اثر مولیبدن بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) رقم سرازیری

نسیم طهماسبی[۱]، سیدعبدالله افتخاری*[۱] و مختار حیدری[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، خوزستان، [۲] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، خوزستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱)

چکیده

آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر مولیبدات آمونیوم بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه باقلا در شرایط آب و هوایی اهواز (خوزستان، جنوب غربی ایران) انجام شد. آزمایش در شرایط مزرعه و با اعمال تیمارهای زیر انجام شد: شاهد(بدون کاربرد مولیبدن)، کاربرد خاکی ۱/۵ و ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار، محلول‌پاشی ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم، ترکیب کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم و ترکیب کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم. نتایج نشان دادند غلظت مولیبدن بذر در تمام تیمارهای مولیبدن افزایش معنی داری نسبت به تیمار شاهد داشت و بیشترین مولیبدن بذر در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم بود. تیمارهای مولیبدات آمونیم موجب افزایش معنی‌دار کل کاروتنوئیدها، کلروفیل کل، تعداد بذر و ارتفاع گیاه، و هم چنین وزن تر و خشک غلاف و بذر نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد مولیبدن به طور معنی‌داری میزان نیترات بذر و پوسته غلاف باقلا را کاهش داد. کمترین مقدار نیتریت بذر در تیمار محلول‌پاشی برگی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم بود. کمترین نیتریت بذر در تیمار محلول پاشی برگی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم بود. کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم به طور معنی‌داری کربوهیدرات های محلول برگ (پنتوزها، هگزوزها و گلوکز)و پروتئین بذر را افزایش داد. هم چنین بیشترین میزان فنل کل بذر در گیاهان تیمارشده با مقادیر ۱/۵ و ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم بود. نتایج نشان داد هر دو روش کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگی مولیبدن موجب تغییر وزن تر و خشک و هم چنین ترکیبات بیوشیمیایی بذر و غلاف باقلا شد.

واژه های کلیدی: یقولات، عناصر کم مصرف، عملکرد، کاربرد خاکی، محلول‌پاشی برگی، مولیبدات آمونیوم

مقدمه

عنصر مولیبدن یکی از عناصر کم مصرف مورد نیازگیاهان و میکروارگانیسم‌های همزیست تثبیت کننده نیتروژن می‌باشد.مولیبدن در بیش از ٦٠ آنزیم در پروکاریوت‌ها وجود دارد ولی در گیاهان، آنزیم‌های نیترات ردوکتاز(NR, EC) 1.6.6.1، سولفیت ردوکتاز، زآنتین دهیدروژناز (XDH, EC, 1.1.1.204)از مهم‌ترین آنزیم‌های حاوی مولیبدن هستند (Zimmer and Mendel, 1999). آنزیم نیتروژناز (EC, 1.18.6.1) که در تثبیت همزیستی نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم دخالت دارد، نیز یکی از آنزیم‌های مهم حاوی مولیبدن می‌باشد (Nicholas, 1975). در ساختمان آنزیم‌های حاوی مولیبدن مانند آنزیم نیتروژناز، دو قسمت پروتئین-آهن

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: eftekhari@ scu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

و پروتئین-آهن- مولیبدن وجود دارد. بخش پروتئین-آهن دارای وزن مولکولی حدود ۵۷ تا ۷۲ کیلودالتون و بخش پروتئین-آهن- مولیبدن حدود ۲۲۰ کیلودالتون می‌باشد(Garrity *et al.*, 2005) به دلیل اهمیت آنزیم نیتروژناز در تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم موجود در گره‌های ریشه، گیاهان لگوم نسبت به گیاهان تک لپه و سایر گیاهان دولپه بدون توانایی همزیستی با باکتری‌ها، به مولیبدن نیاز بیشتری دارند(Mengel and Kirkby, 2001).

کمبود مولیبدن در گونه‌های گیاهان علفی، درختان و یا گیاهان باغی و زراعی در کشاورزی گزارش شده است (Zimmer and Mendel, 1999). کمبود مولیبدن موجب کاهش اختلال در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و کاهش سرعت مراحل اولیه اسیمیلاسیون نیتروژن و متوقف شدن تثبیت نیتروژن مولکولی توسط ریزوبیوم‌ها (مجنون حسینی، ۱۳۹٤)،کاهش رشد و نمو و تغییر شکل، تأخیر در گلدهی، اختلال در باز شدن گل و نمو بافت‌های زایشی می‌شود(Martin *et al.*, 1995).

حبوبات گروهی از گیاهان لگومی هستند که به دلیل دارا بودن ۲۳-۱۸ درصد پروتئین، ٦۵-۵۳ درصد کربوهیدرات و میزان قابل توجه کلسیم و آهن در تامین نیاز تغذیه‌ای انسان اهمیت دارند. هم چنین کاشت به عنوان علوفه و یا کود سبز از کاربردهای دیگر حبوبات می‌باشد (خسروی، ۱۳۹٤). مقدار تثبیت نیتروژن توسط سیستم ریزوبیوم- لگوم در گونه‌های مختلف گیاهان لگوم بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال است.گیاه باقلا(*Vicia faba*) یکی از حبوبات چند منظوره است که توانایی تثبیت ۱٦۰-۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال دارد و بیشترین مقدار تثبیت نیتروژن در میان حبوبات را انجام می دهد (Hoffmann *et al.*, 2007). با توجه به اهمیت نقش عنصر مولیبدن در فعالیت آنزیم نیتروژناز (Nicholas, 1975) در زمینه اثر کاربرد مولیبدن بر رشد گیاه باقلا مطالعات مختلفی انجام گردیده است. پیشنهاد گردیده است آغشته کردن بذر با مولیبدن یکی از روش‌های موثر کاربرد مولیبدن برای گیاهان لگوم مانند سویا، یونجه، شبدر و گیاهان لگوم علوفه‌ای می‌باشد(Sims *et al.*, 1969). خیساندن بذر باقلا در مولیبدات آمونیوم قبل از کاشت یکی از روش‌های تامین مولیبدن مورد نیاز گیاه باقلا می‌باشد و گزارش گردیده است تیمار بذر باقلا با مولیبدن، موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه، کلروفیل برگ و افزایش سرعت فتوسنتز شد(Xia *et al.*, 1984). هم چنین گزارش شده است خیساندن بذر باقلا در مولیبدات آمونیوم و پتاسیم دی هیدروژن فسفات(KH_2PO_4) موجب افزایش رشد گره‌های ریشه، نیتروژن کل، قندهای محلول، کلروفیل برگ، میزان فتوسنتز برگ و عملکرد باقلا گردید (Xia and Xiong, 1991).

