

بهبود عملکرد ماش سبز (*Vigna radiata* L.) با کاربرد زئولیت تحت شرایط کمبود آب^۱

Improving grain yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) using zeolite under water deficit conditions

علیرضا پیرزاد^{۱*}، جلال جلیلیان^۲، وحید اکبری باوندی^۳

۱- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* نویسنده مسئول: a.pirzad@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۱/۲۰

چکیده

برای بررسی تاثیر زئولیت و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش سبز رقم NM92، یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه در سه تکرار اجرا در سال ۱۳۹۰ شد. تیمارهای آزمایش شامل مقادیر زئولیت (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و تنش خشکی (عدم قطع آبیاری، و قطع آبیاری در شروع گلدهی، گلدهی کامل، شروع تشکیل غلاف و پر شدن دانه) بودند. صفات مورد آزمایش شامل..... بود. نتایج نشان داد که اثر زئولیت و آبیاری بر قطر غلاف و طول غلاف، و اثر آبیاری روی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. اثر متقابل بین زئولیت و آبیاری بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه معنی‌دار شد. بیشترین وزن هزار دانه (۷۰/۱ گرم) از تیمار آبیاری کامل (عدم قطع آبیاری) به همراه کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار، و کمترین وزن هزار دانه (۴۲/۴ گرم) از تیمار قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به همراه استفاده ۱۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد. تیمار عدم قطع آبیاری به همراه کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار حداکثر عملکرد دانه (۴۴۹۲/۱ کیلوگرم در هکتار)، و تیمار قطع آبیاری در شروع گلدهی بدون کاربرد زئولیت حداقل عملکرد دانه (۶۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند. به-طور کلی، در هر کدام از سطوح زئولیت، بیشترین کاهش عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به شاهد (عدم قطع آبیاری) در تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی اتفاق افتاد. خسارت قطع آبیاری بر عملکرد در مقادیر متوسط زئولیت (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) بیشتر جبران شده است.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، غلاف، قطع آبیاری، ماش، هزار دانه.

۱- مقاله مستخرج از پایان‌نامه وحید اکبری باوندی به راهنمایی علیرضا پیرزاد و جلال جلیلیان می باشد.

مقدمه

خسارت وارده را جبران نمی‌کند (Habibzadeh *et al.*, 2013; Pannu and Singh, 1987). بروز تنش در ماش به‌طور برگشت‌ناپذیر ارتفاع گیاه، رشد ریشه، سطح برگ، تعداد نیام و تجمع ماده خشک را کاهش می‌دهد (Sadsivam, 1987). اثر تنش کم‌آبی بر مراحل رشد رویشی و زایشی سه ژنوتیپ ماش نشان داد که ماده خشک کل، شاخص برداشت و ارتفاع بوته کاهش یافت (Sadegipour, 2009). بنابراین برای جبران خسارت های ناشی از خشکی، راهکارهای مختلفی باید مورد ارزیابی و توسعه قرار گیرد، از جمله این روش ها بهبود وضعیت منطقه فعالیت ریشه^۲ از نظر نگهداری آب می باشد.

ژنوتیپ‌ها شامل گروه وسیعی از آلومینوسیلیکات-های هیدراته دارای یک شبکه تتراهیدرال اتم‌های اکسیژن که در اطراف اتم‌های سیلینیوم و آلومینیوم قرار گرفتند، می‌باشند که این ساختار منتج به ایجاد یک شبکه سه‌بعدی در این کانی می‌شود. ژنوتیپ‌ها به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و قرار گرفتن بعضی از کاتیون‌ها مانند آمونیوم در شبکه خود علاوه بر نقش اصلاح‌کنندگی در خاک، می‌تواند نقش تغذیه‌ای داشته و باعث بهبود رشد گیاه مخصوصاً در اراضی با قابلیت تبادل کاتیونی پایین یعنی زمین‌های شنی شوند (Barrer, 1979; Kazemian *et al.*, 1997). برخلاف کانی‌های رسی، در ژنوتیپ‌ها چارچوب ساختمانی به اندازه کافی باز است و می‌تواند مولکول‌های آب را هم مشابه کاتیون‌ها در خود جای دهد. این ویژگی یعنی باز بودن ساختمان، باعث به وجود آوردن خواص ویژه و منحصر به فرد ژنوتیپ‌ها شده است. مولکول‌های آب و همچنین کاتیون‌ها به راحتی می‌تواند در داخل شبکه حرکت کنند، بدون اینکه ساختار شبکه دچار تغییر شود. بنابراین تحرک کاتیون‌ها باعث ایجاد پدیده تبادل کاتیونی با سایر کاتیون‌های موجود در محیط می‌شود (Karapinar, 2009).

ماش از جمله گیاهان خانواده بقولات^۱ است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا کشت می‌شود و نقش به‌سزایی را در تغذیه مردم کشورهای در حال توسعه دارد. مناطق عمده کشت ماش در ایران شامل اهواز، دزفول، گرگان، مغان، ورامین، اصفهان و کردستان می‌باشد. ماش به عنوان یک منبع پروتئین، تقریباً تمام اسیدهای آمینه مهم و مورد نیاز را داراست، به‌طوری که اسیدهای آمینه مانند لوسین، آرژنین، ایزولوسین، لیسین و والین به مقدار زیاد و اسیدهای آمینه تریپتوفان، سیستین و متیونین به میزان محدود در پروتئین ماش یافت می‌شود (Ganjeali *et al.*, 2008).

آب عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک از جمله ایران است که استفاده بهینه از آن دارای اهمیت به‌سزایی است. اقتصاد و مدیریت منابع آب ایجاب می‌کند که از واحد حجم آب حداکثر بهره برداری صورت گیرد. در شرایط فعلی که کمبود آب آبیاری وجود دارد، اطلاع از واکنش گیاهان و تعیین میزان حساسیت مراحل مختلف رشد به کم‌آبی از اهمیت بسزایی برخوردار است (Hashemi Dezfuli *et al.*, 1999).

