نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۴۱-۳۲ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 32-41

اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایم با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط اهواز

محمود بهادر[1*]، علیرضا ابدالی مشهدی[2]، سیدعطاءاله سیادت[3]، قدرت‌اله فتحی[3] و امین لطفی جلال‌آبادی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و دانشجوی فعلی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- استاد گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۱

چکیده

در حبوبات گرمسیری از جمله ماش، استفاده از زئولیت با هدف ذخیره رطوبت خاک اهمیت دارد. به‌منظور بررسی اثر پوشش بذر با زئولیت و پرایمینگ بذر با کلات آهن بر عملکرد پروتئین و دانه ارقام ماش در شرایط اهواز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه رامین در تابستان ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارها شامل سیستم بهینه‌سازی کشت در شش سطح زئولیت + پرایم بذر، زئولیت، پوشش بذر با زئولیت + پرایم بذر، پوشش بذر، پرایم بذر و شاهد به‌همراه سه رقم هندی، NM54 و VC11-18-b بود. نتایج نشان داد که رقم بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت اما اثر سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش سیستم و رقم بر تمام صفات به‌جز وزن هزاردانه و تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. ترکیب پوشش بذر هندی با زئولیت بالاترین تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و پروتئین، درصد پروتئین دانه و شاخص برداشت را به‌دست آورد. بررسی ضرایب همبستگی حاکی از ارتباط معنی‌دار صفت تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه و پروتئین بود. رقم هندی با بیشترین وزن هزاردانه و تعداد دانه در غلاف، پتانسیل بالایی در تولید اجزای عملکرد دانه نشان داد. بالاترین درصد پروتئین دانه با کاربرد زئولیت در هر سه رقم به‌دست آمد. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار پرایم رقم هندی، نویدبخش کاربرد آن به‌عنوان کود سبز بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تیمار پیش کاشت بذر، حبوبات، درصد پروتئین دانه، کود سبز

مقدمه

ماش به‌عنوان یکی از حبوبات گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از نظر تغذیه، علوفه، کود سبز و بهبود حاصلخیزی خاک مهم بوده و منبع ارزانی از پروتئین برای مصرف مستقیم انسان می‌باشد. این گیاه نه تنها نیتروژن اتمسفری را تثبیت می‌کند بلکه خاک را از نیتروژن غنی کرده و زمینه‌ی یک کشت موفق را فراهم می‌کند و از دیرباز در مناطق خشک و نیمه‌خشک هندوستان، ایران و دیگر مناطق خاورمیانه کشت می‌شود (Majnoun-Hoseini, 2008). زئولیت به معنی سنگ جوشان، از دو واژه با ریشه یونانی «زین» به معنی جوشیدن و «لیتوس» به معنی سنگ گرفته شده است (Abebi-Koupaei *et al.*, 2010). در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه برای کشت در محیط‌های ویژه انجام شده است (Abdolrahmani *et al.*, 2009).

تعداد غلاف در بوته از متغیرترین و مهم‌ترین صفات در بین اجزای عملکرد حبوبات محسوب می‌شود (Majnoun-Hoseini, 2008). در پژوهشی، رقم پرتو، تعداد غلاف در بوته بیشتری نسبت به رقم VC6368 به‌دست آورد (Sadeghipour, 2008). دیگر پژوهشگران نیز اختلاف معنی‌داری بین ارقام گزارش کردند و دلایل آن‌را تفاوت در پتانسیل ژنتیکی ارقام و هم‌چنین سطح برگ بیشتر و سرعت رشد محصول بالاتر بیان نمودند (Mathur *et al.*, 2007)، ولی برخی دیگر اختلافی بین ارقام مشاهده نکردند و دلیل آن‌را شباهت بسیار نزدیک ارقام از نظر ژنتیکی بیان کردند (Asghar *et al.*, 2000). تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است، که البته به‌طور قابل ملاحظه‌ای متأثر

[*]**نویسنده مسئول:** دانشگاه شهرکرد، گروه زراعت. تلفن: ۰۳۸۳۳۳۴۶۸۳۶
همراه: ۰۹۱۳۲۸۲۸۷۴۱؛ Mahmoudbahador@gmail.com

از شرایط هنگام تلقیح گل‌هاست. طول دوره از تشکیل غلاف تا پرشدن دانه نیز بر تعداد دانه‌ها مؤثر است (Majnoun-Hoseini, 2008). در پژوهشی، ویژگی تعداد دانه در غلاف، افزایش عملکرد بیشتری نسبت به ویژگی وزن هزاردانه به‌وجود آورد (Ayeneband & Aghasizade, 2007). دیگر پژوهشگران نیز بر تفاوت معنی‌دار ارقام از نظر صفت مذکور صحه گذاشتند (Mathur *et al.*, 2007 & Sadeghipour, 2008). مقایسه ارقام قدیمی و جدید حبوبات نشان داده که افزایش عملکرد اقتصادی بالقوه بر اثر بهبود شاخص برداشت بوده و به‌طور کلی مجموع عملکرد در بالای سطح زمین (بیولوژیک) بدون تغییر باقی مانده است (Imam & Niknejad, 2004).

