به شاهد (آب مقطر) شدند.

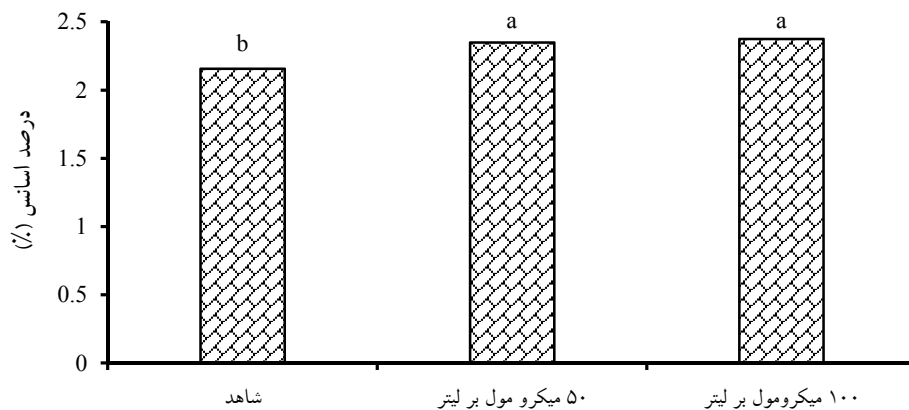


شکل ۱۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه رازیانه در غلظت‌های محلول پاشی تیمین

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

درصد اسانس در اثر کاربرد تیماین با مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار به ترتیب ۸/۹٪ و ۱۰/۱٪ در مقایسه با شاهد افزایش یافت (شکل ۱۲). مقایسه میانگین‌ها حکایت از آن دارد که عملکردهای اسانس حاصل از رازیانه در اثر کاربرد تیماین با مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر به ترتیب ۴۳/۶ و ۴۲/۶۳ گرم در مترمربع بود که ۵۱/۶٪ و ۴۸/۲٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند (شکل ۱۳).

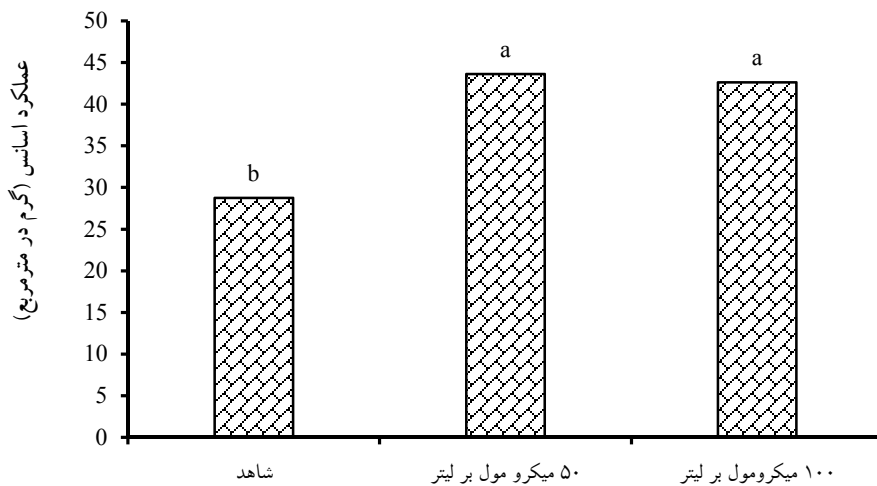
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر عدم معنی‌دار بودن اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی تیماین و اثر متقابل آنها بر وزن هزاردانه رازیانه است (جدول ۲). درصد اسانس و عملکرد اسانس با احتمال ۱٪ تحت تأثیر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف تیماین قرار گرفتند اما اثر مراحل محلول‌پاشی و اثر متقابل بر آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها



سطوح مختلف ویتامین B1

شکل ۱۲- مقایسه میانگین‌های درصد اسانس رازیانه در غلظت‌های محلول‌پاشی تیماین

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.