محلول‌پاشی برگی یکی دیگر از روش‌های کاربرد مولیبدن در گیاهان می‌باشد. پیشنهاد گردیده است کمبود مولیبدن در محصولات زراعی را می‌توان با محلول‌پاشی برگی حاوی ۰/۱ تا ۰/۳ درصد مولیبدن بر طرف نمود (Katyal and Randhawa, 1983). گزارش گردیده است محلول‌پاشی گیاه باقلا با غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر مولیبدات آمونیوم و با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بور، اثر معنی‌داری بر رشد رویشی گیاه و شاخص‌های شیمیایی بذر باقلا داشت (Sallam and sadek, 2012). محلول‌پاشی گیاه باقلا با غلظت ٦ پی پی ام اثر معنی‌داری بر افزایش وزن غلاف در گیاه، وزن صد دانه وزن خشک گیاه و هم چنین وزن غلاف و بذر داشت (El-Guibali *et al.*, 2016).

کاربرد مولیبدن می‌تواند در افزایش گیاه باقلا به پاتوژن هم موثر باشد. گزارش شده افزودن ٤ پی پی ام مولیبدن به خاک در شرایط مزرعه موجب کاهش بروز بیماری لکه شکلاتی در برگ‌های باقلا شد(Abeer *et al.*, 2014). هم چنین اثر کاربرد مولیبدن بر کاهش خسارت نماتد مولد گال ریشه*(Meloidogyne jovanica)* در گیاه باقلا گزارش شده است و مشخص گردیده در این مورد کاربرد مولیبدن در خاک اثر بیشتری نسبت به محلول‌پاشی برگی مولیبدن داشت (Korayem and Ameen, 1989).

با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی درمورد مقایسه اثر مولیبدن به صورت کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگی در گیاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

باقلا، این آزمایش با هدف بررسی اثر مقایسه کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگی مولیبدات آمونیوم بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی در گیاه باقلا رقم سرازیری در شرایط آب و هوایی اهواز (استان خوزستان) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با تیمارهای مولیبدن در هفت سطح شامل شاهد(بدون کاربرد مولیبدن)، محلول‌پاشی برگی ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم، کاربرد خاکی مولیبدات آمونیوم ۱/۵ یا ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار و کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگ ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، کاربرد خاکی۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگ ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در سه تکرار (هر تکرار یک کرت به ابعاد یک و نیم متر مربع) بود. برای آماده‌سازی زمین، قبل از شخم و کاشت گیاه، نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک تهیه شد و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. پس از شخم زمین در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز، تسطیح کامل وآماده سازی زمین، مصرف کود پایه N-P-K به مقدار ۱۰۰-۱۰۰-۵۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. سپس دیسک زنی، تسطیح کامل و ایجاد پشته‌ها انجام شد. هر کرت دارای چهار خط کشت به فاصله ۳۰ سانتیمتر بود و فاصله‌ی بوته‌ها بر روی هر ردیف ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از نفوذ مولیبدن در تیمارهای حاوی مولیبدن به خصوص تیمارهای کاربرد خاکی مولیبدن، بین کرتها فاصله ۱/۵ در نظر گرفته شد. بذرهای باقلا رقم سرازیری به عنوان یکی از ارقام غالب باقلا در استان خوزستان، از مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول (۱۲۰ کیلومتری شمال اهواز، استان خوزستان) تهیه گردید. قبل از کاشت، بذرها به مدت ۲ دقیقه با هیپوکلریت سدیم ۲٪ ضد عفونی سطحی شده و پس از سه بار آبکشی به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شده و سپس کاشت بذرها در زمین انجام شد. کاشت بذور در هفته اول آذر ماه ۹۵ در زمین اصلی انجام شد. کاشت بذرها روی پشته در محل داغاب انجام شد. بلافاصله بعد از کشت، اولین آبیاری به صورت غرقابی انجام شد و تا پایان آزمایش آبیاری به صورت غرقابی به طور متوسط هفته‌ای یکبار انجام شد. در طول دوره رشد حذف علف‌های هرز صورت گرفت. در طول آزمایش، برای مبارزه با آفات برگخوار یک بار محلول‌پاشی با سم دیازینون (نسبت ۱ به هزار) پس از تشکیل غلاف انجام شد. حدود ۴۰ روز پس از کاشت در مرحله ٤ برگی، در هفته دوم دی ماه مصرف کود مولیبدات آمونیوم($H_{24}Mo_7N_6O_{24}.4H_2O$، شرکتAppliChem، کشور آلمان) در تیمارهای محلول‌پاشی برگی، کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگی+کاربرد خاکی انجام شد. در تیمارهای محلول‌پاشی، مرحله دوم محلول‌پاشی برگ پس از شروع گلدهی انجام شد. در هفته دوم فروردین ۹۶ (۱۳۰ روز پس از کاشت)، و پس از رسیدن نیام ها به مرحله بلوغ تجاری، برداشت نیام ها انجام شد.

پس از برداشت و اندازه گیری وزن، نیام ها به ۲ قسمت بذر و پوسته غلاف جداسازی شده و نمونه‌ها درون پاکت کاغذی در دمای ۷۲ درجه به مدت ٤٨ ساعت در آون خشک شدند. نمونه‌های خشک با آسیاب برقی پودر شده و نمونه‌های پودر شده تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌ها در پاکت‌های کاغذی درون ظرف ضد رطوبت نگهداری گردیدند. تهیه خاکستر با استفاده از سوزاندن یک گرم ماده خشک در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلیسیوس به مدت ۵ ساعت انجام شد. عصاره‌گیری از خاکستر با ٦ میلی‌لیتر مخلوط اسیدکلریدریک و اسید نیتریک به نسبت (۳:۱) و ۱۵ دقیقه قرار دادن روی هات پلیت با دمای ۱۵۰ درجه سلیسیوس، نرمال، صاف کردن عصاره با کاغذ صافی واتمن شماره یک و رساندن حجم عصاره با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر انجام شد. اندازه‌گیری مولیبدن با دستگاه پلاسمای جفت شده القایی ICE-OES OPTIMA PERKIN ELMER 4000 SERIES و در طول موج ۲۰۲/۰۳۲ در شرکت اطمینان آزما گستران جنوب واقع در پارک علم و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

اندازه‌گیری پروتیین بذر(Bradford, 1976)، فنل بذر (Benzie and Strain, 1996)،کربوهیدرات‌های محلول بذر شامل پنتوزها، هگزوزها و گلوکز بذر (Durmu *et al.*, 2002)، نیتریت بذر و پوسته غلاف (Abu-Dayeh، 2006)، نیترات بذر و پوسته غلاف (Cataldo *et al.*, 1975) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزارSAS، مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر غلظت مولیبدن بذر و میزان نیترات و نیتریت (جدول ۱) نشان داد اثر مولیبدات آمونیوم بر غلظت مولیبدن بذر، نیترات و نیتریت بذر و غلاف در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود.

