

ارزیابی صفات کیفی دانه‌ی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) تحت رژیم‌های کم‌آبیاری و تیمارهای مختلف کودی

مجید پوریوسف^{۱*}، داریوش مظاهری^۲، علیرضا یوسفی^۳، اصغر رحیمی^۴ و افشین توکلی^۵

* نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زنجان، پست الکترونیک: pouryousef@znu.ac.ir

۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زنجان

۴- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

۵- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زنجان

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۱

تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های کم‌آبیاری و تیمارهای کودی بر صفات کیفی دانه‌ی اسفرزه گوش‌اسبی (*Plantago ovata* Forsk.) آزمایشی در مزرعه‌ی آموزشی و پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده‌ی علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران انجام گردید. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات، بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. رژیم‌های آبیاری در چهار سطح شامل رژیم آبیاری کامل، کم‌آبیاری ملایم، کم‌آبیاری متوسط و کم‌آبیاری شدید به عنوان کرت‌های اصلی و تیمارهای کودی در پنج سطح شامل شاهد (بدون کود)، کود شیمیایی خالص، تلفیق کود زیستی فسفات بارور ۲ و کودهای شیمیایی، کود دامی خالص و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی به عنوان کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی به طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری قرار گرفتند. با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، عملکرد موسیلاژ و دانه‌ی اسفرزه به طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت، اما درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه به طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) افزایش یافتند. تمامی تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد، عملکرد موسیلاژ و دانه را به طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) افزایش دادند. بیشترین عملکرد موسیلاژ (۲۵۲/۵۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی، تحت رژیم آبیاری کامل بدست آمد. درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه تحت تیمار کود دامی خالص به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای کودی بود.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.)، کم‌آبیاری، کود، محتوای موسیلاژ.

مقدمه

انتخاب محصولات زراعی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا نظیر کشور ایران، به دلیل شرایط خاص اقلیمی، کمبود آب و حساسیت خاک‌ها در مقابل فرسایش و تخریب از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین توسعه اقتصادی آن دسته از گیاهان مقاوم به خشکی که مواد شیمیایی با ارزشی را برای نیازهای انسان تأمین می‌کنند می‌تواند در برنامه‌های آمایش سرزمین مورد استفاده قرار

گیرد. اسفرزه به‌عنوان یکی از اقتصادی‌ترین گیاهان موسیلاژدار می‌تواند جزء آن گروه از گیاهانی منظور گردد که دارای نیاز رطوبتی کم و مقاوم به خشکی است (Ahmad *et al.*, 2007؛ کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳).

اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) گیاهیست متعلق به تیره‌ی بارهنگ (*Plantaginaceae*)، یکساله و علفی، به ارتفاع ۵ تا ۲۵ سانتی‌متر که پیکره‌ی آن از کرک‌های نرمی پوشیده شده‌است. دانه اسفرزه مهمترین بخش از گیاه است

و شیمیایی خاک دارد (Ghosh *et al.*, 2004؛ Ewulo, 2005). براساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و بیولوژیک نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده‌های کشاورزی داشته که خود می‌تواند راهی به سوی زراعت ارگانیک و در نهایت کشاورزی پایدار باشد (Griffe *et al.*, 2003). پوریوسف و همکاران (۱۳۹۰) و Singh و همکاران (۲۰۰۳) افزایش عملکرد موسیلاژ و دانه‌ی اسفرزه را با کاربرد ترکیب‌های مختلف اصلاح‌کننده‌ی آلی و معدنی خاک گزارش نموده‌اند. همچنین در تحقیق Yadav و همکاران (۲۰۰۲) بر روی اسفرزه، ملاحظه شد که کاربرد کود نیتروژنه به همراه کود دامی به طور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد دانه درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه گردید.

کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره تولید می‌شوند (Wu *et al.*, 2005). کود زیستی فسفات‌ه بارور حاصل تحقیق پژوهشگران جهاد دانشگاهی تهران می‌باشد که در فرمولاسیون آن باکتریهای ترشح‌کننده‌ی اسید و آنزیم‌های فسفاتاز وجود دارد (حسین‌زاده، ۱۳۸۴). آزمایش‌هایی که در مورد کودهای زیستی حاوی باکتریهای حل‌کننده فسفات انجام شده است، فراوان می‌باشد. به‌عنوان مثال پوریوسف و همکاران (۱۳۸۸) در مورد اسفرزه، Freitas (۲۰۰۰) در مورد گندم و Shahin و همکاران (۲۰۰۴) در مورد جو و چغندر قند آزمایش‌هایی را انجام داده و همگی کم و بیش به این نتیجه رسیده‌اند که تلقیح محصولات توسط این باکتریها موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و جذب عناصر غذایی مخصوصاً فسفر شده‌است.

باتوجه به اینکه بیشتر مطالعات موجود در مورد واکنش کودی اسفرزه بر مبنای مصرف کودهای شیمیایی استوار بوده‌است و با آگاهی از اینکه اسفرزه گیاهی با مقاومت نسبی در برابر محدودیت آبی می‌باشد، شناخت تأثیر کودهای دامی و زیستی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آگاهی از چگونگی واکنش گیاه به رژیم‌های مختلف آبیاری نیازمند مطالعه و تحقیقات بیشتری است؛ بنابراین هدف از این آزمایش بررسی تغییرات محتوای موسیلاژ دانه، فاکتور تورم بذر و عملکرد موسیلاژ و دانه‌ی اسفرزه تحت رژیم‌های کم‌آبیاری و تیمارهای مختلف کودی

که حاوی ۱۰ تا ۳۰ درصد موسیلاژ بوده و استخراج آن مقرون به صرفه است. اهمیت دانه اسفرزه ناشی از کمیت و کیفیت موسیلاژ موجود در لایه‌های پوست دانه است (Ahmad *et al.*, 2007). اسفرزه به‌رغم اینکه سیستم ریشه‌ای ضعیف و سطحی دارد ولی در شرایط کم‌آبی نسبتاً مقاوم می‌باشد و با ۵ تا ۶ آبیاری می‌تواند عملکرد قابل‌قبولی تولید نماید (Ahmad *et al.*, 2007؛ Patra *et al.*, 1999). از آنجا که موسیلاژ در اسفرزه جزو متابولیت‌های ثانویه می‌باشد و از طرفی تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان به‌وسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابد و تنش رطوبتی نیز عامل مؤثری در رشد و همچنین سنتز ترکیب‌های طبیعی گیاهان دارویی می‌باشد، بنابراین ارائه روشهایی که بتواند گیاهی با ماده مؤثره بیشتر تولید نماید، ضروری به نظر می‌رسد.

Patra و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ کاهش و درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه افزایش یافتند. در آزمایشی که به‌منظور بررسی واکنش عملکرد و خصوصیات کیفی دو گونه دارویی اسفرزه و پسلیوم به رژیم‌های کم‌آبی در شرایط کشت ارگانیک انجام شد، فواصل مختلف آبیاری بر روی عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین میزان عملکرد دانه در اسفرزه و پسلیوم به ترتیب در فواصل آبیاری ۲۰ و ۱۰ روز بدست آمد. بیشترین میزان فاکتور تورم دانه و درصد موسیلاژ در تیمار با فاصله‌ی آبیاری ۳۰ روز بدست آمد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳). نجفی (۱۳۸۰) نیز گزارش کرد که بیشترین مقدار عملکرد دانه‌ی اسفرزه با فاصله آبیاری ۷ روز (۱۲ نوبت آبیاری در طی فصل رشد) حاصل شد، در حالی‌که در تحقیق کوچکی و همکاران (۱۳۸۳) مشخص شد که در اسفرزه بین تعداد دفعات آبیاری ۴، ۵ و ۸ نوبت از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج تحقیق Ganpat و همکاران (۱۹۹۲) نشان داد که بین ۴ و ۵ نوبت آبیاری از لحاظ عملکرد دانه‌ی اسفرزه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