ماش سبز در فصل مرطوب به آبیاری احتیاجی ندارد، ولی در فصل خشک تا ۵ بار آبیاری (۲۰۰۰ تا ۴۵۰۰ متر مکعب در هکتار) برای تولید محصول خوب کفایت می‌کند. در مقایسه با دیگر محصولات زراعی، مقاومت به خشکی ماش بیشتر از نخود و لوبیاست (Majnoon Hoseini, 1996). هر چند که ماش تا حدودی مقاوم به خشکی است با این وجود حساس-ترین دوره ماش به کمبود آب مرحله گلدهی می‌باشد (Hashemi Dezfuli *et al.*, 1999). تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که تنش کمبود آب در ماش ابتدا روی تعداد نیام در بوته اثر کرده و سپس اندازه بذر و تعداد دانه در نیام را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اگر تنش خشکی به مدت طولانی ادامه یابد، آبیاری مجدد

بعد از کاشت (۱۰ تیر ماه)، آبیاری، سبز شدن گیاهان با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم تنک گردیدند. تا اعمال سطوح مختلف قطع آبیاری در مراحل شروع گلدهی، گلدهی کامل، شروع تشکیل غلاف و پر شدن دانه، در همه تیمارها آبیاری مشابه شاهد صورت گرفت. هر کدام از تیمارهای قطع آبیاری در زمان مورد نظر تا پایان رشد گیاه و برداشت دانه ادامه یافت. تامین نیازهای غذایی بر اساس نتایج تجزیه خاک انجام شد. در طول دوره رشد علف‌های هرز در کلیه واحدهای آزمایشی به صورت دستی وچین شدند.

در انتهای فصل رشد به منظور تعیین اجزای عملکرد از هر کرت به صورت تصافی پنج بوته انتخاب و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، از هر واحد آزمایشی چهار تکرار ۱۰۰ تایی انتخاب و بر اساس ماده خشک توزین گردید. برای برآورد عملکرد دانه، پس از حذف اثر حاشیه، از هر واحد آزمایشی نیم مترمربع برای برآورد عملکرد از واحد سطح به‌طور کامل برداشت شد.

جهت تجزیه آماری و به‌دست آوردن جدول تجزیه واریانس از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و MSTATC و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون SNK استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر زئولیت روی تعداد غلاف در بوته، قطر غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد، و روی طول غلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). همچنین اثر آبیاری روی طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، قطر غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل زئولیت و آبیاری بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

افزودن زئولیت به خاک مثل یک مخزن ذخیره آب عمل کرده و طی دوره خشکی، مدت حفظ رطوبت در خاک در ناحیه ریشه بعد از آبیاری به سرعت افزایش می‌یابد (Gholizadeh et al., 2010). همزیستی میکوریزایی با دو گونه *Glomus mosseae* و *G. intarradices* در ماش خسارت تنش خشکی را از طریق افزایش تعداد غلاف و دانه در بوته، طول غلاف و همچنین شاخص برداشت دانه جبران کرد. البته عملکرد دانه هم در شرایط کمبود آب و هم در شرایط غیر تنش در گیاهان میکوریزایی بالاتر بود (Habibzadeh et al., 2013). مکانیسم تحمل به خشکی در ماش از طریق تجمع قندهای محلول در برگ و انباشت پرولین گزارش شده است (Pirzad and Jalilian, 2014). از با توجه به اهمیت کاربرد زئولیت‌ها در کاهش خسارت‌های کم آبی بر عملکرد گیاهان و مشخص نبودن میزان مطلوب آن، بررسی مقادیر مختلف زئولیت و قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه ماش ضرورت داشته و از اهداف این مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه، واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غرب ارومیه (با مختصات ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) بر روی گیاه ماش سبز رقم NM92 انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و سه در سال زراعی ۱۳۹۰ تکرار اجرا شد.

تیمارهای آزمایش شامل مقادیر زئولیت در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و تنش خشکی در پنج سطح (عدم قطع آبیاری، و قطع آبیاری در شروع گلدهی، گلدهی کامل، شروع تشکیل غلاف و پر شدن دانه) بودند. قبل از کاشت، واحدهای آزمایشی به طول ۱۱۰ سانتی‌متر و عرض ۸۰ سانتی‌متر آماده و از همدیگر جدا گردیدند. زئولیت به نسبت‌های تعیین شده (مخلوط با خاک زراعی به عمق ۳۰ سانتی‌متر) به واحدهای آزمایشی اضافه گردید و

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف ماش سبز رقم NM92 تحت تاثیر سطوح مختلف قطع آبیاری و زئولیت.

Table 1- Analysis of variance (ANOVA) of mung bean plant (cv. NM92) characteristics under different levels of irrigation disruption and zeolite.

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات					عملکرد دانه Seed yield
		طول غلاف Pod length	قطر غلاف Pod diameter	تعداد غلاف در بوته Number of pod near plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed nod	وزن هزار دانه 1000-seed weight	
بلوک Block	2	0.3	0.36	0.38	0.401	7.8	35844.6
زئولیت Zeolite	3	2.5*	1.58**	73.56**	0.002 ^{ns}	130.3**	5219752.8**
قطع آبیاری Irrigation disruption	4	12.7**	1.36**	8.74**	16.88**	507.5**	7488795.2**
زئولیت×قطع آبیاری Zeolite×Irrigation Disruption	12	0.6 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.53**	0.79 ^{ns}	42.6**	317356.1**
خطای آزمایش Error	38	0.6	0.31	0.14	0.68	5.6	78893.38
Coefficient of Variation ضریب تغییرات (%)		11.58	9.96	4.54	12.60	4.73	13.30

^{ns}, **, * به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

^{ns}, **, and *, significant at 5%, 1% probability and non-significant, respectively.

طول غلاف

صفایی و همکاران (Safaei *et al.*, 2009) بر روی گیاه کلزا مطابقت داشت. قطع آبیاری در شروع گلدهی، بدلیل شکل گرفتن تعداد تخمک‌های بارور درون غلاف، منجر به تولید تعداد دانه کمتر درون غلاف شده است. تعداد کمتر دانه در هر غلاف می‌تواند پتانسیل حداکثر طول غلاف را در ماش تعیین کند (شکل ۱).