مقدار مولیبدن: بررسی نتایج مقایسه میانگین‌های اثر مولیبدات آمونیوم بر غلظت مولیبدن بذر باقلا (جدول ۲) نشان داد کاربرد خاکی مولیبدات آمونیوم به همراه محلول‌پاشی اثر بیشتری در افزایش مولیبدن بذر نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی برگی با مولیبدات آمونیوم داشت. بیشترین مقدار مولیبدن بذر در تیمار ترکیبی کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم وجود داشت (٤/۷۵۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) که با مولیبدن در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۳/۷۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از غلظت مولیبدن بذر سایر تیمارها بود. کمترین میزان مولیبدن مربوط به تیمار شاهد بود (۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) که با میزان مولیبدن در تیمارهای محلول‌پاشی برگی ۲۰ و۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (به ترتیب ۱/٥٦ و ۱/٦۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از غلظت مولیبدن بذر در سایر تیمارها بود. اثر محلول‌پاشی برگی بر افزایش مولیبدن در بذر گیاه عدس (Togay *et al.*, 2008) وذرت (Kovacs *et al.*, 2015) گزارش شده است. پیشنهاد گردبده جذب مولیبدن بستگی به میزان مولیبدنی دارد که به گیاه عرضه می‌شود. به نظر می‌رسد که مولیبدن در جا به جایی راه دور، متحرک است و اینکه مولیبدن چگونه جابه جا می‌شود به طور دقیق مشخص نیست (Marschner, 2012).

مقدار نیترات و نیتریت: مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر نیترات بذر در باقلا نشان داد (جدول ۲) بیشترین نیترات بذر در تیمار شاهد (۰/۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که با میزان نیترات بذر در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (۰/۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از نیترات بذر در سایر تیمارها بود. کمترین نیترات بذر مربوط به تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار بود(۰/۲۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) که با میزان نیترات بذر تیمار ترکیبی خاک کاربرد ۱/٥ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم درهکتار به همراه محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و خاک کاربرد ۱/٥ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۳۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از نیترات بذر سایر تیمارها بود.

مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر نیتریت بذر (جدول ۲) نشان داد بیشترین نیتریت بذر در تیمار کاربرد خاکی ۱/٥ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۱۱۱/۷ میکروگرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که با میزان نیتریت بذر در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار و یا تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (به ترتیب ۹۹/۰۳ و ۹۷/٥٥ میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت اما بطور معنی‌داری بیشتر از نیتریت بذر در سایر تیمارها بود. کمترین نیتریت بذر مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم بود (٦۰/٤۳ میکروگرم در گرم وزن خشک) که با میزان نیتریت بذر در تیمار ترکیبی خاک کاربرد ۱/٥

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

جدول ۱-تجزیه واریانس اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر مولیبدن بذر، نیترات و نیتریت بذر و غلاف گیاه باقلا

منابع تغیرات	درجه آزادی	مولیبدن بذر	نیترات بذر	نیتریت بذر	نیترات غلاف	نیتریت غلاف
بلوک	۲	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۱۹/۸۷^{ns}	۰/۰۱۰^{ns}	۳۴/۷۴^{ns}
تیمارمولیبدات آمونیم	۶	۵/۷۳**	۰/۱۲۳**	۱۴۳۳/۲**	۰/۳۲۳**	۷۳۳۲/۵**
خطا	۱۲	۰/۳۷	۰/۰۰۴	۹۶/۱۶	۰/۰۰۵	۸۲۶/۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۲	۱۲/۴۵	۱۲/۲۵	۷/۱	۴/۲۱

****اختلاف معنی‌دار در سطح۰/۰۱** ***اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱** $^{n.s}$**عدم اختلاف معنی‌دار**

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذرگیاه باقلا رقم سرازیری

منابع تغیرات	درجه آزادی	پنتوزها	گلوکز	هگزوزها	پروتئین کل	فنل کل
بلوک	۲	^{ns}۰/۴۰۷	۱/۱۰۶^{ns}	*۹/۷۱	۰/۲۷۷^{ns}	۲۷۱۲۷/۸^{ns}
تیمار مولیبدات آمونیم	۶	۱۷/۵۲**	۷۴/۲۶**	۲۹۹/۳**	۴۴/۲۷**	۵۶۳۹۴۶/۳**
خطا	۱۲	۰/۲۱۳	۱/۳۴	۲/۰۲	۰/۴۵۹	۲۷۰۹۹/۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۶/۳۲	۷/۵۸	۳/۹۰	۴/۶۲	۲۰/۷۳

****اختلاف معنی‌داردر سطح۰/۰۱** ***اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱** $^{n.s}$**عدم اختلاف معنی‌دار**

کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم، تیمار ترکیبی خاک کاربرد ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم و شاهد (به ترتیب ٦١/١٧، ٦١/٩٢ و ٦٨/٦٠ میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از نیتریت بذر سایر تیمارها بود.

مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم نیترات پوسته غلاف باقلا (جدول ۲) نشان داد بیشترین نیترات پوسته غلاف در تیمار شاهد (١/٦٤ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از میزان نیترات غلاف در سایر تیمارها بود. کمترین نیترات غلاف در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۰/۷۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) بود که با میزان نیترات غلاف در تیمار ترکیبی کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار به همراه محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (۰/۷۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از نیترات پوسته غلاف در سایر تیمارها بود.

مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر نیتریت پوسته غلاف در گیاه باقلا (جدول ۲) نشان داد بیشترین نیتریت غلاف در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (٢٥٩/٤ میکروگرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از میزان نیتریت غلاف سایر تیمارها بود. کمترین نیتریت غلاف در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار بود(۱۲۸/۷ میکروگرم در گرم وزن خشک) که با میزان نیتریت غلاف در کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۱۳۳/۲ میکروگرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از نیتریت پوسته غلاف سایر تیمارها بود.

در مورد اثر کاربرد مولیبدن بر نیترات یا نیتریت بذر یا غلاف و یا سایر گیاهان لگوم اطلاعاتی یافت نشد ولی اثر مثبت کاربرد مولیبدن بر کاهش نیترات میوه خیار گزارش شده است (بیگی و همکاران، ۱۳۹۰).

پیشنهاد شده به دلیل فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به عنوان یک آنزیم کلیدی بر متابولیسم نیترات در گیاهان و اثر عناصر کم مصرف مانند مولیبدن بر فعالیت این آنزیم، کاهش میزان مولیبدن یکی از دلایل کاهش ورود نیترات به مسیرهای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

متابولیکی اسیمیلاسیون نیتروژن و در نتیجه تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی می‌باشد (Anbuselvi *et al*., 2011; Randall, 1969).

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر کربوهیدرات های محلول، پروتئین و فنل بذر باقلا رقم سرازیری (جدول ۳) نشان داد اثر مولیبدات آمونیوم بر غلظت مولیبدن بذر، نیترات و نیتریت بذر و غلاف، پنتوزها، گلوکز، هگزوزها، پروتئین کل و فنل کل در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود.

