

تأثیر ژئولیت و پرایمینگ بذر بر نیتروژن دانه، محتوای کلروفیل برگ و صفات مربوط به عملکرد دانه ارقام ماش (*Vigna radiata* L.)

محمود بهادر، علیرضا ابدالی مشهدی*، سید عطا اله سیادت، قدرت اله فتحی و امین لطفی جلال آبادی

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۰۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۷/۳۰

چکیده:

ماش از حبوبات گرمسیری و نیمه گرمسیری بوده و از نظر تغذیه، علوفه، کود سبز و بهبود حاصلخیزی خاک اهمیت داشته و منبع ارزانی از پروتئین برای مصرف مستقیم انسان می‌باشد. استفاده از ژئولیت در خاک‌های با بافت سنگین، به دلیل حفظ رطوبت و مواد غذایی در اطراف بذر و ریشه بسیار با اهمیت است. از طرفی کاربرد روش‌های بهبود کیفیت بذر مانند پرایمینگ نیز موجب بهبود جوانه‌زنی در شرایط محدودیت عناصر غذایی می‌گردد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه رامین در تابستان ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سیستم بهینه‌سازی کشت در شش سطح ژئولیت خاک کاربرد+پرایم بذر، ژئولیت خاک کاربرد، پوشش+پرایم بذر، پوشش بذر با ژئولیت، پرایم بذر با کلات آهن و شاهد به همراه سه رقم هندی، NM54 و VC11-18-b بود. نتایج نشان داد که رقم بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت اما اثر سیستم بهینه‌سازی کشت بر صفات عدد اسپد، شاخص برداشت نیتروژن، آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک و سرعت تولید عملکرد دانه معنی‌دار نبود. رقم هندی بالاترین سرعت رشد دانه را نشان داد. ترکیب پوشش بذر هندی با ژئولیت و ژئولیت خاک کاربرد و رقم هندی بالاترین عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه و شاخص برداشت را بدست آورد. پرایم رقم هندی موجب تولید بیشترین عملکرد بیولوژیک شد و نشان داد که واکنش‌پذیری رقم هندی در کاربرد عوامل به‌زراعی نسبت به ارقام دیگر بیشتر بود و نوید بخش زراعت کود سبز در تیمار مذکور بود.

کلمات کلیدی: سرعت تولید عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه، کود سبز، سرعت پر شدن دانه

مقدمه:

(Bharathi et al., 2006). آقاعلیخانی و همکاران (۱۳۸۴) در

پژوهش خود، بیان نمود که رقم VC1973A شاخص برداشت بالاتری نسبت به ارقام گوهر و پرتو داشت که این اختلاف ناشی از سطح برگ بیشتر، سرعت بالاتر رشد محصول و اختلاف ژنتیکی بین ارقام بود. حبیب‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند که درجه حرارت‌های بالاتر در طول مرحله نمو نیام در انتقال نیتروژن از قسمت‌های رویشی به قسمت‌های زایشی و تجمع نیتروژن محلول اثر مطلوب داشته و در نتیجه باعث

ماش از جمله حبوباتی است که از دیرباز در مناطق خشک و نیمه خشک هندوستان، ایران و دیگر مناطق خاورمیانه کشت می‌شده و به علت دوره رشد و نمو کوتاه، قابلیت تثبیت نیتروژن هوا، تقویت زمین و جلوگیری از فرسایش خاک بر سایر گیاهان به منظور کشت دوم برتری دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). عملکرد ماش طی سال‌های گذشته به دلیل تنوع ژنتیکی کم در منابع ژنی نخستین آن پایین بوده است

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: alireza.abdali@yahoo.com

افزایش پروتئین دانه ماش می‌شود. زئولیت‌ها مواد متخلخلی هستند که با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن کانال‌های باز در شبکه خود، اجازه عبور بعضی از یون‌ها را داده و مسیر عبور بعضی از یون‌های دیگر را مسدود می‌کنند. (عابدی کوپایی و همکاران، ۱۳۸۹). تأثیر زئولیت بر افزایش رشد محصولاتی مثل ذرت، چغندر قند و سورگوم در آمریکا، چین و کوبا مورد بررسی قرار گرفته است (Um et al., 1987). غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر کاربرد کمپوست‌های زئولیتی بر عملکرد آفتابگردان در اراضی شنی را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند اثرات رژیم‌های متفاوت آبیاری، تیمارهای مختلف کودی و هم‌چنین برهم‌کنش آنها بر عملکرد دانه، درصد پروتئین و میزان کلروفیل برگ در مرحله گلدهی معنی‌دار بود. پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کم‌هزینه در بهبود کیفیت بذر به شمار می‌رود که علاوه بر بهبود جوانه‌زنی، در شرایط محدودیت عناصر ریزمغذی، مزایایی برای گیاه زراعی دارد (عبدالرحمنی و همکاران، ۱۳۸۸). در بین عناصر ریز مغذی، 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 (Miller et al., 1995). در پژوهش Khan و همکاران (۲۰۰۸)، اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر صفات تعداد روز تا گلدهی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار شد. با توجه به ویژگی‌های بیولوژیکی ماش، کمبود مواد آلی، قلیایی بودن خاک و عدم دسترسی به عنصر آهن مورد نیاز برای تشکیل گره در خاک‌های خوزستان، احتمالاً ماش قادر به ایجاد همزیستی مناسب با ریزوبیوم‌ها نیست. در نتیجه کشت ارقام اصلاح شده مناسب با به‌کارگیری تکنیک‌های جدید زراعی مانند پیش جوانه‌زنی با کلات آهن و کاربرد زئولیت‌ها در کشت این محصول می‌تواند در کنار افزایش عملکرد کمی و کیفی، در تأمین سلامت جامعه راه‌گشا باشد.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه

رامین خوزستان 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. خاک محل آزمایش بافتی رسی-لومی با $pH= ۸/۱$ و $EC= ۳/۱$ میلی‌موس بر سانتی‌متر داشت. نتایج آزمون خاک نشان داد که خاک مورد نظر دارای ۰/۴۷ درصد مواد آلی، ۶/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن، ۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و ۱۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به همراه سه رقم شامل رقم هندی (C1) و دو لاین امیدبخش NM-54 (C2) و VC11-18-b (C3) و به همراه شش سیستم بهینه‌سازی کشت شامل مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت+ پرایم بذر با کلات آهن (O1)، مصرف ۲ تن در هکتار زئولیت (O2)، پرایم بذر با کلات آهن+ پوشش بذر با زئولیت (O3)، پوشش بذر با زئولیت (O4)، پرایم بذر با کلات آهن (O5) و بدون استفاده از زئولیت و پرایم کلات آهن (O6) در نظر گرفته شد. سطوح مختلف این تیمار در دو نوبت اعمال شدند. در نوبت اول، بذر تیمارهای O1، O3 و O5 با محلول کلات آهن (۷/۳ گرم کلات آهن در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) پرایم و سپس بذر تیمارهای O3 و O4 با نسبت ۱:۳:۴ (بذر:زئولیت:سریش) پوشش‌دار شدند (Kitamura et al., 1981). در نوبت دوم، زئولیت با مقدار کاربرد ۲ تن در هکتار، به واحدهای آزمایشی تیمارهای O1 و O2 در هر سه تکرار اضافه و با خاک مخلوط شد. میزان کود مصرفی طبق آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات آب و خاک 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 اول مردادماه کشت شد. آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاهان در منطقه انجام و علف‌های هرز به صورت دستی کنترل شدند. پس از حذف اثر حاشیه، یک متر از دو خط میانی کشت، برداشت شده و عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بدست آمد. برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها، از نگهداری در آون تهویه‌دار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰

(آزمون پیرسون در سطح احتمال ۵ درصد) با نرم افزار SPSS ver. 17.0 انجام شد.

نتایج و بحث:

عدد کلروفیل متر: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به قرائت SPAD نشان داد که رقم اثر معنی‌داری بر این صفت داشت اما اثر سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش سیستم بهینه‌سازی و رقم معنی‌دار نشد (جدول ۱). هم‌چنین بررسی نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم VC با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری داشت، در حالی که تفاوتی بین ارقام NM و هندی مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش غلظت کلروفیل در رقم VC نسبت به دو رقم دیگر می‌تواند مربوط به نقش ژنتیکی رقم مذکور در افزایش بیوسنتز این رنگدانه‌های فتوسنتزی و هم‌چنین به تعویق انداختن تخریب و زوال آن‌ها باشد (موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۸۳).

محتوای کلروفیل برگ: بررسی تغییرات غلظت کلروفیل کل نشان داد که سیستم بهینه‌سازی به همراه رقم و برهم‌کنش آنها، اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). رقم VC بالاترین غلظت کلروفیل کل (۰/۲۹ میلی‌گرم بر گرم) را نشان داد و دو رقم دیگر با ۰/۲۶ میلی‌گرم بر گرم در سطح آماری پایین‌تر قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف سیستم بهینه‌سازی کشت نشان داد که کاربرد ژنولیت هم به روش پوشش بذر و هم به روش خاک کاربرد، غلظت کلروفیل کل را نسبت به شاهد به میزان ۱۶ درصد افزایش داد (جدول ۲). در برهم‌کنش سیستم بهینه‌سازی و رقم، بیشترین میزان کلروفیل کل (۰/۴۲ میلی‌گرم بر گرم) در کاربرد ژنولیت خاک کاربرد در رقم VC و کمترین میزان آن در شاهد رقم هندی (۰/۱۴ میلی‌گرم بر گرم) و پوشش بذر در رقم NM (۰/۱۵ میلی‌گرم بر گرم) به دست آمد (جدول ۳). دلیل افزایش میزان کلروفیل در سیستم پوشش بذر با ژنولیت و ژنولیت خاک کاربرد ممکن است رشد بهتر سیستم جذب‌کننده نوری و استقرار بهتر گیاهچه باشد. غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۸) نیز با مصرف ژنولیت در کلزای علوفه‌ای، اختلاف معنی‌داری در

درجه سانتی‌گراد استفاده شد. برای محاسبه آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک، آهنگ ازدیاد عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه از روابط ۱ تا ۳ استفاده شد (Reynolds et al., 1998). جهت ارزیابی غلظت کلروفیل برگ در مرحله‌ی آغاز گلدهی، یک گرم از بافت تازه برگ توزین و به قطعات کوچک خرد شد و با استن ۸۰ درصد در هاون چینی له و سپس محلول حاصل سانتریفیوژ گردید. غلظت نوری عصاره برگ با دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده و غلظت کل کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از روابط ۴ و ۵ محاسبه شد (Arnon, 1975). درصد پروتئین دانه از روش کج‌جدال (تاندون، ۱۳۸۱) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین شاخص برداشت نیتروژن با استفاده از رابطه ۶ محاسبه گردید (امام، ۱۳۹۰).

