Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۹۰۶-۸۹۳
http://dx.doi.org/ 10.22077/escs.2017.366.1071

تأثیر رژیم رطوبتی خاک بر ویژگی‌های فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین‌های ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

سید مسعود ضیائی[۱]، حمیدرضا خزاعی[۲*]، احمد نظامی[۲]

۱. دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۰

چکیده

کمبود آب خاک ازجمله عواملی است که بر عملکرد و کارکرد فیزیولوژیکی ماش، تأثیر بسزایی دارد. لذا به‌منظور بررسی مقادیر رطوبت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ماش آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در بهار سال ۱۳۹۴ به اجرا درآمد. تیمارهای رطوبتی خاک شامل: ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه در عامل اصلی و ارقام ماش (ازبکستانی، پرتو، هندی و لاین‌های B۷۳-۷۲۶ و A۷۳-۷۲۶) به‌عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف خشکی، رقم و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های فنولوژیک برحسب درجه روزرشد از کاشت تا ظهور جوانه گل، از کاشت تا رسیدن اولین نیام، از کاشت تا رسیدگی کامل و از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل و عملکرد و اجزای آن مثبت و معنی‌دار بود. لاین A۷۳-۷۲۶ دارای کوتاه‌ترین و رقم ازبکستانی بیشترین طول دوره رشد در بین ارقام و لاین‌های موردبررسی بودند. لاین A۷۳-۷۲۶ بیشترین طول دوره رشد زایشی را در بین ارقام و لاین‌های موردبررسی دارا بود. از طرفی رقم ازبکستانی باوجود طولانی بودن طول دوره رشد، کوتاه‌ترین دوره رشد زایشی را دارا بود. نتایج نشان داد که لاین A۷۳-۷۲۶ در تمام سطوح رژیم رطوبتی اعمال‌شده دارای بیشترین و رقم ازبکستانی کمترین عملکرد دانه و شاخص برداشت را دارا بودند، بیشترین همبستگی عملکرد دانه به ترتیب با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه اصلی در بوته و طول غلاف مشاهده شد.

***واژه‌های کلیدی:* شاخص برداشت، صفات مرفوفیزیولوژیکی، دوران پس از گلدهی، تنش رطوبتی.**

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک تنش‌های اسمزی بخصوص شوری و خشکی در تولید و عملکرد محصولات زراعی تأثیرگذار است (Garg et al., 2013). در بسیاری از مناطق تغییرات اقلیمی سبب ایجاد دوره‌های بلندمدت دمایی و افزایش تبخیر و تعرق و کاهش ذخیره آب برای محصولات کشاورزی و درنتیجه افزایش وقوع تنش خشکی در طی دوره رشد گیاهان شده است (Mudgal et al., 2010). نحوه پاسخگویی گیاهان به شرایط تنش می‌تواند نقش مهمی را در استقرار و افزایش عملکرد محصولات بازی کند. حساسیت به خشکی یک ژنوتیپ معمولاً بر اساس میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش آبی برآورد می‌شود. محققین مقاومت به خشکی را توانایی یک ژنوتیپ در تولید عملکرد بیشتر نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در شرایط رطوبتی یکسان تعریف نموده‌اند. نتایج گزارش‌ها محققین حاکی از آن است که تغییرات مرفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گسترده‌ای در شرایط تنش خشکی در گیاهان ایجاد می‌شود (Garg et al., 2012; Maksup et al., 2014).

ماش (*Vigna radiata* L.) یکی از گیاهان مهم ازنظر منبع پروتئین (حدود ۲۵ درصد) محسوب می‌شود. این گیاه تابستانه و با طول فصل رشد کوتاه است (۹۰ تا ۱۲۰ روز) که

* نگارنده پاسخگو: حمیدرضا خزاعی؛ پست الکترونیک: khazaie41@yahoo.com.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌صورت دیم در نواحی با بارندگی بالا کشت می‌شود (Hashiguchi et al., 2010). به دلیل کوتاه بودن دوره رشد و توانایی تثبیت نیتروژن می‌تواند گیاه مناسبی جهت کشت در بسیاری از نقاط بعد از گندم محسوب شود (Jaleel et al., 2009). نتایج مطالعات حاکی از تفاوت بر روی صفات مرفوفیزیولوژیکی و فنولوژیکی این گیاه در ارقام مختلف تحت شرایط تنش‌های مختلف رطوبتی است. لالی‌نیا و همکاران (Lalinia et al., 2012) نشان دادند که قطع آبیاری در مراحل فنولوژیک گیاه ماش (گیاهچه‌ای، گلدهی و غلاف دهی) بر روی صفاتی مانند تعداد شاخه، ارتفاع گیاه، روز تا گلدهی و رسیدگی کامل تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. گزارش‌شده که تنش خشکی عملکرد ماش را از طریق وزن خشک گیاه و شاخص برداشت کاهش می‌دهد (Shukla and Dixit, 2000).

مشاهده‌شده وقوع تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف دهی سبب کاهش شاخص برداشت و درنتیجه کاهش عملکرد ماش می‌گردد (Neshimator et al., 2007). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده که بیشترین اثر خشکی در مرحله گلدهی و کمترین اثر آن در مرحله تشکیل دانه است. اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی سبب تولید گیاهانی با ارتفاع و تعداد شاخه کمتری به نسبت سایر مراحل می‌گردد. مشاهده‌شده که پایان مرحله گلدهی حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی در ماش است. ارقامی که دارای دوره رشد کوتاه‌تری می‌باشند می‌توانند تطابق بدهند دوران گلدهی خودشان را با شرایط تنش خشکی که این مکانیسم می‌تواند راهکاری جهت فرار از تنش خشکی باشد (Bourgault et al., 2010; Ghassemi-Golezani, et al., 2014). نتایج آزمایش زارع زرگز و گلوی (Zarea Zargaz and Galavi, 2013) نیز نشان داد که مراحل فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماش تحت تأثیر تنش خشکی و رقم قرار گرفت و تنش خشکی سبب کوتاه شدن طول دوره رشد این گیاه و کاهش عملکرد در ارقام مختلف گردید. با توجه به تنوع ژنتیکی این محصول در کشور و مشکل کمبود آب به نظر می‌رسد، به‌گزینی و اعمال شرایط جهت تحمل به خشکی در گیاهان ازجمله ماش ضروری باشد. بدین منظور این مطالعه با هدف بررسی میزان تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های ماش، تعیین آستانه تحمل به خشکی آن‌ها و همچنین شناسایی شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل به خشکی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در بهار سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. کرت اصلی شامل رژیم‌های رطوبتی خاک شامل: عدم تنش (۸۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه)، تنش ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) و تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) در طول فصل رشد و کرت‌های فرعی شامل پنج رقم و لاین ماش شامل: ازبکستانی، پرتو، هندی، لاین A ۷۳-۷۲۶ و B ۷۳-۷۲۶ بودند که از مرکز تحقیقات صفی‌آباد دزفول تهیه گردید. عملیات کاشت در تاریخ ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ و در کرت‌هایی که دارای چهار ردیف و در ردیف‌هایی به عرض ۵۰ سانتی‌متر و طول شش متر انجام شد. فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و تراکم به‌صورت ۱۳ بوته در مترمربع اعمال گردید. بافت خاک سیلتی لومی و pH=۸ بود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و با کنتور حجمی و تا مرحله چهار برگی و هر چهار روز تمام کرت‌ها به‌طور یکسان آبیاری شدند. پس‌ازاین مرحله آبیاری بر اساس ظرفیت زراعی مزرعه و به روش وزنی انجام گرفت. میزان رطوبت ظرفیت زراعی مزرعه به روش صحرایی اندازه‌گیری شد. طبق محاسبات انجام‌شده برای این خاک ظرفیت زراعی مزرعه در رطوبت ۲۵ درصد بود. به‌منظور تعیین ارتفاع آب آبیاری از معادله یک استفاده شد:

$$d = \rho b \,.\, w.\, D / 100 \qquad [۱]$$

که در آن d = ارتفاع آب (سانتی‌متر)؛ ρb = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)؛ w = میزان تغییر رطوبت (درصد)؛ D = عمق ریشه (سانتی‌متر).

عمق ریشه برای ماش در هر مرحله اندازه‌گیری گردید. نمونه‌گیری‌های خاک به‌صورت روز در میان انجام شد و میزان تغییر رطوبت از اختلاف بین وزن به‌دست‌آمده در سطوح مختلف با وزن خشک خاک مشخص شد. سپس با استفاده از معادله یک، ارتفاع آب و از حاصل‌ضرب مساحت کرت در ارتفاع، حجم آب موردنیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی مزرعه به دست آمد و میزان آب موردنیاز با کنتور حجمی صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به روش وجین دستی در طول فصل رشد انجام گرفت. در مرحله رسیدگی کامل

www.SID.ir

Archive of SID

برای محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد پس از حذف اثر حاشیه‌ای از وسط هر کرت به میزان یک مترمربع برداشت صورت گرفت و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. در طول فصل رشد گیاه مراحل فنولوژیک شامل درجه روزرشد از کاشت تا ظهور جوانه گل، تعداد درجه روزرشد از کاشت تا رسیدن اولین نیام، تعداد درجه روزرشد از کاشت تا رسیدگی کامل به‌صورت روزانه انجام شد.

$$GDD = \sum\left[\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - Tbase\right] \qquad [۲]$$

که در آن T_{max} = درجه حرارت حداکثر، T_{min} = درجه حرارت حداقل، Tbase = درجه حرارت پایه.

جهت اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک که بیش از ۹۵ درصد غلاف‌ها رسیده بودند شامل: ارتفاع گیاه (از سطح زمین تا آخرین گره ساقه اصلی در زمان برداشت)، تعداد شاخه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت بود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و به روش LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فنولوژیک

نتایج این مطالعه نشان داد که مراحل فنولوژیک در ارقام ماش به‌شدت تحت تأثیر تیمارهای رطوبت خاک قرار گرفت. ارقام و لاین‌های ماش تفاوت‌های بسیار معنی‌داری در مراحل فنولوژیک دارا بودند ($P\leq0/01$) (جدول ۱). نتایج نشان داد که تعداد درجه روزرشد از کاشت تا ظهور جوانه گل تحت تأثیر خشکی و رقم و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت. بیشترین طول دوره رویشی مربوط به رقم ازبکستانی در شرایط بدون تنش و کمترین آن مربوط به دو لاین ۷۲۶-۷۳a و ۷۲۶-۷۳ B در شرایط رطوبت خاک در شرایط تنش شدید مشاهده گردید که نسبت به شاهد و رقم ازبکستانی ۴۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). تعداد درجه روزرشد در مرحله رویشی در رقم ازبکستانی در شرایط تنش شدید نسبت به شاهد ۱۲ درصد و در دو لاین ۷۲۶-۷۳a و ۷۲۶-۷۳ B، ۱۵ درصد کاهش نشان داد. تفاوت بین ارقام در این مرحله نشان از واکنش متفاوت ارقام نسبت به شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی دارد با توجه به نتایج این‌طور به نظر می‌رسد که رقم ازبکستانی در این مرحله کمتر تحت تأثیر خشکی قرارگرفته و نسبت به شرایط تنش شدید از کاهش کمتری در طول این دوره نسبت به ارقام دیگر برخوردار بوده است. عوامل و شرایط محیطی مانند خشکی، درجه حرارت محیط و میزان رطوبت هوا می‌تواند در کاهش طول این دوره در گیاه ماش تأثیرگذار باشد، نتایج آزمایش‌ها دیگر نشان داده که با افزایش شدت تنش خشکی در گیاه ماش بین سه تا ۱۲ روز طول ابن دوره کاهش می‌یابد (Zarea Zargaz and Galavi, 2013).

اثر شرایط رطوبت خاک، رقم و برهمکنش آن‌ها بر رسیدن اولین نیام معنی‌دار گردید ($P\leq0/05$) (جدول ۱). اثر برهمکنش رقم و خشکی نشان داد بیشترین طول دوره کاشت تا غلاف دهی در تیمار شاهد و رقم ازبکستانی دیده شد که نسبت به تیمار تنش شدید و لاین ۷۲۶-۷۳ a، ۳۳ درصد کاهش یافت. در شرایط بدون تنش و رقم ازبکستانی طول این دوره ۷ درصد و در لاین‌های ۷۲۶-۷۳ و ۷۲۶-۷۳ B بین سطوح مختلف خشکی اختلافی دیده نشد و در هر سه سطح تنش خشکی طول این دوره در این لاین‌ها با هم یکسان بود (جدول ۳). با توجه به عدم تفاوت در این مرحله در لاین‌های ۷۲۶-۷۳ و ۷۲۶-۷۳ B در هر سه سطح خشکی این‌طور به نظر می‌رسد که این دو لاین نسبت به سایر ارقام نسبت به تنش خشکی در مرحله گلدهی مقاوم‌تر بوده و رقم ازبکستانی برخلاف مرحله رشد رویشی که کمترین نوسانات را دارا بود بالعکس در این مرحله با تغییرات زیادی بین سطوح مختلف خشکی مواجه گردید که نشان از حساسیت بالای این رقم در مرحله گلدهی نسبت به سایر ارقام نسبت به خشکی است.

