نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۶۴-۵۱، نیمهٔ دوم۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 2, 2013, p. 51-64

بررسی ویژگی‌های فنولوژیک و عملکرد سه رقم ماش (*Vigna radiate* (L.) Wilezek) در واکنش به کم‌آبیاری در منطقهٔ سیستان

جعفر زارع زارگز[1] و محمد گلوی[2*]

۱- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل؛ jafarzarea@gmail.com
۲-عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۰۴

چکیده

کمبود آب، مهم‌ترین عامل محدودکننده تولیدات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است؛ لذا بررسی اثرات کم‌آبیاری بر رفتار گیاهان زراعی از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. به‌منظور ارزیابی اثر زمانهای مختلف تنش خشکی بر ویژگی‌های فنولوژیک ماش، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خُردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ به‌اجرا درآمد. کم‌آبیاری شامل ۱) آبیاری بر اساس ۴۵درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در کل دوره رشد (شاهد)، ۲) آبیاری بر اساس ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در کل دوره رشد، ۳) آبیاری بر اساس ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در مرحله رویشی (از کاشت تا گلدهی) و ۴) آبیاری بر اساس ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در مرحله زایشی (از گلدهی تا رسیدگی کامل) به‌عنوان عامل اصلی و ارقام ماش (رقم محلی سیستان، گوهر و پرتو) به‌عنوان عامل فرعی لحاظ شدند. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها بر ویژگی‌های فنولوژیک شامل تعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل، تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل و تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل، و نیز عملکرد و اجزای عملکرد، بسیار معنی‌دار بود. اما اثر کم‌آبیاری بر تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل تنها در سطح ۵درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که رقم محلی سیستان، مقاوم‌ترین رقم در برابر اِعمال کم‌آبیاری در مراحل مختلف نموی بود و بیشترین عملکرد دانه و بالاترین مقادیر اجزای عملکرد را به خود اختصاص داد.

واژه های کلیدی: پُرشدن نیام، تخلیه رطوبت، کم‌آبیاری، گلدهی، عملکرد دانه، ماش، ویژگی‌های فنولوژیک

مقدمه

با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور، صرفه‌جویی در مصرف و استفاده بهینه از آب موجود، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد (Hossaini-abrishami, 1996). نوع آبیاری مناسب برای هر گیاه، متفاوت است و زمان آبیاری، بیشترین تأثیر را بر کمیّت و کیفیت عملکرد محصول دارد، زیرا بعضی از مراحل رشدی گیاهان به کمبود آب خاک در اثر تأخیر آبیاری حساس‌ترند (Hossain Ali, 2008). در شرایط ایران، به‌علت محدودیت منابع آب، «کم‌آبیاری[1]» و بهینه‌سازی آن، امری ضروری است و با آب صرفه‌جویی‌شده در این روش می‌توان سطح زیرکشت را گسترش و تولید را افزایش داد (Sepaskhah*et al*., 2006). نیاز روزافزون به مواد غذایی به‌ویژه پروتئین، لزوم بهره‌برداری از گیاهان با درجه سازگاری بالا به اقلیم و شرایط خاکی کشور و با درصد پروتئین بالا برای تأمین نیاز غذایی را بیش‌ازپیش مشخص می‌سازد. ماش با ۲۴درصد پروتئین به‌عنوان یک منبع گیاهی غنی از پروتئین به شمار می‌رود. این گیاه با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، به‌صورت گیاه پوششی و به‌دلیل سریع‌الرشدبودن در تناوب زراعی و همچنین به‌خاطر زودرسی و کوتاهی فصل رشد در نظام‌های کشت چندگانه، به‌خوبی سازگار است (Parsa & Bagheri, 2008). ماش، قابلیت بالایی در حفظ عملکرد در مواجهه با رطوبت نسبتاً پایین خاک دارد (Bourgault*et al*., 2010). مقاومت به خشکی به‌طور قابل‌توجهی تحت‌تأثیر ژنوتیپ و مراحل فنولوژیک، متغیر است؛ بنابراین کم‌آبیاری نیازمند دانش دقیقی از واکنش گیاه به تنش خشکی در همه مراحل رشدی می‌باشد (Kirda*et al*., 1999). بروز خشکی در مرحلهٔ زایشی، بسته به نوع تیمار و واریته، رشد ماش را نسبت به شاهد، حدود ۱۲ تا ۲۸درصد، کاهش می‌دهد. همچنین تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ و افزایش

* نویسنده مسئول: همراه: ۰۹۱۵۳۴۲۱۴۴۸، mglavi@yahoo.com

[1] Deficit Irrigation (DI)

غلظت هورمون اسید ابسیزیک (ABA) طول دورهٔ گلدهی، پُرشدن دانه و در مجموع، طول دورهٔ زایشی را کاهش می‌دهد (MajnounHosseini, 2008). طی دو سال بررسی فنولوژیکی ماش تابستانه در شرایط رطوبت و دمای متغیر، کاشت زودتر، آبیاری بیشتر و استفاده از مالچ (کلش گندم)، مراحل گلدهی و رسیدگی را به‌تأخیر انداخت (Bains & Kiran, 2008). با توجه به بحران کم‌آبی در منطقه سیستان، این تحقیق به‌منظور بررسی واکنش ارقام ماش به کم‌آبیاری و شناسایی رقم مناسب از نظر عملکرد و ویژگی‌های فنولوژیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک اجرا گردید. منطقه دارای آب و هوای خشک و بسیار گرم با متوسط بارندگی حدود ۶۳میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-شنی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۲/۵۳دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر با ۷/۲۶ بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خُردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای کم‌آبیاری شامل: ۱) آبیاری بر اساس ۴۵درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در کل دوره رشد (شاهد= DI_1)، ۲) ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در کل دوره رشد (DI_2)، ۳) ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در مرحله رویشی (از کاشت تا ظهور اولین گل=DI_3) و ۴) ۷۰درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک در مرحله زایشی (DI_4)، به‌عنوان کرت اصلی و ارقام ماش شامل رقم گوهر، پرتو و توده محلی سیستان به‌عنوان عامل فرعی لحاظ شدند. ارقام اصلاح‌شدهٔ گوهر و پرتو از مرکز تحقیقاتی صفی‌آباد دزفول واقع در استان خوزستان و توده محلی سیستان از مرکز جهاد کشاورزی زابل، تهیه گردید و در تاریخ ۱۵خرداد۱۳۸۹، عملیات کاشت در کرت‌هایی که دارای چهار ردیف کاشت پنج‌متری به فاصله ۵۰سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۱۵سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ۱۵۰ سانتی‌متر بود، صورت گرفت. همه تیمارها تا مرحله چهاربرگی به فاصله هر هفت‌روز یک‌بار آبیاری شدند و بعد از آن، زمان آبیاری بر اساس اندازه‌گیری درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک با استفاده از دستگاه TDR[1] در فواصل زمانی کوتاه، تعیین گردید. نحوه محاسبه درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاک بدین‌صورت بود که در آزمایشگاه، درصد رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری و درصد آب قابل‌استفاده از معادلهٔ۱ (Moradi *et al*., 2008) تعیین و سپس با استفاده از معادلهٔ۲، درصد تخلیه آب قابل‌استفاده محاسبه شد:

$$D(\%) = \frac{FC-\theta}{FC-Wp} \qquad (۱)$$

$$\text{درصد تخلیه آب قابل‌استفاده (درصد)} = ۱۰۰ - D(\%) \qquad (۲)$$

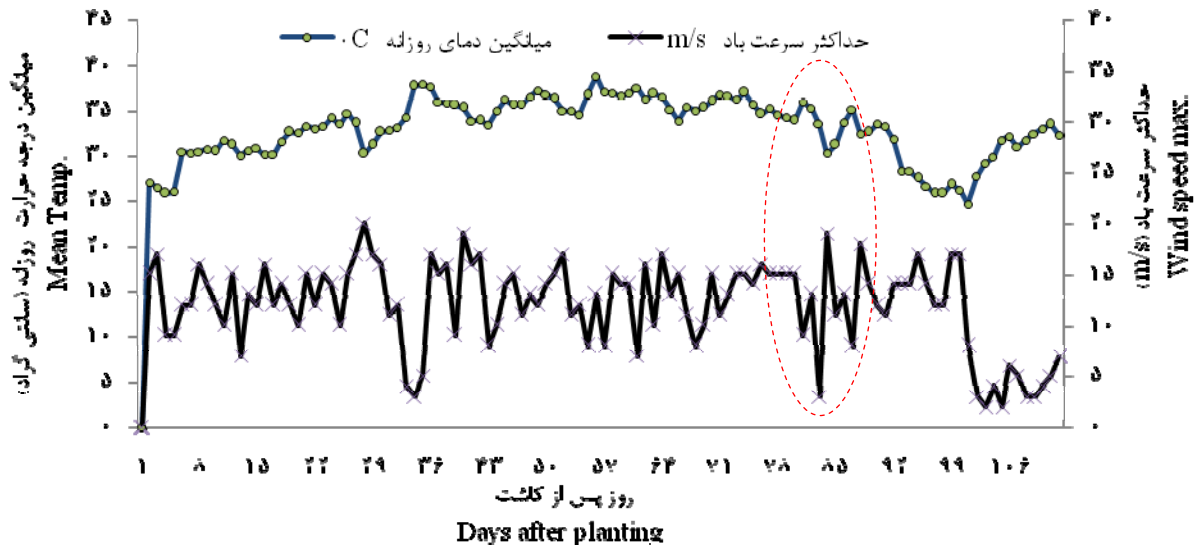
در این معادله‌ها، D درصد آب قابل‌استفاده، FC مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی، Wp مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی دائم و θ مقدار رطوبت فعلی خاک می‌باشد. لازم به ذکر است که مبنای محاسبات نقطهٔ پژمردگی دائم، پتانسیل رطوبتی ۱/۵- مگاپاسکال است که به‌صورت قراردادی و معیار کلی مورد استفاده همگان می‌باشد (Moradi *et al*., 2008).

در طول دوره رشد، بررسی بوته‌ها و یادداشت برداری‌های لازم برای ثبت مراحل فنولوژیک شامل تعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل، تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل و تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل، به‌صورت روزانه انجام شد. معیار وقوع و ثبت هر یک از مراحل رشدی در ارقام، میانگین وقوع هر مرحله بر اساس روش ارائه شده توسط Fehr & Caviness (1977) در تعداد۱۰بوته که به‌طور تصادفی در هر کرت انتخاب شدند، بود. به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک که بیش از ۹۵درصد غلاف‌ها رسیده بودند، با حذف ردیف‌های کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه، یک‌مترمربع از وسط هر کرت، با دست از خاک جدا شد و سپس درون کیسه به آزمایشگاه منتقل گردید. بسته به نوع تیمار و رقم، تاریخ برداشت یکسان نبود. همزمان با برداشت، تعداد۱۰بوته از هر کرت به‌صورت جداگانه انتخاب شد و تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن دانه هر بوته و وزن۱۰۰دانه اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هواشناسی (خلاصه آمار سالیانه ایستگاه سینوپتیک زهک، ۱۳۸۹)، گیاهان در طول دوره رشد در معرض تنش تندباد نسبتاً شدید قرار گرفتند. وزش تندبادهای نسبتاً شدید خسارت‌زا، بین رسیدن اولین نیام تا رسیدگی کامل و به‌عبارتی مصادف با مرحلهٔ پُرشدن نیام‌ها (۸۰ تا۹۰روز بعد از کاشت) به‌وقوع پیوسته است.

[1] Time Domain Reflectometer



شکل ۱- میانگین درجه‌حرارت روزانه و حداکثر سرعت باد روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی ارقام ماش تحت‌تأثیر کم‌آبیاری در سیستان طی سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸

Fig.1. Daily mean temperature and wind speed maximum from sowing to harvest of mung bean cultivars as affected by deficit irrigation during 2009-2010 growing season, Sistan

ویژگی‌های فنولوژیک

بر اساس نتایج، تنوع قابل‌توجهی در واکنش ارقام ماش تحت‌تأثیر تیمار کم‌آبیاری در شرایط آب و هوایی سیستان از نظر صفات مورد اندازه‌گیری وجود داشت، به‌طوری‌که تفاوت میان ارقام در همه ویژگی‌های فنولوژیک، بسیار معنی‌دار بود.

تعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل (دوره رشد رویشی): گلدهی به‌موقع در طول رشد و نمو ماش، یکی از رخدادهای مهم فنولوژیک است؛ به‌ویژه در ژنوتیپ‌های زودرس با رشد رویشی محدود، که در آنها تشکیل برگ‌های جدید به‌طور مؤثری با ظهور گُل‌ها و تولید جوانه انتهایی متوقف می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر تیمارهای کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها برتعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل، بسیار معنی‌دار بود. بدیهی است که در این مرحله از آزمایش، تیمارهای آبیاری کامل (DI_1) و کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) و همچنین تیمارهای کم‌آبیاری کامل (DI_2) و تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3)، رفتار مشابهی داشته باشند. زیرا هنوز تا این مرحله، تیمارهای مرحله زایشی اعمال نشده است و تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) نیز مانند تیمار شاهد آبیاری بوده است.

دیرترین تاریخ ظهور گل تحت‌تأثیر تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4)، با میانگین ۶۵/۱۷روز مشاهده شد که البته با تیمار شاهد، تفاوت معنی‌دار ندارد و فقط به لحاظ گروه آماری، متمایز هستند. در تیمار کم‌آبیاری کامل (DI_2) (با میانگین ۵۳/۳روز) نسبت به شاهد، ظهور اولین گل، هفت روز زودتر به‌وقوع پیوسته است (جدول ۲). تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) و کم‌آبیاری کامل (DI_2)، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و مؤید آن است که اعمال کم‌آبیاری (تنش خشکی) در مرحله رویشی باعث تسریع در فرآیندهای فنولوژیک می‌شود و این، راهکاری برای فرار از تنش خشکی است. در بررسی اثر زمان و شدت کم‌آبیاری بر رشد، توسعه، عملکرد و تثبیت نیتروژن در ماش گزارش شده است که هرچه زمان وقوع تنش، زودتر اتفاق بیفتد، زمان گلدهی و رسیدگی کامل، کوتاه‌تر می‌شود (Thomas *et al.*,2004). تحت تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری، ظهور جوانه گل بین ۳ تا ۱۲روز متفاوت بود (جدول ۲). فرآیند تمایز جوانه‌ها به گل و نیام، به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل داخلی گیاه مانند تغذیه، هورمون‌ها و باروری تخمک‌ها قرار دارد و در میان عوامل خارجی نیز درجه‌حرارت، رطوبت هوا و خاک، بیشترین تأثیر را دارند (MajnounHosseini, 2008). در بین ارقام، از نظر تاریخ ظهور جوانهٔ گل، تفاوت بسیار معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). توده محلی سیستان نسبت به سایر ارقام، با میانگین ۷۰/۵۰روز، دیرترین تاریخ ظهور گل را به خود اختصاص داد.