استفاده از مواد قابل تجدید و طبیعی با منشأ آلی به همراه استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی در حفظ باروری، ساختمان و فعالیت بیولوژیکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب و در نهایت اصلاح ساختار فیزیکی

خاک‌شناسی فرستاده شد. پس از تجزیه خاک و مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، با توجه به خصوصیات خاک و نیاز گیاه، و همچنین نتایج آزمایش‌های مقدماتی که در پاییز سال ۱۳۸۶ در مورد تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر روی اسفرزه انجام شده بود تیمارهای کودی در این آزمایش تعیین شدند. مشخصات تیمارهای کودی اعمال شده در آزمایش، در جدول ۳ آورده شده است. در این آزمایش از کود سوپر فسفات‌تریپل برای تأمین فسفر، کود اوره برای تأمین نیتروژن و کود گاو شیری برای تأمین کود دامی استفاده شد. برخی مشخصات کود دامی مورد استفاده در جدول ۴ آورده شده است.

کود دامی در اسفند ماه ۱۳۸۷ ابتدا به‌طور یکنواخت در سطح کرت‌ها پخش شده و بعد با دیسک در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد. تمام کود سوپر فسفات در موقع کاشت به صورت یکجا به خاک اضافه شد. نصف کود اوره در موقع کاشت و نصف آن در مرحله شروع ساقه‌دهی (ساقه گل‌دهنده) به کرت‌ها اضافه گردید. نحوه کوددهی به روش کناری بود. کود زیستی فسفات بارور ۲ نیز از شرکت زیست فناوری سبز تهیه شد. این کود حاوی دو نوع باکتری از گونه‌های باسیلوس لنتوس (*Bacillus lentus*) (سویه ی p5) که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیب‌های معدنی می‌شود و سودوموناس پوتیدا (*Pseudomonas putida*) (سویه ی p13) که تولید آنزیم فسفاتاز می‌کند، می‌باشد. طبق دستورالعمل شرکت زیست فناوری سبز بذرها با کود زیستی تلقیح شدند، بدین منظور ۰/۵ گرم از کود زیستی با ۵۰ گرم دانه ی اسفرزه به‌خوبی مخلوط شد و بعد از آن بلافاصله اقدام به کشت شد. طول کرت‌ها ۴ متر و عرض آنها ۲/۵ متر و هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم کاشت ۱۰۰ بوته در مترمربع بود.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه نمونه‌برداری پس از مرحله ی رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. یعنی زمانی که برگ‌های گیاه کاملاً زرد متمایل به قهوه‌ای شده و برگ‌های پایین بوته خشک شدند. نحوه ی نمونه‌برداری بدین صورت بود که از شش ردیف میانی کرت‌ها بعد از حذف حاشیه‌ها نمونه‌ای به مساحت ۲ مترمربع برداشت

بود. در ضمن تعیین مناسبترین رژیم آبیاری و تیمار کودی که بتواند علاوه بر صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی عملکرد کمی و کیفی قابل‌قبولی نیز تولید نماید نیز از اهداف دیگر آزمایش بود.

مواد و روشها

این پژوهش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت‌آباد کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۶ متر از سطح دریا) اجرا گردید. براساس آمار آب و هوایی و بنا بر منحنی آمیروترمیک، منطقه مورد نظر به دلیل احراز ۱۵۰ تا ۱۸۰ و گاهی ۲۰۰ روز خشک، در زمره مناطق مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌گردد. خاک زمین محل اجرای آزمایش از نوع لومی رسی بود که برخی از مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق تأثیر دو عامل رژیم آبیاری (به‌عنوان عامل اصلی) و تیمارهای کودی (به‌عنوان عامل فرعی) مورد بررسی قرار گرفتند. رژیم‌های آبیاری بر پایه مراحل فنولوژیک و حساس گیاه استوار بودند و در ۴ سطح بشرح جدول ۲ اعمال شدند. تیمارهای کودی مورد بررسی در این تحقیق نیز در ۵ سطح بشرح جدول ۳ اعمال گردیدند. مقادیر ذکر شده در مورد کودها در جدول ۳، برای نیتروژن بر حسب N و برای فسفر بر حسب P_2O_5 می‌باشند. زمین محل اجرای آزمایش در پاییز سال ۱۳۸۷ به عمق ۳۰ سانتی‌متر به وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. در اسفند ماه سال ۱۳۸۷ دوباره شخم و دیسک زده شده و بعد از آن اقدام به ماله کشی شد. پس از پیاده کردن طرح در زمین، تیمارهای کودی مربوط به هر کدام از کرت‌ها اعمال شد و بعد اقدام به ایجاد جوی و پشته شد. کاشت اسفرزه در ۲۹ فروردین ۱۳۸۸ انجام شد.

