

اثرات ریزگرد و تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه ماش (*Vigna radiata* L.)

Effect of Aerosols and Drought Stresses on Some Physiological Traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.)

پگاه فاطمی نژاد^۱، حسین لاری یزدی^۲، مسعود رفیعی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی، گروه زیست شناسی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، ایران.
۲. دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، ایران. (نگارنده مسئول)
۳. استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰

چکیده

فاطمی نژاد، پ. لاری یزدی، ح. رفیعی، م. اثرات ریزگرد و تنش خشکی بر رنگیزه های فنوستیزی و ترکیبات نیتروژن دار ماش نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۲ - پیاپی ۱۱۵ تابستان ۹۶: ۱۹-۳۰

ریزگرد مشکل نوظهوری است که همراه با تنش خشکی مناطقی از غرب و جنوب کشور را درگیر کرده است. به منظور بررسی تأثیر این دو عامل بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه ماش (*Vigna radiata* L.)، آزمایشی بصورت کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار در تابستان سال زراعی ۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان انجام شد. عامل تنش خشکی از طریق آبیاری پس از ۷۰ (آبیاری نرمال)، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس الف در کرت های اصلی و عامل شبیه سازی ریزگرد شامل سه سطح شاهد (بدون ریزگرد) و کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در متر مکعب ریزگرد در کرت های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان کلروفیل a تحت تأثیر هم افزائی افزایش غلظت ریزگرد و تشدید تنش خشکی بطور معنی داری کاهش یافت. تنش خشکی همچنین باعث کاهش معنی داری در کلروفیل های a+b و همچنین قندها و پروتئین های محلول برگ گردید. رابطه خطی معنی دار و منفی میان تنش خشکی با عملکرد دانه و مثبت میان تنش خشکی با محتوی پرولین برگ در گیاه ماش مشاهده شد. در مجموع گیاه ماش علی رغم کاهش عملکرد دانه، سعی در تعدیل تنش خشکی از طریق تنظیم اسمزی با افزایش اسمولیت های پرولین و قندهای محلول نمود و واکنش تقابلی به ریزگرد نشان نداد.

واژه های کلیدی: کلروفیل a، کلروفیل b، تنظیم اسمزی، عملکرد دانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Lary.hosseini1112@yahoo.com

مقدمه

در میان حبوبات، ماش بدلیل دوره رشد کوتاهش اهمیت ویژه ای از نظر تولید زراعی تحت شرایط دشوار دارد. گیاه زراعی ماش اساساً برای توسعه الگوی کاشت مناسب است بطوری که بدلیل رشد سریع و خواص زودرسی اش می تواند به عنوان یک گیاه نقد مطرح باشد (Nabizade *et al.*, 2011). علاوه بر این، ماش نقش کلیدی تأمین پروتئین در رژیم های غذایی کم پروتئین مبتنی بر غلات در میان اقشار فقیر جامعه بازی می کند، اما سطح زیر کشت و تولید ماش در حال کاهش است (Ali and Kumar, 2004).

ریزگردها از آلاینده های مهم بوده و نقش بسزایی در سلامت انسان و رشد گیاه دارد. این پدیده طبیعی که طی سال های اخیر شدت یافته، عمدتاً در کشور عراق و در مناطق غربی ایران حادث می شود و موجب خسارت می گردد (Marsafari *et al.*, 2011). وقوع پدیده گرد و غبار باعث کدورت هوا و کاهش تشعشع فعال فتوسنتزی (مستقیم و غیرمستقیم) می شود (Meywerk and Ramanathan, 2002). کاهش تشعشع فعال فتوسنتزی مستقیم و متناسب با آن تشدید تشعشع فعال فتوسنتزی غیر مستقیم، موجب کاهش خالص تشعشع فعال فتوسنتزی (مستقیم و غیرمستقیم) کل برای فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولیدات کشاورزی می گردد (Chameides *et al.*, 1999). کدورت هوا همچنین باعث عدم پاسخ مناسب گیاه به نهاده های مصرفی و کاهش کارایی آب و کود می شود. یکی از گیاهانی که بدلیل دارا بودن سطح

زیر کشت زیاد در کانون آلودگی ریزگردها در کشور بیشترین تأثیر را از ریزگردها می پذیرد، نیشکر می باشد. قرار گرفتن بیش از ۱۷ درصد دوره رشد فعال نیشکر در خوزستان (۲۱/۴۲ روز طی ماه های اردیبهشت الی شهریور) در شرایط نوری بسیار کم می تواند به تنهایی مسبب کاهش ۱۶/۴۱ درصدی عملکرد محصول بدلیل نقصان فتوسنتز گردد (Shomaili, 2012). وجود گرد و خاک خود تأثیرات ثانویه ای نیز به دنبال دارد که باعث تشدید نقصان رشد می شود. به گزارش لی و همکاران (Li *et al.*, 2013) میان کربن آلی ثانویه در مناطق با کشاورزی متراکم و ریزگردها ارتباط وجود دارد، زیرا ریزگردها حاوی مقادیر قابل توجهی از مواد کربنه هستند. کاهش تبادل روزنه ای و افزایش دمای درونی برگ ها و کاهش گذر نور به سمت برگ ها، حل شدن جزئی املاح نشت کرده بر روی برگ و ایجاد برگ سوزی موضعی بویژه در محل روزنه های برگ، افزایش هجوم کنه تارتن نیشکر (کنه زرد) بدلیل نشت گرد و خاک بر روی تارهای تنیده شده بوسیله آفت بر روی سطح برگ و مستور شدن محل اختفا و زاد و ولد آن و کاهش اثر بخشی سموم علف کش مورد استفاده در مزارع نیشکر به لحاظ پوشیده شدن سطح برگ علف های هرز با گرد و خاک همگی در زمره تأثیرات ثانویه می باشند (Shomaili, 2012).