جدول ۱- منابع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات ویژگی‌های فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ماش تحت‌تأثیر کم‌آبیاری و ارقام در منطقه سیستان، ۱۳۸۹

Table 1. Analysis of variance for yield, yield components and phenological traits of mung bean as affected by deficit irrigation and cultivar in Sistan region, 2009

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (M.S.)								
		تعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل DAP to flowering	تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام DAP to first pod maturity	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل DAP to full maturity	تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی کامل DAP from flowering to full maturity	عملکرد Yield	تعداد دانه در نیام Seeds per pod	وزن۱۰۰دانه 100 seeds weight	تعداد نیام در بوته Pods per plant	وزن دانه تک‌بوته Seed weight per plant
تکرار Replication	3	2.04	0.16	3.37	13.19	141.93	2.03	1.51	1.89	9.11
کم‌آبیاری DI(A)	3	111.4**	201.61**	127.70**	69.07**	107.73**	2.19**	5.56**	25.89**	5.91**
خطای Error (a)	9	1.81	1.16	2.18	5.82	1.43	0.24	0.01	0.03	0.07
رقم Cultivar(B)	2	773.0**	491.29**	806.37**	76.77	124.2**	0.73	0.68**	99.18**	6.81**
کم‌آبیاری × رقم A×B	6	29.48**	7.90**	7.54**	30.51**	16.75**	3.12**	0.99**	4.14**	0.91**
خطای کل Error	24	0.87	0.66	0.34	0.37	0.73	0.23	0.08	0.81	0.04
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.75	10.03	10.65	10.64	6.39	8.23	7.49	8.44	6.07

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۰.۰۵=α و ۰.۰۱=α

* & **: Significant at α= 0.05 or α= 0.01, respectively; DAP: Days after planting

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های فنولوژیک و عملکرد ماش تحت تأثیر کم‌آبیاری و رقم

Table 2. Mean comparison of yield and phonological traits under deficit irrigation and cultivar

تیمارها Treatments	تعداد روز از کاشت تا ظهور جوانه گل DAP to flowering	تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام DAP to first pod maturity	تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل DAP to full maturity	تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی کامل DAP from flowering to full maturity	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg.ha^{-1})	وزن۱۰۰دانه 100 Seeds weight (g)	تعداد نیام در بوته Pods per plant	وزن دانه هر بوته Seed weight per plant(g)
کم‌آبیاری Deficit Irrigation (DI)								
آبیاری کامل Full Irrigation (DI_1)	61.6ab	86.8a	95.1a	42.1 a	472.7b	4.5 b	11.4 ab	3.4 b
کم‌آبیاری کامل (DI_2) Full Deficit Irrigation	53.3 c	75.3 c	87.1 b	41.3 b	382.3 c	4.1 bc	10.8 b	3.0 c
کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) DI to flowering	56.0 c	77.2b	86.2 c	39.1 c	542.6 a	5.4 a	11.9 a	4.1 a
کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) DI after flowering	65.1 a	74.5c	85.0 d	25.5 d	316.7 d	3.9 c	8.6 c	2.5 d
ارقام (Cultivar)								
سیستان Sistan	70.5 a	88.6 a	99.7 a	40 0 a	521.4 a	4.5 ab	12.7 a	4.0a
پرتو Partow	51.5 c	74.7 b	80.7 c	35.0 c	398.9 b	4.3 b	11.4 b	3.1b
گوهر Gohar	56.6 b	75.3 b	84.6 b	36.8 b	350.5 c	4.7 a	7.9 c	2.7c

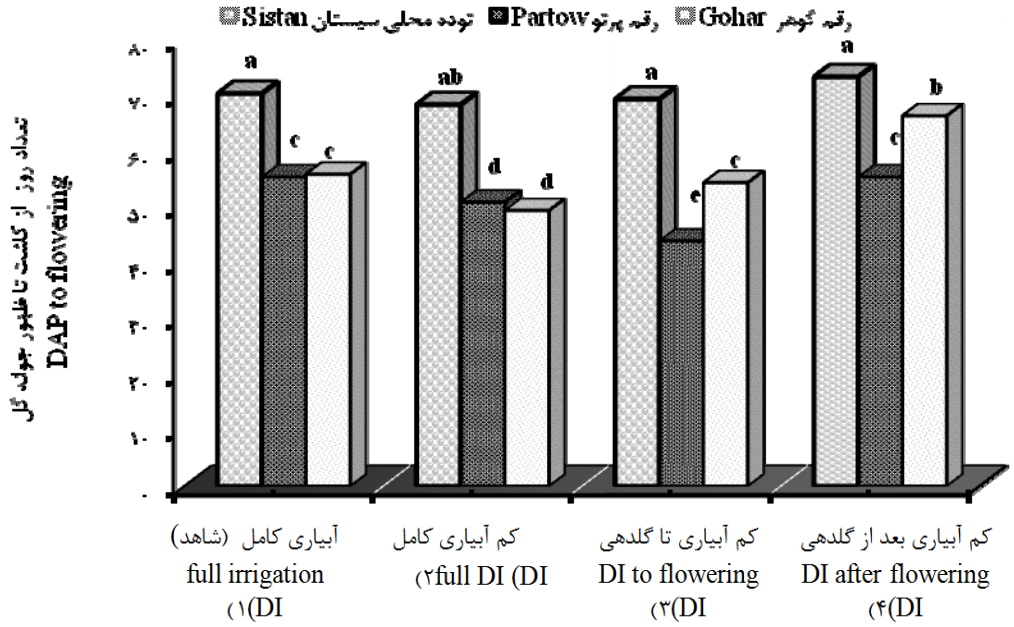
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

DAP = Days after planting

Means by the same letter in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range tests (P<0.05)

زودترین تاریخ ظهور گل در رقم پرتو با ۱۹روز نسبت به تیمار شاهد با میانگین ۵۱/۵روز مشاهده شد (جدول ۲). تفاوت بین ارقام از این نظر توسط پژوهشگران دیگری نیز گزارش شده است (Aslam *et al*., 2004).

وجود اختلاف بین ارقام به سبب تفاوت‌های ژنتیکی آنها می‌باشد. تحت تأثیر برهمکنش کم‌آبیاری و رقم، مشاهده شد که رقم پرتو در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) با میانگین ۴۴روز و توده محلی سیستان در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) با میانگین ۷۱روز به‌ترتیب کمترین و بیشترین طول دورهٔ رویشی را داشتند (شکل ۲). البته توده محلی سیستان در سایر سطوح کم‌آبیاری نیز اختلاف معنی‌داری نشان نداد. این مطلب بدین معنی است که تا این مرحله از رشد، توده محلی سیستان نسبت به سایر ارقام در برابر کم‌آبیاری، از مقاومت بالایی برخوردار بوده و تحت‌تأثیر تنش در مرحله رویشی قرار نگرفته است. رقم پرتو در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) نیز نسبت به واکنش آن رقم در تیمار آبیاری کامل، نزدیک به ۱۱روز (۲۱/۷درصد) زودتر به گل رفته است که نشان‌دهندهٔ حساسیت بالای این رقم به تنش خشکی در مرحله رویشی می‌باشد.



شکل ۲- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر تعداد روز از تاریخ کاشت تا ظهور جوانه گل در ماش

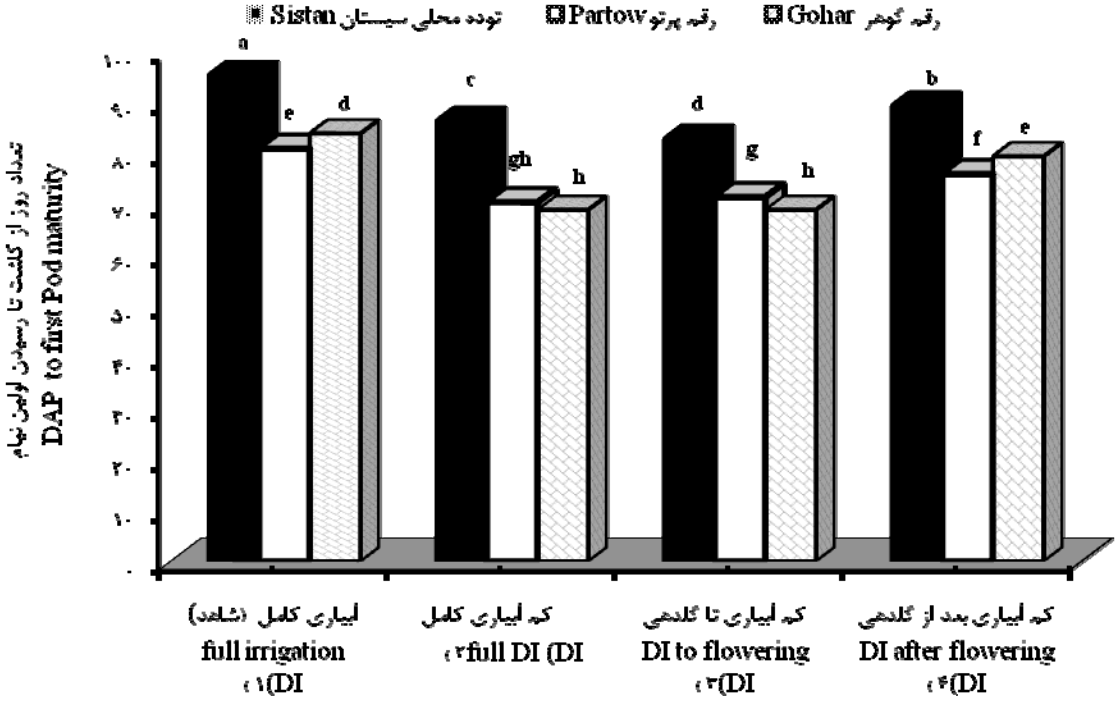
Fig. 2. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on DAP to flowering of mung bean

تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام: اثر کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام داشتند (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که در بین سطوح مختلف کم‌آبیاری، رسیدن اولین نیام در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4)، (با میانگین ۷۴/۵۰روز)، ۱۲روز زودتر از شاهد اتفاق افتاد. رسیدگی اولین غلاف در تیمار آبیاری کامل (DI_1) با میانگین ۸۶/۸۳روز، دیرتر از سایر تیمارها به‌وقوع پیوست (جدول ۲). در مقایسه تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام با تعداد روز تا ظهور جوانه گل، در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3)، رسیدن اولین نیام حدود دو روز زودتر از تیمار کم‌آبیاری کامل (DI_2) به‌وقوع پیوست. این مطلب مؤید تأثیر کم‌آبیاری اِعمال‌شده در مرحله رویشی بر کوتاه‌کردن طول دوره زایشی است. در این دوره، دو اتفاق جالب دیگر نیز به‌طور واضح‌تری رخ داده است. اول این‌که تأثیر سوء اعمال کم‌آبیاری در مرحله زایشی در زمان رسیدن اولین نیام، معنی‌دار شده است و باعث کاهش سریع‌تر طول دوره زایشی شده است. دوم این‌که اثر سوء تنش در این مرحله، از بین رفته و تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) توانسته است بهبودی خود را بازیابی کند.

بعد از تلقیح گُل‌ها، به‌طور معمول، گلبرگ‌ها می‌ریزند و تخمدان به میوه یا نیام تبدیل شده و شروع به رشد می‌کنند. مواد فتوسنتزی در ابتدا درون نیام‌ها تجمع پیدا می‌کنند و سپس به بذرها انتقال پیدا می‌کنند. بین تعداد بذرها و طول دوره‌ای که ۲۵ تا ۹۵درصد ماده خشک در آنها انباشته می‌شود، رابطه وجود دارد (MajnoonHossaini, 2008). توده محلی سیستان با میانگین ۸۸/۶۳روز، بیشترین طول دوره از کاشت تا رسیدن اولین نیام را دارا بود و با سایر ارقام، به‌طور

معنی‌داری متفاوت است؛ گرچه بین دو رقم دیگر، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج حاصل از برهمکنش کم‌آبیاری و رقم نیز نشان داد که توده سیستان (C_1) در تیمار آبیاری کامل (DI_1) با میانگین ۹۵روز و رقم گوهر در تیمار کم‌آبیاری کامل (DI_2) و تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) با میانگین ۶۹روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول دوره از کاشت تا رسیدن اولین نیام را داشتند (شکل ۳). همچنین مشاهده شد که در همه سطوح کم‌آبیاری، توده سیستان فاصله زیادی (۳تا۵ گروه آماری) با دو رقم دیگر دارد. این مطلب نشان‌دهندهٔ مقاومت بالای توده سیستان به شرایط کم‌آبیاری است. در شرایط بدون تنش و تنش، دو رقم پرتو و گوهر، رفتار متفاوتی داشتند، به‌طوری‌که در تیمارهای آبیاری کامل (DI_1) و کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) (عدم تنش) رقم گوهر، برتر از پرتو بود ولی در تیمارهای کم‌آبیاری کامل (DI_2) و تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) (وجود تنش) رقم پرتو برتر از رقم گوهر ظاهر شد. این مطلب بدین معنی است که رقم گوهر، حساسیت بیشتری در برابر تنش دارد.

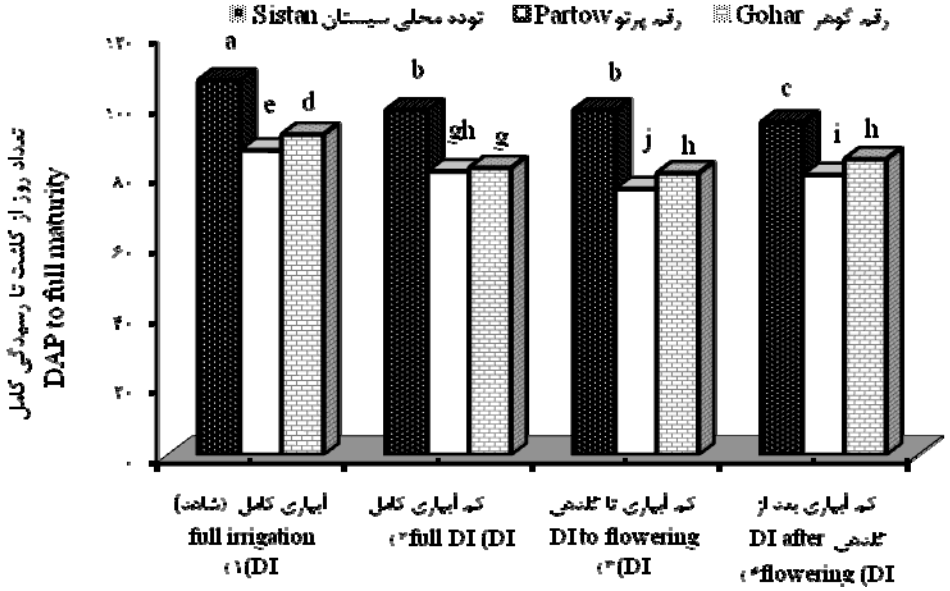


شکل ۳- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام در ماش

Fig. 3. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on DAP to first pod maturity of mung bean

تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل: اثر کم‌آبیاری، اثر رقم و برهمکنش تیمارها بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل معنی‌دار شد (جدول ۱)؛ به‌طوری‌که طول این دوره در تیمار آبیاری کامل (DI_1) و در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4)، به‌ترتیب بیشترین و کمترین دوره رسیدگی تا کاشت بود (جدول ۲). با توجه به داده‌ها و برتری معنی‌دار تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) بر تیمار کم‌آبیاری کامل (DI_2)، ملاحظه می‌شود که اثر مثبت و معنی‌دار آبیاری در مرحله زایشی بعد از رسیدن اولین نیام و قبل از بلوغ فیزیولوژیک به‌وجود آمده است (جدول ۲). در بین ۳۰صفت مورد ارزیابی در ۳۴۰توده ماش، صفت روز از کاشت تا رسیدگی کامل، از جمله متغیرترین ویژگی‌ها بود (Yimram *et al*., 2009). در تحقیق حاضر، بین ارقام از نظر طول دوره از کاشت تا رسیدگی کامل، تفاوت بسیار معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). توده محلی سیستان نسبت به سایر ارقام، طولانی‌ترین دوره کاشت تا رسیدگی و رقم پرتو با ۱۹روز کمتر نسبت به توده محلی سیستان، کوتاه‌ترین طول این دوره را داشت (جدول ۲). در برهمکنش کم‌آبیاری و رقم مشاهده شد که رقم پرتو در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) با میانگین ۸۰روز و توده سیستان در تیمار آبیاری کامل (DI_1) با میانگین ۱۰۷روز به‌ترتیب کمترین و بیشترین طول

دوره از کاشت تا رسیدگی کامل را داشتند (شکل ۴). واضح است که اگر هریک از ارقام، به‌تنهایی مورد ارزیابی قرار گیرد، هر سه رقم (توده سیستانی، رقم پرتو و رقم گوهر) در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) در مقایسه با تیمار آبیاری کامل (DI_1) به‌ترتیب ۲۲/۳، ۷/۱ و ۱۱درصد طول دوره از کاشت تا رسیدگی کامل آنها کاهش پیدا کرده است. در این میان، توده سیستانی در عین داشتن بیشترین طول دوره، بیشترین خسارت (۲۲/۳درصد) را از تنش متحمل گردید.