سطوح مختلف ویتامین B1

شکل ۱۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس رازیانه در غلظت‌های محلول‌پاشی تیماین

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن می‌باشد.

## بحث

در این پژوهش مشخص شد که صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه رازیانه تحت تأثیر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف تیمین قرار گرفتند، به طوری که با محلول‌پاشی تیمین افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. در رابطه با اثر مثبت محلول‌پاشی تیمین بر صفات مذکور می‌توان بیان کرد که این اثر ناشی از نقش تیمین در سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدرات می‌باشد، در نتیجه تولید انرژی افزایش و همچنین میزان فتوسنتز گیاه بهبود می‌یابد و مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته که می‌تواند منجر به افزایش صفاتی مانند ارتفاع بوته و تعداد ساقه‌های فرعی در بوته شود (Abdel-Aziz Nahed *et al.*, 2007). افزایش ارتفاع بوته و احتمالاً به تبع آن افزایش تعداد ساقه فرعی ممکن است به تولید تعداد چتر بیشتری در رازیانه منجر شده که در نهایت می‌تواند به افزایش عملکرد دانه بینجامد. در رابطه با اثرهای مثبت تیمین بر ارتفاع بوته گزارش‌های دیگری هم ارائه شده است. Soltani و همکاران (۲۰۱۴) افزایش ارتفاع بوته با کاربرد تیمین را در همیشه‌بهار گزارش نمودند. Abdel-Aziz Nahed و همکاران (۲۰۰۹) افزایش رشد رویشی گلابول را با کاربرد تیمین گزارش کردند. براساس گزارش Baniasadi و Saffari (۲۰۱۶) تیمین اثر قابل توجهی بر روی صفات بیوشیمیایی گیاه پروانش داشت. که به طور مسلم در بهبود صفات مورفولوژی این گیاه مؤثر بوده است. در رابطه با اثر تیمین بر انشعابات ساقه نیز Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر محلول‌پاشی تیمین بر رشد، گلدهی و برخی از ویژگی‌های زیست‌شیمیایی گل جعفری گزارش کردند که تیمین در کنار افزایش قطر ساقه و طول ریشه باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نیز شد. در تحقیق دیگری که توسط Mahgoub و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه کوکب انجام شد، گزارش گردید که تیمین به طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد شاخ و برگ گیاه

کوکب شد. با در نظر گرفتن اینکه رازیانه یک گیاه رشد محدود می‌باشد و در انتهای هر یک از شاخه‌های آن یک گل‌آذین چتری حاصل می‌گردد، از این رو انتظار می‌رود به دلیل افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در اثر کاربرد تیمین، تعداد چتر در بوته در مقایسه با شاهد افزایش یابد که چنین نتیجه‌ای نیز مشاهده گردید.

افزایش تعداد چتر (گل‌آذین) با کاربرد تیمین از نتایج این تحقیق بود. Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که استفاده از تیمین باعث افزایش تعداد گل در گیاه گل جعفری شد. در تحقیق دیگری Baniasadi و Saffari (۲۰۱۶) گزارش کردند که تیمین باعث افزایش مشهود و معنی‌دار تعداد گل در گیاه پروانش شد. همچنین Mansouri و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر محلول‌پاشی تیمین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل ژربرا گزارش کردند که تیمین باعث افزایش تعداد گل این گیاه شد. در مطالعه دیگری Hendawy و Ezz EL-Din (۲۰۱۰) گزارش کردند که تیمین اثر معنی‌داری بر تعداد گل‌آذین گیاه رازیانه داشت. در سورگوم افزایش تعداد دانه با کاربرد تیمین توسط AL-Baldawi و Hamza (۲۰۱۷) به صورت پیش آماده‌سازی بذر نیز گزارش شده است. آنان همچنین بیان کردند که کاربرد تیمین در مراحل رشدی گیاه هم می‌تواند اثرهای بهتری بر رشد گیاه بگذارد و باعث کاهش اثرهای سوء ناشی از تنش‌های محیطی، خسارت ناشی از آفات و یا کاربرد حشره‌کش‌ها در گیاه شود و به بهبود رشد آن کمک کند. تیمین یک بخش ضروری برای بیوسنتز کوآنزیم پیروفسفات است که نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات دارد، اگرچه وجود تیمین برای اکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک ضروری است اما ارتباط نزدیکتری با متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد (Abdel-Aziz Nahed *et al.*, 2007). با توجه به نقش تیمین در سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدرات مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته که این امر می‌تواند منجر به افزایش تعداد دانه در