طول دوره کاشت تا رسیدن نهایی غلاف نیز به‌شدت تحت تأثیر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت. اثر متقابل رقم در خشکی بر طول دوره رشد معنی‌دار گردید ($P\leq0/05$)، نتایج مقایسات میانگین حاکی از آن بود که در تیمار شاهد و رقم ازبکستانی با ۲۰۲۳ درجه روزرشد بیشترین و در شرایط تنش شدید و لاین ۷۲۶-۷۳ a و ۷۲۶-۷۳ B کمترین طول دوره رشد را دارا بودند که نسبت به رقم ازبکستانی ۱۷ درصد کاهش داشت، رقم ازبکستانی و لاین ۷۲۶-۷۳ a در شرایط عدم تنش نسبت به تنش شدید طول این دوره ۱۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت دو لاین مذکور از طول دوره رشد

www.SID.ir

Archive of SID

کوتاه‌تری نسبت به سایر ارقام برخوردار بوده و زودرس‌تر می‌باشند و رقم ازبکستانی رقم دیررس بوده و همین عوامل شاید یکی از دلایل تأثیرگذار در تفاوت این ارقام در عملکردهای نهایی باشد. اثر خشکی بر درجه روزرشد از گلدهی تا رسیدگی کامل معنی‌دار شد ($P\leq0/01$) (جدول ۱) در تیمار شاهد نسبت به تنش شدید طول این دوره حدود ۲۶ درصد کاهش یافت (جدول ۲)؛ و در بین لاین‌ها و ارقام ماش رقم ازبکستانی کمترین طول دوره گلدهی تا رسیدگی کامل را دارا بود و بیشترین طول این دوره مربوط به لاین a ۷۳-۷۲۶ با میانگین ۸۵۸ درجه روزرشد بود که نسبت به رقم ازبکستانی حدود ۳۶ درصد بیشتر بود. اثرات متقابل خشکی بر رقم نشان داد که در تنش شدید و رقم پرتو کمترین و لاین‌های a ۷۳-۷۲۶ و B ۷۳-۷۲۶ بیشترین طول این دوره را دارا بودند، سایر محققین نیز نتایج مشابهی در رابطه تفاوت بین ارقام در این دوره و اثر آن بر عملکرد ماش به دست آوردند، به‌طوری‌که تفاوت در مراحل مختلف فنولوژی و رژیم‌های آبیاری در ارقام مختلف کاملاً مشهود بود طول دوره این ارقام با افزایش شدت تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Thomas et al., 2004) (جدول ۲).

جدول ۱. منابع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات مراحل فنولوژیک ارقام ماش تحت مقادیر مختلف رطوبت خاک در شرایط آب و هوایی مشهد، ۱۳۹۴.

Table 1. Sources of variations, df and mean square of Mung bean phonological stages under different soil moisture levels in Mashhad weather conditions, 2015.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (M.S) درجه روزرشد تا ظهور جوانه گل GDD until appearance of flower bud	درجه روزرشد تا رسیدن اولین نیام GDD until first pod maturity	درجه روزرشد تا رسیدگی کامل GDD until full maturity	درجه روزرشد از گلدهی تا رسیدگی کامل GDD from flowering to full maturity
تکرار Replication	2	100*	257*	180*	423*
کم‌آبیاری Deficit Irrigation (D)	2	104631**	37483**	175279**	183448**
خطای الف Error (a)	4	25	82	42	161
رقم Cultivar (C)	4	359871**	579758**	42799*	158658*
کم‌آبیاری در رقم D * C	8	11003*	20404*	1154*	12164*
خطای کل Error	24	127	350	263	570
ضریب تغییرات (درصد) C.V%		*10.25*	*6.39*	*8.23*	*7.49*

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری

* & **: Significant at α= 0.05 or α= 0.01, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج مقایسات میانگین مراحل مختلف فنولوژیک در شرایط مختلف رطوبت خاک و ارقام مختلف ماش شرایط آب و هوایی مشهد، ۱۳۹۴.

Table 2. Mean comparisons results of different phonological stages as affected by different soil moisture levels and mung bean different cultivars under Mashhad weather conditions, 2015.

Treatments تیمارها	درجه روزرشد تا ظهور جوانه گل GDD to appearance of flower bud	درجه روزرشد تا رسیدن اولین نیام GDD to first pod maturity	درجه روزرشد تا رسیدگی کامل GDD to full maturity	درجه روزرشد از گلدهی تا رسیدگی کامل GDD from flowering to full maturity
Deficit irrigation کم‌آبیاری				
۸۰ درصد ظرفیت زراعی F.C 80%	1278[a]	1473[a]	1966[a]	840[a]
۶۰ درصد ظرفیت زراعی F.C 60%	1144[b]	1416[b]	1955[a]	676[b]
۴۰ درصد ظرفیت زراعی F.C 40%	1126[c]	1374[c]	1773[b]	629[c]
Genotypes ارقام				
ازبکستانی Uzbakestani	1405[a]	1656[a]	1958[a]	552[d]
پرتو Partow	1300[b]	1524[b]	1943[b]	642[c]
هندی Hendi	1265[c]	1629[a]	1943[b]	677[b]
726-73 a	970[d]	1148[c]	1817[c]	846[a]
726-73 b	970[d]	1148[c]	1829[d]	858[a]

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means by the same letter in each column are not significantly different according to LSD tests (P<0.05)

نکته جالب‌توجه اینکه رقم ازبکستانی باوجود داشتن بیشترین طول دوره رشد در بین ارقام و لاین‌ها و بیشترین طول دوره رشد رویشی، ولی از کوتاه‌ترین طول دوره رشد زایشی برخوردار بود و لاین a ۷۳-۷۲۶ باوجود زودرس‌تر بودن، بیشترین طول دوره رشد زایشی را دارا بود که نشان از شرایط متحمل‌تر این رقم نسبت به سایر ارقام نسبت به خشکی دارد. با توجه به زودرس بودن این لاین حدود ۴۶ درصد کل مراحل رشد را در فاز زایشی سپری کرده درحالی‌که رقم ازبکستانی فقط ۲۳ درصد از مراحل رشد خود را در فاز زایشی بوده، ظاهراً دماهای بالا و شرایط کمبود رطوبت خاک تأثیر کمتری بر لاین a ۷۳-۷۲۶ نسبت به رقم ازبکستانی گذاشته است. ازآنجاکه گیاهان در شرایط تنش سعی بر کوتاه نمودن مراحل فنولوژیک خود دارند، لاین a ۷۳-۷۲۶ نسبت به سایر ارقام زودرس‌تر و درعین‌حال طول دوره رشد زایشی بالاتری را دارا بود. نتایج آزمایش‌های دیگر نیز حکایت از آن دارد که ارقام متحمل‌تر ماش نسبت به خشکی از طول دوره رشد زایشی بیشتری نسبت به ارقام حساس برخوردار بوده و شاید یکی از دلایل موفقیت این ارقام در شرایط تنش باشد (Zarea Zargaz and Galavi, 2013).