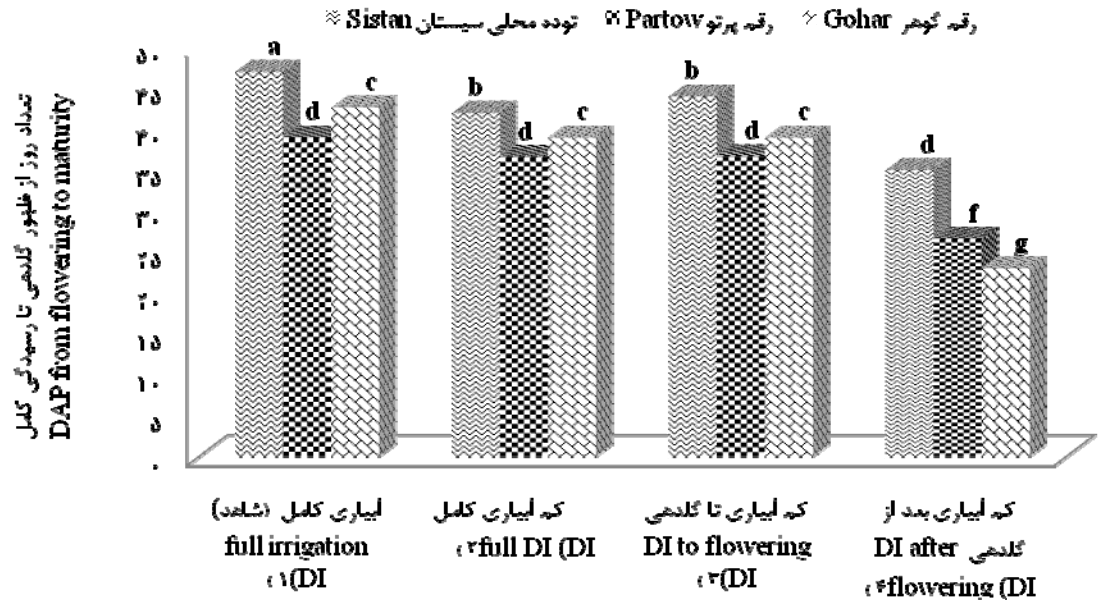


شکل ۴- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل در ماش

Fig. 4. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on DAP to full maturity of mung bean

تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی کامل (دوره رشد زایشی): اثر کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها در مراحل مختلف فنولوژی بر تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که در بین سطوح مختلف کم‌آبیاری، طول دوره زایشی در تیمار آبیاری کامل (DI_1) با میانگین ۴۲/۱روز و در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4)، با میانگین ۲۵/۵۰روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین بود (جدول ۲). با توجه به برتری معنی‌دار تیمارکم‌آبیاری کامل (DI_2) برتیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3)، ملاحظه می‌شود که اثر منفی و معنی‌دار کم‌آبیاری در مرحله رویشی باعث کاهش طول دوره زایشی از یک روز در مرحله قبلی به سه روز در این مرحله گردید. تفاوت ارقام، شبیه پارامتر قبلی بود. در برهمکنش کم‌آبیاری و رقم، مشاهده شد که رقم گوهر در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) با میانگین ۲۳روز و توده سیستان در تیمار آبیاری کامل (DI_1) با میانگین ۴۷روز به‌ترتیب کمترین و بیشترین طول دوره زایشی را داشتند (شکل ۵). همان‌طورکه شکل۵ نشان می‌دهد، هرسه رقم، کمترین طول دوره زایشی را در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی(DI_4) داشتند. رقم گوهر، حساسیت زیادی در واکنش به کم‌آبیاری نشان داد، به‌طوری‌که در مقایسه با کمترین مقدار این رقم در سایر تیمارها (تیمارکم‌آبیاری کامل (DI_2))، ۴۱درصد طول دوره زایشی کمتری داشت.

وزن۱۰۰دانه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر بسیار معنی‌دار کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها بر وزن۱۰۰دانه می‌باشد (جدول ۱). تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی(DI3) با میانگین ۵/۴گرم بیشترین وزن۱۰۰دانه را داشت، در حالی که تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی(DI4) با میانگین ۳/۹۰گرم، کمترین وزن۱۰۰دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲).



شکل ۵- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی کامل در ماش

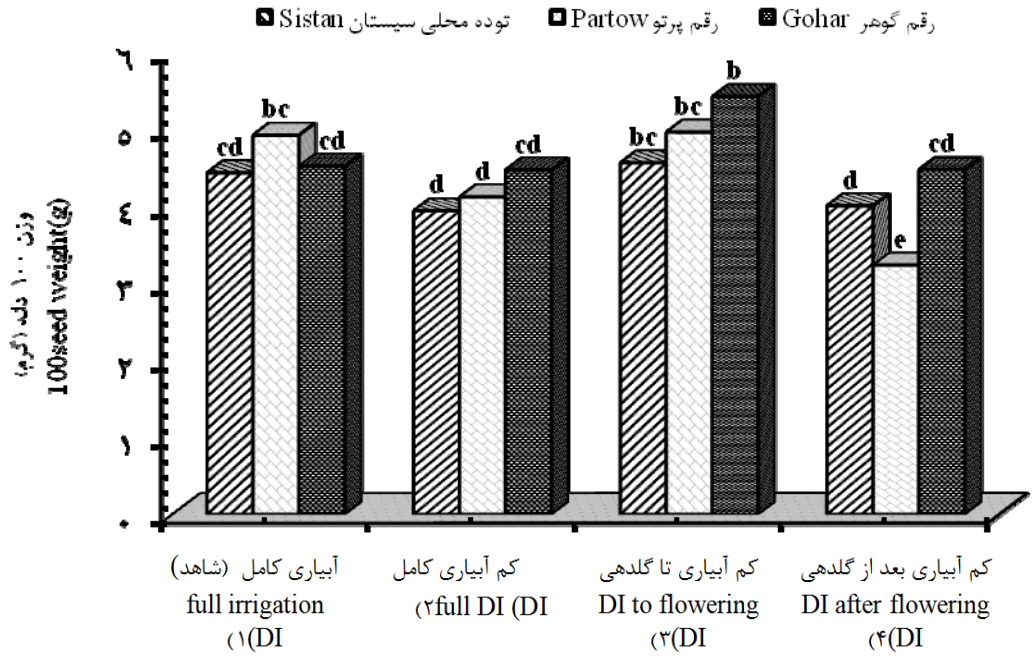
Fig. 5. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on DAP from flowering to full maturity of mung bean

اِعمال کم‌آبیاری در مرحله زایشی در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی(DI4)، احتمالاً باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه شده که در نتیجه آن وزن۱۰۰دانه کاهش یافته است. Sadeghipour (2009) نیز مشاهده کرد که قطع آبیاری در مرحله پُرشدن دانه باعث کاهش وزن۱۰۰۰دانه می‌شود. اعمال کم‌آبیاری در مرحله زایشی، به‌طور معنی‌داری (۱۵/۴۸درصد نسبت به شاهد) وزن۱۰۰دانه را کاهش داد. علت این امر کاهش سطح برگ و دوام آن توأم با کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش خشکی بود که باعث کوتاه‌شدن طول دورهٔ پُرشدن دانه و نیز کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد.

تفاوت بین ارقام و برهم‌کنش آنها و کم‌آبیاری در مورد وزن۱۰۰دانه معنی دار بود (جدول ۱). رقم گوهر بیشترین وزن۱۰۰دانه را دارا بود و رقم پرتو کمترین وزن۱۰۰دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲). البته اختلاف بین رقم پرتو و توده محلی سیستان، معنی‌دار نبود. وجود اختلاف در بین ارقام از نظر وزن۱۰۰دانه توسط Aslametal (2004) نیز گزارش شده است. همان‌طورکه در شکل۶ مشاهده می‌شود، تفاوت ارقام در هریک از سطوح مختلف کم‌آبیاری، معنی‌دار نبود، هرچند در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند. رقم گوهر، درشت‌ترین بذور و رقم پرتو، ریزترین بذور را داشتند. به‌نظر می‌رسد وزن۱۰۰دانه در ارقام، منشأ ژنتیکی داشته و مربوط به اعمال کم‌آبیاری نمی‌شود (شکل ۶).