با استفاده از کلینوپتیلولیت‌ها به‌عنوان یک همراه خاک در گیاهان علوفه مرتعی، غلات، سبزیجات و میوه‌ها به‌طور معنی‌داری محصول تا بیش از ۶۳ درصد افزایش می‌یابند. نتایج پژوهش بر تأثیر زئولیت و سلنیوم بر برگ، بر عملکرد کلزا نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کاربرد زئولیت و عدم کاربرد آن بر ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک وجود داشت، ولی بر درصد روغن و شاخص برداشت اثرگذار نبود (Zahedi *et al.*, 2009). پژوهشگران دیگر نیز نشان دادند که عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای زئولیتی قرار گرفت (Gholamhoseini *et al.*, 2008).

مدت زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. در همین رابطه سرعت و درصد جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کم‌هزینه به شمار می‌رود که علاوه بر بهبود جوانه‌زنی، در شرایط محدودیت عناصر ریز مغذی، مزایایی برای گیاه زراعی دارد. آهن یک کوفاکتور برای بیش از ۱۴۰ آنزیم است که واکنش‌های بیوشیمیایی را تسریع می‌کنند. بنابراین آهن در رشد و نمو گیاه، از جمله سنتز کلروفیل، ساخت تیلاکوئید و نمو کلروپلاست نقش زیادی به عهده دارد (Lopez-Millan *et al.*, 2001). با افزودن مواد غیرآلی به توده بذر، سهولت کاشت و طول مدت انبارداری آن‌ها را می‌توان افزایش داد. در این فرآیند بذور با مواد پودری مانند خاک دیاتومه، کربنات کلسیم، تالک، زئولیت و غیره به‌همراه چسباننده‌های محلول در آب مانند نشاسته، پلی‌وینیل الکل، ژلاتین و مواد دیگر پوشیده می‌شوند (Kitamura *et al.*, 1981). پژوهشگران به‌منظور رفع کمبود عناصر ریزمغذی و بهبود تولید، محلول حاوی عنصر روی را به‌عنوان پیش‌جوانه‌زنی بذر، در مزرعه به‌کار بردند که موجب افزایش گیاهچه‌های جوانه‌زده در مقایسه با تیمار شاهد شد (Harris & Rashid, 2007). در پژوهشی در ترکیه، پوشش دادن سطحی بذرهای گندم با روی و فسفر، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد شد. هم‌چنین پرایمینگ بذر با غلظت‌های مختلف روی و فسفر بر صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در مزرعه اثر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که افزایش غلظت روی در محلول بر صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در مزرعه اثر منفی داشت (Yilmaz *et al.*, 1998). در پژوهشی دیگر اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر صفات تعداد روز تا گلدهی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار شد و رقم NM-92 به‌عنوان رقم برتر نسبت به رقم NM-98 قرار گرفت (Khan *et al.*, 2008). هم‌چنین گزارش شد که پرایم بذر با محلول حاوی عناصر ریزمغذی، عملکرد بذور را در گیاهان ذرت (۲۷٪)، گندم (۱۷٪) و نخود (۱۸٪) افزایش داد (Harris & Rashid, 2007).

با توجه به ویژگی‌های بیولوژیکی گیاه ماش، کمبود مواد آلی، قلیایی بودن خاک، عدم دسترسی به عنصر آهن مورد نیاز برای تشکیل گره در خاک‌های منطقه اهواز و احتمالاً عدم همزیستی مناسب با ریزوبیوم‌ها، پژوهشی به‌منظور بررسی اثر زئولیت به‌عنوان پوشش بذر و پرایم بذر با کلات آهن بر عملکرد ارقام ماش در شرایط اهواز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۲۵ متر از سطح دریا، اجرا شد. میانگین دمای هوای سالانه‌ی محل آزمایش ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل و حداکثر دما به‌ترتیب ۱۴/۵ و ۳۱/۸ درجه سانتی‌گراد بود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل رقم هندی (C_1) (رقم مرسوم در منطقه) و دو لاین امیدبخش NM-54 (C_2) و VC11-18-b (C_3) و سیستم بهینه‌سازی کشت در شش سطح مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت+ پرایم بذر با کلات آهن (O_1)، مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت (O_2)، پرایم بذر با کلات آهن+ پوشش بذر با زئولیت (O_3)، پوشش بذر با زئولیت (O_4)، پرایم بذر با کلات آهن (O_5) و بدون استفاده از زئولیت و پرایم کلات آهن (O_6) در نظر گرفته شد. سطوح مختلف این تیمار در دو

نوبت اعمال شدند. در نوبت اول، بذر تیمارهای O_1، O_3 و O_5 با محلول کلات آهن (۷/۳ گرم کلات آهن در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر که ابتدا به‌صورت چند پیش‌آزمایش متوالی، جوانه‌زنی بذور تحت غلظت‌های مختلف قرار گرفته و بهترین نتیجه در غلظت مذکور به‌دست آمد) پرایم شدند.