در ابتدای آزمایش بعد از انتخاب قطعه زمین جهت انجام آزمایش از قسمت‌های مختلف زمین اقدام به نمونه‌برداری خاک شد و برای تجزیه به آزمایشگاه

موسسیلاژ دانه معنی دار نبود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، درصد موسسیلاژ دانه بتدریج از ۲۱/۲۹٪ تحت رژیم آبیاری کامل به ۲۳/۰۳٪ در رژیم کم آبیاری شدید افزایش یافت (جدول ۶). نتایج آزمایش همچنین نشان داد که در بین تیمارهای کودی تنها تیمارهای کود دامی خالص و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) درصد موسسیلاژ دانه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند و تیمارهای کود شیمیایی خالص و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی تأثیر معنی داری بر روی درصد موسسیلاژ دانه نداشتند (جدول ۵). بیشترین درصد موسسیلاژ به میزان ۲۳/۶۸٪ از تیمار کود دامی خالص حاصل شد که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۶).

فاکتور تورم دانه به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) تحت تأثیر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی قرار گرفت. اثر متقابل رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر روی فاکتور تورم دانه معنی دار نبود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، فاکتور تورم دانه روند صعودی داشت (جدول ۶). به طوری که بیشترین فاکتور تورم دانه به میزان ۱۳/۲۷ میلی لیتر از رژیم کم آبیاری شدید حاصل شد که تفاوت معنی داری با سایر رژیم‌های آبیاری داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که تمامی تیمارهای کودی به غیر از تیمار کود شیمیایی خالص، فاکتور تورم دانه را به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) در مقایسه با شاهد افزایش دادند (جدول ۶). البته در بین تیمارهای مختلف کودی، بیشترین فاکتور تورم دانه به مقدار ۱۲/۲۹ میلی لیتر مربوط به تیمار کود دامی خالص بود که تفاوت معنی داری با تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی نداشت (جدول ۶).

عملکرد موسسیلاژ نیز به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) تحت تأثیر هر دو عامل رژیم آبیاری و تیمارهای کودی و همچنین اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین عملکرد موسسیلاژ به مقدار ۲۰۸/۴۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رژیم آبیاری کامل بود و کمترین آن به میزان ۱۱۶/۸۴ کیلوگرم در هکتار از رژیم کم آبیاری شدید حاصل شد که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۷۸/۳٪ کاهش داشت (جدول ۶). تمامی تیمارهای کودی

شد و عملکرد دانه در آن اندازه‌گیری شد. در این آزمایش از روش ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۷۵) و Sharma و Koul (۱۹۸۶) برای تعیین فاکتور تورم دانه و همچنین روش استخراج گرم جهت استخراج موسسیلاژ دانه استفاده شد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۷۵؛ Sharma & Koul, 1986). پس از تعیین عملکرد دانه و درصد موسسیلاژ دانه، عملکرد موسسیلاژ از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد موسسیلاژ دانه محاسبه شد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS V9 و MSTAT-C انجام شد، ضمن آنکه رسم نمودارها و جدولهای آماری نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و Word انجام گردید. میانگین صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