پروتئین کل بذر: مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر پروتئین کل بذر باقلا (جدول٤) نشان داد کاربرد خاکی مولیبدن اثر بیشتری نسبت به سایر تیمارها بر افزایش بذر داشت. بیشترین پروتئین کل بذر در تیمار کاربرد خاکی۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۱۸/۷٤ میلی‌گرم در گرم وزن تر) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از پروتئین کل بذر سایر تیمارها بود. کمترین پروتئین کل بذر در تیمار شاهد (۸/۲۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود که به طور معنی‌داری کمتر از پروتئین کل بذر در سایر تیمارها بود. در آزمایش‌های قبلی اثر افزودن مولیبدن به خاک در افزایش پروتئین بذر نخود(Deo and Kothari, 2002) و لوبیا چیتی (Vieira *et al*., 1998) نیز گزارش شده است. مولیبدن یکی از اجزا تشکیل دهنده‌ی بخش مولیبدوفلاوپروتئین در نیترات ردوکتاز است و با دخالت در ساختار آنزیم نیترات ردوکتاز و تثبیت نیتروژن، در فعالیت‌های متابولیکی نیتروژن در گیاه شرکت می‌کند. با توجه به اینکه وجود مولیبدن سبب افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز در گیاهان می‌شود و فعالیت این آنزیم موجب افزایش تامین نیتروژن گیاه می‌شود، افزایش پروتئین بذر ناشی از افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌باشد(Ozturk and Aydin, 2004). نتایج آزمایش حاضر نشان داد در تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی برگی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر میزان نیترات بذر به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. ضمن اینکه تیمار محلول‌پاشی برگی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یکی از تیمارهای دارای کمترین مقدار مولیبدن بذر بود.

فنل کل بذر: مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر فنل کل بذر باقلا (جدول ٤) نشان داد فنل کل بذر در تیمارهای در تیمار کاربرد خاکی ۱/۵ و ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (به ترتیب ۱٤٤۷ و ۱۲۹۸ میکروگرم در گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از فنل کل در سایر تیمارها بود. کمترین فنل بذر در تیمار محلول‌پاشی۱۰ میلی‌لیتر در لیتر مولیبدات آمونیوم (۳۱٦ میکروگرم بر گرم وزن تر) بود که با میزان فنل بذر درتیمارهای شاهد و محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (به ترتیب ٤۲۳ و ۵۱٦ میکروگرم در گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از فنول کل بذر در سایر تیمارها بود.

به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی و مشارکت در متابولیسم دفاعی گیاهان در برابر پاتوژن‌ها(Sawdogo *et al*., 2006) اندازه گیری ترکیبات محتوی فنل در گیاهن اهمیت دارد. افزایش فنل بذر گیاه بادام زمینی پس از کاربرد مولیبدن Gad) (Noor *et al*., 1997 و یا کاربرد بور و مولیبدن (*et al*., 2012و یا افزایش فنل گیاه سورگوم دانه‌ای (*Sorghum biocolor*) .Lپس از کاربرد مولیبدن(Kaluza *et al*., 1980) گزارش شده است. با این حال مکانیسم دقیق اثر مولیبدن بر افزایش فنل در گیاهان مشخص نیست و پیشنهاد گردیده است مطالعات بیشتری در زمینه اثر مولیبدن بر متابولیسم ترکیبات فنلی انجام شود(Bambara and Ndakidemi, 2010).

کربوهیدرات‌های محلول: مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر پنتوزهای بذر باقلا (جدول ٤) نشان داد بیشترین پنتوزهای بذر در تیمارکاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۱۰/۵۹ میلی‌گرم درگرم وزن خشک) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از پنتوزهای بذر سایر تیمارها بود. کمترین پنتوزهای بذر در تیمار شاهد (٤/٤۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) بودکه با میزان پنتوزهای بذر در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر مولیبدات آمونیوم (٤/۷۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از پنتوزهای بذر در سایر تیمارها بود.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

جدول ۳- اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر میزان نیترات و نیتریت بذر و پوسته غلاف باقلا رقم سرازیری

تیمار مولیبدات	مولیبدن بذر (قسمت در میلیون)	نیتریت غلاف	نیترات غلاف	نیتریت بذر	نیترات بذر
		(میکروگرم /گرم وزن خشک)		(میلی گرم/گرم وزن خشک)	
شاهد	۱ c	۲۳٤/۲ b	۱/٦٤ a	٦۸/٦۰ a	۰/۷٤ a
محلول‌پاشی برگی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱/٦۹ c	۲٥۹/٤ a	۱/۲۸ b	۹۷/٥٥ a	۰/۷۳ a
محلول‌پاشی برگی (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱/٥٦ c	۱۹٥/٥ d	۰/۸٥ cd	٦۰/٤۳ c	۰/٥٦ b
کاربرد خاکی (۱/٥ کیلوگرم در هکتار	۳/۰۷ b	۱۳۳/۲ e	۰/۹٦ c	۱۱۷/۷۰ a	۰/۳۰ c
کاربرد خاکی (۳ کیلوگرم در هکتار)	۳/۷۸ ab	۱۲۸/۷ e	۰/۷۱ e	۹۹/۰۳ a	۰/۲۸ c
کاربرد خاکی ۱/٥ کیلو در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)	۳/٥۸ b	۲۰۹/۷ cd	۰/۷۹ de	٦۱/۱۷ b	۰/۲۸ c
کاربرد خاکی ۳ کیلو در هکتار به همراه محلول پاشی برگی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)	٤/۷٥ a	۲۱۹/۳ c	۰/۹۱ cd	٦۱/۹۲ b	۰/٤۷ b

در هر ستون، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر کربوهیدرات های محلول، پروتئین و فنل کل بذر گیاه باقلا

تیمار مولیبدات	گلوکز	هگزوزها	پنتوزها	پروتئین کل بذر	فنل کل بذر (میکروگرم/گرم وزن خشک)
	(میلی‌گرم/گرم وزن خشک)				
شاهد	۹/٥٤ e	۲٥/۱۰ f	٤/٤۱ e	۸/۲۸ e	٤۲۳ d
محلول‌پاشی برگی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱۰/۱۸ de	۲۷/٦۸ e	٤/۷٥ e	۱۱/۱٤ d	۳۱٦/۳ d
محلول‌پاشی برگی (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)	۱۱/۷۳ d	۳۰/۱٥ e	٥/۷٥ d	۱۳/۳٦ c	٥۱٦/٥ cd
کاربرد خاکی (۱/٥ کیلوگرم در هکتار	۱۹/۰۳ b	٤۳/۱۹ b	۹/۲۸ b	۱۷/۳۰ b	۱٤٤۷ a
کاربرد خاکی (۳ کیلوگرم در هکتار)	۲۲/۱۳ a	٥۳/٦٤ a	۱۰/٥۹ a	۱۸/۷٤ a	۱۲۹۸ a
کاربرد خاکی ۱/٥ کیلو در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی (۲۰ میلی گرم در لیتر)	۱۹/۲۷ b	۳۹/۹۱ c	۹/۰٤ b	۱۷/۳۱ b	۸۲٦ b
کاربرد خاکی ۳ کیلو در هکتار به همراه محلول‌پاشی برگی (۱۰ میلی گرم در لیتر)	۱٤/۹۹ c	۳٥/۷۳ d	۷/۲۰ c	۱٦/٤٥ b	۷۳۲ bc

در هر ستون، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر گلوکز بذر باقلا رقم سرازیری (جدول ٤) نشان داد بیشترین گلوکز بذر در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار(۲۲/۱۳میلی‌گرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از گلوکز بذر در سایر تیمارها بود. کمترین گلوکز در تیمار شاهد (۹/٥٤ میلی‌گرم در گرم وزن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

خشک) بود که با گلوکز بذر در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیوم (۱۰/۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود.

مقایسه میانگین اثر مولیبدات آمونیوم بر هگزوزهای بذر باقلا (جدول ٤) نشان داد بیشترین هگزوزهای بذر در تیمار کاربردخاکی ۳ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم در هکتار (۵۳/٦٤ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از هگزوزهای بذر در سایر تیمارها بود. کمترین هگزوزهای بذر مربوط به تیمار شاهد (۲۵/۱۰ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) بود که به طور معنی‌داری کمتر از میزان هگزوزهای بذر در سایر تیمارها بود.

اثر مولیبدن بر افزایش کربوهیدرات‌های محلول در گیاه نخود بنگالی(Datta *et al.*, 2011) و گیاه کلزا (Chen *et al.*, 2004) گزارش شده است. احتمالا مولیبدن سبب افزایش سبزینگی برگ شده در نتیجه فتوسنتز گیاه افزایش یافته و کربوهیدرات بیشتری تولید می‌شود. اثر مثبت مولیبدن در افزایش کلروفیل و کربوهیدرات‌های محلول در گندم گزارش شده است (Hu *et al.*, 1998).

غلظت بحرانی مولیبدن مورد نیاز برای رشد برخی گیاهان تعیین گردیده است. به عنوان مثال نمونه میانگین ۰/۲۳ میلی‌گرم مولیبدن درکیلوگرم ماده خشک یونجه پیشنهاد شده است ولی در مورد نیاز گیاه باقلا به مولیبدن و یا استاندارد مقدار مولیبدن در بذر باقلا اطلاعاتی یافت نشد تا نتایج آزمایش حاضر با آن مقایسه شود. با توجه به اینکه پیشنهاد گردیده مقدار بهینه مولیبدن مورد نیاز برای رشد در بیشتر محصولات کشاورزی بین ٤-۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد علائم کمبود زمانی بروز می‌کند که مقدار مولیبدن به کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک کاهش یابد یا سمیت مولیبدن زمانی بروز می‌یابد که غلظت آن بیشتر از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک باشد Kostova *et al.*, 2008). به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر پس از کاربرد مولیبدن در غلظت‌های ۳-۱/۵ کیلوگرم در هکتار و یا ۲۰-۱۰ میلی‌گرم در محلول‌پاشی برگی میزان مولیبدن موجود در بذر و پوسته غلاف باقلا (بین ۱ تا ٤/۷۵ میلی‌گرم درکیلوگرم وزن خشک بذر) برای مصرف کننده مضر نخواهد بود و با توجه به نقش مولیبدن بر سلامتی انسان، کاربرد این تیمارها موجب غنی سازی باقلا و بهبود کیفیت بخش خوراکی باقلا شده است.

رنگدانه های فتوسنتزی، رشد بذرو غلاف: بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد اثر تیمار مولیبدات آمونیم بر کل کاروتنوئیدهای برگ، وزن خشک غلاف، تعداد بذر، وزن تر بذر و وزن خشک بذر در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. اثر مولیبدات آمونیم بر ارتفاع گیاه و کل کلروفیل برگ در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌داری بود.

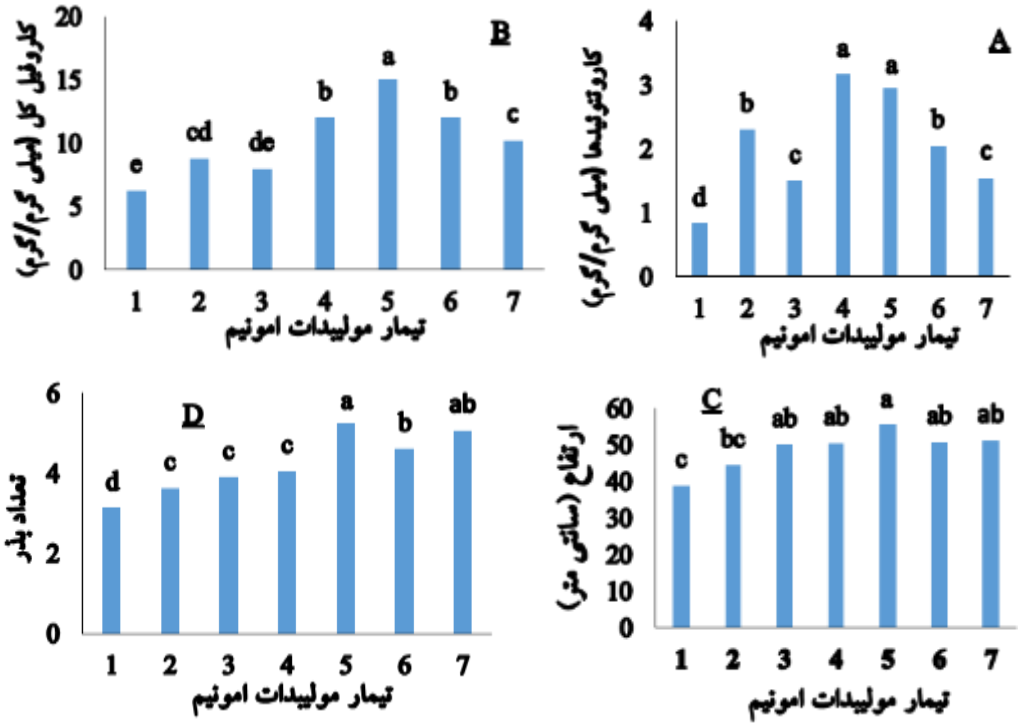
کل کاروتنوئیدهای برگ های گیاه باقلا در تیمارهای کاربرد ۱/۵ یا ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم (به ترتیب ۳/۱٦ و ۲/۹۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) به طور معنی‌داری بیشتر از کل کاروتنوئیدهای برگ در سایر تیمارها بود (شکل ۱-a). کل کاروتنوئیدهای برگ در تیمار شاهد (به ترتیب ۰/۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) به طور معنی‌داری کمتر از کل کاروتنوئیدها در سایر تیمارها بود.

بیشترین کلروفیل کل برگ گیاه باقلا در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم بود (۱۵/٦ میلی‌گرم در گرم وزن تر) که به طور معنی‌داری بیشتر از کلروفیل کل برگ در سایر تیمارها بود. کلروفیل کل برگ در تیمار شاهد (بدون کاربرد مولیبدات آمونیم) با کلروفیل کل در تیمار ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیم (به ترتیب ٦/۲۷ و ۷/٤۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از کلروفیل کل برگ در سایر تیمارها بود (شکل ۱-b). با توجه به اینکه در شرایط کمبود مولیبدن، کاهش رنگ سبز برگ و بروز علائم نکروز در گیاهان بولاف و گندم و ذرت (Chatterjee and Nautiya, 2001; Agarwala *et al.*, 1978; Anderson, 1956) گزارش شده است، اهمیت مولیبدن در تولید رنگندانه های فتوسنتزی مشخص می‌شود.

کمترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (۳۸/۹۳ سانتی متر) بود که با ارتفاع گیاه در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]



شکل ۱- اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر کل کاروتنوئیدها (A)، کلروفیل کل (B)، ارتفاع (C) و تعداد بذر (D) باقلا. در هر شکل، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۵-تجزیه واریانس اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر ارتفاع، رنگدانه های فتوسنتزی برگ، وزن غلاف و بذر باقلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	کلروفیل کل	کل کارتنوییدها	وزن تر غلاف	وزن خشک غلاف	تعداد بذر	وزن تر بذر	وزن خشک بذر
بلوک	۲	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۳۲^{ns}	۰/۰۲۵^{ns}	۳/۳۸^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۱/٤۳^{ns}	۰/٦۹^{ns}
مولیبدات آمونیم	٦	۸٦/۷*	۲۹/٦۰۷*	۲/۰٦۱**	٤٤/۸٦**	۲۰/۳٤**	۱/۷۲**	۲٤/٥۰**	۱۰/۸۸**
خطا	۱۲	۲۳/٥	۱/۰٤۷	۰/۰۳۱	۳/۰۹	۱/٥۲	۰/۰٥٤	۳/۰۹	۱/۲٥
ضریب تغییرات(٪)	-	۹/۹۸	۹/۷۱	۸/٥۰	۷/۲۱	۹/۹۸	٥/۳۸	۱٤/۲۰	۲۲/٤

**اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ *اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ $^{n.s}$عدم اختلاف معنی‌دار

(٤٤/۳۹ سانتی متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از ارتفاع گیاه در سایر تیمارها بود (شکل ۱- c). ارتفاع گیاه در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری بیشتر از ارتفاع گیاه در تیمار شاهد بود.

کاهش طول میانگره در گیاه ذرت در شرایط کمبود مولیبدن (Agarwala *et al.*, 1978) و اثر مثبت محلول‌پاشی مولیبدات آمونیم بر افزایش ارتفاع گیاه ماش (*Vigna radiata*) نیز گزارش شده است (*Patra and Bhattacharya*, 2009). اثر تیمار مولیبدن بر بهبود رشد رویشی به تثبیت بهتر نیتروژن و افزایش دسترسی گیاهان لگوم به ترکیبات ناشی از اسیمیلاسیون نسبت داده شده است (Singh and Chaudhari, 1993). بیشترین تعداد بذر در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم بود (٥/۲٦ عدد) که با تعداد بذر در گیاهان تیمار شده با ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم به همراه ۱۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم تفاوت معنی‌داری نداشت (۵/۰٦ عدد) ولی به طور معنی‌داری بیشتر از تعداد بذر در سایر تیمارها بود (شکل ۱-d). در حالیکه گزارش شده است کاربرد ۱/۵ کیلوگرم در هکتار مولیبدات سدیم موجب افزایش عملکرد نخود کفتری (*Cajanus cajan*) شد (Malla *et al.*, 2007). افزایش تعداد بذر پس از کاربرد مولیبدن در گیاه بادام زمینی (Bhagiya *et al.*, 2005) و نخود (Farooq *et al.*, 2012)گزارش شده است. بهم چنین با توجه به اینکه گزارش شده است افزایش مولیبدن در بذر نخود فرنگی و لوبیا بیشتر از مقدار لازم برای رشد گیاه تا رسیدن به مرحله بلوغ می‌باشد (Meagher *et al.*, 1952)، به نظر می‌رسد در شرایط افزایش مولیبدن در محیط رشد، افزایش تعداد بذر یکی از مکانیسم های گیاهان لگوم در پاسخ به افزایش غلظت مولیبدن داخلی و برای ایجاد مخزن ذخیره مولیبدن می‌باشد.

تیمارهای مولیبدات آمونیم: ۱- شاهد، ۲- محلول پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، ۳- محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، ٤- کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، ۵- کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار، ٦- کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار به همراه محلول پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر ، ۷- کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار به همراه محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر

وزن غلاف: وزن تر غلاف در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم با وزن تر غلاف در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم به همراه ۲۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی برگی مولیبدات آمونیم تفاوت معنی‌داری نداشت (به ترتیب ۲۹/٦۵ و ۲۸/۳۵ گرم) ولی به طور معنی‌داری بیشتر ار وزن تر غلاف در تیمار شاهد (۱۸/٦۷ گرم) و سایر تیمارها بود. وزن تر غلاف در تیمار شاهد به طور معنی‌داری کمتر از وزن تر غلاف در سایر تیمارها بود (شکل ۲-a).

.وزن خشک غلاف در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم (۱۵/۸۵ گرم) به طور معنی‌داری بیشتر از وزن خشک غلاف در تیمار شاهد (۹/۱ گرم)، کاربرد ۱/۵ کیلوگرم مولیبدات آمونیم در هکتار (۱٤/۷۸ گرم) و یا تیمارهای ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم در لیتر محلول‌پاشی برگی مولیبدات آمونیم بود (۱۰/۲ و ۱۰/۵۲ گرم) ولی با وزن خشک غلاف در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲-b). وزن خشک غلاف در تیمارشاهد با این شاخص در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی برگی مولیبدات آمونیم تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از وزن خشک غلاف در سایر تیمارها بود.

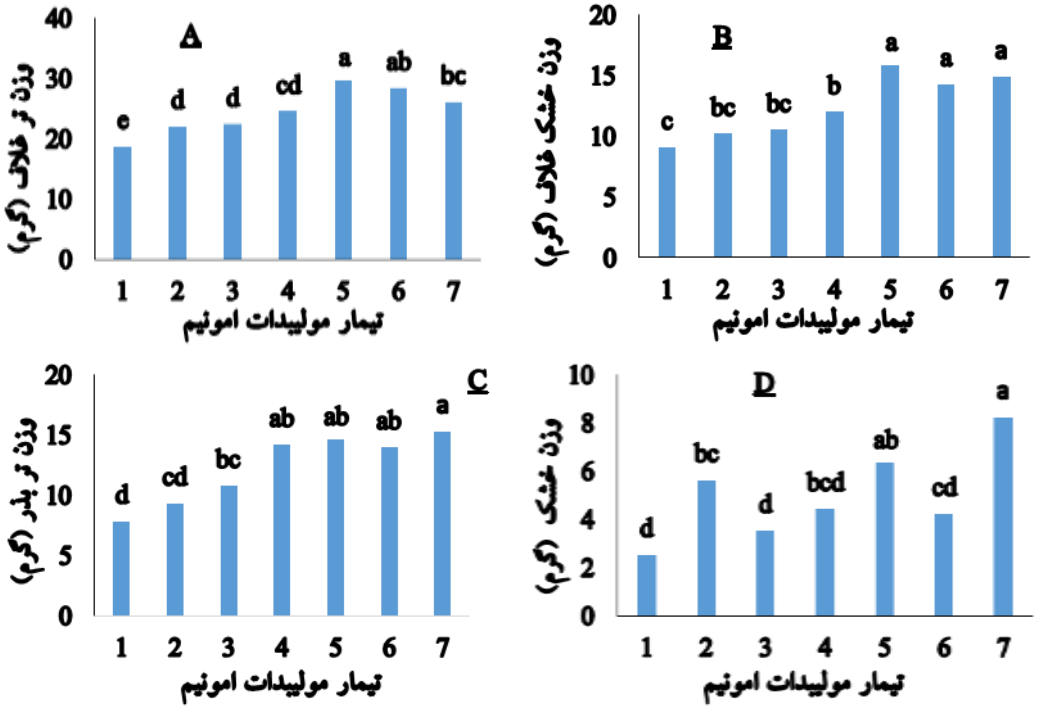
وزن بذر: بیشترین وزن تر بذر در تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار به همراه محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بود (۱۵/۱۷ گرم) که به طور معنی‌داری بیشتر از وزن تر بذر در تیمار شاهد (۷/۸۳ گرم) و یا تیمارهای محلول‌پاشی ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم (به ترتیب ۹/۳۲ و ۱۰/۷۸ گرم) بود ولی با وزن تر بذر در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲-c). وزن تر بذر در تیمار شاهد با این شاخص در تیمار محلول پاشی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور معنی‌داری کمتر از وزن تر بذر در سایر تیمارها بود.

وزن خشک بذر در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم به همراه ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی برگی مولیبدات آمونیم با وزن خشک بذر در تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار مولیبدات آمونیم تفاوت معنی‌داری نداشت (به ترتیب ۸/۲۳ و ٦/۳۳ گرم) ولی به طور معنی‌داری بیشتر از وزن خشک بذر در سایر تیمارها بود (شکل ۲-d). کمترین وزن خشک بذر در تیمارهای شاهد و تیمار محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مولیبدات آمونیم بود (به ترتیب ۲/۵۳ و ۳/۵۳ گرم). با توجه به اینکه گزارش شده در گیاهان یولاف و گندم، کمبود مولیبدن موجب نمو ضعیف بذر و چروکیدگی شد (Chatterjee and Nautiya, 2001; Anderson, 1956) مورد اثر مثبت مولیبدن در رشد بذر مشخص می‌شود.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد کاربرد تیمار مولیبدن بر بهبود شاخص های کیفی بذر باقلا رقم سرازیری در شرایط آب و هوایی اهواز اثر معنی‌داری داشت و همچنین سبب کاهش میزان نیترات بذر و پوسته غلاف باقلا شد. در میان تیمارها، تیمار کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار اثر معنی‌داری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]



شکل ۲- اثر تیمار مولیبدات آمونیوم بر وزن تر غلاف (A)، وزن حشک غلاف (B)، وزن تر بذر (C)، وزن خشک بذر (D) باقلا .*در هر شکل، میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال ۰/۰۱ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

بر شاخص‌های کیفی مانند پروتئین کل بذر، کربوهیدرات‌های محلول داشته است و سبب کاهش میزان نیترات بذر و پوسته غلاف باقلا شد. تیمار کاربرد خاکی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش میزان فنول شد. نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد خاکی مولیبدن نسبت به محلول‌پاشی برگ و شاهد تأثیر بهتری داشت.

منابع

بیگی، س.، گلچین، ا. و شفیعی، س. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی بر صفات کمی وکیفی و نیترات در خیار سبز در محیط آبکشت.علوم وفنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال دوم، شماره۶.

خسروی، ه. ۱۳۹٤. ریزوبیوم ها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت لگوم ها. نشریه مدیریت اراضی. جلد ۳. شماره ۱. صص: ٤٨-۳۷.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۹٤. زراعت و تولید حبوبات (حبوبات در ایران). انتشارات جهاد دانشگاهی- تهران. ۲۸٤ ص.

Abeer, A. A., Abd El-Hai and Atwa, A. M. (2014) Managament of chocolate spot disease of *Vicia faba* nutritional elements. Asian Journal of Plant Pathology 8:45-544.

Abu-Dayeh, A. G. H. (2006) Determination of nitrate and nitrite content in several vegetables in tulkarm disttric. Msc. Thesis. An-Najah National University, Nablus, Palestine, 95 p.

Agarwala, S. C., Sharma, C. P., Farooq, S. and Chatterjee, C. 1978. Effect of molybdenum deficiency on the growth and metabolism of corn plants raised in sand culture. Canadian Journal of Botany 56: 1905 –1909.

Anbuselvi, S., Sathishkumar, M., Vikram, M. and Debi parsad, P. (2011) Effect of molybdenum on nitrogen fixing enzymes of blackgram using *Anabean Azollae Sp.* treated coir waste manur under drought stress. Aust. Journal of Basic and Applied Science 5:252-256.

Anderson, A. J. 1956. Molybdenum deficiencies in legumes in Australia. Soil Science 81: 173–192.

Bambara, S. and Ndakidemi, P. A. (2010) Changes in selected soil chemical properties in the rhizosphere of *Phaseolus vulgaris* L. supplied with Rhizobium inoculants, molybdenum and lime. Scientific Research and Essays 5(7): 679-684.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry 239: 70 -76.

Bhagiya, S. R., Polara, K. B. and Polara, J. V. (2005). Effect of B and Mo on yield, quality and nutrient absorption by groundnut. Advances in Plant Sciences 18 (2): 803- 806.

Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Cataldo, D. A., Schrader, L. E. and Youngs, V. L. (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue bynitration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis 6:71-80.

Chatterjee, C. and Nautiyal, N. 2001. Molybdenum stress affects viability and vigour of wheat seeds. Journal of Plant Nutrition 24: 1377 –1386.

Chen, G., Nian, F. Z., Wang, Y. H. and Xu, F. S. (2004) Effect of B, Mo on fatty acid component of *Brassica napus*. Chinese Journal of Oil Crop Science 26: 69-71.

Datta, J. K., Kundu, A., Hossein, S. D., Banerjee, A. and Mondal, N. K. (2004) Studies on the impact of micronutrient (molybdenum) on germination, seedling growth and physiology of Bengal Gram*(Cicer arietinum)* under laboratory condition. Asian Journal of Crop Science 3:55-67.

Deo, C. and Kothari, M. L. (2002) Effect of modes and levels of Mo application on grain yield and protein content and nodulation of chickpea grown on loamy sand soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 33: 2905-2915.

Durmu, N., Cokuncelebi, K., kadioglu, A. and Beyazoglu, O. (2002) Phenolic and sugar compositions of some *Heiracium* L. (Asteracea) leaves in north east Anatolia. Bulgarian Journal Plant Physiology 28: 30-35.

El-Guibali, A., Attia, M. A. and Omran, E. H. (2016) Potassium fertilization in conjuctin with foliar applied molybdenum and humic substance for faba bean. Journal of Soil Science and Agriculture Engineering. Mansoura University 7: 501-507.

Farooq, M., Wahid, A. and Siddique, K. H. M. 2012. Micronutrient application through seed treatments: a review. Journal of Soil Sciences and Plant Nutrition 12(1): 125–142.