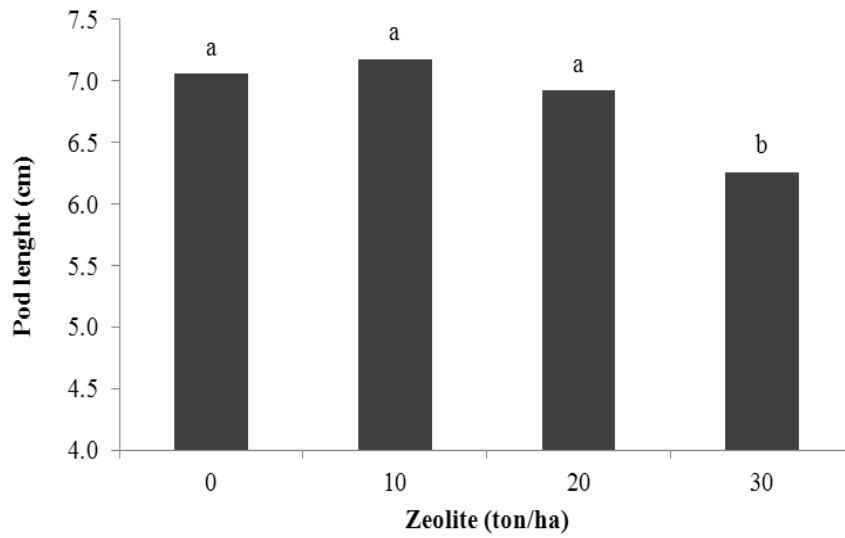
قطر غلاف

قطرترین غلاف ماش با میانگین ۶/۰۲ میلی‌متر از کاربرد ۱۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد که با تیمار عدم استفاده از زئولیت (شاهد) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین قطر غلاف با ۵/۲۴ میلی‌متر از تیمار ۳۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد که با کاربرد زئولیت به میزان ۲۰ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲-الف). در مقایسه سطوح آبیاری، قطرترین غلاف با ۶ میلی‌متر از تیمار عدم قطع آبیاری حاصل شد که با تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گلدهی کامل، تشکیل غلاف و پر شدن دانه تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین قطر غلاف با ۵/۰۹ میلی‌متر در تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی (طولانی‌ترین زمان بدون آبیاری) مشاهده شد (شکل ۲-ب).

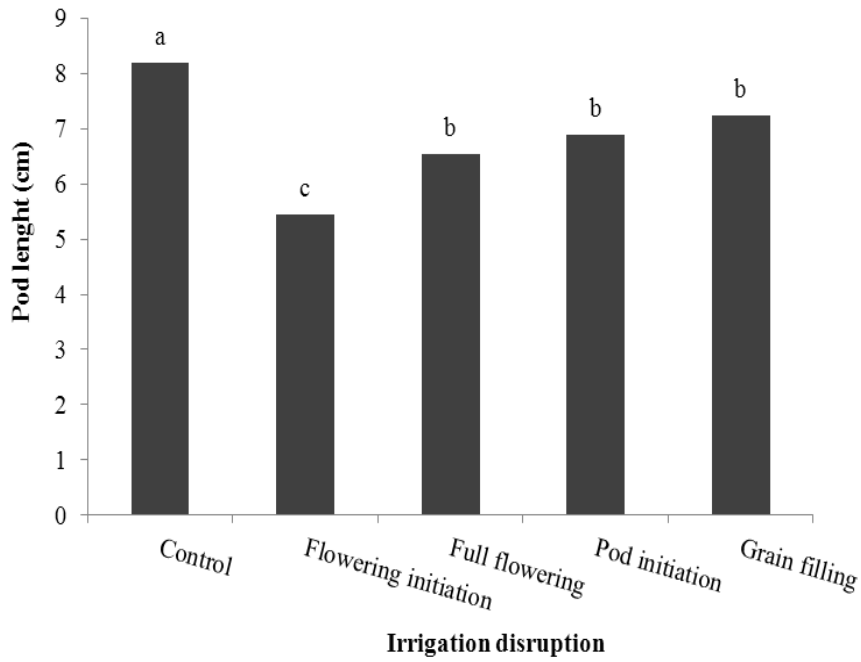
طول‌ترین غلاف با میانگین ۷/۱۸ سانتی‌متر از تیمار ۱۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد، که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (عدم استفاده از زئولیت) و ۳۰ تن زئولیت در هکتار نداشت. کوتاه‌ترین غلاف با میانگین ۶/۲۰ سانتی‌متر از تیمار ۲۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد (شکل ۱-الف). صفایی و همکاران (Safaei *et al.*, 2009) نیز طی پژوهش بر روی دو رقم کلزا اعلام داشتند که اثر زئولیت بر طول خورجین معنی‌دار بود. به طوری که مصرف زئولیت بر روی طول خورجین با میانگین ۵/۸۲۷ سانتی‌متر نسبت به عدم مصرف آن با میانگین ۵/۵۵۳ سانتی‌متر، برتری معنی‌دار نشان داد.

مقایسه میانگین‌های طول غلاف نشان داد که تیمارهای عدم قطع آبیاری با میانگین ۸/۱۹ سانتی‌متر دارای طول‌ترین غلاف و قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی نیز با میانگین ۵/۴۴ سانتی‌متر کوتاه‌ترین غلاف را به خود اختصاص دادند. با طولانی شدن دوره رشد بدون آبیاری، از شروع گلدهی تا مرحله پر شدن دانه، طول غلاف کاهش کمتری نسبت به تیمار شاهد، بدون قطع آبیاری داشته است (شکل ۱-ب). این کاهش طول غلاف در اثر شدت تنش کمبود آب (طولانی شدن دوره بدون آبیاری) با یافته‌های

A



B

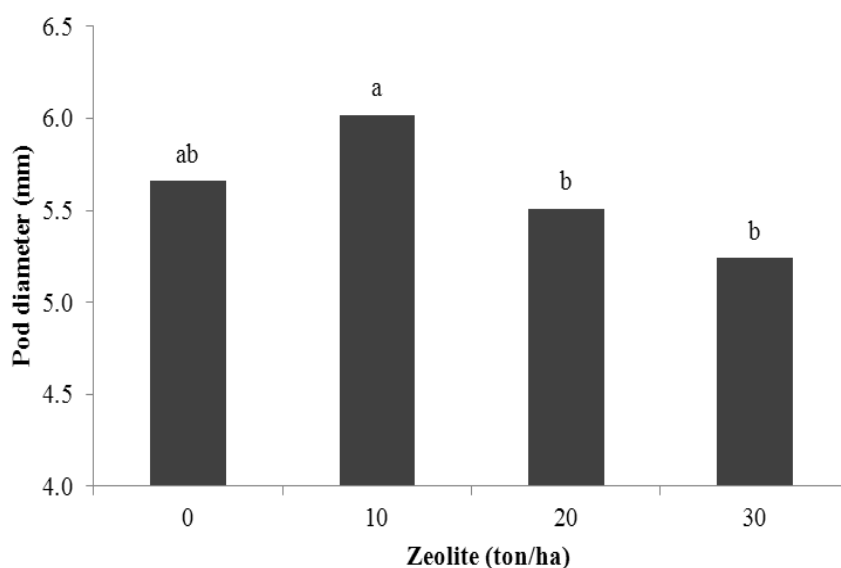


شکل ۱- مقایسه میانگین طول غلاف ماش سبز رقم NM92 تحت تاثیر مقادیر زئولیت (A) و سطوح مختلف آبیاری (B).
حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