ارتفاع بوته

اثرات متقابل خشکی در رقم در این صفت معنی‌دار شد (P≤0/01) (جدول ۴)، بیشترین ارتفاع بوته در شرایط عدم تنش در رقم هندی و کمترین ارتفاع بوته در تیمار تنش شدید و لاین B۷۳-۷۲۶ دیده شد که نسبت به شرایط عدم تنش و رقم هندی حدود ۵۵ درصد کاهش ارتفاع مشاهده گردید (جدول ۶) که نشان‌دهنده اثر شرایط تنش خشکی و رقم بر ارتفاع گیاه ماش است. ثانگاول و همکاران (Thangavel et al., 2011) نیز نتایج مشابهی در رابطه با اثر تنش خشکی بر ارتفاع ماش به دست آوردند، ایشان میانگین ارتفاع این ارقام را حدود ۴۱ سانتی‌متر به دست آوردند. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقمی بود که دارای ۶۹ سانتی‌متر ارتفاع بود و ارتفاع

www.SID.ir

Archive of SID

ارقام در محیط‌های مختلف تحت شرایط محیط کاشت قرار گرفت. در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش مواد فتوسنتزی قابل‌دسترس گیاهان، ارتفاع کاهش می‌یابد و با کوتاه شدن طول دوره رشد از ارتفاع آن کاسته می‌شود. از طرفی این کاهش ارتفاع به دلیل کاهش فاصله میانگره‌ها و تعداد گره ذکر گردیده است (Thangavel et al., 2011).

جدول ۳. مقایسات میانگین اثرات متقابل بین مراحل مختلف فنولوژیک تحت مقادیر مختلف رطوبت خاک و ارقام ماش در شرایط آب و هوایی مشهد، ۱۳۹۴.

Table 3. Mean Comparisons for interaction effects between different phonological as affected by different soil moisture levels and mung bean different cultivars under Mashhad weather conditions, 2015.

تیمار Treatment	درجه روزرشد تا ظهور جوانه گل GDD to flowering	درجه روزرشد تا رسیدن اولین نیام GDD to first pod maturity	درجه روزرشد تا رسیدگی کامل GDD to full maturity	درجه روزرشد از گلدهی تا رسیدگی کامل GDD from flowering to full maturity
A1B1	1506^{a}	1690^{a}	2023^{a}	517^{j}
A1B2	1376^{c}	1690^{a}	1977^{b}	601^{i}
A1B3	1376^{c}	1690^{a}	1977^{b}	601^{i}
A1B4	1067^{g}	1148^{e}	1880^{d}	813^{d}
A1B5	1067^{g}	1148^{e}	1916^{c}	849^{c}
A2B1	1377^{b}	1690^{a}	2023^{a}	646^{g}
A2B2	1148^{f}	1376^{d}	2023^{a}	874^{b}
A3B3	1210^{e}	1506^{c}	2023^{a}	812^{e}
A4B4	946.4^{h}	1148^{e}	1880^{d}	933^{a}
A5B5	946.4^{h}	1148^{e}	1880^{d}	933^{a}
A3B1	1333^{cd}	1587^{b}	1829^{e}	495^{k}
A3B2	1376^{c}	1506^{c}	1829^{e}	452^{l}
A3B3	1210^{e}	1690^{a}	1829^{e}	618^{h}
A3B4	899^{i}	1148^{e}	1690^{f}	790^{f}
A3B5	899^{i}	1148^{e}	1690^{f}	790^{f}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means by the same letter in each column are not significantly different according to LSD tests (P<0.05)

(A1= 80% F.C, A2= 60% F.C, A3= 40% F.C.; B1= Uzbakestani, B2= Partow, B3= Hendi, B4= 726-73 a, B5= 726-73b)

تعداد شاخه در بوته

شرایط خشکی شدید روی تعداد شاخه در بوته اثر معنی‌داری گذاشت (P≤0/05) (جدول ۴)، به‌طوری‌که نسبت به شرایط عدم تنش (۸۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) ۳۹ درصد کاهش تعداد شاخه در بوته مشاهده گردید، بین سطوح تنش ملایم و تنش شدید اختلاف معنی‌داری ازنظر آماری مشاهده نشد (جدول ۵). اثرات متقابل خشکی در رقم نیز در این صفت معنی‌دار شد (P≤0/01) (جدول ۴)، بیشترین تعداد شاخه در بوته در شرایط عدم تنش و لاین ۷۲۶-۷۳A دیده شد که نسبت به شرایط عدم تنش و رقم هندی، ۵۴ درصد بیشتر بود (جدول ۶). نشان داده شده که بین ژنوتیپ‌های مختلف ماش تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری وجود دارد (P≤0/05) و از طرفی همراه با افزایش شدت تنش از تعداد شاخه کاسته می‌شود (De Costa et al., 1999). در شرایط تنش شدید رطوبتی لاین ۷۲۶-۷۳A دارای بیشترین تعداد شاخه در بوته بود و کمترین را رقم هندی دارا بود که حدود ۵۰ درصد کمتر نسبت به لاین ذکرشده بود، بین ارقام ازبکستانی و پرتو و هندی ازنظر تعداد شاخه در بوته در شرایط تنش شدید رطوبتی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نشان داده شده که تیمار خشکی در تمام مراحل فنولوژیکی بر روی صفات مانند تعداد شاخه، ارتفاع گیاه، روز تا گلدهی و رسیدگی کامل تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد (Laliniaet al., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. منابع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات اجزای عملکرد ارقام ماش تحت مقادیر مختلف رطوبت خاک در شرایط آب و هوایی مشهد، ۱۳۹۴.

Table 4. Sources of variations, df and mean square for yield and yield components of mung bean cultivars under different soil moisture contents under Mashhad weather conditions, 2015.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod. Plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod
تکرار Replication	2	10.68^{ns}	4.96 ^{ns}	8.91^{ns}	2.45^{ns}
کم‌آبیاری Deficit Irrigation (D)	2	86.60**	22.56*	474.04	7.63^{ns}
خطای الف Error (a)	4	3.09	1.06	48.28	5.61
رقم Cultivar (C)	4	142.34**	9.19	630.89	21.22**
کم‌آبیاری در رقم D * C	8	89.00	6.39	38.82	1.68**
خطای کل Error	24	14.75	1.45	0.05	0.00
ضریب تغییرات (درصد) C.V%		*18.90*	*24.41*	*12.33*	*13.01*

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		طول غلاف Pod length	وزن ۱۰۰ دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Yield	زیست‌توده Biomass	شاخص برداشت Harvest Index
تکرار Replication	2	1.02^{ns}	1.18^{ns}	11128.56^{ns}	27452.66^{ns}	22.53^{ns}
کم‌آبیاری Deficit Irrigation (D)	2	3.02^{ns}	7.81^{ns}	574301.18*	9599210.11*	18.36^{ns}
خطای الف Error (a)	4	1.58	4.02	97892.60	999277.33	61.03
رقم Cultivar (C)	4	5.96**	9.83	630360.91**	1598984.73**	705.65**
کم‌آبیاری در رقم D * C	8	2.18**	13.41	72430.91**	860351.42**	77.85**
خطای کل Error	24	0.05	0.00	0.07	288654.43	0.00
ضریب تغییرات (درصد) C.V%		*12.91*	*6.04*	*17.05*	*18.65*	*7.48*