جدول۱- ویژگی‌های خاک

Table 1. Characteristics of soil

پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی OM (%)	هدایت الکتریکی EC ($mmohs.cm^{-1}$)	اسیدیته pH	بافت Texture
128	7	6.3	0.47	3.1	8.1	رسی- لومی

در فرآیند پرایم، بذور در محلول‌های با غلظت مذکور به مدت ۲ تا ۴ ساعت قرار گرفتند. پس از خروج از محلول، در معرض هوا در سایه تا زمان خشک شدن قرار گرفته و سپس بذر تیمارهای O_3 و O_4 با نسبت ۱:۳:۴ (بذر: زئولیت: سریش) پوشش‌دار شدند. در نوبت دوم، زئولیت با مقدار کاربرد ۲ تن در هکتار، به واحدهای آزمایشی تیمارهای O_1 و O_2 در هر سه تکرار اضافه و با خاک مخلوط شد. میزان کود مصرفی طبق آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات آب و خاک، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پایه و کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم به‌صورت تقسیط در سه نوبت شامل پایه، ۴ برگی و ۸ برگی استفاده شد. هر کرت به طول سه و عرض دو متر و فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها، یک متر در نظر گرفته شد. در هر کرت فاصله بین دو ردیف کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. بذر مورد نیاز برای کشت از مرکز تحقیقات صفی‌آباد دزفول تهیه و در تاریخ اول مردادماه کشت شد. آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاهان در منطقه انجام شد. علف‌های هرز به‌صورت دستی کنترل شدند. برداشت از هر کرت از یک متر مربع انجام شد. کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت، پس از بسته‌بندی و اتیکت‌گذاری توزین شدند. نمونه‌های مربوط به هر واحد آزمایشی به‌صورت جداگانه بوجاری شدند و بدین ترتیب عملکرد دانه به‌دست آمد. سپس شاخص برداشت با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$HI\ (\%) = (GY / BY) \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن GY و BY به‌ترتیب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

جهت تعیین اجزای عملکرد دانه از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد غلاف در بوته شمارش شد. برای تعیین تعداد دانه در غلاف، از هر کرت ۵۰ عدد غلاف به‌طور تصادفی از اشکوب‌های بالایی، میانی و پایینی گل‌آذین انتخاب گردید و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها، تعداد دانه در غلاف مشخص شد. وزن هزار دانه نیز به روش تصادفی و بر اساس قوانین ISTA (International Seed Testing Association) تعیین گردید. درصد پروتئین دانه از روش کجلدال و عملکرد پروتئین دانه نیز از ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت، مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel و همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار Minitab14 انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

سیستم بهینه‌سازی کشت، رقم و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشتند (جدول ۲). هم‌چنین بیشترین تعداد غلاف در بوته در اثر متقابل رقم هندی و پوشش و رقم هندی و زئولیت خاک کاربرد، به‌ترتیب با ۵۴ و ۵۳ درصد نسبت به کمترین تیمار، برهمکنش رقم NM-54 و زئولیت خاک کاربرد و پرایم بذر، مشاهده شد (جدول ۳). از آن‌جا که ویژگی تعداد غلاف در بوته به‌عنوان مهم‌ترین جز عملکرد در ماش، همبستگی بالایی با عملکرد دانه داشت (Habibzade *et al.*, 2007; Fathi, 2010) و نیز از نظر پژوهشگران، اختلاف معنی‌دار بین ارقام در صفت تعداد غلاف در بوته، ناشی از پتانسیل ژنتیکی ارقام (Sadeghipour, 2008)، تولید کمتر اندام‌های زایشی و یا ریزش زیاد آنها (Habibzade *et al.*, 2007)، استفاده از امکانات محیطی برای تبدیل تعداد بیشتری گل به غلاف و هم‌چنین توانایی استفاده بیشتر از تشعشع و تولید مواد فتوسنتزی (Fathi, 2010) بود. احتمالاً توانایی بالاتر رقم هندی در تشکیل جوانه گل، گل و غلاف و نیز حفظ آنها

موجب شده است که از نظر صفت مذکور، اختلاف معنی‌دار نشان داده شود. هم‌چنین احتمالاً با توجه به تسهیل رشد ریشه‌های جوان گیاه در خاک و در نتیجه استقرار بهتر به‌همراه استفاده بیش‌تر از فضای خاک اطراف بوته در تیمارهای کاربرد زئولیت، می‌توان چنین احتمال داد که کمک به استقرار بهتر گیاهچه ماش در تیمار پوشش بذر، دلیل اختلاف معنی‌دار بود. برخی دلیل این اختلاف را جذب مواد غذایی به‌وسیله زئولیت و شرکت در فعالیت‌های هورمونی و ساختمان بعضی از آنزیم‌ها دانستند که سبب افزایش انتقال هورمون‌های گیاهی مؤثر در افزایش رشد گیاهچه شد (Armandpishe *et al.*, 2009). اثر معنی‌دار زئولیت در بهبود اجزای عملکرد در سایر گیاهان زراعی مانند سیب‌زمینی (Madani, 2009)، کلزا (Safaei *et al.*, 2008; Armandpishe *et al.*, 2009)، برنج (Kavoosi, 2010) و توتون (Ranjbar *et al.*, 2004) نیز گزارش شده است. از طرفی سطوح مربوط به پرایمینگ با کلات آهن، تعداد غلاف در بوته را کاهش داد.

جدول۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد

Table 2. Analyze of Variance of yield and yield components

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean of Squares)					
		تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد دانه در غلاف Grain.pod^{-1}	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield
بلوک (R)	2	2.2 ^{ns}	79.3 ^{ns}	1.2 ^{ns}	20255^{ns}	90.6**	961891**
سیستم بهینه‌سازی (O)	5	42.7 **	17.5 ^{ns}	0.7 ^{ns}	742873**	143.9**	2071090**
رقم (C)	2	226.0 **	396.2 **	1.0 *	5463399**	167.4**	29576632**
سیستم × رقم (C×O)	10	39.4 **	22.2 ^{ns}	0.4 ^{ns}	440124**	87.4**	1062270**
خطا (E)	34	7.5	39.4	0.4	101420	11.6	177169
ضریب تغییرات (%CV)		12.5	9.2	7.1	15.3	8.4	13.8

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non significant and significant at α=0/05 & α=0/01, respectively

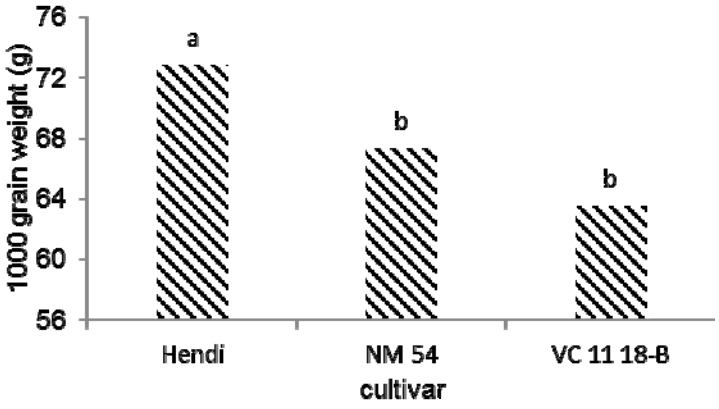
وزن هزاردانه

اثر سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و تنها اثر رقم بر ویژگی وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی اثر رقم بر وزن هزاردانه، بالاترین وزن هزاردانه مربوط به رقم هندی با ۷۲/۸ گرم بود که به‌ترتیب با ۷/۲ درصد نسبت به رقم NM-54 و ۱۲/۷ درصد نسبت به رقم VC اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۱) که احتمالاً در انتهای مرحله طویل شدن غلاف، مواد ذخیره‌ای را با سرعت بالاتری در دانه‌ها انباشته کرده است. اگرچه نقش وزن هزاردانه در افزایش عملکرد دانه، به‌عنوان یک جز عملکرد، نسبت به تعداد غلاف در بوته کم‌تر است، اما همبستگی بالای صفت مذکور با عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک (Habibzade *et al.*, 2007)، نشان از اهمیت بالای این صفت در تعیین عملکرد دانه بود. نتایج آزمایشات انجام شده نشان داد که تفاوت در وزن هزاردانه ارقام، به‌دلیل تفاوت پتانسیل ژنتیکی ارقام بود (Fathi, 2010). هم‌چنین نبود اختلاف معنی‌دار بین ارقام اصلاح شده VC و Barymung در صفت وزن هزاردانه، با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (Sadeghipour, 2008).

تعداد دانه در غلاف

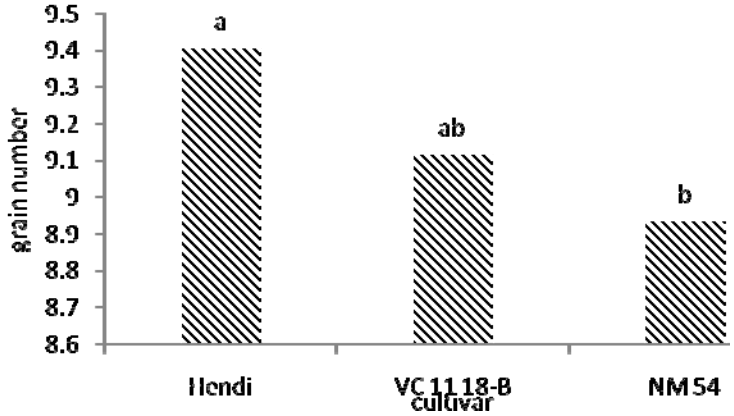
اثر سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، از نظر آماری معنی‌دار نبود و تنها اثر رقم بر ویژگی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف، بالاترین مقدار مربوط به رقم هندی با ۹/۴ عدد و رقم VC با ۹/۱ عدد بود که هر کدام به‌ترتیب با ۵/۳ درصد و ۲/۱ درصد نسبت به رقم NM-54 اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲). ویژگی تعداد دانه در غلاف احتمالاً به‌دلیل برابر بودن تعداد سلول‌های تخم در هر تخمدان، به‌عنوان باثبات‌ترین جزء عملکرد در ماش محسوب شده است. هم‌چنین معنی‌دار نبودن اثر سیستم بهینه‌سازی در صفت مذکور بیانگر این نکته بود که شاید روش‌های زراعی تغییرات اندکی در آن ایجاد کرد. علاوه بر آن، احتمالاً اثر غالب ژنتیک، اختلاف معنی‌داری بین ارقام جدید VC و NM ایجاد نکرد.

پیش از این، نبود تفاوت معنـی‌دار بـین ارقـام VC و NM نیـز گزارش شد (Fathi, 2010).



شکل ۱- اثر رقم بر وزن هزاردانه

Fig. 1. Effect of Cultivar on 1000 grain weight



شکل ۲- اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف

Fig. 2. Effect of Cultivar on number of grain per pod

عملکرد دانه

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آنها، بر عملکـرد دانه در سطح اطمینـان ۹۹ درصـد معنـی‌دار شـد (جـدول ۲). بالاترین عملکرد دانه حاصل برهمکنش رقـم هنـدی و پوشـش بذر و رقم هنـدی و زئولیـت خـاک کـاربرد بـود و بـا کمتـرین عملکرد دانه در تیمار رقم NM و زئولیت خاک کاربرد و پـرایم بذر، بـه‌ترتیـب بـا ۶۳ و ۶۰ درصـد، تفـاوت معنـی‌دار داشـتند (جدول ۳). پتانسیل تولید دانه حاصل‌ضرب اجزا عملکرد در هر گیاه است. با نگاهی به اختلاف معنی‌دار اجـزا عملکـرد در رقـم هندی با دو رقم دیگر، روشن اسـت کـه عملکـرد رقـم هنـدی بیش‌تر از دو رقم دیگر است. رقـم هنـدی بـا دارا بـودن تعـداد بیشتری غلاف در بوته به‌همراه تعداد دانه در غـلاف بـیش‌تـر و وزن هزاردانه سنگین‌تر، تفاوت خـود را بـا ارقـام دیگـر از نظـر آماری حفظ کرد. پتانسیل تولید عملکرد بالاتر در رقـم هنـدی به‌همراه کودپذیری بالاتر آن موجب اختلاف معنی‌دار استفاده از زئولیت در رقم هندی بـا دیگـر سـطوح ترکیـب تیمـاری شـد. هم‌چنین اثر مثبت زئولیت در افزایش عملکرد بـه سـبب حفـظ آب بیشتر در خاک، موجب شد تـا در تیمارهـای فاقـد کـاربرد زئولیت، عملکرد دانه چشم‌گیر نباشد. پژوهش‌های انجـام شـده بیان کردند هیدروپرایم و اسموپرایم بذور ماش در مزرعه موجب کاهش عملکرد ماش شد که با نتایج حاصل از تیمارهای مربوط به پرایم در مزرعه همخوانی داشت (Khan *et al.*, 2008).

عملکرد بیولوژیک

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آنها، بر عملکـرد بیولوژیک در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌کارگیری زئولیت به همراه پرایم بذر در رقم هنـدی، عملکـرد بیولوژیک را ۱۶/۵۶ درصد نسبت به سطح آماری پایین‌تر و ۲/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). وجـود همبسـتگی بالا با صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه و عملکـرد دانـه

به روشنی نشان داد که رقم هندی پتانسیل ژنتیکی بالایی در تولید بیوماس و در دوره رشد طولانی‌تر داشت (جدول ۵) که می‌توان آن‌را به‌عنوان کود سبز در جهت افزایش حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار داد. این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی داشت (Fathi, 2010; Mathur *et al.*, 2007). با توجه به به‌کارگیری عوامل زراعی در تولید بیوماس بیشتر در تیمارهای مذکور، احتمالاً استفاده از تیمارهای پیش کاشت (Seed enhancement) نظیر پرایم بذر، در کنار به‌کارگیری از موادی نظیر زئولیت، در تولید بیوماس بیشتر و در نتیجه استفاده به‌عنوان کود سبز تأکید داشت. پژوهشگران دیگر نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای پرایم شده و پرایم نشده در ارقام NM92 و NM98 را گزارش کردند (Khan *et al.*, 2008).

شاخص برداشت

اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آن‌ها، بر عملکرد دانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). هم‌چنین برهمکنش زئولیت خاک کاربرد و رقم هندی (۴۹/۶۳ درصد)، شاهد و رقم VC (۴۷/۵۹ درصد) و هندی پوشش‌دار شده (۴۷/۰۶ درصد) بالاترین شاخص برداشت را به‌دست آورد و کمترین این شاخص مربوط به ترکیب تیماری زئولیت خاک کاربرد و هندی پرایم شده (۲۷/۳۵ درصد)، هندی پرایم شده (۲۷/۹۳ درصد) و هندی پوشش و پرایم شده (۳۲/۰۳ درصد) بود (جدول ۳). با توجه به مقدار کم عملکرد بیولوژیک در ترکیب زئولیت خاک کاربرد و رقم هندی، بالاترین مقدار شاخص برداشت در ترکیب مذکور به‌دست آمد. عملکرد بیولوژیک بالا در استفاده از زئولیت و پوشش بذر (جدول ۳) موجب کاهش شاخص برداشت در این سطوح از سیستم بهینه‌سازی شد. اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در اثر استفاده از زئولیت در شاخص برداشت توسط پژوهشگران گزارش شد (Kavoosi, 2010). در نتیجه به‌منظور تولید عملکرد دانه و شاخص برداشت بالاتر در رقم هندی ترکیب مذکور قابل توصیه است. این در حالی است که ترکیب پرایم بذر رقم هندی با کلات آهن، به‌دلیل داشتن بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک، با هدف زراعت کود سبز مناسب است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

Table 3. Mean comparison of interaction effects of measured traits in experiment

عملکرد پروتئین Protein yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	غلاف در بوته $Pod.plant^{-1}$	تیمار Treatment
558 b-d	26.1 ij	5847 a	27.35 g	2550 b-d	23 bc	C_1*O_1
354 f	26.4 g-i	1909 gh	40.42 de	1342 h	15 e	C_2*O_1
432 d-f	26.3 h-j	2288 f-h	40.86 c-e	1643 d-h	20 b-e	C_3*O_1
879 a	25.9 j	3302 c-e	49.63 a	3384 a	32 a	C_1*O_2
460 c-f	27.0 a-d	2151 f-h	43.62 a-e	1703 c-h	19 b-e	C_2*O_2
394 e-f	27.4 a	1899 gh	42.8 b-e	1438 gh	16 de	C_3*O_2
669 b	27.2 a-c	5016 b	32.03 fg	2460 b	23.3 b	C_1*O_3
513 b-f	26.8 c-f	2364 f-h	42.30 b-e	1909 b-h	20 b-e	C_2*O_3
464 c-f	25.4 k	2712 e-g	40.15 de	1824 c-h	21 b-d	C_3*O_3
998 a	27.3 ab	3928 c	47.06 a-c	3651 a	33a	C_1*O_4
524 b-e	26.5 f-h	2550 e-g	43.21 b-e	1972 b-g	21.6 bc	C_2*O_4
560 b-e	26.7 d-g	2922 d-f	41.30 b-e	2098 b-f	22 bc	C_3*O_4
592 b-d	27.1 a-c	5396 ab	27.93 g	2184 b-e	21 b-d	C_1*O_5
507 b-f	24.3 l	2502 fg	44.49 a-c	2085 b-f	22 bc	C_2*O_5
440 d-f	27.2 a-c	2649 e-g	37.20 ef	1618 e-h	20 b-e	C_3*O_5
621 bc	26.9 b-e	3629 cd	38.24 de	2303 bc	23 bc	C_1*O_6
414 ef	26.6 e-h	2020 gh	42.80 b-e	1558 f-h	17 c-e	C_2*O_6
495 c-f	26.2 a-c	1650 h	47.59 ab	1823 c-h	21.6 bc	C_3*O_6

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha=0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at $\alpha=0.05$.

درصد پروتئین دانه

اثر رقم، سیستم و اثر متقابل آنها بر درصد پروتئین دانه از نظر آماری در سطح آماری ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و سیستم بهینه‌سازی نشان داد که ترکیب زئولیت خاک کاربرد و رقم VC (۲۷/۴۰ درصد)، پوشش بذر رقم هندی (۲۷/۳۷ درصد)، پرایم بذر رقم VC (۲۷/۲۲ درصد)، پوشش بذر رقم هندی پرایم شده و شاهد رقم VC (هر دو با ۲۷/۲۰ درصد) و زئولیت خاک کاربرد و رقم NM (۲۷/۰۶ درصد) بالاترین میزان درصد پروتئین را نشان دادند، در حالی‌که پرایم بذر رقم NM با ۲۴/۳۸ درصد کم‌ترین میزان بود (جدول ۳). درصد پروتئین دانه توسط عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی کنترل می‌شود. از بین عوامل محیطی، میزان رطوبت خاک در زمان گلدهی و بعد از آن، شرایط تغذیه‌ای و دمای هوا بیشترین تأثیر را بر درصد پروتئین دارند (Radmehr, 1997). نتایج به‌دست آمده بیانگر تفاوت ارقام در ویژگی‌های ژنتیکی و هم‌چنین واکنش به عوامل به‌زراعی از جمله نوع کاربرد زئولیت و حتی پرایم بذر بود. نکته قابل‌توجه، کاربرد زئولیت خاک کاربرد در رقم NM54 بود که توانست در سطح آماری برتر در کنار ارقام VC و هندی قرار گیرد که نشان از واکنش‌پذیری بالای رقم مذکور در استفاده از زئولیت دارد. پژوهشگران دلیل این امر را نقش زئولیت در جلوگیری از شست‌وشوی نیترات موجود در خاک بیان کرده که موجب افزایش غلظت آن در اندام گیاهی و انتقال به دانه شد (Tsadilas & Argyropoulos, 2010). هم‌چنین گزارش شد که اختلاف ارقام در غلظت پروتئین مربوط به تفاوت در کارایی تبدیل نیتروژن به آمینواسید و سپس پروتئین‌ها می‌باشد که یک ویژگی ژنتیکی است (Ahmad *et al.*, 2004). هم‌چنین پژوهشگران با کاربرد زئولیت در زراعت گندم نتیجه گرفتند که زئولیت موجب افزایش درصد پروتئین گردید و سطوح پرایم شده موجب کاهش درصد پروتئین دانه به میزان ۲/۳ درصد نسبت به کل در مقایسه با شاهد شدند (Tsadilas & Argyropoulos, 2010).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات پروتئین دانه و عملکرد پروتئین

Table 4. Analyze of variance of seed protein and protein yield

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (Mean of Squares)	
Source of variation	(df)	پروتئین دانه (Seed protein)	عملکرد پروتئین (Protein yield)
بلوک (R)	2	0.7 **	2671 ns
سیستم بهینه‌سازی (O)	5	0.8 **	59101 **
رقم (C)	2	1.1 **	409516 **
سیستم × رقم (C×O)	10	2.3 **	26753 **
خطا (E)	34	0.04	7252.4
ضریب تغییرات (%CV)		0.7	15.4

ns، * و **به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **non significant and significant at α=0/05 & α=0/01, respectively

عملکرد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل بر عملکرد پروتئین نشان داد که رقم، سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، اثر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که پوشش بذر رقم هندی و زئولیت خاک کاربرد به‌ترتیب با ۹۹۸/۴ و ۸۷۹/۶ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد پروتئین را داشتند. سطوح ترکیبی دیگر نیز اختلاف معنی‌دار چندانی با یکدیگر نداشتند. احتمالاً تأثیرپذیری بالای عملکرد پروتئین از عملکرد دانه منجر به وجود اختلاف معنی‌دار بین رقم هندی و دو رقم دیگر و در عین حال عدم وجود تفاوت آماری بین ارقام اصلاح شده VC و NM شد. وجود همبستگی بالا با عملکرد دانه (جدول ۵) موجب شد که رقم هندی در کنار استفاده از زئولیت بیشترین عملکرد پروتئین در پژوهش حاضر را نشان دهد. نتایج به‌دست آمده بیانگر نقش زئولیت در افزایش عملکرد پروتئین بود که در گزارشات پژوهشگران نیز بیان شد (Gholamhoseini *et al.*, 2008). پژوهشگران دیگر نیز همبستگی بالایی بین عملکرد پروتئین و عملکرد دانه در ماش مشاهده کردند (Habibzade *et al.*, 2007).

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط آزمایش

Table 5. Simple correlation index between traits in exreriment

8	7	6	5	4	3	2	1	صفات (Traits)
							1	عملکرد دانه (Seed yield)
						1	-0.001 ns	درصد پروتئین دانه (Seed protein)
					1	0.09 ns	0.99**	عملکرد پروتئین (Protein yield)
				1	0.19 ns	-0.05 ns	0.20 ns	شاخص برداشت (Harvest index)
			1	-0.69 **	0.52 **	0.04 ns	0.51 **	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)
		1	0.20 ns	0.03 ns	0.31 *	0.13 ns	0.29 *	تعداد دانه در غلاف ($Grain.Pod^{-1}$)
	1	0.15 ns	0.40 **	0.27 *	0.93 **	-0.05 ns	0.94 **	تعداد غلاف در بوته ($Pod.Plant^{-1}$)
1	0.30 **	-0.30 *	0.49 **	-0.15 ns	0.49 **	-0.01 ns	0.49 **	وزن هزاردانه (Grain weight)

منابع

1. Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi-Asl, V., and Tvakoli, A.R. 2009. Effects of seed priming on seed vigor and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Abidar) in rainfed conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 11(4): 337-352. (In Persian with English Summary).
2. Abedi-Koupaei, J., Mousavi, S.F., and Motamedi, A. 2010. Effect of clinoptilolite zeolite application on reducing urea leaching from soil. Journal of Water and Wastewater 3: 51-57. (In Persian with English Summary).
3. Ahmad, R., Mahmoud, I., Kamal, J. and Bukhari, S.A.H. 2004. Growth and Yield Response of three mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars to varying seeding rates. International Journal of Agricultural & Biology 6(3): 538-540.
4. Armandpishe, A., Irannejad, H., Alahdadi, A., Amiri, R., and Kalyaei, A.A. 2009. Effect of zeolite application on germination and seed vigor of rape seed on drought stress. Scientific Journal of Crop Ecophysiology 1(1): 53-62. (In Persian).
5. Asghar, A., Choudhry, A.M., and Tanveer, A. 2000. Response of mung bean (*Vigna radiata* L.) genotypes to Rhizobia culture. Pak. Journal Agri. Sci 37(1): 80-82.
6. Ayeneband, A., and Aghasizade, W. 2007. Effect of different methods of agronomy management on yield and yield component of Mung bean (*Vigna radiata*). Journal of agricultural science 30(1): 71-84. (In Persian).
7. Fathi, Gh. 2010. Effect of plant density on yield and yield component in Mung bean cultivars on Khuzestan climatic conditions. Journal of Iranian Crop Science 41(1): 19-27. (In Persian).
8. Gholamhoseini, M., Agha alikhani, M., and Malakouti, M.J. 2008. Effect of different nitrogen and zeolite levels on quantity and quality yield of winter feed rape seed. Journal of Agriculture and Natural resources science and techniques 12 (45-b): 537-548. (In Persian).
9. Habibzade, Y., Mamghani, R., and Kashani, A. 2007. Effect of different plant density on seed yield, yield component and seed protein in three Mung bean variety in Ahvaz condition. Journal of agricultural science 30(3): 1-13. (In Persian).
10. Harris, D., and Rashid, A. 2007. Priming seeds with zinc sulphate solution increases yields of maize (*Zea mais* L.) on zinc-deficient soils. Field Crops Res. submitted.