رابطه ۱:

$$\text{عملکرد بیولوژیک (Kg.ha)} = \frac{\text{آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک}}{\text{طول دوره زندگی گیاه (روز)}} \quad (\text{Kg.ha.day})$$

رابطه ۲:

$$\text{عملکرد دانه (Kg.ha)} = \frac{\text{عملکرد دانه (Kg.ha)}}{\text{طول دوره زندگی گیاه (روز)}} \quad (\text{Kg.ha.day})$$

رابطه ۳:

$$\text{عملکرد دانه (Kg.ha)} = \frac{\text{عملکرد دانه (Kg.ha)}}{\text{طول دوره پر شدن دانه (روز)}} \quad (\text{Kg.ha.day})$$

رابطه ۴:

$$\text{Chl T} = [20.2(\text{OD}663) + 8.02(\text{OD}645)] \cdot [V/(1000 \cdot W)]$$

رابطه ۵:

$$C = [1000(\text{OD}470) - 1.8 \text{Chl a} - 85.02 \text{Chl b}] / 198$$

$$\text{NHI (\%)} = (\text{GN} / \text{TN}) \times 100$$

رابطه ۶:

در روابط فوق Chl T میزان کلروفیل کل، OD 645، OD 663 و OD 470 به ترتیب غلظت نوری عصاره در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر، V حجم نهایی عصاره، W وزن نمونه بر حسب گرم، C مقدار کاروتنوئیدها و نیز GN و TN به ترتیب درصد نیتروژن دانه و درصد نیتروژن کل بوته می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت، مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد، ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel و همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به کلروفیل و عملکرد دانه

میانگین مربعات	میانگین مربعات		میانگین مربعات		میانگین مربعات		میانگین مربعات		درجه آزادی	عدد کلروفیل متر	محتوای کلروفیل/متر
	سرعت بر شدن دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	محتوای کلروفیل/متر			
۶۸۴ ^{ns}	۱۵۲/۵	۴/۳۷ ^{ns}	۹۶۱۸۱۴ ^{**}	۱/۰۵ ^{ns}	۹/۸ ^{**}	۲۰۲۵۷ ^{ns}	۰/۸۲ ^{**}	۳/۵۸ ^{**}	۰/۰۱ ^{**}	۵/۱۷ [*]	۲
۱۶۵۴ ^{ns}	۳۱۴۳ ^{**}	۱۱۰/۹ ^{**}	۲۰۷۱۰۹۲ ^{**}	۵/۳۱ ^{ns}	۱۴۴ ^{**}	۷۴۲۸۳۷ ^{**}	۰/۸۷ ^{**}	۰/۷۸ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{**}	۱۰/۳۳ ^{ns}	۵
۱۲۰۵۵ ^{**}	۱۸۱۴/۹ ^{**}	۱۵۲/۹ ^{**}	۲۹۵۷۶۵۸۷ ^{**}	۱۲/۸ [*]	۱۶۷/۴ ^{**}	۵۴۳۴۱۹ ^{**}	۱/۱۳ ^{**}	۱۹/۵ ^{**}	۰/۰۰۴ ^{**}	۱۱۳/۸ ^{**}	۲
۱۱۱۳ ^{ns}	۱۴۰/۳ ^{**}	۶۰/۴ ^{**}	۱۰۶۲۳۷۸ ^{**}	۵/۸۸ ^{ns}	۸۷/۴ ^{**}	۴۴۰۱۳۶ ^{**}	۲/۳۱ ^{**}	۱۰/۹ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}	۱۲/۴ ^{ns}	۱۰
۱۴۸۳/۹	۳۰/۸	۳/۱	۱۷۷۱۷۱	۳/۴۲	۱۱/۸	۱۰۱۴۱۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۹	۹/۹	۳۴
۳۸۳۲	۱۴/۳۷	۱۵/۰۵	۱۳/۷۴	۳/۸۴	۸/۴۳	۱۵/۳۹	۰/۸۰	۳/۸۹	۳/۵۰	۶/۸۸	خطا

ns * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مربوط به کلروفیل و عملکرد دانه

سطوح کلروفیل	عدد کلروفیل متر (بدون واحد)		محتوای کلروفیل (میلی گرم بر گرم)		میانگین مربعات	
	کلروفیل (Z1)	کلروفیل (Z2)	کلروفیل (Z1)	کلروفیل (Z2)	میانگین مربعات	خطا
۳۳۴۸ ^a	۶۶/۹ ^a	۳۷/۲۱ ^b	۱۷۴۵ ^c	۳۶/۳ ^c	۴/۸۲ ^a	۰/۲۹ ^a
۲۴۵۱ ^b	۶۸/۸ ^a	۴۵/۳۵ ^a	۲۱۷۵ ^b	۳۶/۸ ^b	۴/۷۸ ^b	۰/۲۹ ^a
۳۳۶۴ ^a	۶۷/۴ ^a	۳۷/۱۶ ^b	۲۰۶۴ ^{bc}	۳۶/۵ ^b	۴/۵۴ ^b	۰/۲۷ ^b
۳۱۳۳ ^a	۶۷/۰ ^a	۴۲/۸۵ ^a	۲۵۷۴ ^a	۳۶/۸ ^a	۴/۵۷ ^b	۰/۲۹ ^a
۳۵۱۶ ^a	۶۸/۴ ^a	۳۷/۵۴ ^b	۱۹۶۲ ^{bc}	۳۶/۳ ^c	۴/۱۱ ^c	۰/۲۳ ^c
۲۴۳۳ ^b	۶۷/۱ ^a	۴۲/۸۸ ^a	۱۸۹۵ ^{bc}	۳۶/۹ ^a	۴/۱۱ ^c	۰/۲۵ ^{bc}
۴۵۲۰ ^a	۶۶/۹ ^b	۳۷/۰۴ ^b	۲۷۰۵ ^a	۳۶/۸ ^c	۳/۲۹ ^c	۰/۳۶ ^b
۲۲۴۹ ^b	۶۷/۳ ^b	۴۲/۸۱ ^a	۱۷۶۳ ^b	۳۶/۳ ^b	۴/۸۹ ^b	۰/۳۶ ^b
۲۳۵۳ ^b	۶۸/۵ ^a	۴۱/۶۵ ^a	۱۷۴۱ ^b	۳۶/۸ ^a	۵/۲۹ ^a	۰/۲۹ ^a

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح آماری ۹۹ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین فرات متقابل صفات مربوط به کلروفیل و عملکرد دانه