عملکرد دانه به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) تحت تأثیر رژیم آبیاری، تیمارهای کودی و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، عملکرد دانه به شدت کاهش یافت (جدول ۶). در بین سطوح مختلف رژیم آبیاری، بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۹۷۴ کیلوگرم در هکتار از رژیم آبیاری کامل حاصل شد (جدول ۶). کمترین میزان عملکرد دانه حدود ۵۰۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به رژیم کم آبیاری شدید بود که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۹۳٪ کاهش داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که تمامی تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد عملکرد دانه را به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) افزایش دادند (جدول ۶). تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه تحت رژیم‌های مختلف آبیاری یکسان نبود (شکل ۱). بیشترین عملکرد دانه حدود ۱۱۴۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی، تحت رژیم آبیاری کامل حاصل شد که تفاوت معنی داری با تیمار کود دامی خالص نداشت (شکل ۱).

درصد موسسیلاژ دانه نیز به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) تحت تأثیر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی قرار گرفت. اثر متقابل رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر روی درصد

عملکرد موسیلاژ را به طور متفاوتی تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۵). در بین تمامی تیمارها، بیشترین عملکرد موسیلاژ به مقدار ۲۵۲/۵۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیق کودهای شیمیایی و دامی تحت رژیم آبیاری کامل حاصل شد، هر چند که تفاوت معنی داری با تیمار کود دامی خالص نداشت (جدول ۶).

در مقایسه با شاهد عملکرد موسیلاژ را به طور معنی داری افزایش دادند (جدول ۶). بیشترین عملکرد موسیلاژ به مقدار ۲۰۸/۶۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار کود دامی خالص بدست آمد که به غیر از تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی تفاوت معنی داری با سایر تیمارهای کودی داشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که تیمارهای کودی تحت رژیم‌های مختلف آبیاری،

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته (pH)	آهک کل (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	نیتروژن (%)	فسفر (Mg/kg)	پتاسیم (Mg/kg)	منیزیم (Meq/l)	کلسیم (Meq/l)
۱/۲۱	۰/۷	۸/۱۸	۶	۳۱	۲۷	۴۲	۰/۰۷	۵/۶	۲۶۶	۱	۲

جدول ۲- مشخصات رژیم‌های آبیاری اعمال شده در آزمایش

مراحل آبیاری							رژیم آبیاری
آبیاری به صورت هفتگی در طول دوره‌ی رشد گیاه							رژیم آبیاری کامل
اواسط پر شدن دانه	شروع پر شدن دانه	گلدهی	تولید ساقه‌ی گلدهنده	بعد از تنک	بعد از سبز شدن	کم آبیاری ملایم	
-	شروع پر شدن دانه	گلدهی	-	بعد از تنک	بعد از سبز شدن	کم آبیاری متوسط	
-	-	گلدهی	-	بعد از تنک	-	کم آبیاری شدید	

جدول ۳- مشخصات تیمارهای کودی

ترکیب‌های تشکیل دهنده تیمارها				سیستم حاصلخیزی
کود زیستی	کود دامی	کود شیمیایی		
فسفات بارور ۲	(تن در هکتار)	فسفر (kg/ha)	نیتروژن (kg/ha)	
-	-	-	-	شاهد (بدون کود)
-	-	۴۵	۷۵	کود شیمیایی خالص
تلفیح با کود زیستی	-	۲۲/۵	۷۵	تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی
-	۲۰	-	-	کود دامی خالص
-	۱۰	۲۲/۵	۳۷/۵	تلفیق کودهای دامی و شیمیایی

جدول ۴- برخی از مشخصات کود دامی

کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	منیزیم (%)	کلسیم (%)	رطوبت (%)
۲۷/۱	۲/۶۵	۰/۸	۴/۲۳	۱/۳۴	۳/۶	۳۵