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری

* & **: Significant at α= 0.05 or α= 0.01, respectively

تعداد غلاف در بوته

اثرات برهمکنش آبیاری در رقم معنی‌دار گردید (P≤0/01) (جدول ۱)، بیشترین تعداد غلاف در بوته در لاین A۷۳-۷۲۶ و شرایط عدم تنش مشاهده گردید و کمترین در شرایط تنش شدید و رقم ازبکستانی ملاحظه گردید که نسبت به آن حدود هشت برابر بیشتر بود (جدول ۶). بالا بودن میانگین لاین‌های

www.SID.ir

Archive of SID

۷۲۶-۷۳A و ۷۲۶-۷۳B در این صفت در تمام شرایط رطوبتی خاک، حاکی از نقش شرایط ژنتیکی در تحمل یا عدم تحمل تنش خشکی در ارقام ماش است. ضیائی و همکاران (Zyaie et al., 2014) نیز گزارش کردند که دوره‌های خشکی سبب ریزش گل‌ها، کاهش تعداد غلاف و ایجاد غلاف‌های پوک در گیاه عدس می‌شود. گزارش‌های دیگر نیز اثرات خشکی را بر کاهش تعداد غلاف در بوته در گیاه ماش تأیید کرده‌اند. تنش خشکی سبب می‌شود که گیاه برای تعادل بین منبع و مخزن تعداد گل‌ها و نیام‌های خود را کاهش دهد (Kataria et al., 2014).

تعداد دانه در غلاف

بین سطوح مختلف خشکی ازنظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\leq0.05$) (جدول ۴) هرچند با افزایش خشکی تعداد دانه در غلاف کاهش یافت. بین ارقام ماش ازنظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری دیده شد ($P\leq0.05$) (جدول ۴)، به‌طوری‌که لاین ۷۲۶-۷۳A نسبت به رقم ازبکستانی ۳۳ درصد از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). اثرات متقابل خشکی و رقم نیز در تعداد دانه در غلاف معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به لاین ۷۲۶-۷۳A و شرایط عدم تنش که نسبت به شرایط تنش شدید و رقم هندی ۴۶ درصد بیشتر بود (جدول ۶)، تعداد دانه در غلاف یک صفت نسبتاً ثابت در حبوبات است و کمتر تحت اثر شرایط محیطی و به زراعی قرار می‌گیرد. بین ارقام ماش لاین ۷۲۶-۷۳A بیشترین تعداد دانه در غلاف را دارا بود و کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به رقم ازبکستانی بود که حدود ۳۳ درصد نسبت به لاین مذکور کمتر بود. لذا این‌طور به نظر می‌رسد که ظاهراً این صفت ژنتیکی بوده و کمتر تحت شرایط محیطی مانند خشکی قرار می‌گیرد که با نتایج سایر محققین در رابطه با این جزء عملکرد مطابقت دارد (Verma and sandhua, 1987). افضل و همکاران (Afzal et al., 2014) نیز گزارش‌های مشابهی در رابطه با اثر خشکی و رقم بر تعداد دانه در غلاف ارائه نمودند. نتایج نشان داده که تنش خشکی سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، کاهش تعداد دانه در غلاف و تحت شرایط تنش خشکی مرحله رشد رویشی نسبت مرحله زایشی کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kataria et al., 2014).

جدول ۵. نتایج مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ماش در رژیم‌های رطوبتی و ارقام مختلف.

Table 5. Mean comparison for yield and yield components as affected by different soil moisture levels and mung bean cultivars.

Treatment تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant $^{-1}$	تعداد غلاف در بوته Pod. Plant $^{-1}$	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	طول غلاف (سانتی‌متر) Length of pod (cm)
Deficit irrigation کم‌آبیاری					
F. C 80% ۸۰ درصد ظرفیت زراعی	22.69^{a}	6.25^{a}	22.01^{a}	9.19^{a}	8.03^{a}
F. C 60% ۶۰ درصد ظرفیت زراعی	20.38^{b}	4.76^{b}	17.84^{ab}	8.27^{a}	7.82^{a}
F. C 40% ۴۰ درصد ظرفیت زراعی	17.89^{c}	3.81^{b}	10.88^{b}	7.78^{a}	7.17^{a}
Cultivar رقم					
Uzbakestani ازبکستانی	16.70^{c}	3.97^{c}	7.61^{e}	6.60^{e}	6.93^{c}
Partow پرتو	20.72^{b}	5.02^{bc}	18.75^{c}	9.49^{b}	6.66^{d}
Hendi هندی	26.83^{a}	3.91^{c}	8.87^{d}	6.89^{d}	8.41^{a}
726-73 a	19.72^{cb}	6.25^{a}	26.36^{a}	9.80^{a}	8.32^{a}
726-73 b	17.62^{cb}	5.55^{ab}	22.97^{b}	9.28^{c}	8.02^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means by the same letter in each column are not significantly different according to LSD tests (P<0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ادامه

Table 5. Continued

Treatment	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield kg/ha	زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological yield Kg/ha	شاخص برداشت Harvest Index	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seed weight (g)
Deficit irrigation	**کم‌آبیاری**				
F. C 80%	**۸۰ درصد ظرفیت زراعی**	774.02[a]	3738.04[a]	20.09[a]	6.36[a]
F. C 60%	**۶۰ درصد ظرفیت زراعی**	527.33[ab]	2749.64[ab]	19.95[a]	5.95[a]
F. C 40%	**۴۰ درصد ظرفیت زراعی**	387.58[b]	2154.28[b]	18.11[a]	7.35[a]
Cultivar	**رقم**				
Uzbakestani	**ازبکستانی**	178.88[e]	2357.46[b]	7.15[e]	6.76[b]
Partow	**پرتو**	566.57[c]	2591.16[b]	22.29[c]	5.24[e]
Hendi	**هندی**	478.70[d]	3292.33[a]	13.41[d]	8.06[a]
726-73 a		888.94[a]	3308.36[a]	28.22[a]	6.71[c]
726-73 b		701.77[b]	2853.93[ab]	25.84[b]	5.99[d]

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means by the same letter in each column are not significantly different according to LSD tests (P<0.05)

طول غلاف

اثر خشکی، رقم و اثرات متقابل خشکی در رقم معنی‌دار شد (P≤0/01) (جدول ۴). بیشترین طول غلاف در تیمار عدم تنش و رقم هندی و کمترین در شرایط تنش شدید و رقم پرتو دیده شد که نسبت به آن ۴۳ درصد کاهش داشت (جدول ۶). کاهش طول غلاف در نتایج سایر محققین نیز بر روی حبوبات گزارش شده است (Bourgault et al., 2010; Afzal et al., 2014).