بیروفسفات است که نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات دارد، بنابراین یک عنصر ضروری برای گیاه می‌باشد. تیمامین در برگ‌ها ساخته می‌شود و با انتقال آن به ریشه رشد گیاه را کنترل می‌کند (Kawasaki & Egi, 1992)، بنابراین محلول‌پاشی آن می‌تواند انتقال آن را به ریشه تقویت نموده و باعث بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد بیولوژیکی شود. Naguib و Khalil (۲۰۰۲) نیز افزایش عملکرد سیاه‌دانه را با کاربرد تیمامین در غلظت ۲۰ ppm گزارش کرده‌اند. تیمامین با نقش مؤثری که در مسیرهای بیوسنتزی چرخه کالوین و فتوسنتز دارد باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود (Naguib & Khalil, 2002; Kawasaki & Egi, 1992). از آنجایی که کاربرد تیمامین هم عملکرد دانه به‌عنوان بخش اقتصادی گیاه و هم عملکرد بیولوژیکی آن را افزایش داده است، عدم معنی‌داری شاخص برداشت دانه غیر قابل انتظار نیست.

براساس نتایج بدست آمده محلول‌پاشی رازیانه با تیمامین صفات مرتبط با اسانس یعنی درصد اسانس و عملکرد اسانس را نیز تحت تأثیر قرار داد و باعث افزایش مقادیر آنها شد. Dubey و همکاران (۲۰۰۳) اظهار نمودند که تیمامین با کاتالیز کردن ساخت ۱-دئوکسی-دی-زیلپولوز ۵-فسفات (DOXP) به‌عنوان پیش‌ماده بیوسنتز ترپن‌ها در تولید اسانس گیاهان شرکت می‌کند. بنابراین تیمامین نقش مهمی در بیوسنتز اسانس ایفاء می‌کند. در همین رابطه Ranjbar و همکاران (۲۰۱۴) نیز افزایش درصد اسانس بابونه را در اثر کاربرد ۵۰ ppm تیمامین گزارش کردند. و همکاران (۲۰۰۵) افزایش ۱۸/۲ درصدی اسانس آویشن را در برداشت اول با کاربرد تیمامین گزارش نمودند. در آزمایشی دیگر Rawia و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی گونه‌ای از یاس با تیمامین علاوه بر افزایش عملکرد، افزایش درصد اسانس را نیز در پی داشت. از آنجایی که عملکرد اسانس در رازیانه برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد، بنابراین اثر مثبت تیمامین بر این دو پارامتر منجر به افزایش عملکرد اسانس نیز گردید. در رابطه با عدم معنی‌داری اثر متقابل غلظت و مرحله محلول‌پاشی تیمامین بر صفات مورد ارزیابی رازیانه، چنین

چترک شود. در رابطه با تأثیر کمتر تیمامین بر تعداد دانه در مرحله دانه‌بندی نسبت به کاربرد آن در سایر مراحل، چنین به‌نظر می‌رسد که در مرحله دانه‌بندی تعداد دانه تشکیل شده تثبیت شده و فقط پرشدن دانه انجام می‌شود؛ از این رو محلول‌پاشی در این مرحله اثری بر تعداد دانه نداشته است. به‌عبارت دیگر نسبت به سایر مراحل باعث افزایش تعداد دانه نشده است (شکل ۷).