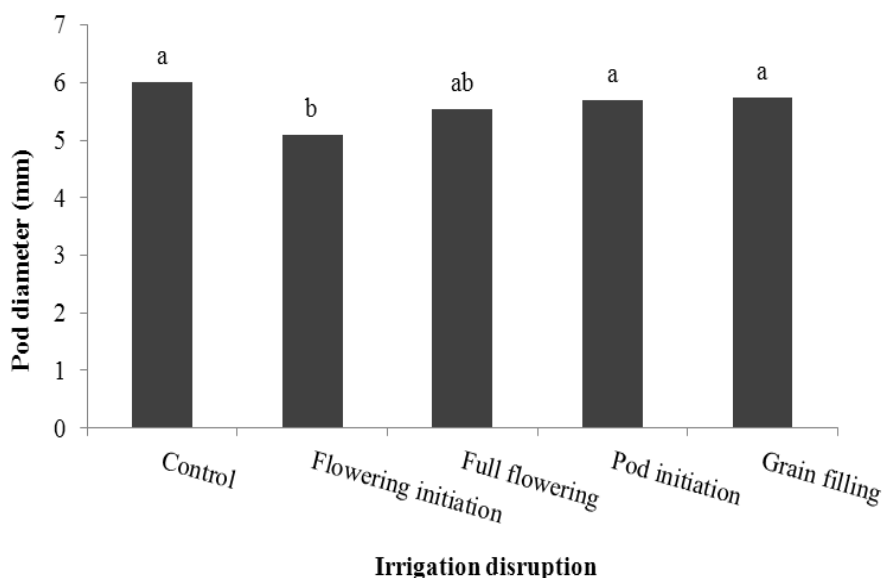
Figure 1- Means comparison of pod length of Mung bean (cv. NM92) under effects of zeolite amounts (A) and irrigation (B).

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.

A



B



شکل ۲- مقایسه میانگین قطر غلاف ماش سبز رقم NM92 تحت تاثیر مقادیر زئولیت (A) و سطوح مختلف آبیاری (B).

حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Figure 2. Means comparison of pod diameter of Mung bean (cv. NM92) under effects of zeolite amounts (A) and irrigation (B).

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.

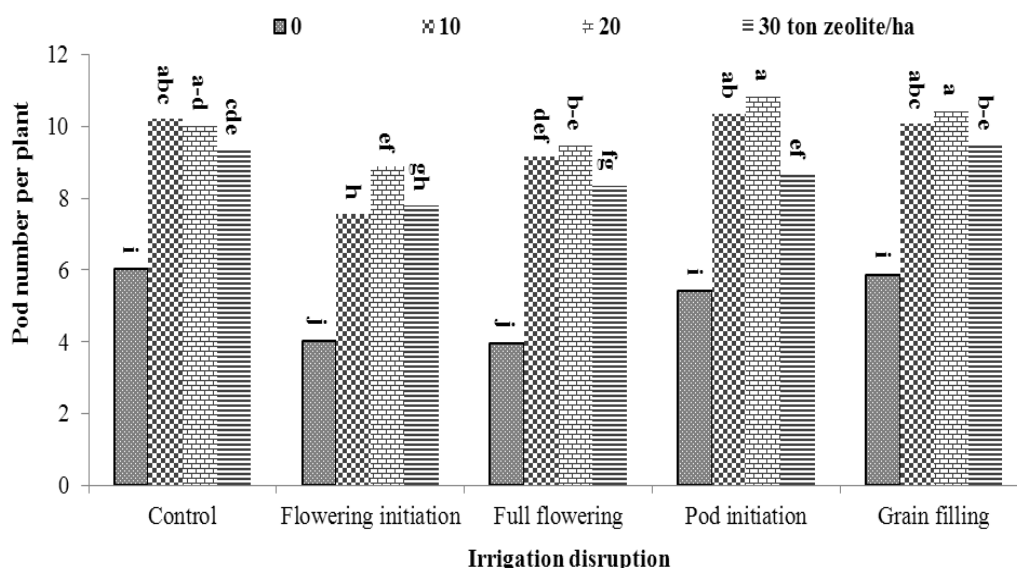
گلهی به همراه عدم کاربرد زئولیت تفاوت معنی دار نداشت. در هر سطح کاربرد زئولیت، با افزایش طول دوره بدون آب، تعداد غلاف در هر بوته نسبت به شاهد (عدم قطع آبیاری) کاهش بیشتری را نشان داد. به عبارت دیگر با قطع زودتر آب در مراحل شروع گلهی و گلهی کامل نسبت به مراحل غلاف دهی و پرشدن دانه، تعداد غلاف در بوته نسبت به شرایط بدون قطع آبیاری

تعداد غلاف در بوته

بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۱۰/۸ عدد در بوته مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله غلاف دهی به همراه کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار بود. کمترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۳/۹ عدد در بوته از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلهی به همراه عدم استفاده از زئولیت به دست آمد که با تیمار قطع آبیاری در شروع

زایشی (میوه) کلزا در هر بوته در اثر افزایش شدت تنش کم آبی کاهش نشان داد، ولی با کاربرد زئولیت بخشی از این کاهش جبران می گردد (Pazuki, 2010)، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. کاهش طول دوره رشد گیاه در شرایط تنش خشکی یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته می باشد (Bayat *et al.*, 2010; Sadegipour, 2009). براساس گزارش دیگر محققان تعداد غلاف در بوته را می توان به عنوان مهم ترین صفت موثر بر عملکرد تحت شرایط متفاوت آبیاری و به عنوان یک شاخص مطلوب در ماش معرفی نمود (Pannu and Singh, 1987; Sadsivam, 1987; Zabet *et al.*, 2003).