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر محتوای موسیلاژ،

عملکرد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه اسفرزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای موسیلاژ دانه	فاکتور تورم دانه	عملکرد دانه	عملکرد موسیلاژ
بلوک	۲	۲/۶۱	۰/۴۵۹	۱۱۷۰۷ ***	۴۹۹ *
رژیم آبیاری	۳	۸/۸۳ *	۱۵/۲۱ ***	۷۱۴۲۵۴ ***	۲۸۹۸۵ ***
خطا (a)	۶	۱/۶۱	۰/۵۰۵	۴۹۸	۸۳/۸۱
تیمارهای کودی	۴	۱۰/۵۹ ***	۱/۳۸ ***	۱۸۴۴۲۵ ***	۱۴۴۹۲ ***
رژیم آبیاری × تیمارهای کودی	۱۲	۰/۲۱۵	۰/۰۸۸	۳۸۶۱ ***	۲۵۸ ***
خطا (b)	۳۲	۰/۳۹۹	۰/۰۹۴	۱۰۰۶	۸۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد موسیلاژ، فاکتور تورم دانه و عملکرد موسیلاژ

تحت رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی

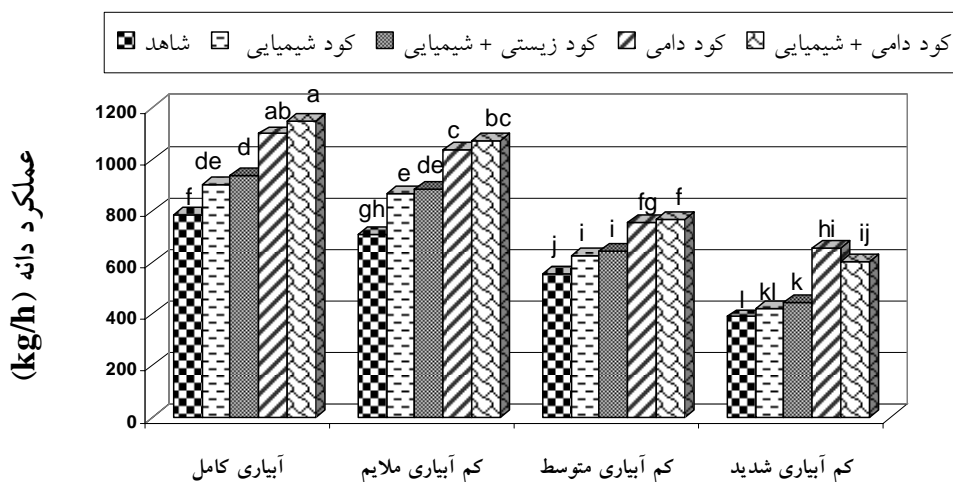
تیمار	محتوای موسیلاژ دانه (%)	فاکتور تورم دانه (میلی لیتر)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد موسیلاژ (kg/ha)
رژیم آبیاری				
آبیاری کامل	۲۱/۲۹ b	۱۱/۰۴ c	۹۷۴/۱۴ a	۲۰۸/۴۰ a
کم آبیاری ملایم	۲۲/۳۳ ab	۱۱/۲۶ c	۹۱۲/۲۸ b	۲۰۴/۸۰ a
کم آبیاری متوسط	۲۲/۷۸ a	۱۲/۰۳ b	۶۶۹/۷۶ c	۱۵۳/۰۴ b
کم آبیاری شدید	۲۳/۰۳ a	۱۳/۲۷ a	۵۰۳/۵۶ d	۱۱۶/۸۴ c
تیمارهای کودی				
شاهد (بدون کود)	۲۱/۵۰ c	۱۱/۴۸ c	۶۰۸/۵۴ c	۱۳۰/۰۳ c
کود شیمیایی (N.P)	۲۱/۷۱ c	۱۱/۷۰ bc	۷۰۴/۲۴ b	۱۵۱/۵۲ b
کود زیستی + شیمیایی	۲۱/۸۹ c	۱۱/۸۲ b	۷۲۹/۰۵ b	۱۵۸/۱۴ b
کود دامی	۲۳/۶۸ a	۱۲/۲۹ a	۸۸۶/۶۹ a	۲۰۸/۶۱ a
کود دامی + شیمیایی	۲۲/۹۹ b	۱۲/۲۰ a	۸۹۶/۱۶ a	۲۰۵/۵۴ a