تنش های غیرزنده، بویژه کمبود آب مشکلات بزرگی هستند که تولید گیاهان زراعی در اراضی زراعی دنیا را تا ۵۰٪ کاهش می دهند (Mahajan and Tuteja, 2005) و

نقش کلیدی در تنظیم اسمزی بازی می نماید (Ghorbanli and Niakan, 2006; Cha-um and Kirdmanee, 2009; Gholdani, 2012). افزایش چشمگیر میزان پرولین در برخی ژنوتیپ های لوبیا در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط آبیاری نرمال در مقایسه با دیگر ژنوتیپ ها، می تواند ناشی از تجزیه بیشتر پروتئین باشد (Natali *et al.*, 1991).

تنظیم اسمزی یک فرآیند فیزیولوژیکی است که در طی آن گیاه با انباشت یکسری مواد اسمزی مانند پرولین و قندهای محلول در سلول ها، پتانسیل اسمزی بافت های تحت تنش را کاهش می دهد تا فشار تورژسانس سلول ها در حد مطلوب باقی بماند (Bahramichegeni *et al.*, 2013). افزایش محتوای قند ممکن است ناشی از کاهش نیاز به مواد فتوسنتزی به دلیل کاهش رشد باشد (Ehdaie *et al.*, 2006). در بررسی اثر تنش خشکی بر لوبیا قرمز مشخص شد که افزایش غلظت قندهای محلول، محتوای پرولین، شاخص کلروفیل برگ و محتوای یون پتاسیم، در اثر تنش خشکی می تواند یک سازگاری برای تحمل به خشکی باشد که به بقاء و تولید در شرایط خشکی کمک می کند (Zadeh-Bagheri *et al.*, 2014). در واریته های مختلف گیاه ماش، افزایش در پرولین و قندهای محلول آزاد از مرحله رشد رویشی تا مراحل فعال پرشدن دانه ناشی از تنش خشکی مشاهده شده است (Naresh *et al.*, 2013). اعمال تنش آبی شدید و خفیف در همه ژنوتیپ های ماش از طریق ریزش گل ها و غلاف ها به طور متوسط عملکرد را ۶۰ و ۴۵ درصد نسبت به تیمار شاهد

بحران آن در کشور جدی است. تنش کمبود آب روی فرایندهای رشد و نمو مؤثر است که بصورت تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بروز می کند (Parida and Das, 2001; Wang *et al.*, 2005). اما مکانیسم های دفاعی متعددی در گیاهان وجود دارد که موجب تحمل به تنش کمبود آب می شوند، همچون تنظیم اسمزی، هومئوستازی یون، و سیستم های آنتی اکسیدانی و هورمونی (Mahajan and Tuteja, 2005) که به بقا و رشد گیاهان تحت شرایط محیطی شدید پیش از مرحله رشد زایشی شان کمک می کنند. در مقابل، این مکانیسم های دفاعی در گیاهان حساس ضعیف ترند و سبب کاهش رشد و عملکرد می شود (Cha-um and Kirdmanee, 2009).

بروز تنش خشکی بر سبز شدن، رشد و تولید لگوم های زراعی تأثیر منفی دارد (Belayet *et al.*, 2010). با اعمال تنش کمبود آب در گیاه ماش (Gholdani, 2012; Wang *et al.*, 2001) و گیاه ریحان (Gholdani, 2012)، محتوای کلروفیل کل و کلروفیل a و b در مقایسه با شاهد کاهش یافت. اثر کمبود آب بر فتوسنتز به دلیل محدود شدن فرایندهای بیوشیمیایی و فتوشیمیایی و همچنین کاهش هدایت روزنه ای در اثر بسته شدن روزنه ها و در نتیجه افزایش مقاومت روزنه ای گیاه به هنگام تنش می باشد (Cornic and Briantais, 1991).

تنش کمبود آب فرسایش شدیدی در محتوای پروتئین برگ القاء می کند (Cha-um and Kirdmanee, 2009)، اما با کاهش رطوبت خاک، مقدار پرولین برگ ها افزایش می یابد و

کاهش داد (Pandey et al., 2000).

در آزمایشی اثر تنش خشکی در قبل و بعد از گل دهی در گیاه ماش بر عملکرد دانه و میزان پرولین برگ معنی دار بود و عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی بعد از گل دهی کاهش بیشتری نسبت به تیمار تنش خشکی قبل از گل دهی داشت، اما میزان پرولین برگ در تیمار تنش خشکی بعد از گل دهی نسبت به تیمار تنش خشکی قبل از گل دهی کمتر بود (Nourian et al., 2015).