11. Imam, Y., and Niknejad, M. 2004. An introduction to physiology of agronomic plants yield. Shiraz U. Pub. Second. Ed. 571 pp. (In Persian).
12. Kavoosi, M. 2010. Effects of zeolite application on Rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency. Communications in soil science and plant analysis 38(1): 69-76.
13. Khan, A., Khalil, S.K., Khan, A.Z., Marwat, K.B., and Afzal, A. 2008. The role of seed priming in semi-arid area for mung bean phonology and yield. Pak. J. Bot. 40(6): 2471-2480.
14. Kitamura, S., Watanabe, M., and Nakayama, M. 1981. Process for producing coated seed. United States Patent No. 4250660.
15. Lopez-Millan, A.F., Morales, F., Abadia, A., and Abadia, J. 2001. Changes induced by Fe deficiency and Fe resupply in the organic and metabolism of sugar but (*Beta vulgaris*) leaves. Physiologia Plantarum 112: 31-38.
16. Madani, H., Farhadi, A., Pazoki, A.R., and Changizi, M. 2009. Effect of different levels of nitrogen and zeolite on quantity and quality characteristics potato var. Agria on Arak condition. Journal of Agricultural new investigation 3(4): 379-391. (In Persian).
17. Majnoun-Hoseini, N. 2008. Grain Legume Production. Tehran Jahad-daneshgahi pub. 283 pp. (In Persian).
18. Mathur, N., Singh, J. Bohra, S., Bohra, A., and Vyas, A. 2007. Agronomic evaluation of promising genitypes of mung bean under hyper arid conditions of Indian Thar Desert. International Journal of Agricultural Research 2(6): 537-544.
19. Radmehr, M. 1997. Effect of heat stress on physiology of growth and development of wheat. Ferdowsi University of Mashhad publication, No. 225. 201 pp.
20. Ranjbar, M., Esfahany, M., Kavousi, M., and Yazdani, M.R. 2004. Effect of irrigation and natural zeolite application on yield and quality of Tobacco (*Nicotiana tabaccum* var. Coker 347). Journal Agric. Sci. 1(2): 63-76. (In Persian with English Summary).
21. Sadeghipour, O. 2008. American-Eurasian Journal Agric. & Environ. Sci 4(5): 590-594.
22. Safaei, R., Shiranirad, A.H., Mirhadi, M.J., and Delkhosh, B. 2008. Effect of zeolite on agronomic traits of two rape seed cultivars on drought stress. Journal of Plant and environment 15: 63-79. (In Persian).
23. Tavalali, H., and Semnani, A. 2002. Methods of Analyze of Soils, Plants, Waters and Dungs. Chamran U. pab. 219 pp. (In Persian).
24. Tsadilas, C.D., and Argyropoulos, G. 2010. Effect of clinoptilolite addition to soil on wheat yield and nitrogen uptake. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37(15): 2691-2699.
25. Yilmaz, A., Ekiz, H., Gultekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, F., and Cakmak, I. 1998. Effect of seed Zink content on grain yield and Zink concentration of wheat grown in Zink- deficient calcareous soils. Journal Plant Nutr 21: 2257-2264.
26. Zahedi, H., Noor-Mohamadi, Gh., Shirani Rad, A.H., Habibi, D., and Akbar Boojar, M. 2009. The effects of zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. World Applied Sciences 7: 255-262.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 32-41

Effect of seed pelleting with zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of Mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz

Bahador[1*], M., Abdali Mashhadi[2], A., Siadat[3], S.A., Fathi[3], Gh. & Lotfi Jalal-abadi[2], A.

1. Former MS.c. student of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources university, and Current Ph.D. student of Crop physiology, Shahrekord University
2. Assistant Professor of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources University
3. Professor of Agronomy, Ramin agriculture and natural Resources University

Received: 06 May 2013
Accepted: 20 April 2015

Abstract

In tropical pulses such as Mung bean use of zeolite due to keep of moisture is important. To study of effects of seed pelleting with zeolite and seed priming with Iron chelate on protein and grain yield of Mung bean cultivars in Ahvaz conditions, an experiment was conducted as a factorial in Randomized Completely Block Design (RCBD) with three replication in experimental farm of the Ramin University in August 2011. Factors included Culture System Optimization (CSO) in six levels, zeolite + seed priming (O_1), Zeolite (O_2), seed pelleting + seed priming (O_3), seed pelleting (O_4), seed priming (O_5) and control (O_6) with three Mung bean cultivars included Hendi (C_1), NM-54 (C_2) and VC11-18b (C_3). The results showed that cultivar was a significant effect on all of the evaluated traits; however the effects of CSO and interaction of cultivar and CSO on all traits except grain weight and number of seed per pod were significant. Hendi cultivar with high grain weight and number of seed per pod was showed a high potential in the production of yield components. The highest seed protein content was obtained in zeolite application in all of three cultivars. Production of the highest biological yield in Hendi seed primed was the promising of green manure planting.

Key words: Green manure, Pulses, Seed protein content, Yield components

* **Corresponding Author:** mahmoudbahador@gmail.com, Mobile: 09132828741