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

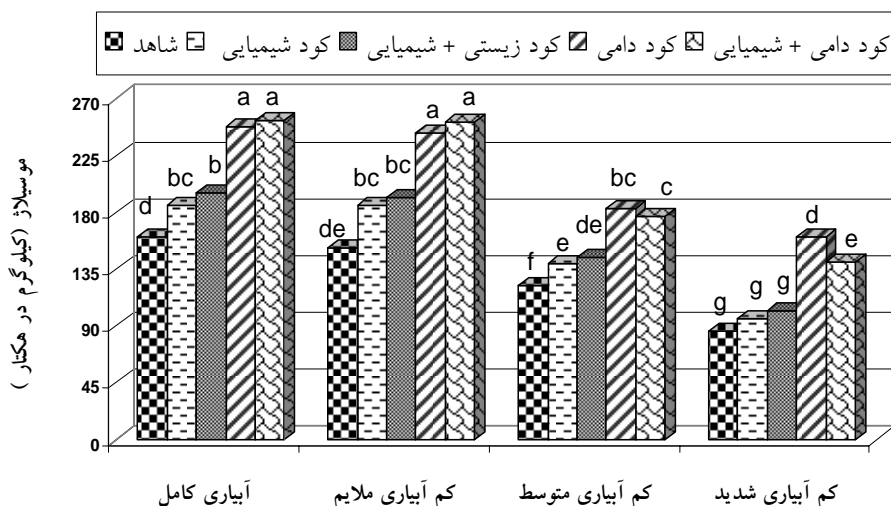
بحث

گیاه در زمان پر شدن دانه را کاهش می‌دهد (Egli, 1998). Bannayan و همکاران (۲۰۰۸)، Koocheki و همکاران (۲۰۰۷) و Rezvani (۲۰۰۱) در پی آزمایش‌هایی تأثیر رژیم‌های آبیاری را بر روی اسفرزه مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری و محدودیت آبی ناشی از آن عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. Patra و همکاران (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری، عملکرد دانه اسفرزه شدت کاهش یافت.

نتایج آزمایش نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، عملکرد دانه شدت کاهش یافت (جدول ۶). بروز تنش کم‌آبی طی مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحله‌ی زایشی به علت کاهش طول دوره‌ی فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه و همچنین کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه، موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. محدودیت آبی همچنین فتوسنتز جاری



شکل ۱- اثر متقابل رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر روی عملکرد دانه اسفزه



شکل ۲- اثر متقابل رژیم آبیاری و تیمارهای کودی بر روی عملکرد موسیلاژ اسفزه

از جمله Pouryousef و همکاران (۲۰۰۷)، Koocheki و همکاران (۲۰۰۷)، Intodia و Tomar (۱۹۹۸)، Parihar و Singh (۱۹۹۵) و Singh (۲۰۰۳) تأثیر کوددهی با منابع آلی و شیمیایی را بر گیاه اسفزه مورد بررسی قرار داده و همگی کم و بیش به این نتیجه رسیده‌اند که کاربرد این کودها مخصوصاً کود دامی می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفزه بسیار مؤثر باشد. Yadav و همکاران (۲۰۰۲) و پوریوسف و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده کردند که کاربرد کودهای شیمیایی به‌همراه کود دامی به‌صورت تلفیقی موجب افزایش عملکرد دانه گردید. نتایج

بیشترین عملکرد دانه حدود ۱۱۴۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی، تحت رژیم آبیاری کامل حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود دامی خالص نداشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد بالا بودن عملکرد دانه اسفزه تحت تیمارهای کود دامی خالص و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند به‌دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک باشد که از طریق بهبود صفات تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و شاخص سطح برگ، موجب افزایش عملکرد دانه در این تیمارها شده‌است. محققان زیادی