از آنجاکه علاوه بر کمبود آب، پدیده ریزگرد نیز همزمان با دوره رشد ماش در منطقه حادث می شوند، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر توأم تنش خشکی و ریزگرد بر رنگیزه های فتوسنتزی به عنوان عامل فتوسنتز و رشد گیاه و ترکیبات نیتروژن دار و قندهای محلول به عنوان عوامل تعدیل تنش و همچنین عملکرد دانه در گیاه ماش انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان سال زراعی ۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان شهر خرم آباد انجام شد. عامل اصلی تنش خشکی شامل آبیاری پس از ۷۰ (I70)، آبیاری نرمال، ۸۰ (I80)، ۹۰ (I90) و ۱۰۰ (I100) میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس الف و عامل فرعی ریزگرد شامل سه سطح شاهد (A0)، بدون کاربرد ریزگرد) و کاربرد ۵۰ (A50) و ۱۰۰ (A100) میلی گرم در متر مکعب ریزگرد (شبه سازی) بود.

قطعه زمین مورد آزمایش سال قبل آیش بود. عملیات آماده سازی زمین در بهار سال ۱۳۹۴ صورت گرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک مقدار ۵۰ کیلوگرم کود اوره به همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بصورت یکنواخت پاشیده شد و بوسیله دیسک سبک مخلوط گردید. آنگاه خطوط کاشت به فاصله ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر با استفاده از دستگاه فارو ایجاد گردید. هر کرت مشتمل بر چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. فاصله بین کرت های اصلی دو متر، کرت های فرعی یک متر و بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. کلیه عملیات زراعی مطابق معمول منطقه و بر اساس توصیه های تحقیقاتی انجام پذیرفت.

عملیات کاشت بذر گیاه زراعی ماش (رقم پرتو) بصورت دستی و در وسط شیار ایجاد شده روی هر پشته کشت گردید و به عمق حدود ۵ سانتیمتر انجام شد. سپس در تاریخ ۹۴/۴/۱۰ اقدام به آبیاری گردید و به عنوان تاریخ کاشت منظور شد. در مرحله ۳ تا ۵ برگ حقیقی عملیات تنک کردن انجام شد، بدین صورت که در هر ۱۰ سانتی متر یک بوته سالم و قوی نگهداری و بقیه حذف شدند و بدین ترتیب تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد. پس از عمل تنک، بقیه کود نیتروژنه به میزان ۵۰ کیلوگرم کود اوره بصورت سرک بین ردیف های کاشت پاشیده شد و زمین آبیاری گردید. عمل وجین علفهای هرز به صورت دستی و توسط کارگر بسته به نیاز صورت گرفت.

اعمال تیمارهای تنش خشکی بعد از استقرار

آرنون (Arnon, 1949)، قندهای محلول به روش کوشرت (Kochert, 1978)، پرولین به روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) و پروتئین به روش لوری و همکاران (Lowry et al., 1951) صورت گرفت. در زمان برداشت عملکرد دانه دوردیف وسط هر کرت آزمایشی با رعایت نیم متر حاشیه از طرفین اندازه گیری و بر اساس ۱۲ درصد رطوبت محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1، رسم شکل ها با استفاده از نرم افزار Excel 2007 و مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن با استفاده از نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

نتایج و بحث

رنگیزه های فتوستزی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تنش خشکی بر کلروفیل های a و b و کلروفیل کل (a+b) معنی دار بود. ریزگرد تنها تأثیر معنی داری بر میزان کلروفیل a داشت. اثر متقابل تنش خشکی در ریزگرد بر رنگیزه کلروفیل a معنی دار بود.

بیشترین میزان کلروفیل a در شرایط آبیاری نرمال و در سطوح مختلف ریزگرد به میزان ۰/۰۱۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بدست آمد که با اعمال تنش ملایم خشکی در تیمار I80 و باز بدون تفاوت در میان سطوح ریزگرد به حدود ۰/۰۱۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ کاهش معنی داری یافت. اما با افزایش شدت تنش خشکی، تفاوت میان سطوح ریزگرد افزایش یافت، بطوری که در تیمار I100 میزان کلروفیل a از ۰/۰۰۸ در شرایط بدون

کامل بوته ها در مرحله ۴ برگ حقیقی آغاز شد. درصد رطوبت خاک در فواصل زمانی بین دو آبیاری اندازه گیری و زمان آبیاری با توجه به سطوح مختلف تیمار تنش خشکی تعیین شد. میزان آب آبیاری با استفاده از درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه (۲۷ درصد) و زمان آبیاری با توجه به حداکثر عمق نفوذ ریشه در خاک محاسبه گردید. میزان آب داده شده به هر کرت بر اساس توزیع آب با راندمان ۹۰ درصد با استفاده از پمپ آب کنترل شد.

پخش ریزگرد روی گیاهان زراعی به صورت شبیه سازی طی ۶ مرحله به صورت هفتگی از اواخر تیرماه انجام شد. از آنجا که افزایش سطح آلاینده ها در هوای خرم آباد هر سال از اردیبهشت تا آبان ماه می باشد، لذا میزان ریزگرد بر اساس اوج آلودگی تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر و آلودگی متوسط یعنی به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم بر مترمکعب در نظر گرفته شد. ریزگرد از منبع خاک رس که بنابر اظهارات سازمان محیط زیست لرستان عمده ترین ذره تشکیل دهنده ریزگردها در منطقه است، انتخاب و اعمال گردید. اعمال تیمار ریزگرد با استفاده دستگاه گوگردپاش دستی و بصورت هدایت شده انجام شد. بدین منظور قبل از پخش ریزگرد، اطراف هر کرت فرعی با استفاده از ورق های سبک یونولیت محصور می شد تا از نشت ریزگرد به کرت های مجاور ممانعت بعمل آید.