Gad, N. (2012) Responseof Groundnut (*Arachis hypogaea*) plant to cobalt and molybdenum mixture. Middle East Journal of Agriculture Research 1: 19-25.

Garrity, G.M., J.A. Bell, T. Lilburn. (2005) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd edn, vol. 2 (The Proteobacteria*)*, New York: Springer.

Hoffmann, D., Jiang, Q., Men, A., Kinkema, M., Gresshoff, P. M. (2007) Nodulation deficiency caused by fast neutron mutagenesis of the model legume Lotus japonicus. Journal of Plant Physiology 164: 460–469.

Hu, C. X., Wang, Y. H. Wei, W. X., and Chen, H. (1998) Effects of molybdenum level in yellow brown earth on quantity structure and chlorophyll of winter wheat. Soil Fertility 1: 19-22.

Kaluza, R., M. McGrath, T. C., Roberts and H. H. Schroder. (1980) Separation of phenolics of (*Sorghum biocolor* L) Mench grain, Journal of Agricultural and Food Chemistry 28: 1191.

Korayem, A. M. and Ameen, H. H. (1989) Influence of molybdenum on the root knot nematode, *Meloidogyne jovanica* infecting broad bean. Annals of agricultural Science, Moshtohor (Egypt).

Kostova, D., Kanazirska, V. and Kamburova, M. (2008) A comparative analysis of different vegetable crops for content of manganese and molybdenum. Agronomy Research 6: 477-488.

Kovacs, B., Puskas-Preszner, A., Huzsvai, L., Levaib, L. and Bodi, E. (2015) Effect of molybdenum treatment on molybdenum concentration and nitrate reduction in maize seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 96: 38-44.

Malla, R. M., Padmaja, B., Malathi, S.and Jalapathi, R. L. 2007: Effects of micronutrients on growth and yield of pigeonpea. Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research 5: 1–3.

Marschner, P. (2012) Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier Pub. 627 p.

Martin, S., Saco, D., and Alvarez, M. (1995) Nitrogen metabolism in *Nicotiana rustica* L. grown with molybdenium: 11. Flowering stage. Communications in Soil Science and Plant Analysis 26:1733- 1747.

Meaghe, W. R. Johnson, C. M. and Stout, P. R. (1952) Molybdenum requirement of leguminous plants supplied with fixed nitrogen. Plant Physioly 27: 223-230.

Mengel, K. and Kirkby, E. A. (2001) Principles of Plant Nutrition. 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Nicholas, D. G. (1975) Trace elements in soil-plant-animal-system. Academic Press, New York, PP. 181-198.

Noor, S., Hannan, M. A. and Islam, M. S. (1997) Effect of molybdenum and boron on the growth and yield of groundnut. Indian Journal of Agricultural Research 31: 51-58.

Ozturk, A. and Aydin, F. (2004) Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. Journal of Agronomy and Crop Science 19: 93.

Randall, P. J. (1969) Changes in nitrate and nitrate reductase levels on restoration of molybdenum to molybdenum-deficient plants. Australian Journal of Agricultural Research 20: 635–642.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

Sallam, A. M. and Sadek, J. G. (2012) Impact of molybdenum and boron as foliar application on growth, yield, some chemical composition and sed quality of faba bean (*Vicia faba* L.). Minufiya Journal of Agricultural Research 3: 1069-1086.

Sawdogo, W. R., Meda, A., Lamien, C. E., Kiendrebeogo, M., Guissou, I. and Na Coulma., O. G. (2006) Phenolic contet and antioxidant activity if six Acanthacea from Burkina Faso. Journal of Biological Sciences 6: 249-252.

Sims, J. L., Thompson, W. C. and Philips, S. H. (1969) Molybdenum recommendation for legums. Agronomy Notes 130. University of Kentucky. USA. Http://unkowledge.uky.edu/pss_notes/130.

Singh, A. L. and Chaudhari, V. (1993) Nitrate Reductase activity as an indicator of molybdenum deficiency in groundnut. Groundnut News 5(2): 6.

Togay, Y., Togay, N., Dogan, Y. (2008) Research on the effect of phosphorus and molybdenum applications on the yield and yield parameters in lentil (*Lens culinaris* Medic.). African Journal of Biotechnology 7:1256-1260.

Vieira, R. F., Cardoso, E. J. B. N., Vieira, C., Cassini, S. T. A. (1998) Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. Journal of Plant Nutrition 21:169-180.

Xia, M. Z. and Xiong, F. Q. (1991) Interaction of molybdenum, phosphorous and potassium on yield in *Vicia faba* L. Journal of Agricultural Sciences Mansoura University 117:85-89.

Xia, M. Z., Yang, Y. and Bai, H. Y. (1984) Effect of trace element on physiological function and yield of *Vicia faba*. Plant Physiology Communication 6:28-30.

Zimmer, W. and Mendel, R. (1999) Molybdenum metabolism in plants. Plant Biology 160-168.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]

Effects of molybdenum on some biochemical indices of Broad Bean (*Vicia faba* L. cv, "Saraziri")

NasimTahmasebi [1], Seyed Abdullah Eftekhari [1*] and Mokhtar Heidari [2]

[1] Department of Horticultural Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[2] Department of Horticultural Sciences, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran
(Received: 29/05/2019, Accepted: 02/11/2019)

Abstract

The present experiment was conducted to investigate the effect of ammonium molybdate on some biochemical indices of broad bean plant in Ahvaz climatic conditions (Khuzestan, southwest of Iran). Experiments were carried out on the field with the following treatments: control (without the use of molybdenum), soil application of ammonium molybdate (1.5 and 3 kg/ha), leaf spraying of of ammonium molybdate (10 and 20 mg/ L), soil application of ammonium molybdate (1.5 Kg /ha) leaf spraying of ammonium molybdate (20 mg/ L) soil application of ammonium molybdate (3 Kg /ha) and leaf spraying of ammonium molybdate (10 mg/ L). The results showed that seed molybdenum concentration increased significantly in all molybdenum treatments compared to the control, and after soil application of ammonium molybdate (3 Kg /ha) and leaf spraying of of ammonium molybdate (10 mg/ L), the highest amount of seed molybdenum was observed. Ammonium molybdate treatments significantly increased total carotenoids, total chlorophyll, seed number and plant height, as well as fresh and dry weight of pod and seed compared to the control treatment.The use of molybdenum significantly reduced the amount of nitrate in seeds and shell of broad bean pod. The lowest nitrite in seed was observed in leaf spraying of ammonium molybdate (20 mg/ L). Application of 3 kg/ha of ammonium molybdate significantly increased the soluble carbohydrates (petoses, hexoses and glucose) and the protein content of seed. Also, the highest amount of phenolic in seed was observed in plants treated with 1.5 and 3 kg/ha of ammonium molybdate. The results showed that both methods of soil application and molybdenum spray application altered the fresh and dry weight and also biochemical composition of seeds and pods.

Key words: Ammonium molybdate, Leaf spraying, Legum, Micronutrients, Soil application, Yield

Corresponding author, Email: eftekhari@ scu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.19.2]