تعداد نیام در بوته: تعداد نیام در بوته، متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد حبوبات است (Koucheki & Banyan-avval, 2009). تعداد نیام و وزن۱۰۰دانه، بیشترین تأثیر مثبت و مستقیم را بر عملکرد دارند (Parsa & Bagheri, 2008).

اثرات کم‌آبیاری و رقم و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر تعداد نیام در بوته ماش داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح کم‌آبیاری، تعداد نیام در بوته، به‌ترتیب در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI3) بیشترین و در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI4) کمترین مقدار را (۳۴/۷۰درصد کاهش) به خود اختصاص داد (جدول ۲). اعمال کم‌آبیاری در مرحله زایشی از طریق کاهش نرخ گل‌انگیزی و ریزش گل‌ها و نیام‌ها منجر به کاهش۳۴/۷۰درصدی تعداد نیام در بوته، نسبت به شاهد شد که نشان می‌دهد مرحله زایشی حساس‌ترین مرحله نموی گیاه نسبت به کم‌آبیاری است. در نخود، گزارش شده است که کمترین تعداد نیام در بوته مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی بود (Amiri *et al*, 2010). مشاهده شده است تنش در مرحله گلدهی باعث ریزش گُل‌ها و کاهش تعداد نیام می‌شود.



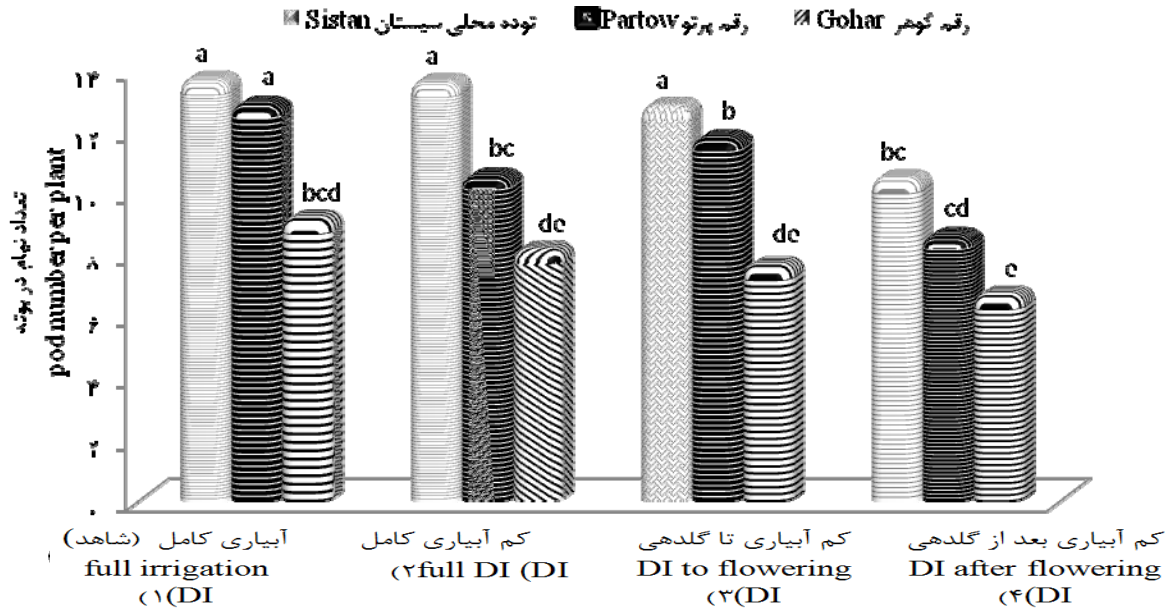
شکل ۶-برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر وزن۱۰۰دانه سه رقم ماش

Fig. 6. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on 100 seed weight of mung bean

ارقام از نظر تعداد نیام در بوته تفاوت نشان دادند، به‌طوری‌که توده محلی سیستان با میانگین ۱۲/۷۲نیام در بوته، بیشترین و رقم گوهر با کاهش ۲۹/۸۵درصدی در تعداد نیام، کمترین تعداد نیام را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). توانایی بقولات در تشکیل جوانه‌های گل و نیام، بسیار بالاست، اما حصول به آن، به شرایط داخلی گیاه و عمدتاً به شرایط محیطی بستگی دارد. این امر، دلیل تغییرپذیری تعداد نیام‌ها در حد بسیار زیاد است (Koucheki & Banyan-avval, 2009). تفاوت توانایی ارقام از نظر تعداد نیام در بوته توسط Aslametal (2004) نیز گزارش شده است. گرچه رقم پرتو وزن۱۰۰دانه کمتری نسبت به رقم گوهر داشت، ولی به‌دلیل تعداد نیام بیشتر در بوته در مقایسه با رقم گوهر، عملکرد دانه بیشتری تولید کرد که مؤید نقش پُراهمیت این صفت در بین اجزای عملکرد می‌باشد. تعدادی از محققان (Haqqani & Pandy, 1994; Raey *et al.*, 2008) تعداد نیام در بوته را مهم‌ترین جزء عملکرد در ماش دانسته‌اند.

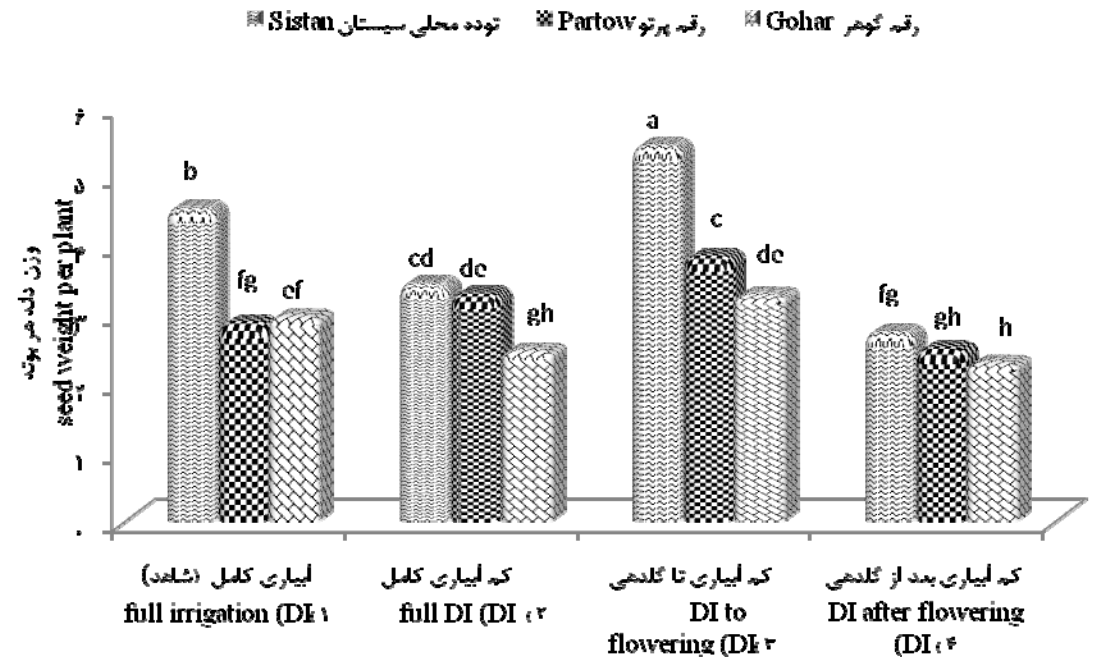
نتایج برهمکنش آبیاری و رقم نیز نشان داد که توده محلی سیستان بر خلاف داشتن تعداد نیام در بوته بالاتر در همه سطوح آبیاری، تنها در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI4)، با دیگر سطوح اختلاف معنی‌دار دارد که مؤید حساسیت بالاتر این رقم به تنش خشکی در مرحله زایشی است. برتری نسبی همه ارقام در تیمار کم‌آبیاری کامل(DI2) در مقایسه با تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI4) نشان می‌دهد تنش خفیف و طولانی‌مدت خشکی، خسارت کمتری وارد می‌کند (شکل ۷). گزارش شده است که تعداد نیام در بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه در آبیاری کامل و آبیاری تا گلدهی، بیشتر از سایر سطوح آبیاری بود (Mohammadi *et al.*, 2004). در آزمایش‌های Raey *et al,* (2008) در نخود و Karam *et al*, (2006) در سویا نیز نتایج مشابهی گزارش شده است.