(آبیاری تا آخر فصل رشد)، بیشتر کاهش یافت. البته این کاهش در حالت بدون کاربرد زئولیت بیشتر بود و افزودن زئولیت در هر سطحی توانست مقدار این کاهش تعداد غلاف را جبران کند. هر چند مقادیر بیشتر زئولیت (۳۰ تن در هکتار) در مقایسه با مقادیر ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار مطلوب به نظر نمی رسد (شکل ۳). صفایی و همکاران (Safaei *et al.*, 2009) طی پژوهش بر روی دو رقم کلزا اعلام داشتند که مصرف زئولیت در شرایط آبیاری معمول با میانگین ۷۱/۲۳ بیشترین و عدم کاربرد زئولیت در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد با میانگین ۴۰/۰۳ کمترین تعداد خورجین در گیاه را داشتند. در تحقیقی دیگر مشخص شد که تعداد واحد



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری زئولیت و آبیاری از نظر تعداد غلاف در هر بوته ماش رقم NM92. حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

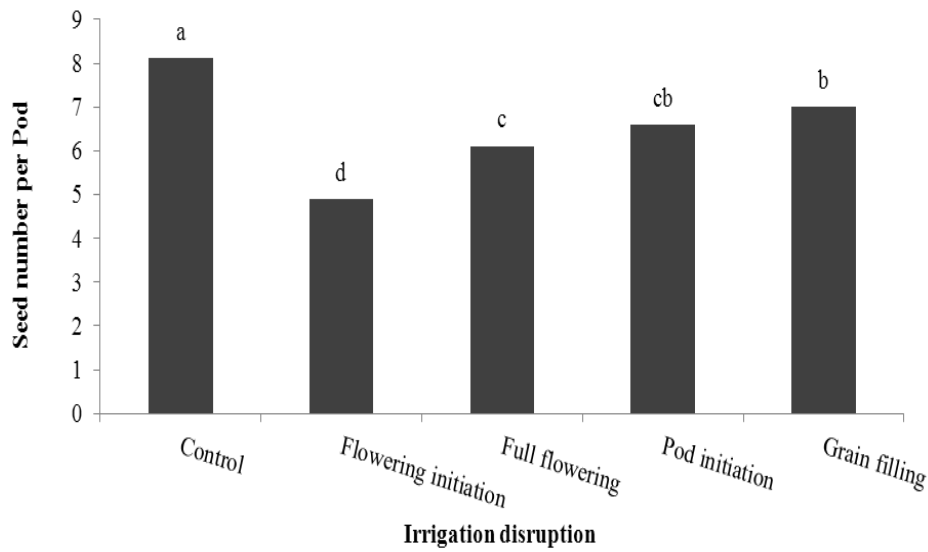
Figure 3- Means comparison the number of pod per Mung bean (cv. NM92) plants under effects of zeolite amounts and irrigation.

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.

دانه در غلاف به طور معنی دار کاهش یافت (شکل ۴). با توجه به اینکه تشکیل دانه پس از مرحله گلدهی آغاز می گردد، هرگونه کمبود آب در این دوره می تواند منجر به کاهش شدید تعداد دانه شود. پس از گذراندن این دوره و تشکیل دانه، تنش کمبود آب کمتر آنرا تحت تاثیر قرار داده است (شکل ۴). با توجه به نتایج این تحقیق در ماش برای تشکیل تعداد مناسب دانه در هر غلاف شروع گلدهی حساس ترین مرحله رشدی به تنش کمبود آب می باشد.

تعداد دانه در غلاف

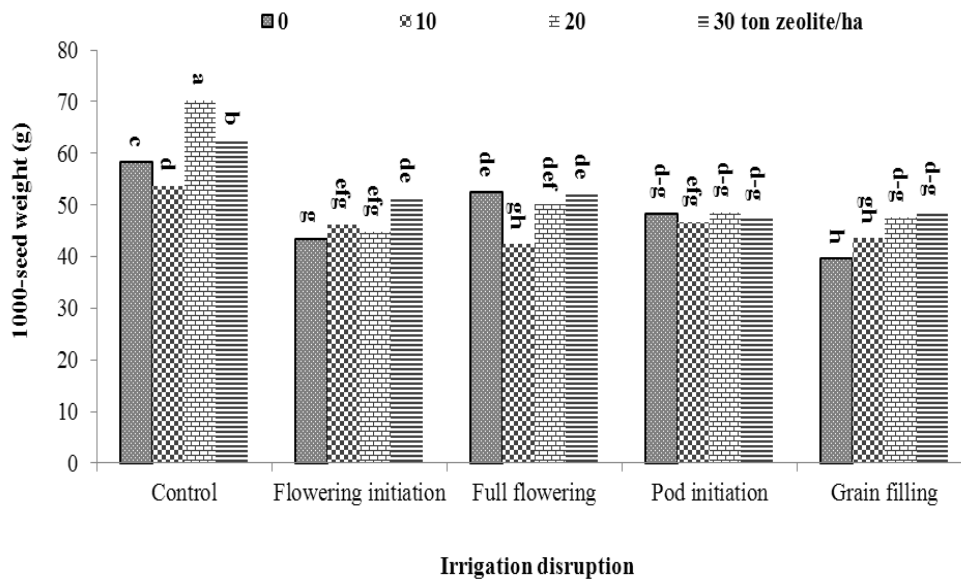
تیمار آبیاری کامل (عدم قطع آبیاری) با میانگین ۸/۱۲ دانه در هر غلاف بیشترین تعداد را به خود اختصاص داد. گیاهانی که آبیاری در مرحله غلاف دهی قطع شده بود (طولانی ترین دوره بدون آبیاری)، با میانگین ۴/۸۹ عدد دانه در هر غلاف کمترین تعداد دانه را به خود اختصاص دادند. در این آزمایش با افزایش تدریجی طول دوره بدون آب، یعنی قطع آبیاری از مرحله شروع گلدهی تا پرشدن دانه، تعداد



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف ماش سبز رقم NM92 تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری. حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Figure 4- Means comparison the number of grain per pod in Mung bean (cv. NM92) plants under effects of irrigation disruption levels.