نتایج همچنین نشان داد که وزن هزاردانه با کاربرد ۱۰۰ میکرومول بر لیتر تیمامین نسبت به شاهد افزایش یافت و محلول‌پاشی در مراحل گلدهی، تشکیل دانه و هر سه مرحله نسبت به مرحله ساقه‌دهی برتر بود. Hendawy و Ezz L-Din (۲۰۱۰) نیز با بررسی اثر ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه بر روی رازیانه گزارش کردند که تیمامین بر روی وزن هزاردانه اثر مثبت و معنی‌داری داشت. از دلایل افزایش وزن هزاردانه، می‌توان به نقش‌های فیزیولوژیک تیمامین از جمله دکربوکسیلاسیون و ترانس کتولاسیون اشاره نمود. بدین ترتیب میزان فتوسنتز و قابلیت هیدروژن لازم برای انجام واکنش‌های متابولیسمی به‌خوبی تأمین می‌شود. برآیند این عوامل سبب می‌گردد تا توان پر شدن دانه به‌طور بهتری انجام شود و منجر به افزایش وزن هزاردانه شود (Esfandiari & Mahboob, 2014).

در مورد افزایش عملکرد بیولوژیکی با کاربرد تیمامین، Hendawy و Ezz L-Din (۲۰۱۰) با بررسی اثر ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه بر روی رازیانه گزارش کردند که تیمامین باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی می‌شود. Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی اثر محلول‌پاشی تیمامین و آسکوربیک اسید بر گیاه گل‌جعفری گزارش کردند که تیمامین اثر مثبت و معنی‌داری بر وزن خشک داشت. Soltani و همکاران (۲۰۱۴) نیز افزایش عملکرد خشک همیشه‌بهار را با محلول‌پاشی تیمامین گزارش کردند. Mahgoub و همکاران (۲۰۱۱) افزایش وزن خشک و تر ساقه و برگ را به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد بیولوژیکی گیاه کوکب با کاربرد تیمامین گزارش کردند. تیمامین از اجزای ضروری برای ساخت کوانتریم تیمامین

- Gladiolus* plants at Nubaria. *Ozean Journal of Applied Science*, 2(2): 169-179.
- Abdel-Aziz Nahed, G., Fatma, E.M. and Farahat, M.M., 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Syngonium podophyllum* to foliar application of thiamine, ascorbic acid and kinetin to Nurbaria. *World Journal of Agricultural Science*, 3: 301-305.
  - AL-Baldawi, M.H.K. and Hamza, J.H., 2017. Seed priming effect on field emergence and grain yield in sorghum. *Journal of Central European Agriculture*, 18(2): 404-423.
  - Baniasadi, F. and Saffari, V.R., 2016. Effects of GA<sub>3</sub>, BA, thiamine and ascorbic acid on some morphological and biochemical characteristics of periwinkle (*Catharanthus roseus* L.). *Journal of Horticultural Science*, 29(4): 556-563.
  - Bidwell, R.G.S., 1979. *Plant Physiology*. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, 672p.
  - Diao, W.R., Hu, Q.P., Zhang, H. and Xu, J.G., 2014. Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Food Control*, 35: 109-116.
  - Dubey, V.S., Bhalla, R. and Luthra, R., 2003. An overview of the non-mevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants. *Journal of Biosciences*, 28: 637-646.
  - Emam, M.M., El-Sweify, A.H. and Helal, N.M., 2011. Efficiencies of some vitamins in improving yield and quality of flax plant. *African Journal of Agricultural Research*, 6(18): 4362-4369.
  - Esfandiari, E. and Mahboob, S., 2014. *Plant Biochemistry* (Vol. 1). Amidi: Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, 252p.
  - Goyer, A., 2010. Thiamine in plants: aspects of its metabolism and functions. *Phytochemistry*, 71(14-15): 1615-1624.
  - Hendawy, S.F. and Ezz EL-Din, A.A., 2010. Growth and yield of *Foeniculum vulgare* var. *azoricum* as influenced by some vitamins and amino acids. *Ozean Journal of Applied Science*, 3(1): 113-123.
  - Hosseini, H., Farahmand, H. and Saffari, V., 2015. The effect of foliar application of ascorbic acid, thiamine and benzyl adenine on growth, flowering and some biochemical characteristics of marigold (*Tagetes erecta* L.). *Journal of the Plant Production*, 38(2): 25-36.
  - Kawasaki, T. and Egi, Y., 1992. Thiamine: 375-399. In: De Leenheer, A.P., Lambert, W.E. and Van Bocxlaer, J.F., (Eds.). *Modern Chromatographic Analysis of Vitamins*. New York, NY: Marcel Dekker, Inc, 606p.