وزن ۱۰۰ دانه

اثر شرایط رطوبتی خاک بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار نبود. ولی بین ارقام ماش تفاوت معنی‌داری دیده شد (p≤0/01) (جدول ۴)، به‌طوری‌که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به رقم هندی با میانگین ۸/۰۶ گرم بود درحالی‌که کمترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به رقم پرتو با میانگین ۵/۲۴ گرم بود (جدول ۶). اثر متقابل آبیاری در رقم نیز در رابطه با وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار شد (p≤0/01) (جدول ۴).بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به شرایط عدم تنش و رقم هندی بود و کمترین مربوط به شرایط تنش ملایم و رقم پرتو بود که نسبت به شرایط عدم تنش و رقم هندی حدود سه برابر افت داشته است (جدول ۶). ظاهراً این صفت در ماش بیشتر تحت تأثیر شرایط ژنتیکی قرارگرفته تا شرایط محیطی مانند خشکی. مطالعات بورگالت و همکاران (Bourgault et al., 2010) نشان داد که خشکی اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰ دانه در شرایط خشکی ندارد، ظاهراً گیاه ماش با کاهش تعداد مخازن به نسبت اندازه آن خود را با شرایط مختلف محیطی تطبیق می‌دهد.

عملکرد دانه

اثر خشکی، رقم و برهمکنش خشکی بر رقم در عملکرد دانه معنی‌دار گردید (p≤0/01) (جدول ۴)، اثر متقابل آبیاری در رقم نشان داد در تیمار عدم تنش و لاین ۷۳A-۷۲۶ بیشترین و در تنش شدید و رقم ازبکستانی کمترین عملکرد دانه مشاهده شد که حدود ۱۲/۷ برابر کمتر از شرایط عدم تنش خشکی و لاین ۷۳A-۷۲۶ بود (جدول ۶). همراه با افزایش شدت تنش از میزان عملکرد دانه در ارقام ماش کاسته شد. در لاین ۷۳A-۷۲۶ بین دو سطح آبی ۸۰ درصد و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه اختلاف معنی‌داری دیده نشد، هرچند با افزایش میزان تنش از عملکرد کاسته شد. ازنظر عملکرد دانه بیشترین عملکرد در شرایط عدم تنش و لاین ۷۳A-۷۲۶، لاین ۷۳B-۷۲۶ و دیده شد (جدول ۶). همان‌طور که اشاره گردید لاین ۷۳A-۷۲۶ در شرایط عدم تنش و تنش ملایم تفاوت معنی‌داری ازنظر عملکرد دانه نداشتند ولی در تیمار عدم تنش خشکی نسبت به تنش شدید عملکرد به میزان ۱/۷ برابر بیشتر بود (جدول ۶). در رقم ازبکستانی در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط عدم تنش نسبت به شرایط تنش شدید عملکرد دانه ۲/۵ برابر کاهش یافت (جدول ۶)؛ که نشان از شرایط ناپایدارتر این رقم در شرایط تنش است. مطالعات نشان داده که همراه با افزایش شدت تنش کاهش طول دوره گلدهی و همین‌طور ریزش گل‌ها، کاهش تعداد غلاف‌ها و تشکیل غلاف‌های نابارور سبب کاهش عملکرد در این گیاه گردید. علت کاهش در عملکرد به دلیل پوشش ضعیف‌تر گیاهان تحت تنش بود. تنش خشکی به دلیل کاهش در شاخص سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (Ghassemi-Golezani et al., 2014). Bourgault et al (2010) نیز گزارش کردند که همراه با افزایش شدت تنش خشکی در گیاه ماش عملکرد دانه کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که در شرایط تنش شدید خشکی حدود ۶ برابر عملکرد تک بوته در ماش کاهش یافت.

زیست‌توده

اثر سطوح مختلف خشکی، رقم و اثرات متقابل خشکی بر رقم بر زیست‌توده معنی‌دار شد ($P\leq0.05$) (جدول ۴)، بیشترین زیست‌توده در تیمار ۸۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۳۷۳۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید، بین رطوبت ۸۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه و ۶۰ درصد، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد با افزایش شدت تنش و در تیمار ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه عملکرد بیولوژیک ۱/۷ برابر کاهش یافت (جدول ۵). اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک نیز معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به لاین ۷۲۶-۷۳A بود و بین این لاین با لاین ۷۲۶-۷۳B و رقم هندی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۶). کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به رقم ازبکستانی بود که لاین ۷۲۶-۷۳A نسبت به این رقم ۱/۴ برابر از عملکرد بیولوژیک بالاتری برخوردار بود. اثر متقابل آبیاری در رقم نیز معنی‌دار شد (جدول ۴)، بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم تنش و رقم‌های هندی، لاین ۷۲۶-۷۳B و لاین ۷۲۶-۷۳A مشاهده شد که ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). کمترین عملکرد زیست‌توده مربوط به شرایط تنش شدید و لاین ۷۲۶-۷۳B و رقم ازبکستانی بود که نسبت به شرایط عدم تنش خشکی و ارقام با زیست‌توده بالا حدود ۲/۹ برابر کاهش نشان دادند (جدول ۵). نتایج این تحقیق نشان داد که ماش از مکانیسم اجتناب از تنش به‌جای تحمل به تنش استفاده می‌کند؛ مانند کاهش سطح تعرق کننده یا پاراهلیوتروپی یا افزایش عمق ریشه. دومین دلیل که ثابت می‌کند ماش از مکانیسم اجتناب استفاده می‌کند مربوط به اسیمیلاسیون بالاتر ماش در شرایط کمتر رطوبتی است (Bourgault et al., 2010).

شاخص برداشت

ازنظر شاخص برداشت بین سطوح مختلف خشکی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴)، بااین‌وجود بیشترین شاخص برداشت مربوط به شرایط عدم تنش و کمترین آن مربوط به تنش شدید بود (جدول ۵)؛ اما بین ارقام ماش از جهت شاخص برداشت اختلاف کاملاً معنی‌داری مشاهده گردید ($P\leq0.01$) (جدول ۴). بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین ۷۲۶-۷۳A با ۲۸/۲۲ بود که چهار برابر بیشتر از رقم ازبکستانی بود (جدول ۵). اثر متقابل آبیاری در رقم نیز معنی‌دار شد (جدول ۴)، بیشترین شاخص برداشت در شرایط تنش ملایم و لاین ۷۲۶-۷۳A به دست آمد و کمترین شاخص برداشت در تمام شرایط تیمارهای مختلف رطوبتی در رقم ازبکستانی مشاهده گردید، البته رقم هندی نیز در دو شرایط ۶۰ درصد و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه کمترین میزان شاخص برداشت را دارا بود. تفاوت بیشترین و کمترین شاخص برداشت ۶/۹ برابر بود (جدول ۶).