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.



شکل ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری زئولیت و آبیاری از نظر وزن هزار دانه ماش رقم NM92. حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Figure 5- Means comparison of 1000-seed weight in Mung bean (cv. NM92) plants under effects of zeolite amounts and irrigation.

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.

وزن هزار دانه

بیشترین وزن هزار دانه با میانگین وزن هزار دانه ۷۰/۱ گرم از تیمار آبیاری کامل (عدم قطع آبیاری) به همراه کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار، و کمترین وزن هزار دانه با میانگین وزن هزار دانه ۴۲/۴ گرم از تیمار قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به همراه استفاده ۱۰ تن زئولیت در هکتار به دست آمد. در کلیه سطوح کاربرد زئولیت، با وجود وزن هزار دانه یکسان در تیمارهای قطع آبیاری، این مقادیر نسبت به شاهد (بدون قطع آبیاری) کاهش معنی‌داری را نشان دادند. نکته قابل توجه اینکه قطع آبیاری در شرایط بدون زئولیت وزن هزار دانه را به شدت کاهش داد، در حالیکه این کاهش وزن هزار دانه در تیمار قطع آبیاری در این مرحله از رشد با کاربرد زئولیت جبران شد و از نظر آماری تفاوت معنی‌دار با سایر سطوح قطع آبیاری نداشت (شکل ۵). در یک مطالعه روی کلزا، مصرف زئولیت در شرایط آبیاری معمول نسبت به قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، حدود ۱۱ درصد کاهش در وزن هزار دانه را در شرایط عدم کاربرد زئولیت نشان داد (Safaei et al., 2009). به‌طور کلی وزن دانه تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن آن است و وجود تنش‌های محیطی مانند کمبود آب به ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه به دلیل کاهش در میزان فتوسنتز جاری، سرعت و طول دوره پر شدن دانه و در نهایت وزن آن را کاهش می‌دهد (Mohammadi et al., 2006).

عملکرد دانه

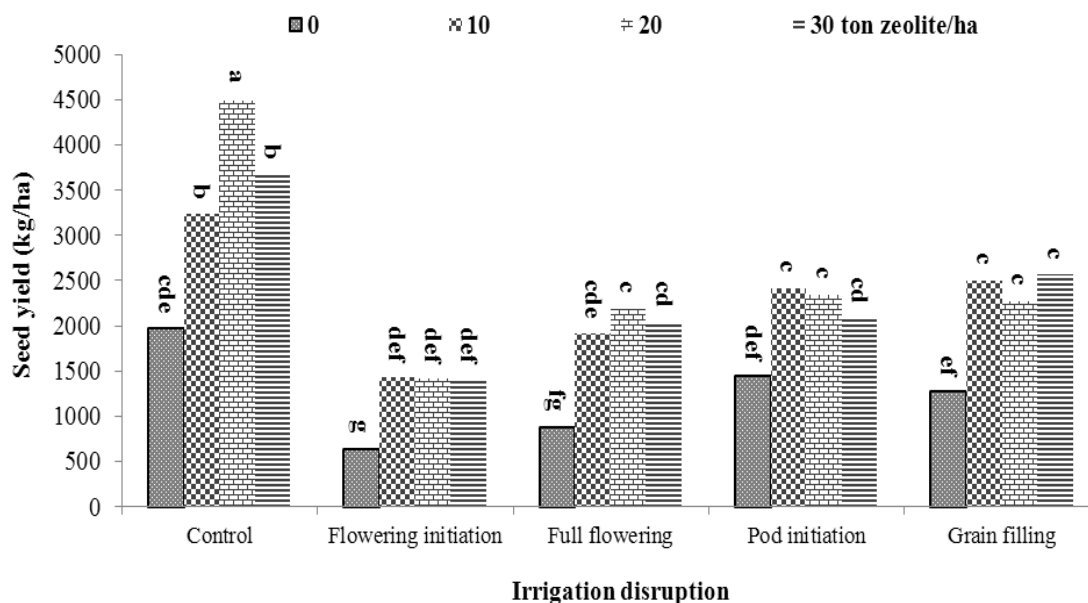
مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دانه نشان داد که تیمار عدم قطع آبیاری به همراه کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار با میانگین عملکرد ۴۴۹۲/۱ کیلوگرم در هکتار حداکثر عملکرد دانه را تولید کرد. حداقل عملکرد دانه از تیمار قطع آبیاری در شروع گلدهی بدون کاربرد زئولیت با میانگین عملکرد ۶۳۴/۵ کیلوگرم دانه در هکتار به دست آمد که با تیمار قطع آبیاری در گلدهی کامل در این سطح زئولیت تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶). در کلیه سطوح زئولیت با افزایش فاصله زمانی قطع آبیاری تا برداشت دانه،

کاهش بیشتری در عملکرد دانه مشاهده شد. به‌طوری‌که در هر کدام از سطوح زئولیت، یعنی صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن زئولیت در هکتار، بیشترین کاهش عملکرد در تیمارهای آبیاری نسبت به شاهد (عدم قطع آبیاری) در تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی اتفاق افتاد، ولی بخشی از این کاهش عملکرد با کاربرد زئولیت جبران گردید و این جبران خسارت ناشی از قطع آبیاری در مقادیر متوسط زئولیت (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) بیشتر بود. کاربرد بیشتر از این مقدار (۳۰ تن زئولیت در هکتار) هیچ برتری نسبت به مقادیر متوسط و پایین‌تر زئولیت نداشت (شکل ۶).