به‌نظر می‌رسد به‌دلیل اینکه رازیانه یک گیاه رشد نامحدود است (Omidbaigi, 2011)، بنابراین در تمامی مراحل رشد از ساقه‌دهی تا قبل از رسیدگی کامل توانایی استفاده از غلظت‌های مختلف کاربرد برگی تیامین را دارا بوده و بر این اساس اثر متقابل فاکتورها بر هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نشده است. در این مورد Vaezi و Armin (۲۰۱۵) عدم معنی‌داری اثر متقابل زمان محلول‌پاشی و تراکم بر بعضی از صفات ریخت‌شناسی، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه رشد نامحدود نخود را گزارش نمودند، در حالی‌که نتایج پژوهش Pouryousef Miandoab و Shahravan (۲۰۱۴) نشان داد که اثر متقابل زمان و محلول‌پاشی اسید آمینه بر تمامی صفات مورد مطالعه در ذرت به‌عنوان یک گیاه رشد محدود معنی‌دار شد.

در نهایت از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که هر دو غلظت تیامین (۵۰ و ۱۰۰ میکرومول بر لیتر) باعث بهبود شاخص‌های مورد بررسی نسبت به شاهد شدند. بنابراین غلظت ۵۰ میکرومول بر لیتر برای بهبود صفات رشدی، عملکرد و اسانس رازیانه از نظر اقتصادی کفایت می‌کند و نیاز به کاربرد آن با غلظت بالاتر نمی‌باشد. در رابطه با زمان محلول‌پاشی بیشتر صفات به غیر از تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و وزن هزاردانه واکنش معنی‌داری نشان ندادند، بنابراین برای اطمینان از حصول نتیجه مطلوب و بهبود کمیّت و کیفیت اسانس رازیانه محلول‌پاشی حداقل در دو مرحله ساقه‌روی و گلدهی به‌نظر کافی خواهد بود. بنابراین چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از ویتامین‌ها از جمله ویتامین B<sub>1</sub> (تیامین) در گیاهان دارویی می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب و سهل‌الوصول برای دسترسی به عملکرد کمی و کیفی بالاتر در سیستم‌های زراعی کم‌نهاد یا بدون نهاد شیمیایی باشد.

### منابع مورد استفاده

- Abdel-Aziz Nahed, G., Taha Lobna, S. and Ibrahim Soad, M.M., 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of