انجام آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن غلاف‌ها باعث افزایش شاخص برداشت از طریق افزایش طول دوره پر شدن غلاف و افزایش سرعت رشد غلاف‌ها شده است. افزایش سرعت رشد غلاف‌ها احتمالاً به دلیل افزایش بازتولید مخازن و افزایش کارایی مصرف نور در مرحله پر شدن غلاف‌ها در تیمار آبیاری کامل بوده است (De Cost et al., 199). شاخص برداشت بالاتر نیز می‌تواند یک صفت مطلوب جهت انتخاب ارقام مقاوم در شرایط تنش خشکی باشد. شاخص برداشت نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت دانه است و لاین ۷۲۶-۷۳A بیشترین شاخص برداشت را دارا بود و چهار برابر میزان شاخص برداشت نسبت به رقم ازبکستانی و حدود دو برابر نسبت به رقم هندی بالاتر بود، این امر مؤید این مطلب است که ارقام از تفاوت‌هایی در تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها به‌عنوان مخازن یا اندام رویشی برخوردارند که همین عامل یکی از عواملی است که سبب تفاوت در شاخص برداشت در ارقام مختلف می‌گردد (Bourgault et al., 2010). نتایج سایر محققین حاکی از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. مقایسات میانگین اثرات متقابل عملکرد و اجزای بین مقادیر مختلف رطوبت خاک و ارقام ماش در شرایط آب و هوایی مشهد، ۱۳۹۴.

Table 6. Mean comparison of yield and yield components under deficit irrigation and cultivar, Mashhad. 2015

تیمار Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod. Plant-1	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	طول غلاف (سانتی‌متر) Pod length (cm)
A1B1	15.83^{b}	4.66^{dc}	9.04f^{g}	6.77^{ed}	7.70^{c}
A1B2	15.73^{b}	4.16^{dc}	25.66^{bc}	10.34^{a}	6.52^{d}
A1B3	30.25^{a}	5.41^{bc}	11.66^{fe}	8.56^{bc}	10.04^{a}
A1B4	26.95^{a}	8.91^{a}	33.65^{a}	10.46^{a}	7.90^{c}
A1B5	24.70^{a}	8.08^{a}	29.66^{ab}	9.80^{ab}	8.01^{c}
A2B1	17.75^{b}	4.08^{dc}	9.28^{fg}	6.40^{e}	6.51^{d}
A2B2	29.58^{a}	7.16^{ba}	23.35^{dc}	10.10^{a}	7.75^{c}
A3B3	25.20^{a}	3.50^{dc}	8.01^{fgh}	5.66^{e}	7.50^{c}
A4B4	14.83^{b}	4.66^{dc}	25.16^{c}	9.55^{abc}	9.06^{b}
A5B5	14.54^{b}	4.41^{dc}	23.41^{dc}	9.63^{ab}	8.26^{bc}
A3B1	16.54^{b}	3.16^{d}	4.16^{h}	6.63^{ed}	6.60^{d}
A3B2	16.87^{b}	3.75^{dc}	7.25^{gh}	8.05^{cd}	5.73^{d}
A3B3	25.04^{a}	2.83^{d}	6.93^{gh}	6.45^{e}	7.71^{c}
A3B4	17.37^{b}	5.16^{c}	20.24^{d}	9.38^{abc}	8.01^{c}
A3B5	13.62^{b}	4.16^{dc}	15.83^{e}	8.40^{bc}	7.80^{c}

Table 6. Continued **جدول ۶. ادامه**

تیمار Treatments	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield kg/ha	زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological yield Kg/ha	شاخص برداشت Harvest Index
A1B1	8.04^{bc}	233.00^{fge}	2634.40^{dfce}	8.30^{f}
A1B2	3.070^{h}	686.00^{b}	3078.50^{bc}	23.14^{cd}
A1B3	10.47^{a}	907.30^{a}	4704.10^{a}	19.34^{d}
A1B4	5.36^{fg}	1095.20^{a}	3970.70^{ab}	27.57^{cb}
A1B5	4.26^{hg}	948.40^{a}	4302.50^{a}	22.05^{d}
A2B1	5.28^{fg}	217.66^{fg}	2804.60^{dc}	7.82^{f}
A2B2	3.34^{h}	595.33^{cb}	2797.80^{dc}	21.68^{d}
A3B3	6.05^{fe}	183.00^{fg}	2728.10^{dce}	6.87^{f}
A4B4	8.37^{b}	961.33^{a}	2909.50^{dc}	36.05^{a}
A5B5	6.67^{ed}	679.33^{b}	2508.50^{dfce}	27.34^{cb}
A3B1	6.95^{ced}	86.00^{g}	1633.40^{f}	5.27^{f}
A3B2	8.69^{b}	418.20^{cde}	1897.20^{dfe}	22.04^{d}
A3B3	7.66^{cbd}	345.80^{fde}	2444.80^{dfce}	14.03^{e}
A3B4	6.41^{fed}	610.30^{cb}	3044.90^{bc}	21.04^{d}
A3B5	7.04^{ced}	477.60^{cd}	1751.10^{fe}	28.14^{b}

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند.

Means by the same letter in each column are not significantly different according to LSD tests (P<0.05)
(A1= 80% F. C, A2= 60% F.C, A3= 40% F.C. B1= Uzbakestani, B2= Partow, B3= Hendi, B4= 726-73 a, B5= 726-73b)

www.SID.ir

Archive of SID

آن است که در شرایط تنش خشکی شدید، ماش گل‌ها و غلاف‌های خود را ریزش داده که همین عامل سبب کاهش شاخص برداشت در شرایط خشکی شدید می‌شود. نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش و عدم تنش خشکی شاخص برداشت در ماش تفاوت معنی‌داری نداشت نتایج آزمایش‌ها دیگر با نتایج این آزمایش همخوانی دارد (Bourgault et al., 2010).

روابط همبستگی

نتایج روابط همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد ماش در این آزمایش حاکی از این بود که بیشترین روابط همبستگی بین عملکرد دانه به ترتیب با تعداد غلاف در بوته (۰/۸۵)، تعداد دانه در غلاف (۰/۸۰)، شاخص برداشت (۰/۸۰)، عملکرد بیولوژیک (۰/۶۵)، تعداد شاخه اصلی در بوته (۰/۶۳) و طول غلاف (۰/۵۹) مشاهده شد و از طرفی بین وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته با عملکرد دانه رابطه مستقیم و معنی‌داری دیده نشد (جدول ۷). لذا به نظر می‌رسد صفات فوق می‌تواند یکی از اهداف اصلاحی و همین‌طور انتخاب رقم در شرایط تنش خشکی در گیاه ماش باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که بین ارقام و لاین‌های ماش تفاوت معنی‌داری در ثبت مراحل فنولوژیک مشاهده گردید، از طرفی همراه با افزایش شدت تنش خشکی طول مراحل فنولوژیک ثبت‌شده کاهش یافت. نکته مهم اینکه ظاهراً بین مراحل فنولوژیک مرحله پس از گلدهی تا رسیدگی می‌تواند مبنای مهمی جهت اجرای کارهای اصلاحی جهت افزایش عملکرد در این گیاه باشد؛ و لاین A ۷۳-۷۲۶ بیشترین طول دوره رشد زایشی را باوجود کوتاه بودن فصل رشد به نسبت سایر ارقام دارا بود. بهبود شرایط رطوبت خاک سبب افزایش عملکرد در گیاه ماش گردید، در شرایط رطوبت پایین خاک (۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) عملکرد به‌شدت کاهش یافت. بین ارقام ماش نیز لاین A۷۳-۷۲۶ دارای بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. بین اجزای عملکرد نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه وجود داشت. از طرفی مهم‌ترین

جدول ۷. روابط همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ماش تحت شرایط مختلف رطوبت خاک.