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (درصد)	کارنوبند (میلی گرم بر گرم)	محتوای کلروفیل (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل متر (بدون واحد)	سطوح
۵۸۴۷ a	۶۴/۱۶ d	۶۷/۳۵ B	۲۲۵۰ bc	۶۶/۱۷ gh	۴/۰۴ i	۰/۳۱ cde	۴۳/۳۱ cde	C ₁ ×Z ₁
۱۹۰۹ gh	۶۸/۰۰ abc	۴۰/۴۲ cde	۱۳۴۲ b	۶۶/۴۲ efg	۶/۳۳ b	۰/۳۳ cde	۴۶/۳۱ abcd	C ₂ ×Z ₁
۲۲۸۸ efg	۶۸/۵۲ ab	۴۰/۸۶ cde	۱۶۴۳ efg	۶۶/۳۱ efg	۳/۸۹ ij	۰/۲۳ f	۴۷/۷۴ abc	C ₃ ×Z ₁
۳۳۰۲ cd	۶۹/۸۸ a	۴۹/۶۳ a	۳۳۸۴ a	۲۵/۹۹ b	۳/۳۰ k	۰/۱۵ B	۴۳/۶۹ cde	C ₁ ×Z ₂
۲۱۵۱ fgh	۶۷/۲۴ abc	۴۳/۶۲ bcd	۱۷۰۳ defgh	۶۷/۰۶ ab	۵/۰۹ e	۰/۳۰ cde	۴۷/۲۳ abcd	C ₂ ×Z ₂
۱۸۹۹ gh	۶۸/۷۹ ab	۴۲/۸۰ bcde	۱۴۳۸ gh	۶۷/۴۰ a	۵/۶۵ d	۰/۴۲ a	۴۳/۸۹ cde	C ₃ ×Z ₂
۵۰۱۶ b	۶۷/۹۵ abc	۳۲/۰۳ fg	۲۴۶۰ b	۶۷/۲۰ ab	۴/۷۳ fg	۰/۲۹ de	۴۷/۱۸ de	C ₁ ×Z ₃
۲۳۶۴ efg	۶۶/۶۸ bcd	۴۲/۳۰ bcde	۱۹۰۹ cdefg	۶۶/۸۹ bcd	۴/۹۲ ef	۰/۳۱ cde	۴۵/۸۲ abcd	C ₂ ×Z ₃
۲۷۱۲ def	۶۷/۶۲ abc	۴۰/۱۵ cde	۱۸۲۴ cdefgh	۲۵/۴۸ i	۳/۹۸ i	۰/۲۳ f	۴۸/۳۸ abc	C ₃ ×Z ₃
۳۹۲۸ c	۶۶/۵۳ bcd	۴۷/۰۶ ab	۳۶۵۱ a	۶۷/۳۷ a	۰/۴۴ m	۰/۳۸ ab	۴۵/۹۳ abcd	C ₁ ×Z ₄
۲۵۰۰ efg	۶۶/۵۹ bcd	۴۳/۲۱ bcd	۱۹۷۲ bcdef	۶۶/۵۸ def	۴/۳۴ b	۰/۱۵ B	۴۷/۰۳ abcd	C ₂ ×Z ₄
۲۹۲۲ de	۶۷/۹۰ abc	۴۱/۳۱ cde	۲۰۹۸ bcde	۶۶/۷۱ cde	۸/۹۳ a	۰/۳۴ bc	۵۰/۸۳ a	C ₃ ×Z ₄
۵۳۹۶ ab	۶۸/۰۷ abc	۶۷/۹۳ B	۲۱۸۴ bcd	۶۷/۱۰ ab	۴/۳۷ b	۰/۲۹ de	۴۰/۸۲ e	C ₁ ×Z ₅
۲۵۰۲ efg	۶۷/۱۷ abcd	۴۴/۴۹ abc	۲۰۸۵ bcdef	۲۴/۳۸ j	۴/۵۳ gh	۰/۲۳ f	۴۳/۸۳ cde	C ₂ ×Z ₅
۲۶۴۹ def	۷۰/۰۷ a	۳۷/۲۰ ef	۱۶۱۸ efg	۶۷/۲۲ ab	۳/۴۲ k	۰/۱۶ B	۵۰/۸۶ a	C ₃ ×Z ₅
۳۶۲۹ c	۶۵/۰۴ cd	۳۸/۲۴ de	۲۳۰۳ bc	۶۶/۹۸ cd	۲/۸۴ l	۰/۱۴ B	۴۴/۷۷ bcde	C ₁ ×Z ₆
۲۰۲۰ fgh	۶۷/۹۷ abc	۴۲/۸۰ bcde	۱۵۵۸ egh	۶۶/۶۷ cde	۳/۵۴ jk	۰/۲۸ ef	۴۴/۵۴ bcde	C ₂ ×Z ₆
۱۶۵۰ h	۶۸/۳۰ ab	۴۷/۵۹ ab	۱۸۲۳ cdefgh	۶۷/۲۰ ab	۵/۹۴ c	۰/۳۳ bcd	۴۹/۲۵ ab	C ₃ ×Z ₆

وجود هموزیم در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح آماری ۹۹ درصد می باشد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات

عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	کلروفیل کل	کاروتنوئید	کلروفیل متر
عملکرد دانه	۱				
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۱**	۱			
شاخص برداشت	۰/۲۰ ^{ns}	-۰/۶۹**	۱		
کلروفیل کل	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	۱	
کاروتنوئید	-۰/۴۹**	-۰/۲۶ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	۰/۳۶**	۱
عدد کلروفیل متر	-۰/۲۹*	-۰/۳۶**	۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}

^{ns}، * و **: به ترتیب همبستگی غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

غلظت کلروفیل مشاهده کردند.