صفایی و همکاران (Safaei et al., 2009) نیز طی پژوهش بر روی دو رقم کلزا اعلام داشتند که مصرف زئولیت با میانگین عملکرد دانه ۴۱۲۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم مصرف آن با میانگین ۲۵۱۶ کیلوگرم دانه در هکتار برتری معنی‌داری نشان داد. افزودن زئولیت به خاک مثل یک مخزن ذخیره آب عمل کرده و مدت زمان حفظ رطوبت در ناحیه ریشه خاک را افزایش می‌دهد (Gholizadeh et al., 2010). طبق گزارش نتایج تحقیقات قبلی اگر تنش خشکی به مدت طولانی ادامه یابد تجدید آبیاری خسارت وارد شده به عملکرد ماش را نمی‌تواند جبران کند (Pannu and Singh, 1993). رضایی و حقیقی (Rezaei and Haghghi, 2009) نیز طی پژوهشی بر روی لوبیا چشم بلبلی اظهار داشتند که عملکرد دانه بین تیمار شاهد و قطع آب در مرحله رشد رویشی دارای اختلاف معنی‌دار نبوده، ولی بین تیمار شاهد و تیمار قطع آب در مرحله رویشی و تیمارهای قطع آب در مراحل گلدهی، غلاف‌دهی و پر شدن دانه در غلاف تفاوت چشمگیر وجود دارد. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2008) نیز طی تحقیقی بر روی گیاه لوبیا قرمز اعلام داشتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه شد. در تحقیق قاسمی گل‌عدانی و همکاران (Ghassemi-Golezani et al., 2008) محدودیت بیشتر آب در گیاه نخود (آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با ۸۰ میلی‌متر تبخیر) سبب کاهش معنی‌دار عملکرد شد. محمدی و

افزایش طول مدت فتوسنتز، موجب افزایش عملکرد گردد. بر اساس گزارش سلیم و همکاران (Silim *et al.*, 1993) بالا بودن درصد پوشش سبز به‌ویژه در دوره بحرانی پر شدن دانه، تبخیر آب از سطح خاک را کاهش می‌دهد و به بهبود وضعیت رطوبتی خاک و افزایش میزان آب در دسترس گیاه منجر می‌شود.

همکاران (Mohammadi *et al.*, 2006) بالا بودن عملکرد دانه نخود را در شرایط آبیاری کامل به برتری از نظر درصد پوشش سبز، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه و اجزای عملکرد یعنی تعداد نیام در بوته و وزن دانه در مقایسه با آبیاری‌های محدود مربوط دانستند. این پژوهشگران اظهار داشتند که دوام بیشتر پوشش سبز در شرایط آبیاری کامل نیز می‌تواند از طریق



شکل ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری زئولیت و آبیاری از نظر عملکرد دانه ماش رقم NM92.

حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 6- Means comparison of grain yield in Mung bean (cv. NM92) plants under effects of zeolite amounts and irrigation.

Means with same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$.

سه رژیم آبیاری (بدون تنش، تنش در زمان گلدهی و تشکیل غلاف و تنش در زمان پر شدن دانه) بر سه لگوم دانه‌ای (لوبیای معمولی، لوبیای چشم بلبلی و نخود) در یافتند در هر سه گونه، بیشترین کاهش عملکرد با اعمال تنش خشکی در زمان گلدهی و تشکیل غلاف حاصل می‌گردد و بدین ترتیب این مرحله را حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش معرفی نمودند. لیپورت و همکاران (Leport *et al.*, 2006) نیز بر تاثیر منفی کمبود رطوبت در دوران رشد زایشی بر عملکرد نخود تاکید کرده‌اند. تنش خشکی در بادام زمینی نیز از مرحله گلدهی تا شروع مرحله رشد غلاف، عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است.

امیری ده احمدی و همکاران (Amiri Deh *et al.*, 2011) نیز طی بررسی بر روی نخود اعلام داشتند که اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر عملکرد دانه در بوته، معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه در بوته به تیمار شاهد (عدم تنش)، و کمترین عملکرد تک بوته به تنش در مرحله گلدهی مربوط بود. بسیاری از پژوهشگران تاثیر کمبود آب در طول دوره رشد گیاه به ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه بر کاهش عملکرد آن را مورد تایید قرار دادند (Habibzadeh *et al.*, 2013; Pirzad and *et al.*, 2003). تس فای و همکاران (Tsfaye *et al.*, 2006) با بررسی اثرات

عملکرد ماش سبز کاهش معنی‌داری را نشان دادند. البته در کلیه سطوح قطع آبیاری عملکرد و اجزای تشکیل‌دهنده آن در مقایسه با شاهد (عدم قطع آبیاری) کاهش داشتند و کاربرد زئولیت در کلیه سطوح آبیاری (شاهد و قطع آبیاری) منجر به بهبود عملکرد دانه شد. هرچند تفاوت معنی‌داری بین مقادیر زئولیت مشاهده نشد. در شرایط فراهمی آب برای آبیاری ماش، کاربرد ۲۰ تن زئولیت در هکتار، و در شرایط کمبود آب که منجر به قطع آبیاری در هر کدام از مراحل رشدی مورد آزمایش در این تحقیق شود، ۱۰ تن در هکتار زئولیت توصیه می‌شود.

همچنین تنش خشکی اعمال شده در مراحل انتهایی پر شدن دانه نسبت به مراحل آغازین این دوره، از تاثیر سوء کمتری بر عملکرد برخوردار بوده است زیرا در مراحل انتهایی، غلاف تشکیل شده و با پیر شدن برگ‌ها، مصرف آب رو به کاهش می‌گذارد (Boote *et al.*, 1995).

نتیجه‌گیری

با افزایش طول مدت تنش کمبود آب به ترتیب قطع آبیاری در مراحل پر شدن دانه، غلاف‌دهی، گلدهی کامل و شروع گلدهی، عملکرد و اجزای