وزن دانه هر بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها، تأثیر بسیار معنی‌داری بر وزن دانه در بوته ماش داشت (جدول ۱). در بین سطوح کم‌آبیاری، وزن دانه در بوته، نسبت به شاهد به‌ترتیب در کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) با ۲۱/۶۸درصد افزایش و تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) با ۲۷/۱۸درصد کاهش، بیشترین و کمترین وزن دانه مشاهده شد (جدول ۲). تأثیر منفی کمبود آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه به‌ویژه در مرحله گلدهی بر وزن دانه در بوته، در سویا توسط Forooud *et al*, (1993) نیز گزارش شده است.



شکل ۷- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر تعداد نیام در بوته ماش

Fig. 7. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on pod number per plant



شکل ۸- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر وزن دانه هر بوته

Fig. 8. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on seed weight per plant of mung bean

در بین ارقام، توده محلی سیستان بیشترین و رقم گوهر با کاهش ۳۱/۴۳درصدی نسبت به رقم شاهد، کمترین وزن دانه در بوته را داشتند (جدول۲). نتایج برهمکنش آبیاری و ارقام نیز نشان داد که در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI3) و در توده محلی سیستان بیشترین وزن دانه به‌دست آمد. توده مزبور نسبت به ارقام دیگر از نظر وزن دانه، اختلاف معنی‌دار و مثبتی در همه تیمارهای کم‌آبیاری داشت و برتری معنی‌دار خود را در مراحل حساس و بحرانی از نظر آبیاری در تیمار کم‌آبیاری کامل(DI2) و تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI4) حفظ کرد (شکل ۸). مقایسه شکل‌های ۶ و ۸ مبین روند مشابه بین داده‌ها بوده و مؤید نقش مهم این جزء از عملکرد در تعیین عملکرد نهایی است.

عملکرد دانه: عملکرد دانه به‌طور بسیار معنی‌داری تحت‌تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری، رقم و برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۱) به‌طوری‌که عملکرد دانه درتیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) نسبت به شاهد با ۲۲/۵۶درصد افزایش و در تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) ۲۸/۴۷درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲). باوجود این‌که مصرف آب در تیمار شاهد (آبیاری کامل) بیشتر از تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) بود، ولی عملکرد شاهد بدلیل خسارت ناشی از وقوع تندباد نسبتاً شدید در مرحله زایشی به‌ویژه دورهٔ پُرشدن نیام‌ها، کمتر بود (شکل۱). احتمالاً وقوع تندباد نسبتاً شدید ضمن کاهش زیادتر شاخص سطح برگ[1] تیمار شاهد و کاهش نسبت سطح برگ[2]، سهم فتوسنتز جاری را در پُرشدن دانه کاهش داده است. وجود این عوامل منجر به ایجاد خسارت بیشتر به تیمار شاهد شد. احتمالاً اعمال کم‌آبیاری و در نتیجه وقوع تنش خشکی خفیف در مرحله رویشی در تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) سبب تعدیل بین منبع و مخزن در طی زمان شده است و خسارت ناشی از تند باد شدید در آن کمتر بود، ولی در تیمار شاهد به‌دلیل آنی‌بودن تنش تندباد شدید، تعدیل بین منبع و مخزن به‌خوبی برقرار نشده است. وجود اختلاف در اجزای عملکرد نظیر وزن۱۰۰دانه (شکل ۶) و وزن دانه هر بوته (شکل ۸) نیز مؤید مطالب اشاره‌شده می‌باشد. مقایسه میانگین عملکرد تیمار کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) با تیمار شاهد نشان داد که کم‌آبیاری در مرحله زایشی در مقایسه با مرحله رویشی، به‌میزان بیشتری عملکرد را کاهش داده است (جدول ۲)، به‌طوری‌که عملکرد را ۲۹/۴۸درصد نسبت به شاهد (DI_1) کاهش داد که با نتایج Sadeghipour (2008)، Malik *et al*, (2006)، Thomas *et al,* (2004) و Moradi*et et al,* (2008) در ماش مشابهت دارد. نتایج یک تحقیق نشان می‌دهد حساسیت ماش نسبت به تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی بیشتر از مرحله رویشی است، زیرا تغییرات محتوای آب گیاه در این مرحله، تأثیر شدیدی بر توسعه و شکل‌گیری اندام‌های زایشی دارد. کم‌آبیاری کامل (DI_2)، ۲۳درصد عملکرد بیشتری نسبت به کم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) داشت. احتمالاً دلیل این برتری به توانایی گیاه در تعدیل مخزن- منبع مرتبط است (Moradi *et al.,* 2008). وجود اختلاف کمتر تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی DI_3 و شاهد (برابر با ۶۹/۹کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تفاوت تیمار کم‌آبیاری کامل (DI_2) و شاهد (۸۰/۴کیلوگرم بر هکتار) نشان می‌دهد تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) هم‌زمان با شروع مرحله زایشی گیاه در شرایط مطلوب رطوبتی قرار گرفته و شرایط رشد، بهبود یافته و فتوسنتز، ترمیم شده است (جدول ۲). این مطلب با نتایج Moradi *et al*, (2008) و Clavel (2005) *et al*, نیز مشابهت دارد.

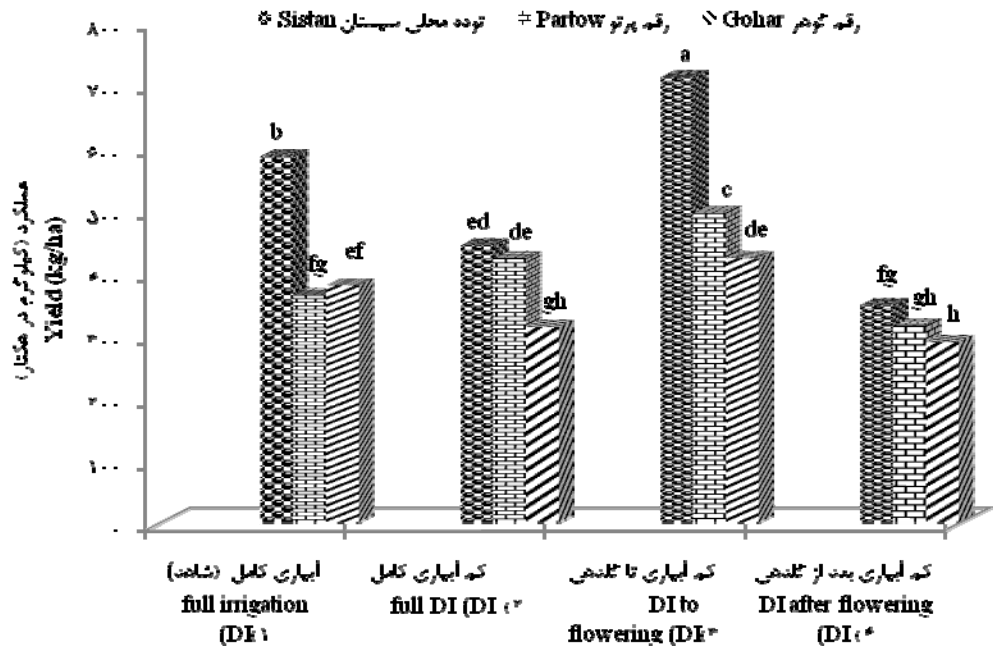
در بین ارقام نیز تفاوت بسیار معنی‌داری از نظر عملکرد مشاهده شد (جدول ۱). در توده محلی سیستان و رقم گوهر به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد به‌دست آمد (جدول ۲). به‌طورکلی، عملکرد ارقام تا حد زیادی به خصوصیات ژنتیکی آنها وابسته است. توده محلی سیستان به‌دلیل طول دوره رشد طولانی‌تر (جدول ۲)، تعداد نیام و دانه بیشتر در بوته و همچنین تعداد بیشتر دانه در نیام نسبت به سایر ارقام به عملکرد بالاتری دست یافت. تأثیر معنی‌دار رقم بر عملکرد توسط برخی از محققان گزارش شده است (Sadeghipour, Tesfaye *et al.*, 2006; Aslam *et al.*, 2004; 2008; Asghar Ali *et al.,* 2000).

برهمکنش تیمار کم‌آبیاری و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمارهای کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3) همراه با توده محلی سیستان بیشترین وکم‌آبیاری بعد از گلدهی (DI_4) و رقم گوهر کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۲ و شکل ۹). همچنین نتایج نشان داد که توده محلی سیستان در همه سطوح کم‌آبیاری از لحاظ عملکرد، برتری خود را نسبت به سایر ارقام حفظ کرد (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

انطباق مراحل رشدی گیاه با شرایط مطلوب محیطی، سبب بهبود عملکرد گیاه می‌شود که این امر از طریق بهبود عملیات زراعی و معرفی ارقام مناسب میسر می‌گردد. پژوهش حاضر نشان داد اگرچه اِعمال کم‌آبیاری می‌تواند ویژگی‌های فنولوژیک ماش را تحت‌تأثیر قرار دهد ولی میزان اثرگذاری به مرحله وقوع تنش بستگی دارد.

[1] Leaf Area Index
[2] Leaf Area Ratio



شکل ۹- برهمکنش کم‌آبیاری و رقم بر عملکرد دانه ماش

Fig. 9. Comparison of mean interaction between deficit irrigation and cultivar on seed yield of mung bean

در طی اعمال کم‌آبیاری و کاهش میزان مصرف آب در مراحل مختلف رشد، تیمار کم‌آبیاری تا گلدهی (DI_3)، نه‌تنها کاهش معنی‌داری در عملکرد و پارامترهای مرتبط با آن نداشت، بلکه بیشترین عملکرد و طولانی‌ترین دوره زایشی و رویشی را داشت که مبین وجود سازوکارهای جبرانی در گیاه پس از رفع تنش، در مرحله زایشی است و گیاه می‌تواند بهبودی خود را بازیابی کند. نتایج نشان داد که توده محلی سیستان، مقاوم‌ترین رقم در برابر اِعمال کم‌آبیاری در مراحل مختلف نموّی نسبت به دو رقم دیگر بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کلیه پرسنل مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل و از بخش زراعت مرکز تحقیقاتی صفی‌آباد دزفول و جهاد کشاورزی زابل که ما را در این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

1. Asghar Ali, M., Choudhry, A., and Tanveer, A. 2000. Response of Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) genotypes to *Rhizobia* cultur. Pak. J. Agri. Sci. 37(1-2): 80 -82.
2. Aslam, M., Hussain, M., Ather Nadeem, M., and Haqqani, A.M. 2004. Comparative efficiency of different mung bean genotypes under agro-climatic conditions of Bhakhar. Pak. j. Life Soc. Sci. 2(1): 51-53.
3. Bains, G.S., and Kiran, R. 2008. Phenological studies in summer green gram (*Vigna radiate* L. Wilczek) under changed hydrothermal regimes. Legume Research 31(2): 105-109.
4. Clavel, D., Drame, N.K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S., and Laffray, D. 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut *(Arachis hypogaea L.)* cultivars. Environ. & Experim. Bot. 54: 219-230.
5. De Costa., W.A.J.M., and Shanmugathasan, K.N. 1999. Effects of irrigation at different growth stages on vegetative growth of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek*)* in dry and intermediate zones of SriLanka. J. Agronomy & Crop Science 183: 137-143.
6. Fehr, W.R., and Caviness, C.E. 1977. Stages of Soybean Development. Iowa State Univ. Ext. Serv. Spec. Rep. 80.

7. Hossain, A.M. 2008. Deficit irrigation for wheat cultivation under limited water supply condition. USA: Florida, Boca Raton. 200p.
8. Hossaini-abrishami, S.M. 1996. Foundation and Operation of Irrigation. Translating by group of Islamic Researches Foundation. 495p.
9. Kirda, C., Moutonnet., P., and Hera, C. 1999. Crop Yield Response to Deficit Irrigation. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp: 258
10. Koucheki, A., and Banyan avval, M. 2009. Pulse Crops. Mashhad: Jihad-e-Daneshgahi Publisher. 236p.
11. MajnounHosseini, N. 2008. Pulse Cultivation and Production. Tehran: Jihad-e-Daneshgahi Publisher. 289p.
12. Malik, A., Hassan, F., Waheed, A., Qadir, G., and Asghar, A. 2006. Interactive effects of irrigation and phosphorus on green gram (*vigna radiata* L.). Pak. J. Bot. 38(4): 1119-1126.
13. Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M.R., and Heidarisharifabad, H. 2006. Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics in some wheat cultivars. Pajouhesh & Sazandegi 73: 184-192.
14. Moradi, A., Ahmadi. A., and Hossainzadeh, A. 2008. Agro-physiological responses of mung bean (*Vigna radiate* L.) Wilczek) to severe and moderate water stress applied at different growth stages. J. of Agriculture Science and Tech. and Natural Res. 12(45): 659-671 (In Persian).
15. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Mashhad: Jihad-e-Daneshgahi Publisher. 523p.
16. Raey, Y., Demaghsi, N., and SeiedSharifi, R. 2008. Effect of different levels of irrigation and plant density on grain yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) Deci type cv. Kaka. Iranian Journal of Crop Sciences 9(4): 371-381 (In Persian with English Summary).
17. Sadeghipour, O. 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stage on yield and yield components of mung bean *(Vigna radiata* L. *Wilczek)* varieties. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 4(5): 590-594.
18. Sepaskhah, A.R., Tavokoli, A.R., and Muosavi, S.F. 2006. Deficit Irrigation: Applaying and Foundomental. Irrigation and Drainage Committee Publisher. 288p.
19. Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M., 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. Europ. J. Agron 25: 60-70.
20. Thomas, M., Robertson, J., Fukai, S., and Peoples, M. 2004. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. Field Crop Res. 86(1): 67-80.
21. Yimram, T., Somta, P., and Srinives, P. 2009. Genetic variation in cultivated mung bean germplasm and its implication inbreeding for high yield. Field Crops Research 112: 260-266.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 2, 2013, p. 51-64

The study of phenological traits, yield and yield components of three Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) cultivars to deficit irrigation in Sistan region

Zarea Zargaz[1], J. & Galavi[2*], M.

1. MSc. in Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University; jafarzarea@gmail.com
2. Contribution from Faculty of Agriculture, Zabol University

Received: 22 November 2011
Accepted: 24 June 2012

Abstract

Water scarcity is a major factor for limiting crop growth and development in arid and semi-arid regions. In order to study the effects of varying timing and severity of water deficit on mung bean phenological traits, a field experiment was carried out during 2009 growing season at agricultural research institute of Zabol University. The experiment was laid out in split plot by using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. The treatments were comprised of four levels of deficit irrigation (DI) included: 1) irrigation based on depletion of 45% available soil water in all growth period (control), 2) irrigation based on depletion of 70% available soil water in all growth period, 3) at vegetative growth stage, 4) and at reproductive growth stage as main plot and three mung bean varieties as sub plot consisted of Sistan (local cultivar), C2 (Gouhar), C3 (Partow). The results showed that appearance of first flower, numbers of days from sowing to first pod maturity, number of days to maturity, number of day from appearance of first flower to full maturity, yield and yield components were significantly affected by deficit irrigation, varieties and their interaction. The result showed that, Sistan local variety was more resistant against the DI applying in all treatment and produced higher grain yield and yield components.

Key words: Deficit irrigation, Flowering, Grain yield, Mungbean, Phenological trait, Pod-filling, Water depletion

* **Corresponding Author:** mgalavi@yahoo.com, Tel: 09153421448