Table 7. Correlation relationships between yield and yield components of mung bean cultivars under different soil moisture levels.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1								
2	0.39**	1							
3	0.10 ns	0.67**	1						
4	0.05 ns	0.54*	0.82**	1					
5	0.30 *	0.24 ns	0.34*	0.31*	1				
6	0.26 ns	0.63**	0.85**	0.80**	0.59**	1			
7	0.53 **	0.57**	0.48**	0.37**	0.46**	0.65**	1		
8	0.09 ns	0.34*	0.74**	0.75**	0.43**	0.80**	0.17ns	1	
9	0.08 ns	-0.31*	-0.40*	-0.30*	0.41**	0.02ns	0.00ns	0.06ns	1

۱= ارتفاع؛ ۲ = تعداد شاخه؛ ۳ = تعداد غلاف در بوته؛ ۴ = تعداد دانه در غلاف؛ ۵ = طول غلاف؛ ۶ = عملکرد دانه؛ ۷ = عملکرد بیولوژیک؛ ۸ = شاخص برداشت؛ ۹ = وزن ۱۰۰ دانه.

1 = Plant height; 2 = Branch per plant; 3 = Pod per plant; 4 = Number of seed per plant; 5 = Length of pod; 6 = Grain yield; 7 = Biological yield; 8 = Harvest Index; 9 = weight of 100 seed.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص تعیین‌کننده در حصول عملکرد بالا در این گیاه تعداد غلاف در بوته بود که متغیرترین جز عملکرد بود و صفاتی مانند تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه از نوسان کمتری تحت شرایط تنش خشکی برخوردار بودند. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که تیپ ایده‌آل ماش برای شرایط تنش رطوبتی باید دارای صفاتی مانند طول دوره رشد کوتاه با تمرکز به افزایش طول دوره رشد زایشی و همین‌طور جهت حصول عملکردهای بالا و باثبات افزایش تعداد غلاف در بوته و افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت مخازن و افزایش شاخص برداشت باشد. لذا این صفات می‌تواند معیار مناسبی جهت اصلاح این گیاه در شرایط تنش خشکی و معیار مناسبی جهت انتخاب ارقام با عملکرد بالاتر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد جهت حمایت از این طرح تحقیقاتی و مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول و آقای دکتر ناصر ظریفی‌نیا که همکاری لازم را داشتند تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Afzal, A., Gulzar, I., Shahbaz, M., Ashraf M., 2014. Water deficit-induced regulation of growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, inorganic nutrient accumulation and antioxidative defense mechanism in mungbean [*Vigna radiate* (L.)Wilczek]. Journal of Applied Botany and Food Quality. 87, 147 – 156.

Bourgault, M., Madramootoo, C.A., Webber, H.A., Stulina, G., Horst, M.G., Smith, D.L., 2010. Effects of deficit irrigation and salinity stress on common bean (Phaseolus vulgaris L.) and mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) grown in a controlled environment. Journal of Agronomy and Crop Science. 196, 262–272.

De Costa, W.A.T.M., Shanmugathsan, K.N., Joseph, K.D.S.M., 1999. Physiology of yield determination of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) under various irrigation regimes in the dry and intermediate Zones of Sri lanka. Field Crops Research. 61, 1-12.

Garg, B., Puranik, S., Misra, S., Tripathi, B.N., Prasad, M., 2013. Transcript profiling identifies novel transcripts with unknown functions as primary response components to osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 113, 91–101.

Garg, B., Lata, C., Prasad, M., 2012. A study of the role of gene tamyb2 and an associated snp in dehydration tolerance in common wheat. Molecular Biology Reports. 39, 10865–10871.

Hashiguchi, A., Ahsan, N., Komatsu, S., 2010. Proteomics application of crops in the context of climate changes. Food research international. 43, 1803–1813

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agricultural and Biology. 11,100-105.

Ghassemi-Golezani, K., FarhanghiAbriz, S., Hassannejad, S., Hassanpour-Bourkheili, S., 2014. Some physiological responses of mung-bean at different plant densities to water deficit. International Journal of Biosciences. 4(12), 19-26.

Kataria, N., Rani, P., MuzafarHussain Darand Narender Singh. 2014. Potassium to alleviate the adverse effect of water deficit in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology. 1(3), 33-40

Lalinia, A., MajnonHoseini, N., Galostian, M., Esmaeilzadeh Bahabadi, S., Marefatzadeh Khameneh, M., 2012. Echophysiological impact of water stress on growth and development of mungbean. International Journal of Agronomy and Plant Production. 3(12), 599-607

Mudgal, V., Madaan, N., Mudgal, A., 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: a review. International Journal of Botany. 6, 136–143.

Maksup, S., Roytrakul, S., Supaibulwatana, K., 2014. Physiological and comparative proteomic analyses of Thai jasmine rice and

www.SID.ir

Archive of SID

two chick cultivars in response to drought stress. Journal of Plant Interactions. 9, 43–55.

Neshimator, J., Singh, S., Bohra, A. and Vyas, A. 2007. Agronomic evaluation of promising genotypes of mungbean under hyper arid conditions of Indian desert. Journal of Agricultural Research. 2(6), 537-544.

Shukla, K.N., Dixit, R.S., 2000. Nutrients and plant population management in summer green gram. Indian Journal of Agronomy. 41, 78-83.

Thangavel, P., Anandan, A., Eswaran, R., 2011. AMMI analysis to comprehend genotype-by-environment (G × E) interactions in rainfed grown mungbean (*Vigna radiata* L.). Australian Journal of Crop Science. 5, 1767-1775.

Thomas, M., Robertson, J., Fukai, S., Peoples, M., 2004. The effectof timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. Field Crop Research. 86(1), 67-80.

Verma, M.M., Sandhua, S.F., 1987. Development of mungbean varieties of favorable environments a new selection methodology. In: Proceeding of the Second Symposium Mungbean, Bangkok, Thailand. Pp: 159-163.

Zyaie, M., Nezami, A., Valizadeh, J, Jaffari, M., 2014. Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 104, 55-62. [In Persian with English Summary].

Zarea Zargaz, J., Galavi, M., 2013. The study of phenological traits, yield and yield components of three Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) cultivars to deficit irrigation in Sistan region. Iranian Journal of Pulses Research. 4(2), 51-64. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir