

بررسی اثر تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر محتوی فلاونوئید دانه و خصوصیات کمی و کیفی دانه بالنگو شیرازی (*Lallemantia royleana* Benth.)

طاهره کریمی جلیله‌وندی^۱، سعیده ملکی فراهانی^{۲*} و علیرضا رضازاده^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، پست الکترونیک: maleki@shahed.ac.ir

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر محتوی فلاونوئید دانه، خصوصیات کیفی و جوانه‌زنی بذر بالنگوی شیرازی (*Lallemantia royleana* Benth.)، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۳-۹۲ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل تاریخ کشت در دو سطح (پاییزه و بهاره) و کود شیمیایی در سه سطح (عدم کود، کاربرد نصف کود مورد نیاز (۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص + ۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) و کاربرد مقدار کامل کود (۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۱۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) بود. اندازه گیری فلاونوئید دانه در فواصل یک هفته‌ای از گلدهی تا رسیدگی دانه انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر در کشت پاییزه (۷۴/۸) با افزایش ۱۱/۶ درصدی نسبت به کشت بهاره، و اعمال کود کامل مورد نیاز گیاه (۸۸/۶) با افزایش ۷۳/۴ درصدی نسبت به تیمار عدم کود، بدست آمد. کاربرد کود شیمیایی و کشت پاییزه بالنگو باعث افزایش معنی‌دار درصد موسیلاژ بذر نسبت به شاهد شد. ۷ روز پس از گلدهی بیشترین میزان فلاونوئید در کشت بهاره (۰/۲۶۴) معادل میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه) با افزایش ۶۳/۹۷ درصدی نسبت به کشت پاییزه، و تیمار بدون کود (۰/۲۸۲) معادل میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه) با افزایش ۹۰/۵۴ درصدی نسبت به تیمار کود کامل (۰/۱۴۸) معادل میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه) بدست آمد. ۲۸ روز پس از گلدهی بالاترین میزان فلاونوئید (۰/۵۵۴) معادل میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه) در کشت بهاره و همچنین تیمار بدون کود (۰/۶۲۹) معادل میلی‌گرم کوئرستین در گرم نمونه) بدست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که کشت پاییزه و کاربرد مقدار کامل کود باعث افزایش کیفیت دانه به لحاظ درصد موسیلاژ و جوانه‌زنی می‌شود، اما کشت بهاره و عدم کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش فلاونوئید در دانه‌های بالنگو می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.)، جوانه‌زنی، فعالیت کاتالاز، کود نیتروژن، موسیلاژ بذر.

مقدمه

بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.) گیاهی یک‌ساله از تیره نعناعیان است و به‌طور وسیعی در ایران، ترکیه، هند و شمال اروپا رشد می‌کند. دانه‌های بالنگو تیره رنگ و بیضی کشیده هستند که تمام سطح آن را تعداد زیادی حفره‌های کوچک می‌پوشاند و دارای دو سطح کاملاً متمایز پستی و داخلی می‌باشند (Naghibi *et al.*, 2005). دانه بالنگو منابع خوبی از فیبر، روغن، پلی‌ساکارید و پروتئین بوده و دارای خواص دارویی و تغذیه‌ای می‌باشد (Fekri *et al.*, 2008). دانه بالنگو اگر در آب خیس شود مایع چسبناک، کدر و بی‌مزه‌ای به نام موسیلاژ ایجاد می‌کند که می‌تواند در درمان اختلالات گوناگون مانند برخی اختلالات عصبی، کبدی و بیماری‌های کلیوی و درمان ریفلکس معده بکار رود (Naghibi *et al.*, 2005). با وجود اهمیت این گیاه در طب سنتی، اطلاعات در مورد نیازهای اساسی گیاه به لحاظ تاریخ کاشت مناسب و میزان مناسب کود موجود نیست.

یکی از عوامل مهم برای کشت گیاهان دارویی برای کسب کیفیت بالا، ارزیابی سیستم‌های مختلف کوددهی است. با روش صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن کاهش آلودگی محیط‌زیست و اجتناب از مصرف غیرضروری و بی‌رویه کود، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. در همین رابطه استفاده از کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل در گیاه مادری با تأثیر بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر و نیتروژن، افزایش طول دوره رویشی، شاخص سطح برگ، فتوسنتز و افزایش طول دوره پر شدن و در نتیجه بر بهبود بنیه و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر بالنگو مؤثرند. یکی دیگر از عواملی که باید هنگام معرفی یک گیاه در الگوی کشت هر منطقه مورد توجه قرار گیرد، انتخاب تاریخ کاشت مطلوب آن گیاه است. تاریخ کاشت‌های مختلف با ایجاد شرایط متفاوتی از لحاظ دما، رطوبت نسبی، طول روز، تشعشع خورشیدی، زمان رسیدگی و برداشت، ویژگی‌های کمی و کیفی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شرایط نامطلوب طی فرایند تشکیل بذر در مزرعه و یا در هنگام

ذخیره‌سازی بذرها باعث زوال شدید بذرها و کاهش کیفیت بذر می‌شود (Mayhew & Caviness, 1994). به‌طور کلی بذرهایی که دارای قدرت رشد بیشتری هستند، دارای جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و بیشتری نیز می‌باشند و بوته‌های حاصل از آنها نیز رشد اولیه سریع‌تری خواهند داشت. این رشد اولیه و استقرار سریع‌تر باعث دریافت تشعشع خورشیدی بیشتر و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Soltani *et al.*, 2001).

محققان گزارش کردند که دمای زمان رسیدگی از طریق اثر بر فیتوکروم‌ها بر روی جوانه‌زنی نسل بعد اثر می‌گذارد (Donohue *et al.*, 2012). تولید بیشتر ماده خشک در تاریخ کاشت زود هنگام به‌دلیل طولانی بودن دوره رشد رویشی و زایشی می‌باشد (Anderson & Vasilas, 1985). از سوی دیگر، کاشت دیر هنگام باعث می‌شود تا گیاه با شرایط تنش خشکی آخر فصل (زمان تعیین عملکرد اقتصادی) برخورد نماید. D'Antuono و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که با تأخیر در تاریخ کاشت، عملکرد دانه سیاهدانه کاهش می‌یابد. محققان دلیل آن را کاهش تعداد دانه در بوته و وزن هزاردانه بیان کردند (D'Antuono *et al.*, 2002). تاریخ کاشت مناسب موجب استفاده بهینه از عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می‌گردد و با تأثیر بر میزان رشد رویشی و زایشی گیاه باعث افزایش بازده فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره آنها در دانه‌ها و در نتیجه افزایش بنیه و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در مزرعه می‌شود (Azari & Khajepour, 2003; Hejazi, 2001). در دما و نور بالا در اطراف پایه مادری آراییدوپسیس سطوح خواب کم است و جوانه‌زنی در این موقعیت‌ها به‌جای خواب بذر توسط تنش محیطی مانند رطوبت و نور کنترل می‌شود (He *et al.*, 2014).

مصرف نیتروژن موجب افزایش سطح فتوسنتزکننده گیاه (افزایش تعداد پنجه و توسعه سطح برگ) و فعالیت آنزیم ریبولوز ۱ و ۵ بی‌فسفات کربوکسیلاز (Ahmadi *et al.*, 2007) می‌گردد. به‌علاوه اینکه تغییر غلظت مصرف نیتروژن

تأثیر زمان کاشت و کود شیمیایی و اثر توأم آنها بر خصوصیات کیفی و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و نیز میزان فلاونوئیدهای دانه بالنگو شیرازی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و میزان کود شیمیایی بر محتوی فلاونوئید دانه، خصوصیات کیفی و جوانه‌زنی بذر بالنگوی شیرازی، پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد به صورت آزمایش فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۳-۹۲ اجرا گردید. مزرعه تحقیقاتی دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی، ارتفاع ۱۹۰ متر از سطح دریا بود. میانگین دما و بارش در طول دوره رشد در جدول ۱ آورده شده است.

قبل از کاشت آزمون تجزیه خاک انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

عوامل مورد بررسی شامل تاریخ کاشت پاییزه و بهاره و میزان کود شیمیایی (نیترژن و فسفر) در سه سطح شاهد (بدون کود)، کاربرد نصف مقدار کود مورد نیاز (۲۳ کیلوگرم در هکتار N خالص + ۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار P2O5) و کاربرد مقدار کامل کود (۴۶ کیلوگرم در هکتار N خالص + ۱۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار P2O5) بود. کشت به صورت جوی و پشته انجام شد و بذرها در کرت‌هایی به ابعاد ۲ در ۳ متر به صورت دو ردیف در دو طرف پشته در عمق سه سانتی‌متر با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر کشت شدند و بعد کود سوپر فسفات تریپل در هنگام کشت بذرها به خاک افزوده شد و کود اوره در دو نوبت هنگام کاشت و نیز به صورت سرک در مرحله هشت برگی به پایه مادری داده شد. برای اندازه‌گیری کاتالاز و نیز محتوی فلاونوئید دانه در دوره پر شدن بذر، نمونه برداری‌هایی در فواصل زمانی مشخص انجام شد.

با تأثیرگذاری بر کلروفیل برگ، اثر مستقیمی بر مراکز واکنش فتوسنتزی، مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ و عملکرد گیاه دارد (Cechin, 1997; Salisbury & Ross, 1992). نیترژن در مقدار مطلوب موجب افزایش تولید در واحد سطح، افزایش قدرت جوانه‌زنی، بنیه بذر و سبز شدن بذرها، افزایش تعداد گل‌های بارور در سنبله و افزایش پروتئین دانه می‌گردد (Ziaian, 2003). گیاهان برای ساخت بسیاری از ترکیب‌های آلی مانند اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و کوآنزیم‌ها، همچنین برای جذب و انتقال انرژی شیمیایی و سوخت‌وساز حیاتی به فسفر نیاز دارند (Ojala et al., 1983). شدت نور بالا، نور مداوم و دمای بالا، نیترات و فسفات زیاد باعث افزایش درصد جوانه‌زنی در طی تنش می‌شود (He et al., 2014). گزارش‌ها حکایت از آن دارد که میزان جوانه‌زنی بذر آفتابگردان همبستگی بالایی با فعالیت کاتالاز (Bailly et al., 2000) دارد. فعالیت کاتالاز منجر به کاهش غلظت H₂O₂ می‌شود (Bailly et al., 2004). برخی از مواد موجود در پوشش بیرونی بذر از قبیل موسیلاژ موجود در دیواره‌های سلولی، میزان جذب آب را افزایش می‌دهند (Ghaderi et al., 2008). موسیلاژ از طریق حفاظت از دانه در برابر خشک شدن در زمان جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه با استفاده از حفظ رطوبت (Hedge, 1970) و همچنین افزایش سطح تماس بذر با خاک، موجب افزایش رطوبت در دسترس دانه و افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Grubert, 1974). گیاهان برای کاهش اثرهای نامطلوب تنش‌ها و محافظت سلول‌ها، سازوکارهای حفاظتی مختلفی از جمله سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی مانند اسید آسکوربیک، ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدها دارند (Jackson et al., 2009). گزارش شده است که میزان برخی فلاونوئیدها در تیرماه در مقایسه با درختان کشت شده در مناطق سردتر و مرطوب‌تر به عنوان مثال مناطق ساحلی پایین‌تر است (Srivastava & Shym, 2002). با توجه به خواص فراوان دارویی و درمانی بالنگو شیرازی، کشت وسیع آن توصیه می‌شود. از این رو این پژوهش با هدف بررسی

جدول ۱- میانگین دما و بارش طی سال زراعی ۹۳-۹۲

وضعیت آب و هوایی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
بیشینه دما (درجه سلسیوس)	۳۴/۴	۱۸/۸	۱۶/۸	۱۷	۹/۱۸	۲۴/۲	۳۱/۴	۳۵/۴	۴۴/۴	۴۴
کمینه دما (درجه سلسیوس)	۵/۴	-۰/۲	-۲/۹	-۵/۶	-۱۱	۰/۵	۰	۱۳/۸	۱۵/۴	۱۹
میانگین دما (درجه سلسیوس)	۱۷/۳	۸/۹	۶/۲	۴/۶	۴/۶	۱۲/۲	۱۸/۳	۲۴/۶	۲۹/۲	۳۲
مجموع بارش ماهانه (میلی لیتر)	۷/۴	۱۵/۲	۸/۴	۲/۵	۱۰/۵	۱۴/۸	۶	۹/۱	۲/۳	۰/۸

جدول ۲- مشخصات خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی متر

بافت خاک	رس	سیلت	شن	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	ماده آلی	اسیدیته	شوری	مس	روی	آهن
	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(%)	(%)	(pH)	(dS/m)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
لومی شنی	۱۸	۲۴	۵۸	۸/۳۲	۰/۰۵	۰/۲۹	۷/۸	۳/۱۸	۱/۳۸	۰/۹۸	۲/۷

همکاران (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. همچنین برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن و فسفر بذر ۲ گرم از دانه گیاه بالنگو را وزن کرده و توسط هاون چینی پودر گردید. پودرها برای تعیین درصد نیتروژن و فسفر بذر به مؤسسه تحقیقات آب و خاک کرج ارسال شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و بیولوژیک در پایان فصل رشد و پس از رسیدگی کامل که دانه‌ها تقریباً نیمه‌قهوه‌ای می‌باشند، از هر کرت آزمایشی، مساحتی برابر با ۲ مترمربع برداشت شد. داده‌های حاصل از طریق نرم‌افزار SAS ۳,۱,۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. لازم به ذکر است که صفات عملکرد و کیفیت شیمیایی دانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و نتایج جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند.

نتایج

نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، فعالیت کاتالاز، درصد نیتروژن و فسفر بذر، محتوی فلاونوئید ۷ روز، ۱۴ روز و ۲۸ روز پس از گلدهی در سطح احتمال ۱٪ ولی بر محتوی فلاونوئید در ۲۱ روز پس از گلدهی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار و صفت شاخص طولی بنیه بذر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین نتایج این جدول نشان داد که اثر کود بر تمامی صفات مذکور در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر فعالیت آنزیم کاتالاز، درصد موسیلاژ، نیتروژن و فسفر بذر و محتوی فلاونوئید در ۷ روز پس از گلدهی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار ولی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و محتوی فلاونوئید در دوره ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از گلدهی غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳).

بدین‌منظور در مرحله گلدهی تعداد ۳۰ بوته یکسان که از لحاظ ظاهری در یک مرحله بودند، مشخص شدند و در فواصل هشت روزه از اوایل گلدهی تا رسیدگی دانه، چهار نوبت نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری کاتالاز و شش نوبت نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری محتوی فلاونوئید از نمونه‌های مشخص شده، انجام گردید (پنج بوته از هر کرت در هر بار نمونه‌برداری). نمونه‌برداری‌ها از ساقه اصلی در هر بوته انجام شد (Darroch & Baker, 1990). در پایان رشد، بذرها حاصل برداشت شدند و بذرها بدست‌آمده از این پایه‌ها برای انجام آزمون‌های مورد نظر استفاده شدند. برای آزمون جوانه‌زنی استاندارد، ۲۵ عدد بذر در داخل پتری‌دیش‌های با قطر ۱۰ سانتی‌متر روی کاغذ صافی (واتمن شماره ۲) قرار داده شد. ۸ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری اضافه شد. پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۷۵٪ به مدت ۱۴ روز برای جوانه‌زنی نگهداری شدند. شمارش بذرهاى جوانه‌زده هر روز انجام شد. پس از ۱۴ روز از هر پتری‌دیش ۵ نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه بذر با استفاده از برنامه جرمین محاسبه گردید.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر مرئی ماوراءبنفش در طول موج ۲۴۰ نانومتر و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Pereira et al., 2002). محتوی فلاونوئید بذر به روش کلرید آلومینیوم با قرائت جذب توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مرئی ماوراءبنفش در طول موج ۵۱۰ نانومتر محاسبه گردید و بر اساس منحنی استاندارد کوئرتستین محاسبه گردید و بر اساس معادل میلی‌گرم کوئرتستین بر واحد گرم نمونه بیان شد (Chang et al., 2002). برای اندازه‌گیری درصد موسیلاژ یک گرم دانه جدا و مقدار موسیلاژ آن با روش Kalnyasundrom و

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر خصوصیات کیفی و جوانه‌زنی بذر گیاه بالنگو شیرازی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص طولی بینه بذر	فعالیت آنزیم کاتالاز
تاریخ کاشت	۱	۲۷۲/۲۰**	۰/۰۰۴**	۶۲۶۱/۸۱ns	۰/۰۰۰۰۴۱**
کود شیمیایی	۲	۲۱۲۹/۸**	۰/۰۰۵**	۱۷۸۴۵/۶۹**	۰/۰۰۰۰۰۱۲**
تاریخ کاشت × کود شیمیایی	۳	۱/۳۹ns	۰/۰۰۰۶۵ns	۱۸۳۱/۲۶ns	۰/۰۰۰۰۰۱۵**
خطا	۱۲	۵/۰۲۹	۰/۰۰۰۱۰۷	۴۶۴۵/۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات	-	۳/۱۸۱	۳/۷۲	۲۷/۸	۱/۱۵

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

ادامه جدول ۳- ...

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد موسیلاژ	درصد نیتروژن دانه	درصد فسفر دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۰/۵	۰/۰۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۴۵	۲۹/۹۸	۳۸۹۵۱۱/۶
تاریخ کاشت	۱	۳/۵۵**	۵/۶۹**	۰/۰۰۶۵**	۶۳۷۰۸/۵۵۵**	۱۳۶۴۹۳۲۴/۹۹**
کود شیمیایی	۲	۱۱/۱۷**	۲/۱۸۱**	۰/۰۰۵**	۴۶۶۹۲/۱۰۱۲**	۱۰۲۳۲۵۳۱/۴۲**
تاریخ کاشت × کود شیمیایی	۲	۰/۷۲۲*	۲/۳۳**	۰/۰۰۳۸**	۲۶۰/۱۵۹ns	۶۱/۷۸۶۹۶۴/۶۱ns
خطا	۱۰	۰/۵۱۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۰۰۲	۳۵۴۳/۳۴	۵۲۶۹۳۱/۰۶
ضریب تغییرات	۱۷	۲/۱۲	۰/۰۰۱۵	۰/۸۷	۲۴۵۵۰۹۷/۳۹	۱۲۲۸۱/۸۴

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ادامه جدول ۳- ...

منابع تغییرات	درجه آزادی	فلاونوئید ۷ روز	میزان فلاونوئید ۱۴ روز	فلاونوئید ۲۱ روز	فلاونوئید ۲۸ روز
تاریخ کاشت	۱	۰/۰۴۷**	۰/۰۶۹**	۰/۰۳۳**	۰/۰۸۲**
کود شیمیایی	۲	۰/۰۲۷**	۰/۰۶۴**	۰/۰۸۸**	۰/۱۰۱**
تاریخ کاشت × کود	۲	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۳۳ns	۰/۰۰۰۰۶ns	۰/۰۰۱۴ns
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۰۰۶
ضریب تغییرات (cv)	-	۵/۱۲	۳/۰۴۴	۷/۶۷	۵/۴۲۷

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر خصوصیات کیفی، جوانه‌زنی بذر و عملکرد بالنگوی شیرازی

صفات									
تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (یک/روز)	شاخص طولی بذر	فعالیت آنزیم کاتالاز بذر (واحد در میلی‌گرم پروتئین)	درصد موسیلاژ	درصد نیتروژن دانه	درصد فسفر دانه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
تاریخ کاشت									
پاییزه	۷۴/۸۱۵ a	۰/۲۶۲ b	۲۶۳/۷۷	۰/۰۰۷۳۱ a	۵/۷۷۷ a	۲/۶۹۳ b	۰/۶۴۲ a	۳۵۳/۵۵ a	۳۴۷۵/۷ a
بهاره	۶۷/۰۳۷ b	۰/۲۹۴ a	۲۲۶/۴۶	۰/۰۰۴۳ b	۴/۸۸۸ b	۳/۸۱۷۷ a	۰/۶۲۴۳ b	۲۳۴/۵۶ b	۱۷۳۴/۱ b
کود									
بدون کود	۵۱/۱۱۱ c	۰/۲۴۷۵ c	۸۶/۱۴ c	۰/۰۰۶۳ a	۳/۸۳۳ b	۲/۹۰۵ b	۰/۶۲۳۶ b	۱۹۷/۹۸ b	۱۴۳۲ b
اعمال نصف کود ^۱	۷۳/۰۵۶ b	۰/۲۸۳۸ b	۲۲۲/۰۴ b	۰/۵۶۸۳ b	۵/۶۶۷ a	۳/۹۵۱ a	۰/۶۲۹۸ b	۳۱۲/۷۹ a	۲۳۷۰/۷ b
مقدار کامل کود ^۲	۸۸/۶۱۱ a	۰/۳۰۴۳ a	۴۲۷/۱۷ a	۰/۰۰۵۴۳۳ c	۶/۵ a	۲/۹۱۰ b	۰/۶۷۶۶ a	۳۷۱/۴۰ a	۴۰۱۲/۱ a

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشند.

۱- ۲۳ کیلوگرم در هکتار + N ۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار P₂O₅

۲- ۴۶ کیلوگرم در هکتار + N ۱۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار P₂O₅

ادامه جدول ۴- ...

فلاونوئید (معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه)				عوامل آزمایش
فلاونوئید ۲۸ روز گلدهی	۲۱ روز گلدهی	۱۴ روز گلدهی	۷ روز گلدهی	تاریخ کاشت
۰/۴۱۸ ab	۰/۳۹۲ b	۰/۲۹۶ b	۰/۱۶۱ b	پاییزه
۰/۵۵۴ ab	۰/۴۷۸ a	۰/۴۲۱ a	۰/۲۶۴ a	بهاره
				کود شیمیایی
۰/۶۲۹ a	۰/۵۶۵ a	۰/۴۵۸ a	۰/۲۸۲ a	بدون کود
۰/۴۵۵ b	۰/۴۱۳ b	۰/۳۷۶ b	۰/۲۰۸ b	نصف کود (۲۳ N+ ۵۰/۶ P ₂ O ₅)
۰/۳۷۴ c	۰/۳۲۵ c	۰/۲۵۱ c	۰/۱۴۸ c	کود کامل (۴۶ N+ ۱۰۱/۲ p ₂ O ₅)

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشند.

۱- ۲۳ کیلوگرم در هکتار N+ ۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار P₂O₅

۲- ۴۶ کیلوگرم در هکتار N+ ۱۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار P₂O₅

مربوط به مقدار کامل کود بود که افزایش ۳۹۵/۹ درصدی را نسبت به تیمار عدم کود نشان داد (جدول ۴).

فعالیت آنزیم کاتالاز

اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر فعالیت آنزیم کاتالاز بذر نشان داد که در هر دو کشت پاییزه و بهاره با افزایش مقدار کود شیمیایی، فعالیت آنزیم کاتالاز بذر کاهش یافت. به طوری که تیمار کود کامل در هر دو تاریخ کاشت کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز بذر را نشان داد اما در کشت بهاره شدت کاهش بیشتر بود (جدول ۴). البته بین تیمار نصف کود و تیمار بدون کود در کشت پاییزه از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز بذر اختلاف معنی داری دیده نشد. بنابراین در کشت پاییزه برای مقاومت تنش، حتماً باید مقدار کامل کود اعمال گردد. اگر کشت بهاره منظور باشد، کاربرد مقدار کامل کود توصیه می‌شود. روند تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز در طی پر شدن بذر نشان داد که در همه تیمارها، فعالیت آنزیم کاتالاز با پیشروی رشد دانه افزایش یافت. نتایج اثر تیمارها بر روند تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز در طی پر شدن دانه نشان داد که در کشت پاییزه زمانی که هیچ‌گونه کودی در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافته است و در کشت بهاره زمانی که مقدار کامل کود در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش یافته است (شکل ۱).