در مرحله گلدهی نمونه هائی از برگ های جوان گیاه از هر کرت جهت انجام آنالیزهای بیوشیمیائی جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. سنجش میزان کلروفیل به روش

موجب آسیب به سیستم فتوسنتزی گیاه ماش گردید.

کلروفیل های b و a+b نیز تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۱) و با افزایش شدت تنش خشکی بطور خطی کاهش معنی داری ($R^2=0.97^{**}$) نشان دادند و به ترتیب از ۰/۰۰۸۳ و ۰/۰۲۴ در تیمار شاهد به ۰/۰۰۳۷ و ۰/۰۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ در تیمار I100 رسید (شکل ۲ الف و ب). تنش آبی باعث تولید اکسیژن فعال همراه با کاهش و تجزیه کلروفیل می شود (Wang et al., 2001). پیش از این، کاهش در رنگیزه های فتوسنتزی در اثر تنش خشکی لوبیا قرمز (Zadeh-Bagheri et al., 2014)، سویا (Ghorbanli and Niakan, 2006) و ماش (Gholdani, 2012; Naresh et al., 2013) نیز گزارش شده است.

ریزگرد به ۰/۰۰۴۶ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ در شرایط کاربرد ۱۰۰ میلی گرم بر مترمکعب ریزگرد کاهش معنی داری نشان داد (شکل ۱). به عبارت دیگر با تشدید شدت تنش خشکی، ریزگرد اثر هم افزائی داشت که منجر به تخریب بیشتر کلروفیل a گردید. دلیل خسارت ریزگرد در گیاه ماش را می توان در وجود کرک در سطح برگ های ماش جستجو نمود که موجب فرونشست ریزگرد روی برگ ها می گردد. این نتایج با اظهارات چامیدز و همکاران (Chameides et al., 1999) و شمیلی (Shomaili, 2012) مبنی بر خسارت ریزگرد بر بافت های سبز و در نتیجه کاهش رشد و تولید گیاه مطابقت داشت. ملاحظه شد که شبیه سازی پدیده ریزگرد تنها از منبع خاک رس به عنوان مهمترین جزء تشکیل دهنده ریزگرد در منطقه،

جدول ۱: تجزیه واریانس رنگیزه های فتوسنتزی

Table 1: Analysis of variance for photosynthetic pigments.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)		
			a کلروفیل Chlorophyll a	b کلروفیل Chlorophyll b	a+b کلروفیل Chlorophyll a+b
Replication (R)	تکرار	3	0.00000051	0.00000018	0.00000056
Drought stress (S)	تنش خشکی	3	0.00022**	0.001**	0.0006**
Ea	خطای الف	9	0.00000012	0.00000094	0.00000056
Aerosols (A)	ریزگرد	2	0.00001**	0.00000004	0.000002
S*A	تنش خشکی * ریزگرد	6	0.0000027*	0.00000001	0.0000021
Eb	خطای ب	24	0.00000097	0.00000016	0.000008
CV (%)	ضریب تغییرات		5.12	4.3	6.4

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و یک درصد*

*and ** significant at 5% and 1% probability level, respectively.

ترکیبات اسمزی و عملکرد دانه

غلظت قندهای محلول برگ تحت تأثیر ریزگرد قرار نگرفت، اما بطور معنی داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). میزان قندها بطور خطی و معنی داری ($R^2=0.99$) از ۱/۸۶ در شرایط نرمال رطوبتی به ۴/۶۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ در تیمار I100 افزایش نشان داد (شکل ۲ ج). اثر متقابل ریزگرد و تنش خشکی بر غلظت قندهای محلول معنی دار نبود (جدول ۲).

گیاهان در هنگام مواجهه با تنش خشکی با ایجاد یکسری تغییرات فیزیولوژیکی به تنش های مختلف پاسخ می دهند. تجمع مواد محلول در پاسخ به خشکی (تنظیم اسمزی) راهی برای حفظ آماس در گیاهان مختلف از جمله لگوم ها است (Sanchez et al., 2003). قندهای محلول تحت تنش آب به عنوان حفاظت کننده اسمزی (Martin et al., 1993; Chaves et al., 2002)،

باعث پایداری پروتئین ها و غشاها در لگوم ها می شوند (Sanchez et al., 1998). تجمع قند به عنوان یک مکانیسم دفاعی جهت تنظیم اسمزی در گیاهان ماش (Naresh et al., 2013) و سویا (Ghorbanli and Niakan, 2006) گزارش شده است.

اثر تنش خشکی بر غلظت پروتئین های محلول برگ بسیار معنی دار بود، اما این صفت تحت تأثیر ریزگرد و اثر متقابل ریزگرد در تنش خشکی قرار نگرفت (جدول ۲). بیشترین غلظت پروتئین های محلول برگ به میزان ۰/۱۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ در شرایط نرمال رطوبتی بدست آمد که با تشدید تنش خشکی کاهش خطی و معنی داری ($R^2=0.99$) یافت و به ۰/۰۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ در تیمار I100 رسید (شکل ۲ د). نتایج بررسی ها نشان داده است که میزان پروتئین های محلول در برگ در اثر خشکی کاهش یافته است. این

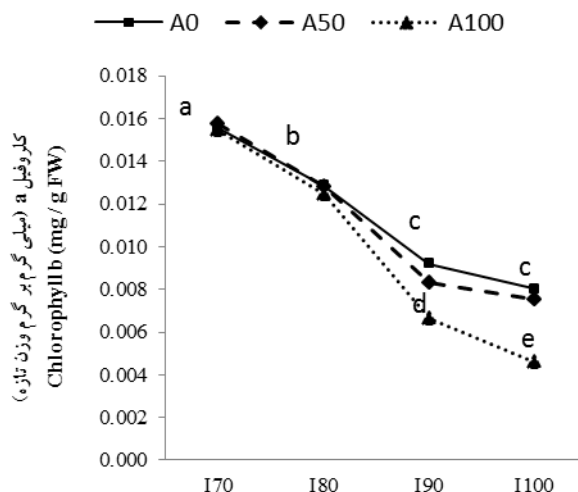
جدول ۲: تجزیه واریانس ترکیبات نیتروژن دار و عملکرد دانه.

Table 1: Analysis of variance for nitrogen compounds and grain yield.

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
			قند	پروتئین	پرولین	عملکرد دانه
		df	Sugar	Protein	Proline	Grain yield
Replication (R)	تکرار	3	0.84	0.000023	0.023	12258.0
Drought stress (S)	تنش خشکی	3	15.55**	0.0017**	0.025**	119858.9*
Ea	خطای الف	9	2.92	0.00016	0.000162	23633.0
Aerosols (A)	ریزگرد	2	0.07	0.000012	0.0000002	4686.6
S*A	تنش خشکی * ریزگرد	6	0.52	0.0000085	0.0000003	519.2
Eb	خطای ب	24	1.43	0.00002	0.00055	6131.5
CV (%)	ضریب تغییرات		5.7	4.7	6.8	13.9

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و یک درصد.

*and ** significant at 5% and 1% probability level, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی و ریزگرد بر میزان کلروفیل a در برگ ماش. I70، I80، I90 و I100 تنش خشکی به ترتیب شامل آبیاری پس از ۷۰ (آبیاری نرمال)، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس الف؛ A0، A50، A100 به ترتیب عدم کاربرد ریزگرد و کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در متر مکعب ریزگرد.

Fig. 1- Interaction effect of drought stress and aerosol application on chlorophyll a content of mungbean leaves. I70, I80, I90 and I100 represent drought stress where irrigation was done after 70 (normal), 80, 90 and 100 mm evaporation from pan class A, respectively. A0, A50 and A100 represent no aerosol treatment, 50 and 100 mg m⁻³ aerosol application level, respectively.

Narsh) و در گیاه ماش (Niakan, 2006 and et al., 2013; Verbruggen, 2008) گزارش شده است.

روند تغییرات عملکرد دانه ماش با افزایش شدت تنش خشکی نیز از یک رابطه خطی معنی دار ($R^2= 0.988^{**}$) ولی منفی پیروی نمود (شکل ۳). نتایج تحقیقات مختلف (Tomass et al., 2003; Wakrim, 2005; Pandey et al., 2000) نیز حاکی از کاهش عملکرد دانه در گیاه ماش در اثر تنش خشکی است، که با یافته های حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. نوریان و همکاران (Nourian et al., 2013) نیز روند متفاوت تغییرات عملکرد دانه و میزان پرولین در گیاه ماش را گزارش نمودند.

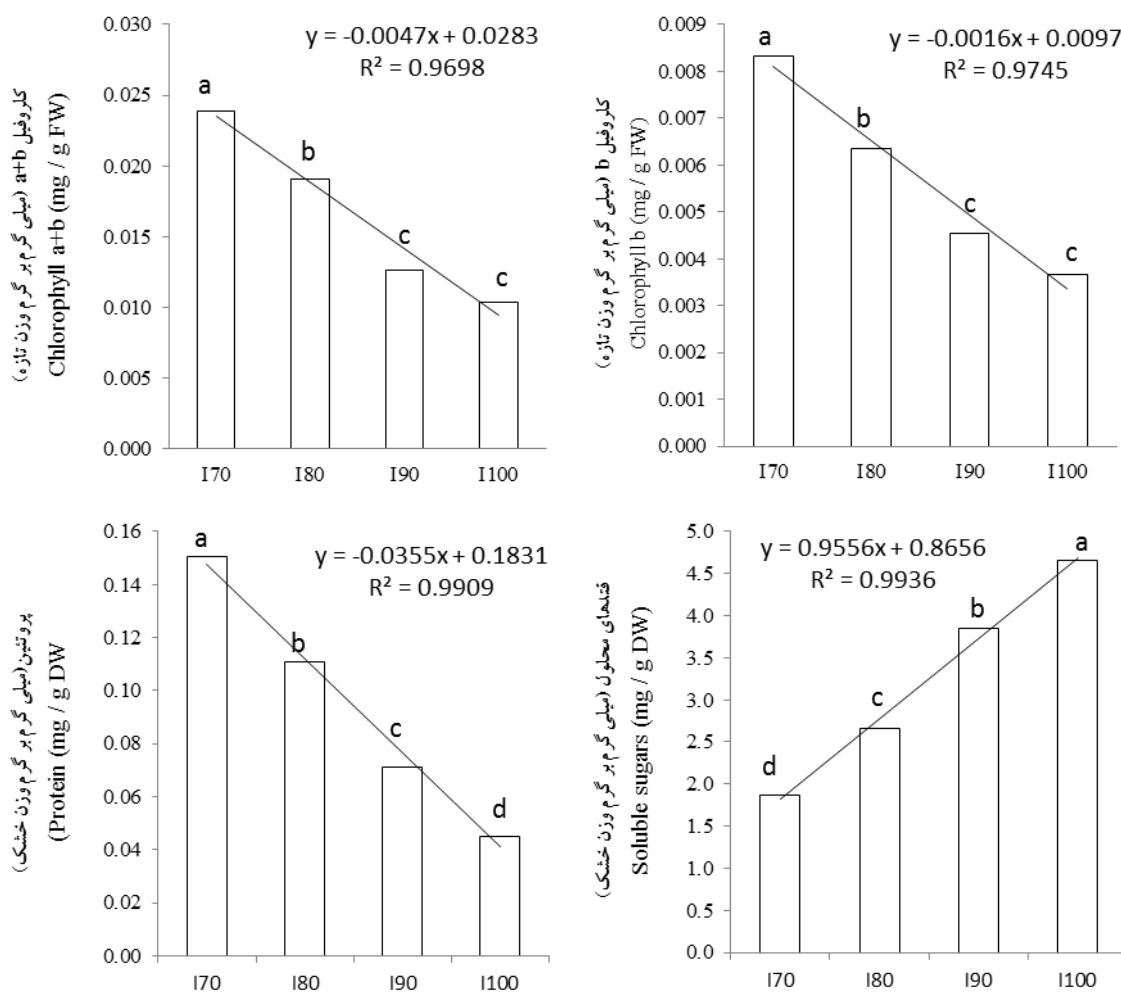
کاهش بر اثر کاهش سنتز پروتئین در اثر خشکی و یا در اثر تجزیه پروتئین ها به علت افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز می باشد (Ghorbanli and Niakan, 2006; Cha-um and Kirdmanee, 2009).

غلظت پرولین برگ و همچنین عملکرد دانه ماش نیز بطور معنی داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۲). روند تغییرات محتوای پرولین در برگ گیاه ماش با افزایش شدت تنش خشکی از یک رابطه خطی معنی دار ($R^2= 0.993^{**}$) و مثبت برخوردار بود، بطوری که محتوای پرولین برگ با افزایش شدت تنش خشکی بطور معنی داری افزایش یافت (شکل ۳). تجمع پرولین به عنوان یک مکانیسم دفاعی در تنظیم اسمزی گیاهان حائز اهمیت است که توسط برخی محققین در گیاه سویا (Ghorbanli

همچنین رابطه خطی معنی دار و منفی میان تنش خشکی با عملکرد دانه و مثبت میان تنش خشکی با محتوی پروتئین برگ در گیاه ماش بدست آمد. بنابراین به نظر می رسد که تأمین نیاز آبی گیاه ماش در منطقه، ضمن جلوگیری از کاهش عملکرد دانه، موجب عدم تأثیر منفی ریزگرد بر گیاه می گردد.

نتیجه گیری

در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش مشخص شد که ریزگرد و تنش خشکی اثر هم افزایی بر تخریب کلروفیل a داشتند. میزان کلروفیل های b و a+b، قندهای محلول و پروتئین های محلول برگ با افزایش شدت تنش خشکی کاهش معنی داری یافتند.



شکل ۲- اثر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیکی در برگ ماش. 170، 180، 190 و 1100 تنش خشکی به ترتیب شامل آبیاری پس از 70 (آبیاری نرمال)، 80، 90 و 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس الف؛ A0، A50 و A100 به ترتیب عدم کاربرد ریزگرد و کاربرد 50 و 100 میلی گرم در متر مکعب ریزگرد.

Fig. 2- Effect of drought stress on physiological traits in mungbean leaves. 170, 180, 190 and 1100 represent drought stress where irrigation was done after 70 (normal), 80, 90 and 100 mm evaporation from pan class A, respectively. A0, A50 and A100 represent no aerosol treatment, 50 and 100 mg m⁻³ aerosol application level, respectively.

References

- Ali, M. and Kumar, S. 2004. Prospects of mungbean in rice-wheat cropping systems in Indo-Gangetic Plains of India. In: Proceedings of the Final Workshop and Planning Meeting. Improving Income and Nutrition by Incorporating Mungbean in Cereal Fallows in the Indo-Gangetic Plains of South Asia, S. Shanmugasundaram (ed.). DFID Mungbean Project for 2002–2004, 27–31 May 2004, Ludhiana, Punjab, India, pp. 246-254.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- Bahramichegeni, Z., Amiri, H. and LariYazdi, H. 2013. Effect of drought stress on some physiological parameters of basil. *Agricultural Science and Tecnology*, 419-430 (In Persian with English Summary).
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Belayet, H.M., Rahman, W., Rahman, M.N., Noorul Anwar, A.H.M. and Hossen, A.K.M.M. 2010. Effects of water stress on yield attributes and yield of different mungbean genotypes. *African Journal of Biochemistry Research*, 5:19-24.
- Chameides, W.L. 1999. Case study of the effects of atmospheric aerosols and regional haze on agriculture: An opportunity to enhance crop yields in China through emission controls? Proceeding of the national Academy of Science of the United State of America, 96, 13, 326-13, 633.
- Cha-um, S., and Kirdmanee, Ch. 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. *Agricultural Sciences in China*, 8(1): 51-58.
- Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. *Journal of Annals Botany*, 89: 907-916.
- Cornic, G. and Briantais, J.M. 1991. Partitioning of photosynthetic electron flow between O_2 and O_2 reduction in a C_3 leaf (*Phaseolus vulgaris* L.) at different O_2 concentration and during water sue. *Planta*, 183: 178-184.
- Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A. and Waines, J.G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. postanthesis changes in internode dry matter. *Journal*

- of Crop Science*, 46: 735- 746.
- Gholdani, M. 2012. Effect of irrigation intervals on some morphophysiological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) ecotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2):412-420 (In Persian with English Summary).
- Ghorbanli, M. and Niakan, M. 2006. The Effect of Drought Stress on Soluble Sugar, Total Protein, Proline, Phenolic Compound, Chlorophyll Content and rate Reductase Activity in Soybean (*Glycine max* L.cv.Gorgan3). *Materials and Energy*, 18 (56): 537-550 (In Persian with English Summary).
- Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Helebust, Journal of Agricultural Craig, J.S.(ed): Hand book of Physiological Method, 56-97, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J. and Rand, R.J. 1951. Protein measurement with the folin- phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-273.
- Li, Q., Wang-Li, L., Jayanty, R.K.M. and Shah, S.B. 2013. Organic and elemental carbon in atmospheric fine particulate matter in an animal agriculture intensive area in north carolina: Estimation of secondary organic carbon concentrations. *Open Journal of Air Pollution*, 2: 7-18.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives in Biochemistry and Biophysics*, 444, 139-158.
- Marsafari, M., Asouadar, M.A. and Kordi, S. 2011. Aerosol resources and adjust their harm effects. Second national conference on critical management. Tehran. Iran. doi: http://www.civilica.com/Paper-NCEVSSL02-NCEVSSL02_388 (In Persian).
- Martin, M.F., Miceli, J. Morgan, A., Scalet, M. and Zerbi, G. 1993. Synthesis of osmotically active substrates in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. *Journal of Agricultural Crop Science*, 171: 176-184.
- Meywerk, J. and Ramanathan, V. 2002. Influence of Anthropogenic Aerosols on the Total and Spectral Irradiance on the Sea Surface During INDOEX, J. Geophys. Res. Atmospheres, 107, D19, 8018, doi: 10.1029/2000JD000022,2002.17-1to17-14,1999.
- Nabizade, M., Tayeb, S.N. and Mani, M. 2011. Effect of irrigation on the yield of mungbean cultivars. *Journal of American Science*, 7(7):86-90.
- Naresh, R.K., Purushottam, S.P., Dwivedi, A. and Kumar, V. 2013. Effects of water stress on

- physiological processes and yield attributes of different mungbean (L.) varieties. *African Journal of Biochemistry Research*, 7(5): 55-62.
- Natali, S., Bignami, C. and Fusari, A. 1991. Water consumption, photosynthesis, transpiration and leaf water potential in *Olea europaea* L. cv. "Frantoio" at different levels of available water. *Agricoltura Mediterranea*, 121(3): 205-212.
- Nourian, M.H., Zabihi, H. R. and Oveisi, M. 2015. Evaluation of biofertilizers and B foliar application effects on grain yield in drought stress condition. *Soil researches (Soil and Water Science*, 29(4): 179-186 (In Persian with English Summary).
- Pandey, R.K., Herrera, W. A.T., Villegas, A.W. and Penleton, J.W. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. III. Plant growth. 76: 557-560.
- Sanchez, F.J., Manzanares, M., De Andres, E.F., Tenorio, J.L. and Ayerbe, L. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and prolin Baccumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crop Research*, 59: 225-235.
- Shomaili, M. 2012. Aerosols, Resources and their effects on crops. A case study: sugarcane farms in south Khoozeṣtan province. Second national conference on critical management. Tehran. Iran. doi: http://www.civilica.com/Paper-NCEVSLL02-NCEVSLL02_388 (In Persian).
- Thomas, M.J., Robertson, S. and Fukai, M.B. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mungbean. *Crop Research*, 86 (1): 67-80.
- Verbruggen, N. and Hermans, C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids*. 35(4): 753-759.
- Wakrim, R.S., Wahbi, H., Tahi, B. and Aganchich, R. 2005. Comparative effects of partial root drying and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture Ecosystem and Environment*, 106: 275-287.
- Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O. and Altman, A. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. *Acta Horticulturae*, 560:285-292.
- Zadeh-Bagheri, M., Javanmardi, Sh., Alozadeh, O. and Kamelmanesh, M.M. 2014. Effects of drought on grain yield and some physiological characteristics of red bean genotypes. *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(18): 2-11 (In Persian with English Summary).

Effect of Aerosols and Drought Stresses on Some Physiological Traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.)

P. Fateminejhad¹, H. Lary-Yazdy^{2*}, M. Rafiee³

1. MS student. Plant Biology Department, Islamic Azad University, Boroojerd Branch. Boroojerd, Iran.
2. Assoc. Prof., Plant Biology Department, Islamic Azad University, Boroojerd Branch. Boroojerd, Iran (Corresponding author)
3. Research Assišt. Prof., Seed and Plant Improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran.

Received: February 2017 Accepted: March 2018

Extended Abstract

Fateminejhad1, P., Lary-Yazdy, H., Rafiee M., Effect of Aerosols and Drought Stresses on Some Physiological Traits of Mungbean (*Vigna radiata* L.)
Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 2, 2017 4-6: 19-30(in Persian)

Introduction: Amongst legumes, mungbean (*Vigna radiata* L.) is considered to be particularly important in agricultural production under unfavorable growing conditions due to its short growth period. Aerosols are principal air pollutants that can greatly impact human health and plant development. This natural phenomenon, which mainly occurs in Iraq and Iran's western regions, has exacerbated in recent years and caused a lot of damage (Marsafari, 2011). The occurrence of haze and accumulation of aerosol particles in the air can cause environmental disturbance, leading to reduced direct and indirect photosynthetic active radiation. Abiotic stresses, in particular, water shortage pose immense challenges to crop production and can decrease crop yields by 50 % worldwide. Water deficit has negative impact on growth, development and production of legumes, which may result in decreased chlorophyll a and b and increased proline content of leaf (Gholdani, 2012). Since in addition to water scarcity, aerosol phenomenon coincides with the mungbean growth period in the region, the objective of this study was to evaluate the effects of aerosol practices and drought stress on mungbean photosynthetic pigments,

Email address of the corresponding author: Lary.hosseini1112@yahoo.com

nitrogen compounds, soluble sugars and grain yield.

Materials and Methods: The research was conducted to investigate the effect of drought and aerosol stresses on physiological traits of mungbean (*Vigna radiata* L.) at Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in 2015. The experimental location lies at latitude 33° and 29' N, longitude 48° and 18' E, and an altitude of 1195 m above sea level. Before the beginning of the experiment, soil samples were taken in order to determine the physical and chemical soil properties. A split plot design based on RCBD was used with four replications. The main plots were allocated to four different irrigation regimes: watering after 70 (I70) (well irrigated treatment), 80 (I80), 90 (I90) and 100 (I100) mm evaporation from pan class A. The subplots were assigned to three levels of aerosols derived from clay soil source (control treatment with no aerosol application (A0), 50 (A50) and 100 (A100) mg m⁻³ aerosol particles). Chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a + b, soluble sugars and protein content in leaves were measured at flowering period and grain yield was measured at harvesting time.

The data were statistically analyzed using the MSTAT-C and SAS software. Comparison of means was performed using the Least Significant Difference test at 5% probability level.

Results and Discussion: The results showed that chlorophyll a, chlorophyll b and chlorophyll a+b were significantly affected by drought stress. Aerosol only affected chlorophyll a. Also, the interaction effect of drought stress and aerosol application was significant on chlorophyll a. The highest amount of chlorophyll a (0.015 mg g⁻¹ FW) in leaves was achieved by normal irrigation (I70) at different levels of aerosol treatment. Chlorophyll b and chlorophyll a + b were significantly reduced by drought stress. As drought stress was intensified, the difference in leaf chlorophyll content under different levels of aerosol increased so that when the mungbean plant was watered at I100, its chlorophyll a content decreased from 0.008 mg g⁻¹ FW with no aerosol application to 0.0046 mg g⁻¹ FW under A100 mg m⁻³ treatment. Soluble leaf sugar concentration was not affected by aerosol application but was significantly impacted by water deficit treatment. Sugar content increased from 1.86 mg g⁻¹ FW at I70 to 4.62 mg g⁻¹ FW at I100. Plants, when encountering water stress, undergo a series of physiological changes to respond to the stress. Accumulation of soluble substances in cells is a way by which different plants such as legumes can maintain their turgor under water-limited conditions

(Sanchez et al., 2003). Protein content was also significantly affected by drought stress and decreased from 0.15 at I70 to 0.05 mg g⁻¹ DW at I100. There was a significant and negative linear relationship between drought stress and grain yield, but a significant and positive linear relationship was detected between drought stress and leaf proline.

Conclusion

In total, our results indicated that aerosol and drought stress had synergistic effect on chlorophyll a destruction. Chlorophyll b and chlorophyll a+b contents, leaf soluble sugar and protein concentrations experienced conspicuous decline with intensification of water stress.

Keywords: chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a + b, osmotic adjustment, grain yield.

References

- Gholdani, M. 2012. Effect of irrigation intervals on some morphophysiological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) ecotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2):412-420 (In Persian with English Summary).
- Marsafari, M., Asoudar, M.A. and Kordi, S. 2011. Aerosol resources and adjust their harm effects. Second national conference on critical management. Tehran. Iran. doi: http://www.civilica.com/Paper-NCEVSLL02-NCEVSLL02_388 (In Persian).
- Nourian, M.H., Zabihi, H. R. and Oveisi, M. 2015. Evaluation of biofertilizers and B foliar application effects on grain yield in drought stress condition. *Soil researches (Soil and Water Science)*, 29(4): 179-186 (In Persian with English Summary).