کاروتنوئیدها: رقم، سیستم بهینه‌سازی کشت و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت کاروتنوئیدها اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد داشتند (جدول ۱). رقم VC نسبت به ارقام دیگر با غلظت بیشتر کاروتنوئیدها (۵/۲۹ میلی‌گرم بر گرم) همراه بود و در این بین رقم هندی با ۳/۲۹ میلی‌گرم بر گرم کم‌ترین غلظت را داشت (جدول ۲). وجود همبستگی بالای مثبت و معنی‌دار با غلظت کلروفیل کل، رقم VC را در غلظت بیشتر کاروتنوئیدها یاری کرد (جدول ۴). در برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، بیشترین میزان کاروتنوئیدها (۸/۹۳ میلی‌گرم بر گرم) از پوشش بذر رقم VC و کم‌ترین میزان کاروتنوئیدها نیز از پوشش بذر رقم هندی (۰/۴۴ میلی‌گرم بر گرم) به دست آمد (جدول ۳). تفاوت ایجاد شده در یک تیمار بین دو رقم، احتمالاً ناشی از اختلاف ارقام بود. به عبارت دیگر احتمالاً تفاوت کارکرد استفاده سیستم ریشه‌ای ارقام اصلاح شده و مرسوم نسبت به استفاده از ژنوتیپ‌ها دلیل این اختلاف بوده است.

شاخص برداشت نیتروژن: در این بررسی، فقط اثر رقم بر شاخص برداشت نیتروژن در سطح آماری ۹۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). به طور کلی نسبت نیتروژن کل گیاه که در دانه تجمع می‌یابد (NHI)، چندین برابر غلظت نیتروژن موجود در ماده خشک کل یا بقایای گیاهی (برگ پیر، ساقه، ریشه و پوسته غلاف) است. بنابراین در بیشتر حیوانات شاخص برداشت محصول بالا به معنی شاخص برداشت نیتروژن حتی بیش‌تری می‌تواند باشد. از بین ارقام مورد آزمایش، رقم VC با

۶۸/۵۳ درصد بیشترین مقدار شاخص برداشت نیتروژن را در بین ارقام داشت و دو رقم هندی (۶۶/۹۳ درصد) و NM (۶۷/۲۷ درصد) در سطح آماری بعد قرار گرفتند (جدول ۲). احتمالاً افزایش شاخص مذکور در رقم VC به دلیل میزان کم پروتئین (به عنوان ضریبی از درصد نیتروژن) شاخ و برگ بوده است. به عبارت دیگر تفاوت بین درصد نیتروژن دانه و شاخ و برگ در رقم VC در قیاس با اختلاف یاد شده در دو رقم دیگر، افزایش شاخص برداشت نیتروژن را سبب شده است.

درصد پروتئین دانه: اثر رقم بر درصد پروتئین دانه از نظر آماری در سطح احتمال آماری ۹۹ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). ارقام هندی و NM به ترتیب با ۲۶/۸ و ۲۶/۷۱ درصد، مقدار پروتئین دانه بیشتری در مقایسه با رقم VC (۲۶/۳۳ درصد) داشت (جدول ۲). احتمالاً پتانسیل ژنتیکی بالا در ارقام هندی و NM دلیل این اختلاف بود. در پژوهش Ahmad و همکاران (۲۰۰۴) بیان شد که اختلاف ارقام در غلظت پروتئین مربوط به تفاوت در کارایی تبدیل نیتروژن به آمینو اسید و سپس پروتئین‌ها می‌باشد که یک ویژگی ژنتیکی است. در بین سطوح سیستم بهینه‌سازی کشت، شاهد با ۲۶/۹۵ درصد، پوشش بذر با ۲۶/۸۸ درصد و ژنوتیپ خاک کاربرد با ۲۶/۸۲ درصد، بالاترین میزان درصد پروتئین دانه را نشان دادند و کم‌ترین مقدار مربوط به پرایم بذر (۲۶/۲۳ درصد) و پرایم بذر و ژنوتیپ خاک کاربرد (۲۶/۲۹ درصد) بود (جدول ۲). همچنین مشاهده شد که سطوح پرایم شده موجب کاهش درصد پروتئین دانه به میزان ۲/۳ درصد نسبت به کل در

مشکل توانست عملکرد بالاتری در هکتار تولید نماید. در بررسی برهم‌کنش بین رقم و سیستم بهینه‌سازی، رقم هندی پوشش‌دار شده (۳۶۵۱ کیلوگرم در هکتار) و ژنولیت خاک کاربرد و رقم هندی (۳۳۸۴ کیلوگرم در هکتار) در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند. هم‌چنین کمترین عملکرد دانه در ترکیب تیماری ژنولیت خاک کاربرد و رقم NM54 پرایم شده (۱۳۴۲ کیلوگرم بر هکتار)، ژنولیت خاک کاربرد و رقم VC (۱۴۳۸ کیلوگرم بر هکتار) و رقم NM54 شاهد (۱۵۵۸ کیلوگرم بر هکتار) بدست آمد (جدول ۳). پتانسیل تولید عملکرد بالاتر در رقم هندی به همراه کودپذیری بالاتر آن موجب اختلاف معنی‌دار استفاده از ژنولیت در رقم هندی با دیگر سطوح ترکیب تیماری شد.

عملکرد بیولوژیک: اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آن‌ها، بر عملکرد بیولوژیک با احتمال اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). رقم هندی با تولید عملکرد بیولوژیکی معادل ۴۵۲۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین میزان تولید را در بین ارقام داشت و ارقام VC11-18-b و NM54 به ترتیب با تولید ۲۳۵۳ و ۲۲۴۹ کیلوگرم در هکتار در مرتبه پایین‌تر قرار گرفتند (جدول ۲). تفاوت بین ارقام در عملکرد بیولوژیک نشان داد که تفاوت آن‌ها به پتانسیل ژنتیکی و سپس عوامل زراعی مربوط بود (فتحی، ۱۳۸۹ و Mathur و همکاران، ۲۰۰۷). وجود همبستگی بالا با صفت عملکرد دانه به روشنی نشان داد که رقم هندی پتانسیل ژنتیکی بالایی در تولید بیوماس و در دوره رشد طولانی‌تر داشت (جدول ۴) که می‌توان آنرا به عنوان کود سبز در جهت افزایش حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار داد. نبود اختلاف معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک بین ارقام NM و VC توسط فتحی (۱۳۸۹) گزارش شد.

در بین سطوح سیستم بهینه‌سازی، پرایم بذر، پوشش و پرایم بذر، ژنولیت خاک کاربرد و پرایم بذر و پوشش بذر به ترتیب با مقادیر ۳۵۱۶، ۳۳۶۴، ۳۳۴۸ و ۳۱۳۳ کیلوگرم در هکتار در گروه برتر آماری و شاهد (۲۴۳۳ کیلوگرم در هکتار) و ژنولیت خاک کاربرد (۲۴۵۱ کیلوگرم در هکتار) در مرتبه پایین‌تر قرار گرفتند (جدول ۲). تیمارهای پرایمینگ بذر در

مقایسه با شاهد شد. به طور کلی، درصد پروتئین دانه توسط عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی کنترل می‌شود. از بین عوامل محیطی، میزان رطوبت خاک در زمان گلدهی و شرایط تغذیه‌ای بیشترین تأثیر را بر درصد پروتئین دارند (رادمهر، ۱۳۷۶). در برهم‌کنش رقم و سیستم بهینه‌سازی، ترکیب ژنولیت 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 ژنولیت خاک کاربرد و رقم NM (۲۷/۰۶ درصد) بالاترین میزان درصد پروتئین را نشان دادند، در حالی که پرایم بذر رقم NM با ۲۴/۳۸ درصد کم‌ترین میزان بود (جدول ۳). افزایش درصد پروتئین توسط ژنولیت ممکن است به دلیل افزایش جذب پیش‌سازهای پروتئین و نیتروژن باشد. هم‌چنین افزایش رطوبت خاک، خود موجب افزایش رشد ریشه و افزایش سرعت جذب و انتقال مواد ازته می‌شود. نکته قابل توجه، کاربرد ژنولیت خاک کاربرد در رقم NM-54 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 ژنولیت دارد.

عملکرد دانه: اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آن‌ها، بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در بین ارقام، رقم هندی بالاترین (۲۷۰۵ کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد دانه را نشان داد. ارقام NM و VC به ترتیب با مقادیر ۱۷۶۲ و ۱۷۴۱ کیلوگرم در هکتار، در سطح آماری پایین‌تر جای گرفتند (جدول ۲). در بین سطوح سیستم بهینه‌سازی کشت، پوشش بذر با ژنولیت با مقدار ۲۵۷۴ کیلوگرم در هکتار و ژنولیت خاک کاربرد و پرایم بذر با ۱۷۴۵ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را نشان دادند (جدول ۲). تیمار پوشش بذر نسبت به سطح آماری پایین‌تر ۱۸/۳ درصد افزایش نشان داد و ۴۷/۵ درصد نسبت به پایین‌ترین سطح سیستم بهینه‌سازی بیشتر بود. با توجه به وضعیت استقرار نامناسب ماش در مزرعه و بد سبزی آن در خوزستان، شاید پوشش بذر با ژنولیت به دلیل رفع این

و رقم هندی، بالاترین مقدار شاخص برداشت در ترکیب مذکور به دست آمد. در نتیجه به منظور 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، به دلیل داشتن بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک، با هدف زراعت کود سبز مناسب است.

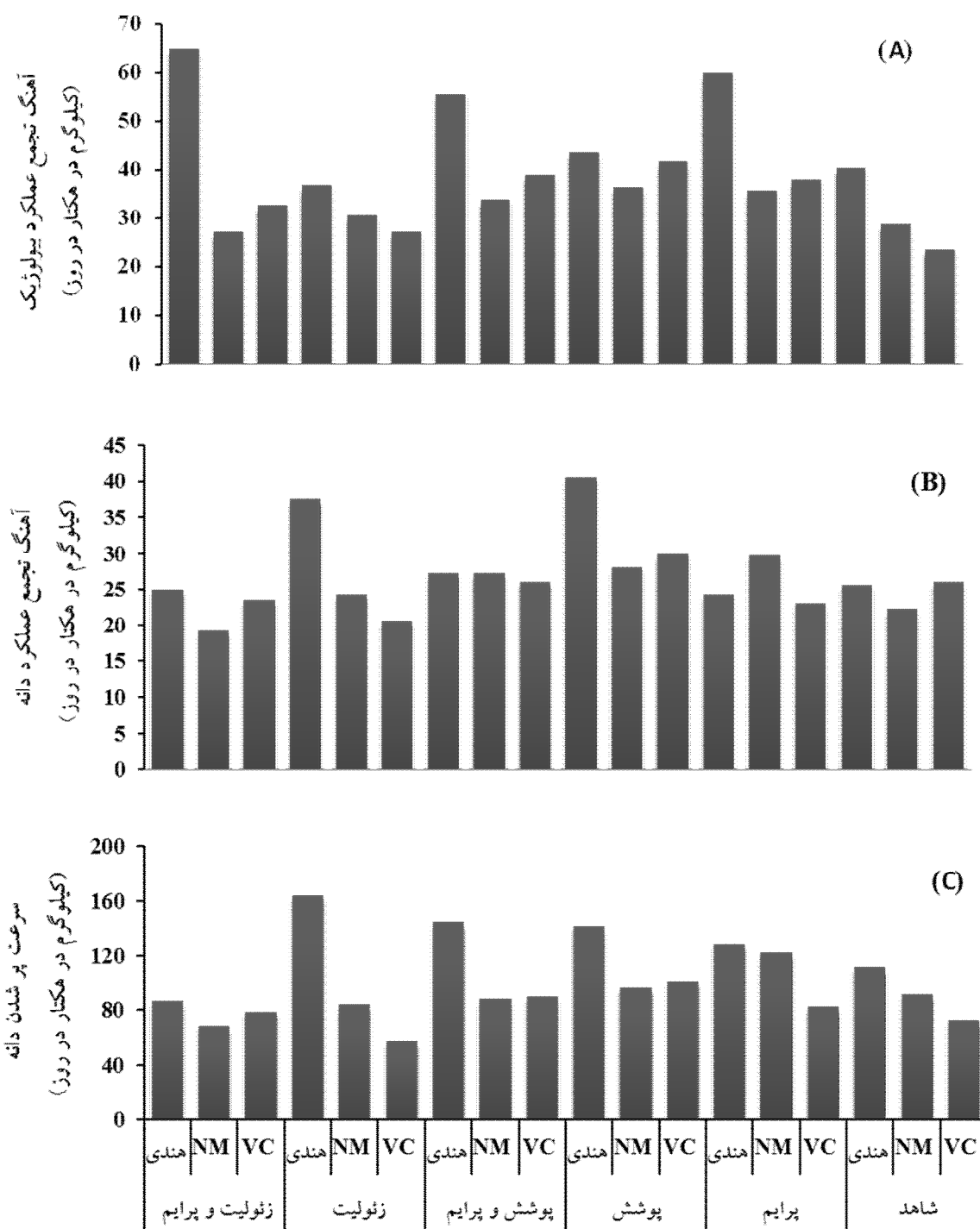
آهنگ تجمع عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت تولید عملکرد دانه تحت تأثیر سیستم بهینه‌سازی، رقم و برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱). به کاربردن زئولیت به صورت پوشش و هم‌چنین خاک کاربرد، به ویژه در مورد رقم هندی موجب شد تا بالاترین آهنگ تولید دانه و به دنبال آن بالاترین عملکردهای ممکن در این پژوهش بدست آید (شکل ۱). پژوهشگران نیز با بررسی روند تجمع عملکرد دانه در آزمایشات خود، وجود یک رابطه بین عملکرد دانه و سرعت تولید عملکرد را بیان کردند (کریم‌زاده سورشجانی و همکاران، ۱۳۹۱).

آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک: اثر سیستم بهینه‌سازی کشت، رقم و اثر متقابل رقم و سیستم بر صفت سرعت تولید بیوماس در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). پرایم بذر رقم هندی توانست بالاترین سرعت تولید عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دهد (شکل ۱). این افزایش هنگامی که در کنار زئولیت قرار گرفت، سرعت تولید را به میزان ۸ درصد بیشتر کرد. می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق فرایند پرایمینگ بذور به همراه ایجاد شرایط مناسب جهت رشد گیاه بوسیله استفاده از زئولیت، موجب شکوفا کردن پتانسیل عملکرد رقم هندی شد.

سرعت رشد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها رقم بر سرعت پر شدن دانه اثر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). به کارگیری زئولیت به صورت خاک کاربرد و همچنین پوشش، سرعت پر شدن دانه در رقم هندی را ۴۷ درصد نسبت به شاهد رقم هندی افزایش داد، ولی قابل ذکر است که سهم عمده در این اختلاف متعلق به رقم بود، مؤید این نکته، تفاوت ۲۶ درصدی رقم VC در دو تیمار مذکور بود. پژوهشگران در آزمایشات خود اختلاف بین ارقام را از نظر سرعت پر شدن دانه، سرعت تولید عملکرد بیولوژیک و آهنگ تجمع عملکرد

سطح آماری برتر نسبت به دیگر سطوح سیستم بهینه‌سازی کشت قرار گرفتند. پژوهش Khan و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای پرایم شده و پرایم نشده در ارقام NM92 و NM98 وجود داشت. در بررسی اثرات متقابل سطوح تیمارها بر عملکرد بیولوژیک، دو ترکیب تیماری زئولیت خاک کاربرد و رقم هندی پرایم شده (۵۸۴۷ کیلوگرم در هکتار) و پرایم رقم هندی با کلات آهن (۵۳۹۶ کیلوگرم در هکتار) در سطح برتر و بقیه تیمارها در مرتبه آماری پایین‌تر قرار گرفتند (جدول ۳). به کارگیری زئولیت به همراه پرایم بذر در رقم هندی، عملکرد بیولوژیک را ۱۶/۵۶ درصد نسبت به سطح آماری پایین‌تر و ۲/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش داد که در بکارگیری عوامل زراعی به منظور تولید بیوماس بیش‌تر در زراعت کود سبز تأکید داشت.

شاخص برداشت: اثر رقم، سیستم بهینه‌سازی و برهم‌کنش آن‌ها، بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). در بین ارقام مورد آزمایش، ارقام VC و NM به ترتیب با ۴۲/۸۱ و ۴۱/۶۵ درصد، بالاترین شاخص برداشت را داشتند. در سطح آماری پایین‌تر نیز رقم هندی با شاخص برداشت ۳۷/۰۴ درصد قرار گرفت (جدول ۲). در بین سطوح مختلف سیستم بهینه‌سازی کشت، زئولیت خاک کاربرد، پوشش بذر با زئولیت و شاهد به ترتیب با مقادیر ۴۵/۳۵، ۴۳/۸۵ و ۴۲/۸۸ درصد در سطح آماری برتر جای گرفتند. هم‌چنین زئولیت خاک کاربرد و پرایم بذر، پرایم بذر و پوشش و پرایم بذر نیز با مقادیر ۳۶/۲۱، ۳۶/۵۴ و ۳۸/۱۶ درصد در مرتبه پایین‌تر قرار گرفتند (جدول ۲). عملکرد بیولوژیک بالا در استفاده از زئولیت و پوشش بذر (جدول ۲) موجب کاهش شاخص برداشت در این سطوح از سیستم بهینه‌سازی شد. 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 بدست آورد و کم‌ترین این شاخص مربوط به ترکیب تیماری زئولیت خاک کاربرد و هندی پرایم شده (۲۷/۳۵) پوشش و پرایم شده (۳۲/۰۳ درصد) بود (جدول ۳). با توجه به مقدار کم عملکرد بیولوژیک در ترکیب زئولیت خاک کاربرد



شکل ۱- آهنگ تجمع عملکرد بیولوژیک (A)، عملکرد دانه (B) و سرعت پر شدن دانه (C) در تیمارهای مورد آزمایش

عملکرد بیولوژیکی، قابلیت کشت هم به منظور برداشت دانه و هم کود سبز و علوفه را داشت. وجود شاخص برداشت نیتروژن بالا در رقم VC نسبت به ارقام دیگر، به دلیل پایین بودن مقدار پروتئین (به عنوان ضریبی از درصد نیتروژن) کم در اندام‌های رویشی و هم‌چنین بالا بودن پروتئین دانه بود. این

دانه گزارش کردند (کریم‌زاده سورشجانی و همکاران، ۱۳۹۱ و Reynolds et al., 1994).

نتیجه‌گیری:

با توجه به برتری رقم هندی از نظر صفات عملکرد دانه و

(کودپاش‌های سانتریفیوژ در سطح وسیع)، نوعی برتری نسبت به کاربرد زئولیت به روش خاک‌کاربرد داشت. اما با توجه به بالا بودن درصد جوانه‌زنی در تیمار خاک‌کاربرد، استفاده از این روش در خاک‌های با بافت سنگین منطقه اهواز مناسب به نظر می‌رسد.

غلامحسینی، م.، آقاعلیخانی، م. و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۸) تأثیر زئولیت در کاهش آبتوی نیتروژن در یک خاک شنی تحت کشت کلزای علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۳: ۶۰-۴۹.

فتحی، ق. (۱۳۸۹) اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام ماش در شرایط اقلیمی خوزستان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۴۱: ۲۷-۱۹.

کریم‌زاده سورشجانی، ه.، امام، ی. و موری، س. (۱۳۹۱). تأثیر خشکی آخر فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و دمای سایه‌انداز گیاهی ارقام گندم نان. مجله فرایند و کارکرد گیاهی ۱: ۵۶-۳۸.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۷). زراعت و تولید حبوبات (حبوبات در ایران). انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. تهران.

موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی، س. ع. م.، سروش زاده، ع. و جلالی، م. (۱۳۸۳). تغییرات میزان پرولین، فندهای محلول کل، کلروفیل (SPAD) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. مجله بیابان ۲: ۹۳-۱۰۹.

Ahmad, R., Mahmoud, I., Kamal, J. and Bukhari, S. A. H. (2004) Growth and Yield Response of Three Mungbean (*Vigna radiata* L.) Cultivars to Varying Seeding Rates. International Journal of Agricultural & Biology 6: 538-540.

Bharathi, A., Selvaraj, K. S., Veerabadhiran, P. and Lakshmi, B. (2006) Crossability barriers in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek): with its wild relatives. Indian Journal of Crop Science 1: 120-124.

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 phenology and yield. Pakistan Journal of Botany 40: 2471-2480.

Kitamura, S., Watanabe, M. and Nakayama, M. (1981) Process for producing coated seed. US Patent 4250660.

صفت بیانگر این نکته است که اصلاح رقم VC بیش‌تر به منظور تولید دانه از نظر کمی و کیفی بوده است. به عبارت دیگر، کارایی رقم مذکور در انتقال درصد بیشتری از نیتروژن دریافتی از اندام‌های رویشی به بخش ذخیره‌ای گیاه نسبت به ارقام دیگر بالاتر بود. بالاترین عملکرد دانه در کاربرد زئولیت به روش پوشش بذر بدست آمد، نیاز کمتر به کاربرد ادوات

منابع:

آقاعلیخانی، م.، قلاوند، ا. و علا، ا. (۱۳۸۴) تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم و یک لاین ماش سبز (*Vigna radiata*) در منطقه کرج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹: ۱۲۰-۱۱۱.

امام، ی. (۱۳۹۰) زراعت غلات چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

تاندون، اچ. ال. اس. (۱۳۸۱). روش‌های تجزیه خاک‌ها، گیاهان، آب‌ها و کودها. ترجمه توللی، ح. و سممانی، ا. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز.

حبیب‌زاده، ی.، مامقانی، ر. و کاشانی، ع. (۱۳۸۶) اثر تراکم‌های متفاوت کاشت بر عملکرد و پروتئین در سه رقم ماش در منطقه اهواز. مجله علمی کشاورزی ۳۰: ۱۳-۲.

رادمهر، م. (۱۳۷۶) تأثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.

عابدی کویایی، ج.، موسوی، س. ف. و معتمدی، آ. (۱۳۸۹) بررسی تأثیر کاربرد زئولیت کلینوپتی‌لولایت در کاهش آبتوی کود اوره از خاک. مجله آب و فاضلاب ۳: ۵۱-۵۷.

عبدالرحمنی، ب.، قاسمی گلعدانی، ک.، ولی‌زاده، م.، فیضی اصل، و. و توکل، ا. (۱۳۸۸) اثر پرایمینگ بذر بر قدرت رویش و عملکرد دانه جو رقم آیدر در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱: ۳۵۲-۳۳۷.

غلامحسینی، م.، قلاوند، ا.، مدرس‌ثانوی، ع. م. و جمشیدی، ا. (۱۳۸۶) تأثیر کاربرد کمپوست‌های زئولیتی در اراضی شنی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان. مجله علوم محیطی، سال پنجم، شماره اول: ۳۶-۲۳.

- Reynolds, M. P., Balota, M., Delgado, M. I. B., Amani, I., and Fischer, R. A. (1994) Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian Journal of Plant Physiology* 21:717-730.
- Um, M. H., Jung, P. K., Im, J., and Um, K. T. (1987) Effect of zeolite application on rice yields by soil texture. *Research Reports of the Rural Development Administration* 60-65.
- Mathur, N., Singh, J. Bohra, S., Bohra, A. and Vyas, A. (2007) Agronomic evaluation of Promising genotypes of mung bean under hyper arid conditions of Indian Thar Desert. *International Journal of Agricultural Research* 2: 537-544.
- Miller, G. W., Huang, I. J., Welkie, G. W. and Pushmik, J. C. (1995) Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity. *Abadia Journal. Iron Nutrition in Soils and Plants*, Kluwer Academic Publishers, Dordecht, 19-28.