درصد جوانه‌زنی بذر

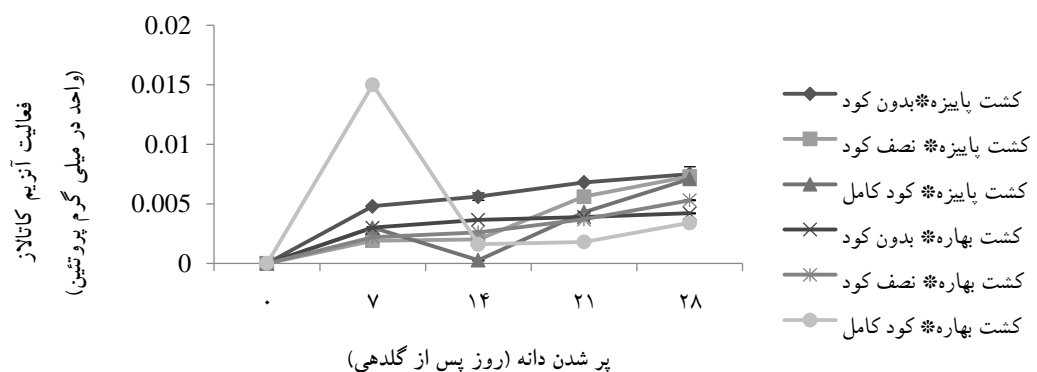
نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر درصد جوانه‌زنی بذر نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۴/۸۱) مربوط به تاریخ کاشت پاییزه بود که افزایش ۱۱/۶ درصدی را نسبت به کشت بهاره نشان داد (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی بذر نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۸/۶۱۱) مربوط به مقدار کامل کود بود که افزایش ۷۳/۴ درصدی را نسبت به تیمار بدون کود نشان داد (جدول ۴).

سرعت جوانه‌زنی بذر

نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت پاییزه و بهاره بر سرعت جوانه‌زنی بذر نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر (۰/۲۹۴) مربوط به تاریخ کاشت بهاره و کمترین (۰/۲۶۲) مربوط به تاریخ کاشت پاییزه بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر سرعت جوانه‌زنی بذر نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۳۰۴) مربوط به مقدار کامل کود بود که افزایش ۲۳ درصدی را نسبت به تیمار بدون کود نشان داد (جدول ۴).

شاخص طولی بنبه بذر

نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر شاخص طولی بنبه بذر نشان داد که بیشترین شاخص طولی بنبه (۴۲۷/۱۷)

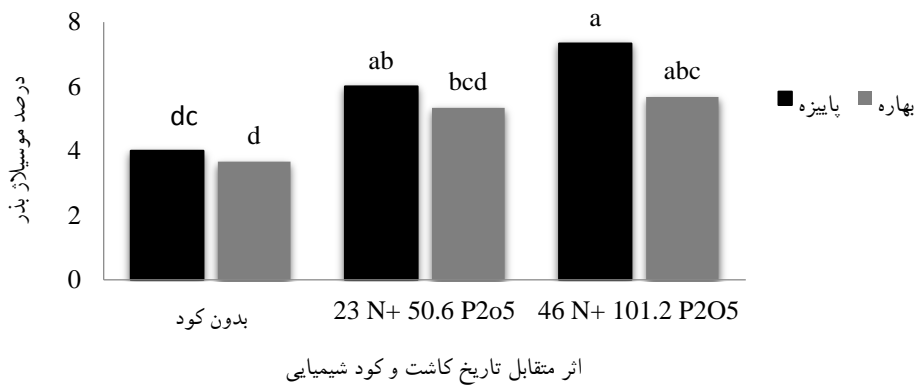


شکل ۱- فعالیت آنزیم کاتالاز در طی پر شدن دانه

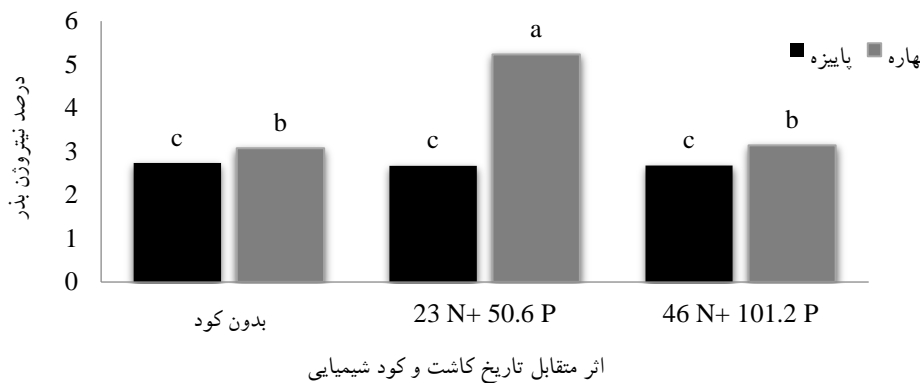
درصد موسیلاژ بذر

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی و تاریخ کاشت بر درصد موسیلاژ نشان داد که با افزایش مقدار کود، درصد موسیلاژ در کشت پاییزه افزایش معنی‌دار یافت و بیشترین درصد موسیلاژ در کشت پاییزه و کاربرد کود شیمیایی کامل بدست آمد، اگرچه تفاوت معنی‌داری با

کاربرد نصف مقدار کود نداشت. در کشت بهاره نیز کاربرد کود باعث افزایش درصد موسیلاژ شد اما کاربرد نصف کود تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد بدون کود نداشت. به‌طور کلی کشت پاییزه در تمامی تیمارهای کودی درصد موسیلاژ بالاتری داشت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر درصد موسیلاژ بذر



شکل ۳- اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر درصد نیتروژن بذر

درصد نیتروژن بذر

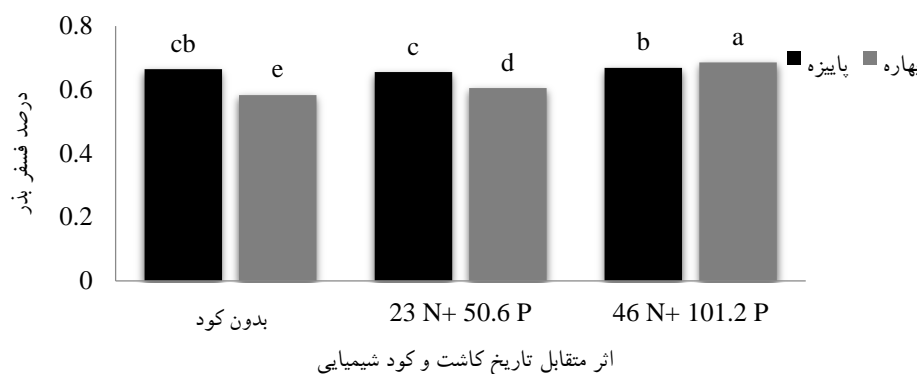
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی و تاریخ کاشت بر درصد نیتروژن بذر نشان داد که در کشت پاییزه با افزایش مقدار کود تغییر معنی‌داری در درصد نیتروژن بذر بوجود نیامده است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که کشت پاییزه بر بهبود کیفیت بذر (از لحاظ عناصر غذایی) تأثیر

چندانی نداشت. بنابراین افزودن کود شیمیایی به گیاه در کشت پاییزه فقط باعث افزایش آلودگی زیست محیطی می‌شود. از سوی دیگر در کشت بهاره درصد نیتروژن افزایش یافته است، هرچند اختلاف معنی‌داری بین شاهد با تیمار کود کامل بدست نیامده است (شکل ۳).

درصد فسفر بذر

افزایش کود، درصد فسفر بذر افزایش یافت. از آنجایی که بین جذب نیتروژن و فسفر بذر همبستگی مثبتی وجود دارد، اعمال کود نیتروژن باعث افزایش کارایی جذب فسفر می شود که این امر فقط در کشت بهاره دیده می شود. بنابراین در کشت بهاره با افزودن مقدار کامل کود مورد نیاز گیاه می توان به بالاترین درصد فسفر بذر دست یافت (شکل ۴).

مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی و تاریخ کاشت بر درصد فسفر بذر نشان داد که در کشت پاییزه با افزایش مقدار کود تغییر معنی داری در درصد فسفر بذر به وجود نیامده است، به طوری که درصد فسفر بذر در شاهد با تیمار کود کامل تغییر معنی داری نشان نداد. از این رو کشت پاییزه تأثیر چندانی بر کیفیت بذر نداشت، اما در کشت بهاره با



شکل ۴- اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر درصد فسفر بذر

محتوی فلاونوئید بذر

تیمار کود کامل (۰/۳۲۵) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) بدست آمد (جدول ۴). همچنین بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۵۵۴) در ۲۸ روز پس از گلدهی در کشت بهاره و کمترین آن (۰/۴۱۸) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) در کشت پاییزه بدست آمد. بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۶۲۹) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) در ۲۸ روز پس از گلدهی در تیمار بدون کود بود که نسبت به تیمار کود کامل افزایش ۶۸/۱۸ درصدی را نشان داد (جدول ۴).

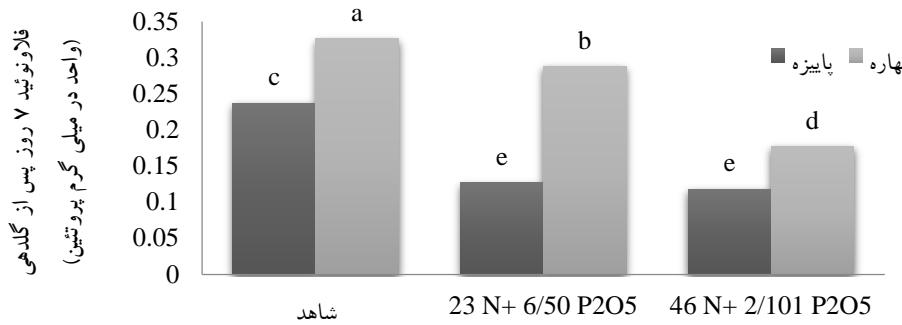
عملکرد دانه

مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین مقدار این صفت (۳۵۳/۵۵) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت پاییزه و کمترین مقدار آن (۲۳۴/۵۶) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت بهاره بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین مقدار این صفت

اندازه گیری محتوی فلاونوئید بذر نشان داد که بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید به ترتیب در تیمار کشت بهاره و بدون کود (۰/۳۲۶) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) و تیمار کشت پاییزه و کود کامل (۰/۱۱۸) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) بدست آمد (شکل ۵). بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۴۲۱) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) در ۱۴ روز پس از گلدهی در کشت بهاره و نیز در تیمار بدون کود (۰/۴۲۸) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) بدست آمد که افزایش ۸۲/۵ درصدی را نسبت به تیمار کود کامل نشان داد (جدول ۴). بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۴۷۸) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) در ۲۱ روز پس از گلدهی در کشت بهاره و کمترین آن (۰/۳۹۲) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) در کشت پاییزه حاصل گردید. همچنین بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید در ۲۱ روز پس از گلدهی به ترتیب در تیمار بدون کود (۰/۵۶۵) معادل میلی گرم کوئرستین در گرم نمونه) و

نیتروژن خالص و ۵۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود (P2O5) اختلاف معنی‌داری نداشت و افزایش ۸۷/۶ درصدی را نسبت به تیمار بدون کود نشان داد (جدول ۲).

(۳۷۱/۴۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار مقدار کامل کود (۴۶ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص و ۱۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار کود P2O5) بود که از لحاظ آماری با تیمار نصف مقدار کود (۲۳ کیلوگرم در هکتار کود



اثر متقابل تاریخ کاشت و کود بر محتوی فلاونوئید دانه

شکل ۵- اثر متقابل تاریخ کاشت و کود شیمیایی بر میزان فلاونوئید در طی پر شدن دانه

نسبت به کشت پاییزه میزان فلاونوئیدهای بیشتری تولید کرده است. همچنین گزارش شده است که میزان فلاونوئیدها با تأخیر در کاشت و در نتیجه برخورد با دماهای بالاتر (بین دمای پایه و دمای مطلوب) و کاهش شرایط مطلوب محیطی مانند افزایش اشعه ماوراءبنفش، دمای بالا و همچنین کاهش دسترسی به عناصر غذایی (مانند نیتروژن و فسفر) افزایش یافته است. نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف نیتروژن باعث افزایش رشد و کاهش میزان فلاونوئید شده و نیز تغذیه نیتروژن باعث کاهش تنش‌ها و در نتیجه کاهش میزان آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله فلاونوئید شده است اما میزان فلاونوئید بذر در شرایط بدون کود (تنش شدید) بالاتر بوده است که با گزارش زیر در تضاد بود. Dehghani Mashkani و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تیمارهای کودی بر میزان فلاونوئید کل تأثیر معنی‌داری دارد و سبب افزایش میزان فلاونوئید می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد کمبود یا افزایش برخی عناصر غذایی در خاک باعث تغییرات قابل ملاحظه در میزان فلاونوئیدهای دانه خارمریم می‌شود، به طوری که کاهش عناصر غذایی باعث افزایش فلاونوئید

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۴۷۵/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت پاییزه بود که افزایش ۱۰۰/۴۳ درصدی را نسبت به تاریخ کاشت بهاره نشان داد (جدول ۴).

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میزان فلاونوئید بذر در همه دوره‌های گلدهی در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه بالاتر بوده است. دمای هوا در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که مصادف با گلدهی و پر شدن بذر گیاهان در کشت پاییزه بود، نسبت به دمای خرداد و تیرماه که همزمان با دوره گلدهی و پر شدن بذر در کشت بهاره بود، کمتر بوده است. همین امر موجب شده است که دانه‌های کشت بهاره در معرض تنش گرمایی قرار گرفته و گیاه برای مقابله با تنش، میزان فلاونوئید بیشتری تولید کند که با نتایج زیر مطابقت دارد. Letchamo و Marquard (۱۹۹۳) گزارش کرده‌اند که کشت بهاره بایونه

کمتری از برگها به سمت دانه‌ها منتقل می‌شوند که در نهایت منجر به کاهش طول دوره پر شدن بذر و کاهش بنیه بذر می‌گردد و جوانه‌زنی آنها در شرایط آزمایشگاه و سبز شدن در مزرعه کاهش می‌یابد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار کود کامل منجر به حصول بالاترین درصد جوانه‌زنی شده بود که این امر می‌تواند به علت نقش نیتروژن در افزایش فتوسنتز و طول دوره پر شدن بذر و نقش نیتروژن در ترکیب آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی باشد (Moaafi Pasha, Sarmadnia & Koocheki, 2003). Callani و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که نیتروژن باعث توسعه سطح برگ هر بوته، اندازه و طول عمر برگ و به تبع آن، توسعه برگ مزرعه و شاخص سطح برگ بر فتوسنتز و رشد و نمو ذرت، افزایش صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، افزایش بنیه و به تبع درصد جوانه‌زنی آن می‌شود. گزارش‌های Hrdlickova و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که کاهش جذب فسفر توسط گیاه ترشک (*Rumex obtusifolius*) می‌تواند علاوه بر تولید بذرهایی با غلظت پایین تر فسفر، منجر به کاهش قابلیت جوانه‌زنی این بذرها شود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بذره‌های بهاره بالاتر بود که احتمال دارد این امر به این دلیل باشد که بذره‌های بهاره ریزتر از بذرها پاییزه می‌باشند و بذره‌های ریزتر سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذره‌های درشت‌تر دارند. این موضوع به دلیل بیشتر بودن نسبت سطح به حجم آنها است که باعث می‌شود جذب آب در بذره‌های ریزتر سریع‌تر انجام شده و در نتیجه سریع‌تر جوانه بزنند (Soltani et al., 2004) از سویی بذره‌های کشت پاییزه به دلیل داشتن موسیلاژ بیشتر نسبت به کشت بهاره به مدت زمان بیشتری برای جوانه‌زنی احتیاج دارند. زیرا موسیلاژ می‌تواند به‌عنوان یک مانع فیزیکی از جذب آب و اکسیژن به بافت‌های درونی بذر جلوگیری کند. در نتیجه مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا بذرها جوانه بزنند. همچنین Gorai و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که موسیلاژ بذره‌های هینوفیت وحشی (*Henophyton deserti*),

می‌گردد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تحقیقات نشان داده است که میزان مواد مؤثره در اندام‌ها و گیاهان هیچ گاه ثابت نیست و متناسب با مراحل رشد گیاه و شرایط محیطی قابل تغییر است. همچنین گزارش شده است که شرایط محیطی مختلف مانند ویژگی‌های اقلیمی، تغییرات فصلی و شرایط نور، دما، رطوبت و خاک می‌تواند ترکیب‌های ساپونینی گیاهان را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Miranda et al., 2012).