References

- Amiri Deh Ahmadi, R., Parsa, M., Nezami, A. and Ganjeali, A. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. **Iranian J. Pulses Res.** 1(2): 69-84 (In Farsi with English Summary).
- Barrer, R.M. 1979. **Zeolite and Clay Mineral as Sorbent and Molecular Sieve.** Academic Press, London. 497p.
- Bayat A.A., Sepehri, A., Ahmadvand, G. and Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. **Iranian J. Crop Sci.** 12(1): 42-54. (In Farsi with English Summary).
- Boote, K.J., Schubert, A.A., Stansell, J.R. and Stone, J.F. 1995. Irrigation, water use and water relation. In: H.E. Patte and C.T. Young (eds.). **Peanut Science and Technology.** Am. Peanut. Res. Inc., Yoakum, Texas. Pp. 164-205.
- Ganjeali, A., Parsa, M. and Sabaghpour, S. 2008. **Farming and Agrosystems of Pulses in Pulses.** Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. Iran. 500p. (In Farsi with English Summary).
- Ghassemi-Golezani, K., Dalil, B., Mohammadi-Nasab, A.D. and Zehtab-Salmasi, S. 2008. The response of chickpea cultivars to field water deficit. **Not. Bot. Hort. Agrobot.** 36: 25-28.
- Gholizadeh, A., Amin, M.S.M., Anuar, A.R. and Saberioon, M.M. 2010. Water stress and natural zeolite impacts on morpho-physiological characteristics of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). **Aust. J. Basic Appl. Sci.** 4(10): 5184-5190.
- Habibzaeh, Y., Zardoshti, M.R., Pirzad, A. and Jalilian, J. 2013. Effects of arbuscular mycorrhizae on grain yield and yield components of Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczk] under water deficit stress. **Agron. J. (Pajouhesh & Sazandegi)** 100: 38-47 (In Farsi with English Summary).
- Hashemi Dezfuli, A., Kochehi, A. and Banaian Aval, M. 1999. **Increasing Crop Yield.** Mashhad University Press. 284 p. (In Farsi with English Summary).
- Karapinar, N. 2009. Application of natural zeolite for phosphorus and ammonium removal from aqueous solutions. **J. Hazard. Mat.** 170(2-3): 1186-1191.
- Kazemi, F., Habibi, D., Fathollahzade e Taleghani, D., Mashhadiakbar Bujar, M. and Jalilevand, H. 2008. Effect of drought stress on yield, yield components and antioxidant enzyme activity in different cultivars of red beans. **Agric. Res.** 1(1): 81-93 (in Farsi with English Summary).
- Kazemian H., Faghihian H. and Ghannadi Marageh M. 1997. Effect of different parameters on uptaking of Ag⁺, Ni⁺², Cd⁺², Pb⁺², and Zn⁺² by natural zeolites. **5th International Conference on the Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites**, Sept. 21-29; Ischia: Naples, Italy.

- Leport, L., Turner, N.C., Davies, S.L. and Siddique, K.H.M. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. **Eur. J. Agron.** 24: 236–246.
- Majnoon Hoseini, N. 1996. **Pulse Cultivation in Iran.** Jihad-e-Daneshgahi Tehran, 240p. (In Farsi with English Summary).
- Mohammadi, G.H., Ghasemi Golezani, K., Javanshir, A. and Moghaddam, M. 2006. The Influence of water limitation on the yield of three chickpea cultivars. **J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour.** 10: 109-120 (In Farsi with English Summary).
- Pannu, R.K. and Singh, D.P. 1987. Influence of water deficits on morpho physiological and yield behavior of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Proc. 2nd Int. Symposium on Mungbean, AVRDC, Bangkok, Thailand,** 16-20 November. Pp. 252-259.
- Pannu, R.K. and Singh, D.P. 1993. Effect of irrigation on water use, water-use efficiency, growth and yield of mungbean. **Field Crop Res.** 31: 87-100.
- Pazuki, A. 2010. Effect of zeolit amounts and drought stress on yield, yield components and harvest index of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Shahr-e-Rey region. **J. Agron. Plant Breed.** 6(1): 1-16 (In Farsi with English Summary).
- Pirzad, A. and Jalilian, J. 2014. Compensation of reduced Mungbean (*Vigna radiata*) biomass due to irrigation with different amounts of zeolite application. **Res. Crop Ecosyst.** 1(3): 27-39 (In Farsi with English Summary).
- Rezaei, A. and Haghghi, K. 2009. Effects of water stress at different growth stages on yield of cowpea. **Iranian J. Soil Res.** 23(1): 117-124. (In Farsi with English Summary).
- Sadegipour, O. 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. **Asian J. Plant Sci.** 8(3): 245-249.
- Sadsivam, R. 1987. Response of mungbean cultivars to soil–moisture stress at different growth phases. **Proc. Second Symposium Mungbean, Bankok, Thiland.** Pp. 260. (Abs.).
- Safaei, R., Shirani Rad, A.H., Mirhadi, M.J. and Delkhosh, B. 2009. Zeolite effects on agronomic traits of two oilseed rape cultivars under drought stress. **Plant Ecosystem J.** 15: 63-79 (In Farsi with English Summary).
- Silim, S.N., Saxena, M.C. and Erskine, W. 1993. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment, C. Factors affecting yield under drought conditions. **Exp. Agric.** 29: 9-19.
- 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. **Eur. J. Agron.** 25: 60–70.
- Zabet, M., Hosein Zade, A.H., Ahmadi, A. and Khialparast, F. 2003. Effect of water stress on different traits and determination of the best water stress index in mung bean (*Vigna radiata*). **Iranian J. Agric. Sci.** 34(4): 889-898 (In Farsi with English Summary).

Improving grain yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) using zeolite under water deficit conditions

Alireza Pirzad^{1*}, Jalal Jalilian², Vahid Akbari Bavandi³

1- Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran

2- Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran

3- MSc. Educated, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran

* Corresponding Author: a.pirzad@urmia.ac.ir

Received: 2014.11.13

Accepted: 2015.04.09

Abstract

To evaluate the effect of zeolite on seed yield and its components of mung bean (*Vigna radiata* L.), a factorial experiment was conducted based on randomized complete blocks design in Research Farm of Urmia University with three replications in 2011. Treatments were different levels of zeolite (0, 10, 20 and 30 ton/ha) and levels of water deficit (normal irrigation, irrigation disruption at flowering initiation, full flowering, pod initiation and grain filling). There were significant effects of irrigation and zeolite on the pod diameter and length, and significant effect of irrigation on the numbers of seed per pod. Interaction effect between irrigation and zeolite on 1000-seed weight, number of pods per plant, and seed yield were significant. The maximum (70.1 g) and minimum (42.4 g) 1000-seed weight were obtained from well-watered using 20 ton/ha zeolite and irrigation disruption at pod initiation with application of 10 ton/ha zeolite, respectively. Well-watered plants using 20 ton/ha zeolite led to produce the highest seed yield (4492.1 kg/ha), and irrigation disruption at flowering initiation without zeolite application had the lowest yield (634.5 kg/ha). In conclusion, the maximum reduction of seed yield and its components were occurred in irrigation disruption at flowering initiation. Compensation of seed yield losses due to irrigation disruption was done in moderate amounts of zeolite (10 and 20 ha).

Keywords: 1000-seed weight, Irrigation disruption, Leaf, Pod, *Vigna radiata*, Yield components