- Growth and essential oil responses of German chamomile to thiamine and ascorbic acid. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(7): 51-53.
- Rawia, A., Lobna, S., Taha, S. and Soad, M.M.I., 2010. Physiological properties studies on essential oil of *Jasminium grandiflorum* L. as affected by some vitamins. *Ozean Journal of Applied Science*, 3: 87-96.
  - Reda, F., Abdel Rahim, E.A., Elbaroty, G.S.A. and Ayad, H.S., 2005. Response of essential oils, phenolic components and polyphenol oxidase activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) to some bioregulators and vitamins. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(5): 735-739.
  - Soltani, Y., Saffari, V.R. and Maghsoudi Moud, A.A., 2014. Response of growth, flowering and some biochemical constituents of *Calendula officinalis* L. to foliar application of salicylic acid, ascorbic acid and thiamine. *Ethno-Pharmaceutical products. Ethno-Pharmaceutical Products*, 1(1):37-44.
  - Vaezi, A. and Armin, M., 2015. Solo-potash fertilizer application and planting density effects on yield components of chickpea in rain-fed condition. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 2(1): 91-104.
  - Youssef, A.A. and Talaat, I.M., 2003. Physiological response of rosemary plants to some vitamins. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 14: 81-93.
  - Mahgoub, H.M., Abd El-Aziz, G.N. and Mazhar, M.A., 2011. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10: 769-775.
  - Mansouri, M., Shoor, M., Tehranifar, A. and Selahvarzi, Y., 2015. Effect of foliar application of salicylic acid and thiamine on quantitative and qualitative characteristics of gerbera (*Gerbera jamesonii* L. cv. Pink Elegance). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(3): 15-23.
  - Naguib, N.Y. and Khalil, M.Y., 2002. Studies on the effect of dry yeast thiamine and biotin on the growth and chemical constituents of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 10(3): 919-937.
  - Omidbaigi, R., 2011. *Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 2)*. Mashhad, Astane Ghodse Razavi, 414p.
  - Poryousef Miandoab, M. and Shahravan, N., 2014. Effect of foliar application of amino acids at different times on yield and yield components of maize. *Crop physiology Journal*, 6(23): 21-32.
  - Ramesh, P. and Okigbo, R.N., 2008. Effects of plants and medicinal plant combinations as anti-infectives. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2(7): 130-135.
  - Ranjbar, B., Sharafzadeh, S. and Alizadeh, O., 2014.

## Effects of concentration and growth stages of thiamine foliar application on morphological characteristics, yield and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

O. Mirzaee Cheshmehgachi<sup>1</sup>, Y. Nasiri<sup>2\*</sup>, E. Esfandiari<sup>3</sup> and M. Noraee<sup>3</sup>

1- M.Sc. graduated of Agroecology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

2\*- Corresponding author, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran, E-mail: ysf\_nasiri@yahoo.com

3- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Received: February 2018

Revised: September 2018

Accepted: September 2018

### Abstract

Vitamins affect many metabolic and biological processes in plants and participate in the synthesis of enzymes, nucleic acids, and proteins as coenzyme in their metabolic pathways. In order to evaluate the effect of foliar application of thiamine on growth, yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), a field experiment was conducted as factorial on the basis of a randomized complete block design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran in 2015. The treatments were included three levels of thiamine foliar application (zero; distilled water), 50 and 100  $\mu\text{m/l}$  and foliar application stages in four levels of stem elongation, flowering, grain filing, and all three stages. The results showed that the effect of thiamine on all traits was significant. The concentration of 50  $\mu\text{m/l}$  thiamine had the maximum increasing effect on the number of sub stems, number of umbels per plant, number of umbelets per umbel, number of grains per umbelet, grain yield, and essential oil yield and the concentration of 100  $\mu\text{m/l}$  thiamine had the maximum increasing effect on the plant height, 1000-grain weight, biological yield, and essential oil percentage, compared to control. The effect of foliar application stages on the number of umbelets per umbel, number of grains per umbel, and 1000-grain weight were significant and their highest values were obtained by thiamine foliar application in all three stages (stemming, flowering, grain filing). The interaction effects of the treatments were not significant on any of the traits. In general, results of this experiment showed that the foliar application of 50 and 100  $\mu\text{m/l}$  thiamine at stemming, flowering, and grain filing stages can improve the seed yield and essential oil yield of fennel.

**Keywords:** Essential oil, fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), grain filing, stem elongation, flowering, seed yield, vitamin B<sub>1</sub>.