همچنین نتایج نشان داد که بذره‌های حاصل از کشت پاییزه دارای درصد جوانه‌زنی بالاتری بودند. با توجه به اینکه کشت پاییزه در ۱۵ آبان و برداشت آن در ۵ تیرماه انجام شد و کشت بهاره در ۱۵ اسفندماه و برداشت آن در ۱۰ تیرماه انجام گردید، طول دوره رشد آن نسبت به کشت بهاره طولانی‌تر بوده (طول دوره رشد آن ۴ ماه بیشتر از بهاره بود) و زمان رسیدگی فیزیولوژیک آن در مقایسه با کشت بهاره زودتر رخ داد. گزارش Faraji (۲۰۰۳) حکایت از آن دارد که در تاریخ کشت پاییزه کلزا گلدهی زودتر اتفاق افتاده و مدت زمان گلدهی و دوره پر شدن طولانی‌تر بوده است که این امر تأثیر مثبتی بر پر شدن دانه، بنیه بذر و در نتیجه درصد جوانه‌زنی خواهد داشت. در این مطالعه نیز دمای هوا در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که مصادف با گلدهی و پر شدن بذر گیاهان در کشت پاییزه بود، نسبت به دمای خرداد و تیرماه که همزمان با دوره گلدهی و پر شدن بذر در کشت بهاره بود، کمتر بود (جدول ۱). گزارش‌ها حکایت از آن دارد که به ازای افزایش هر ۱۵ درجه سانتی‌گراد دما، ۳۳٪ از فسفر محلول در آب کاهش می‌یابد (Ardalan & Savaghebi, 2002). با توجه به روند افزایشی فسفر در بذر کشت بهاره، می‌توان به این نتیجه رسید که در کشت بهاره توانایی جذب فسفر گیاه افزایش یافته و در بذر ذخیره می‌شود. در نتیجه با افزایش کود، افزایش جذب فسفر و به تبع آن افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی رخ می‌دهد. گزارش‌های Green و همکاران (۱۹۶۵) نیز نشان داد که در کشت بهاره، به دلیل کوتاهی طول دوره گلدهی و دوره فتوسنتزی گیاه، مواد فتوسنتزی

آمده است. دیگر مطالعات نشان داد که افزودن کود شیمیایی، درصد موسیلاژ بذر اسفرزه را به طور معنی داری در سطح ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (Pooryosef *et al.*, 2010). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که درصد نیتروژن در تیمارهای مختلف کودی کشت پاییزه در یک سطح آماری قرار گرفتند اما بذره‌های کشت بهار و به‌ویژه تیمار نصف کود مقدار نیتروژن بذر بالاتر از کشت پاییزه بود. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که در کشت پاییزه احتمالاً به علت بارندگی‌ها و آبیاری‌های بیشتر مقدار زیادی از نیتروژن از طریق آبشویی هدر رفته باشد و گیاه نتوانسته است از تمام نیتروژن اضافه شده به خاک استفاده نماید و بخشی را که جذب نموده، صرف رشد رویشی و گسترش شاخ و برگ نموده است و چندان به تجمع و انتقال نیتروژن به بذر نپرداخته است. از این رو تفاوت معنی داری در بین تیمارهای کودی مشاهده نشد اما در کشت بهار شاید به دلیل کوتاهی دوره رشد بهار و در نتیجه آبشویی کمتر نیتروژن نیتراتی بکاررفته، میزان جذب نیتروژن بیشتر بوده، از این رو فرصت برای رشد رویشی کمتر شده و گیاه نیتروژن جذب شده را در بذرها ذخیره نموده است. گاهی اوقات زمانی که نیتروژن بیش از نصف مورد نیاز گیاه برای تولید باشد، مقدار اضافی به جای افزایش درصد نیتروژن باعث افزایش اسیدآمین، آمیدها و آنزیم‌ها به‌ویژه آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز می‌شود (Sarmadnia & Koocheki, 2003)، در نتیجه شاید به این دلیل نیتروژن بیشتری در تیمار کاربرد نصف کود کشت بهار بدست بیاید. البته تحقیقات نشان داده است که فسفر باعث افزایش میزان جذب نیتروژن می‌گردد (Heydari sharif & Torknejhad, 2000). نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش کود شیمیایی، میزان فسفر بذر را افزایش داد که با گزارش He و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین درصد فسفر بذر در کشت بهار و اعمال تیمار کود کامل مورد نیاز گیاه بالنگوی شیرازی بدست آمد که به دلیل کوتاهی دوره رویشی و اختصاص این عناصر به بذر و آبشویی محدود کود فسفر است. Andrade و همکاران (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که

درصد و سرعت جوانه‌زنی را محدود کرد. از سویی نتایج این پژوهش نشان داد که کود شیمیایی اثر معنی داری بر شاخص طولی بنیه بذر داشت. Jenkins و Landivar (۱۹۸۳) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن به مقدار بالا، باعث افزایش فتوسنتز و انتقال آسیمیلات‌ها به بذر و به تبع افزایش بنیه بذر پنبه شده است. همچنین اثر معنی دار تغذیه پایه مادری با کود فسفر در افزایش بنیه بذر گیاهان مختلف (Seyedi *et al.*, 2015)، بهبود جوانه‌زنی و بنیه بذر در گیاهانی مانند لوبیا (Pacheco *et al.*, 2012) و پنبه (Sasthri *et al.*, 2001) به اثبات رسیده است. نتایج این پژوهش حکایت از آن داشت که تاریخ کاشت اثر معنی داری بر بنیه بذر نداشت. Tekrony و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که شرایط آب و هوایی نامساعد در طول دوره نمو و رسیدگی دانه و نیز شرایط محیطی پس از رسیدگی فیزیولوژیک و قبل از تاریخ برداشت از بنیه بذر سویا می‌کاهد. Morrison و همکاران (۱۹۸۹) با بررسی اثر دما بر روی یک رقم کلزای بهار نشان دادند که در کشت پاییزه ارقام کلزا در مناطق نیمه‌خشک، تعداد روز تا مرحله ۵۰٪ گلدهی بیست روز زودتر رخ داده و طول دوره زایشی (از مرحله ۵۰٪ گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک) نیز در مقایسه با کشت بهار طولانی‌تر است، در نتیجه دوره پر شدن و بنیه بذر افزایش می‌یابد (Robertson *et al.*, 2005). نتایج این پژوهش حکایت از آن دارد که اثر تاریخ کاشت، کود شیمیایی و اثر متقابل آنها بر فعالیت آنزیم کاتالاز معنی دار است. به طوری که بذرهایی که کودی به آنها داده نشده بود، بیشترین فعالیت کاتالاز را از خود نشان دادند. گزارش‌های Torani و همکاران (۲۰۱۴) حکایت از اثر معنی دار تغذیه نیتروژنی بر فعالیت کاتالاز داشت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نشان داد که بنیه ضعیف سبب کاهش فعالیت آنزیم‌ها می‌شود. به طوری که بذره‌های با بنیه ضعیف فعالیت آنزیمی کمتری را در مراحل اولیه جوانه‌زنی نسبت به بذره‌های با بنیه قوی نشان دادند. نتایج این پژوهش حکایت از آن داشت که بیشترین درصد موسیلاژ در کشت پاییزه و کود کامل بدست

عملکرد بیولوژیک بالاتری بودند. دلایل افزایش عملکرد بیولوژیک را فراهمی شرایط فیزیولوژیکی بهتر گیاه در اثر جذب عناصر غذایی و نیز ایجاد شرایط مطلوب محیطی به منظور دسترسی کافی به عناصر غذایی در اثر کاربرد کودهای NPK می‌باشد (Bhalerao *et al.*, 2001).

از این رو با توجه به بهبود کلیه ویژگی‌های گیاه اعم از عملکرد کمی و کیفی و کیفیت و بنیه بذر تولیدی می‌توان چنین نتیجه گرفت که کشت پاییزه گیاه بالنگو در منطقه جغرافیایی مورد مطالعه (استان تهران، شهر ری) با فراهم کردن شرایط محیطی و اکولوژیک مناسب‌تر به لحاظ دما و نور مناسب، زمینه را برای استفاده از منابع موجود محیط و خاک و نزدیک شدن به عملکرد بالقوه گیاه بالنگو شیرازی فراهم می‌کند. اما در کشت پاییزه این گیاه نیتروژن بذر تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نمی‌گیرد که این مسئله به دلیل آیشویی نیتروژن در بسیاری از کشت‌های پاییزه اتفاق می‌افتد که غیرقابل اجتناب می‌باشد. اما از آنجا که تفاوت معنی‌داری در کاربرد نصف مقدار کود شیمیایی به مقدار کود کامل به لحاظ عملکرد دانه و درصد موسیلاژ و همچنین فعالیت کاتالاز بذر دیده نشد، چنین می‌توان گفت که کاربرد نصف مقدار کود شیمیایی مورد نیاز این گیاه و کشت پاییزه، زمینه را برای افزایش کارایی نهاده‌ها و دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی گیاه بالنگو شیرازی فراهم می‌کند.

منابع مورد استفاده

- Anderson, L.R. and Vasilas, B.L., 1985. Effects of planting date on two soybean cultivars: Seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop science*, 25(6): 999-1004.
- Andrade, M.M.M., Stamford, N.P., Santos, C.E.R.S., Freitas, A.D.S., Sousa, C.A. and Junior, M.A.L., 2013. Effects of biofertilizer with diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungi in soil attribute, cowpea nodulation yield and nutrient uptake in field conditions. *Scientia Horticulturae*, 162: 374-379.
- Ardalan, A. and Savaghebi, G., 2002. Effect of phosphorous and zinc application on growth and chemical composition of pistachio seedlings. *Research Journal in Agricultural Science*, 2: 27-29.

حداکثر جذب نیتروژن و فسفر در تیمارهای تلفیقی به دلیل بهبود تثبیت نیتروژن و فعالیت فسفاتاز حاصل می‌شود. همچنین گزارش شده است که با توجه به نقش ویژه فسفر در تأمین انرژی برای متابولیسم و رشد گیاهچه‌ها (Schachtman *et al.*, 1998)، افزایش بنیه بذر سیاهدانه می‌تواند ناشی از افزایش حلالیت و فراهمی فسفر خاک در طی دوره رشد و تشکیل بذرها روی بوته مادری سیاهدانه باشد که در نهایت منجر به افزایش هر چه بیشتر تخصیص فسفر به اندام زایشی سیاهدانه می‌شود (Seyedi *et al.*, 2015). نتایج این پژوهش نشان داد که بالا بودن عملکرد دانه در تاریخ کشت پاییزه به این دلیل است که در پاییز با توجه به تغییرات طول روز و درجه حرارت نسبی شبانه‌روز گیاه از فرصت رشد مناسب‌تری برخوردار بود و رشد بهاره آن سریع‌تر از سر گرفته می‌شود. Roodi و همکاران (۲۰۰۳) کاهش عملکرد دانه را در تاریخ‌های کاشت تأخیری (بهاره) به دلیل کوچک ماندن گیاه و عدم ذخیره کافی مواد غذایی گزارش کردند. بنابراین گیاهان در کشت پاییزه ارتفاع و اجزای عملکرد بیشتری داشته که در نهایت منجر به افزایش بیشتر عملکرد دانه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که بالا بودن عملکرد دانه در تیمار کود کامل به این دلیل می‌باشد که نیتروژن با تأخیری که بر رشد و توسعه اندام‌های رویشی از طریق سنتز پروتئین‌ها، گسترش سطح برگ‌ها و نیز دوام اندام‌های فتوسنتزکننده دارد، می‌تواند در افزایش عملکرد دانه در گیاهان روغنی نقش مؤثری داشته باشد. نتایج این پژوهش حکایت از آن داشت که گیاهان کشت پاییزه عملکرد بیولوژیک بالاتری نسبت به گیاهان کشت بهاره داشتند که با گزارش‌های زیر مطابقت دارد. در کشت بهاره ارقام کلزا، علاوه بر کاهش محسوس عملکرد بیولوژیک به دلیل کوتاه شدن دوره رشد، میزان تخصیص مواد فتوسنتزی (ماده خشک) از منابع به مخازن نیز کمتر بوده است و گیاهان کارایی کمتری را در تخصیص ماده خشک به دانه‌ها داشته‌اند (Zafarani *et al.*, 2014). همچنین گیاهانی که کود کامل دریافت کرده بودند، دارای

- Gorai, M., Gasmi, H. and Neffati, M., 2011. Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca* L. (Lamiaceae). Saudi Journal of Biological Sciences, 18: 255-260.
- Green, D.E., Pinnell, E.L. and Williams, L.F., 1965. Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality. Agronomy Journal, 57: 165-168.
- Grubert, M., 1974. Studies on the distribution of myxospermy among seeds and fruits of Angiospermae and its ecological importance. Acta Biológica Venezolana, 8: 315-551.
- He, H., Vidigal, D., Snoek, L.B., Schnabel, S., Nijveen, H., Hilhorst, H. and Bentsink, L., 2014. Interaction between parental environment and genotype affects plant and seed performance in *Arabidopsis*. Journal of Experimental Botany, 65(22): 6603-6615.
- Hedge, I.C., 1970. Observation on the mucilage of *Salvia* fruits. Notes Royal Botanic Gardens Edinburgh, 30: 79-95.
- Hejazi, A., 2001. Rape Seed. Raozaneh Press, Tehran, 158p.
- Heydari sharif abad, H. and Torknejhad, A., 2000. Annual Medicago. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 167p.
- Hrdlickova, J., Hejcman, M., Kristalova, V. and Pavlu, V., 2011. Production, size, and germination of broad-leaved dock seeds collected from mother plants grown under different nitrogen, phosphorus, and potassium supplies. Weed Biology and Management, 11: 190-201.
- Kalnyasundrom, N.K., Pateb, P.B. and Dalat, K.C., 1982. Nitrogen need of *Plantago ovata* in reaction to the available nitrogen in soil. Indian Journal of Agricultural Science, 52: 240-242.
- Jackson, S.P., Nesbitt, W.S. and Westein, E., 2009. Dynamics of platelet thrombus formation. Journal of Thromb Haemost, 7: 17-20.
- Landivar, J.A. and Jenkins, J.N., 1983. The application of Gossym in genetic feasibility studies. analyses of increasing photosynthesis, specific leaf weight and longevity of leaves. Crop Science, 23: 504-510.
- Letchamo, W. and Marquard, R., 1993. The pattern of active substances accumulation in chamomile genotypes under different growing condition and harvesting frequencies. Acta Horticulture, 331: 357-364.
- Mayhew, W.L. and Caviness, C.E., 1994. Seed quality and yield of short-season soybean genotypes. Agronomy Journal, 86: 16-19.
- Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Quispe- Fuentes, I., Rodríguez, M. J., Maureira, H. and Martínez, E.A., 2012. Nutritional aspects of six quinoa
- Azari, A. and Khajepour, M.R., 2003. Effect of planting pattern on growth, development, grain yield and yield components in sunflower cv. Kooseh Isfahan in spring planting. Journal of Science and Technology Agricultural Natural Resources, 7(1): 155-167.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and CoÂme, D., 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research, 10: 35-42.
- Bhalariao, G.A., Abdul Hamid, A. and Bipte, A.R., 2001. Effect of integrated nutrient management with vermicompost on growth and yield of rainfed sorghum. Journal of Annual Plant Physiology, 15: 121-125.
- Cechin, I., 1997. Comparison of growth and gas exchange in two hybrids of sorghum in relation to nitrogen supply. Brazilian Journal of Plant Physiology Vegetables, 9: 151-156.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J., 2002. Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. Food and Drug Analysis, 10: 178-82.
- D'Antuono, L., Moretti, A. and Lovato, A.F.S., 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Industrial Crops and Products, 15: 59-69.
- Darroch, B.A. and Baker, R.J., 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical Analysis. Crop Science, 30: 525-529.
- Dehghani Mashkani, M., Naghdi Badi, H., Darzi, M., Mehrafarin, A., Rezazadeh, S. and Kadkhoda, Z., 2011. The effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of shirazian babooneh (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plants, 10(2): 35-48.
- Donohue, K., Barua, D., Butler, C., Tisdale, T., Chiang, G., Dittmar, E. and Casas, R., 2012. Maternal effects alter natural selection on phytochromes through seed germination. Journal of Ecology, 100(3): 750-757.
- Faraji, A., 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed (*Brassica napus*). Iranian Journal of Crop Sciences, 5(1): 64-73.
- Fekri, N., Khayami, M., Heydari, R. and Javadi, M., 2008. Isolation and identification of monosaccharide of Mucilage in Dragon's head by thin layer chromatography. Research of Medicinal and aromatic plants, 21(2): 207-216.
- Ghaderi, A., Kamkar, B. and Soltani, A., 2008. Seed Science and Technology. Mashhad: Jahade Daneshgahi Mashhad Publication, 512p.

- physiology. Wad worth publishing company, Belmont, California, U S A, 682p.
- Sarmadnia, G.H. and Koocheki, A., 2003. Crop Physiology. Jihad Danshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran, 234p.
 - Sasthri, G., Thiagarajan, C.P., Srimathi, P., Malarkodi, K. and Venkatasalam, E.P., 2001. Foliar application of nutrient on the seed yield and quality characters of non-aged and aged seeds of cotton cv MCU5. The Madras Agricultural Journal, 87: 202-206.
 - Schachtman, D.P., Reid, R.J. and Ayling, S.M., 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology, 116: 447-453.
 - Seyedi, S.M., Rezvani moghadam, P., Khajeh hosseine, M. and Shahandeh, H., 2015. Improve the physiological aspects of seed Black cumin (*Nigella sativa* L.) in calcareous soils: the role of phosphorus plant seeds under the influence of maternal nutrition. Seed Science and Technology, 4(1): 27-38.
 - Soltani, A., Ghorbani, M.H., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2004. Salinity effect on germination and vigor of harvest seeds in wheat. Seed Science and Technology, 32: 583-592.
 - Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N., 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653-662.
 - Srivastava, A.W. and Shym, S., 2002. Citrus: climate and soil. International book distributingcomplay lunhknow, 1-2: 6-15.
 - Tekrony, A.M., Grabau, L.J., Delacy, M. and Kane, M., 1996. Early planting of early-maturing soybean: effects on seed germination and *Phomopsis* infection. Agronomy Journal, 88: 428-433.
 - Torani, M., Galeshi, S., Zaenali, A. and Ghadr, F., 2014. Effect of different nitrogen nutrition and diet waterlogging stress on the antioxidant activity of soybean (*Glycine max* L.). Second National Conference on Healthy Environment for Sustainable Agricultural Development, 22 September: 7470.
 - Zafaranih, M., Nezami, A., Siaet, S.M. and Jabbari, M., 2014. Possibility of chickpea autumn planting in Saravan condition. Iranian Journal of Pulses Research, 5(1): 23-32.
 - Ziaian, A., 2003. Use micro element in agriculture, press. Agriculture Education Emission, Tehran, 207p.
 - (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotypes from three geographical areas of Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 72(2): 175-181.
 - Moaafi Pasha Callaii, R., Rameae, V., Faraji, A. and Teymori shamushak, E.A., 2012. Study levels of nitrogen fertilizer and sowing date on phenological characteristics, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus*). Journal of Plants and Ecosystems, 8(32): 101.
 - Morrison, M.J., Mcvetty, P.B. and Shaykewick, E.J., 1989. The determination and verification of abaseline temperature for the growth of westar summer rape. Canadian journal of plant science, 69: 455-465.
 - Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi Motamed, S. and Gorbani, A., 2005. Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. Iranian Journal of Phamaceutical Research, 2: 63-79.
 - Ojala, J.C., Javrell, W.M., Menge, J.A. and Johnson, E.L.V., 1983. Influence of corrrifung on the mineral nutrition and yield of onion is Saline Soil. Agronomy Journal, 75: 255-259.
 - Pacheco, R.S., Brito, L.F., Straliootto, R., Pérez, D.V. and Araújo, A.P., 2012. Seeds enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. Field Crops Research, 136: 97-106.
 - Pereira, G.J.G., Milina, S.M.G., Lea, P.J. and Azevido, R.A., 2002. Activity of antioxidant enzymes in response to cadmium in *crotalaria juncea*. Plant and Soil, 239: 123-132.
 - Pooryosef, M., Mazaheri, D., Chaeeci, M.R., Rahimi, A. and Tavakoli, A., 2010. Soil fertility effect of different treatments on some agro-morphological characteristics and mucilage Psyllium (*Plantago ovata* Forsk). Electronic Journal of Crop Production, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 3(2): 193-213.
 - Robertson, M.J., Holland, J.E. and Bambach, R., 2005. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north- eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44: 43-52.
 - Roodi, D., Rahmanpoor, S. and Javid, F., 2003. Agriculture Canola. Seed and Plant Improvement Institute preparing, Media Programmed Office Extension, 27p.
 - Salisbury, F.B. and Ross, C.W., 1992. Plant

Effects of sowing date and chemical fertilizer on the flavonoid content and quantitative and qualitative characteristics of lady's mantle (*Lallemantia royleana* Benth.) seed

T. Karimi Jalilehvandi¹, S. Maleki Farahani^{2*} and A.R. Rezazadeh³

1- M.Sc. student, Seed Science and Technology, College of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, College of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, E-mail: maleki @ shahed.ac.ir

3- College of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

Received: July 2018

Revised: December 2019

Accepted: December 2019

Abstract

In order to investigate the effect of sowing date and nitrogen and phosphorus fertilizer on the seed flavonoid content, qualitative and germination characteristics of lady's mantle (*Lallemantia royleana* Benth.), a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2013-2014 crop year. Experimental factors included sowing date at two levels (autumn and spring) and chemical fertilizer at three levels (without fertilizer, half application of required fertilizer (23 kg ha⁻¹ pure N+ 50.6 kg ha⁻¹ P₂O₅) and full application of required fertilizer (46 kg ha⁻¹ pure N+ 101.2 kg ha⁻¹ P₂O₅). Flavonoid measurement of the seeds was performed weekly from flowering to seed ripening. The results of the mean comparison showed that the highest seed germination percentage was obtained at autumn sowing (74.8%) with an increase of 11.6% compared to spring sowing and at the full application of required fertilizer (88.6%) with an increase of 73.4% compared to without fertilizer. The application of chemical fertilizer and autumn cultivation of *lallelantia* significantly increased the percentage of seed mucilage compared to control. Seven days after flowering, the highest flavonoid content was obtained at spring sowing (0.264 mg quercetin per g sample) with an increase of 63.97% compared to autumn sowing, and at no fertilizer treatment (0.282 mg quercetin per g sample) with an increase of 90.54% compared to the full application of required fertilizer (0.148 mg quercetin per g sample). Twenty-eight days after flowering, the highest flavonoid content was obtained at spring sowing (0.554 mg quercetin per g sample) and no fertilizer treatment (0.629 mg quercetin per g sample). In general, the results showed that the autumn sowing date and full application of required chemical fertilizer increased the seed quality in terms of mucilage percentage and germination, but the spring sowing date and no fertilizer treatment increased the flavonoid content of *lallelantia* seeds.

Keywords: Catalase activity, germination, Lady's mantle (*Lallemantia royleana* .Benth.), seed mucilage, nitrogen fertilizer.