آزمایش همچنین نشان داد که تحت رژیم کم آبیاری شدید برخلاف سایر رژیم‌های آبیاری، تیمار کود دامی خالص، عملکرد دانه‌ی بیشتری نسبت به تیمار تلفیق کودهای دامی و شیمیایی داشت (شکل ۱). این امر ممکن است به دلیل افزایش بیشتر ظرفیت نگهداری آب خاک در نتیجه کاربرد کود دامی به مقدار ۲۰ تن در هکتار تحت تیمار کود دامی خالص در مقایسه با تیمار تلفیق کودهای شیمیایی و دامی که به مقدار ۱۰ تن در هکتار کود دامی دریافت کرده بودند، باشد. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که تحت رژیم کم آبیاری شدید برخلاف سایر رژیم‌های آبیاری، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه بین شاهد و تیمار کود شیمیایی خالص مشاهده نشد (شکل ۱). این امر بیانگر این مطلب است که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، و افزایش محدودیت آبی، کارایی کودهای شیمیایی در افزایش عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد. بنابراین برای حصول کارایی بیشتر در استفاده از کودهای شیمیایی، باید برنامه‌ریزی دقیق و رژیم آبیاری مناسب اعمال شود.

با کاهش تعداد آبیاری، درصد موسیلاژ دانه بتدریج از ۲۹/۲۱٪ تحت رژیم آبیاری کامل به ۲۳/۰۳٪ در رژیم کم آبیاری شدید افزایش یافت (جدول ۶). این امر نشان‌دهنده واکنش این گیاه در برابر محدودیت آبی و خشکی است که منجر به افزایش تولید موسیلاژ در پوسته دانه شده‌است. در واقع این واکنش ناشی از سازگاری ژنتیکی و مورفولوژیکی این گیاه در برابر تنش خشکی برای حفظ جنین نوبارور دانه می‌باشد و از آنجا که یک شکل ویژه از ذخیره آب، پیوند یافتن آب با کربوهیدرات‌های آب‌دوست نظیر موسیلاژهای موجود در سلول‌ها، بافت هادی و فضای بین سلولی و سطح دانه برخی گونه‌ها می‌باشد، این سازگاری ژنتیکی منجر به توانایی بالای این گیاه در حفظ پتانسیل آب درون سلولی می‌شود (فخرطباطبایی و همکاران، ۱۳۶۹). Bannayan و همکاران (۲۰۰۸)، Koocheki و همکاران (۲۰۰۷) و Patra و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ کاهش و درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه افزایش یافتند. بیشترین درصد موسیلاژ به میزان ۲۳/۶۸٪ از تیمار کود دامی خالص حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۶). نتایج این آزمایش با نتایج پوریوسف و همکاران

(۱۳۹۰)، Pouryousef و همکاران (۲۰۰۷)، Singh و همکاران (۲۰۰۳) و Yadav و همکاران (۲۰۰۲) مبنی بر افزایش عملکرد دانه، درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه تحت سیستم‌های ارگانیک حاصلخیزی خاک مطابقت دارد. در بین تمامی تیمارها، بیشترین عملکرد موسیلاژ به مقدار ۲۵۲/۵۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیق کودهای شیمیایی و دامی تحت رژیم آبیاری کامل حاصل شد، هر چند که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود دامی خالص نداشت (شکل ۲). با در نظر گرفتن اینکه عملکرد موسیلاژ از حاصلزرب عملکرد دانه و درصد موسیلاژ حاصل می‌شود می‌توان دریافت که علت اصلی بالا بودن عملکرد موسیلاژ در این تیمارها، بالا بودن عملکرد دانه می‌تواند باشد. محققان بسیاری از جمله پوریوسف و همکاران (۱۳۹۰)، Singh و همکاران (۲۰۰۳) و Yadav و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر کودهای شیمیایی و کود دامی را بر روی گیاه اسفرزه مورد بررسی قرار داده و همگی کم و بیش به این نتیجه رسیده‌اند که کاربرد این کودها مخصوصاً کود دامی می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه بسیار مؤثر باشد. Pouryousef و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که کاربرد کودهای شیمیایی به‌همراه کود دامی به‌صورت تلفیقی موجب افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ گردید، که این امر را مربوط به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن عنوان کردند.

براساس گزارش‌های بسیاری از محققان کیفیت بذره‌های اسفرزه در گرو درصد موسیلاژ و فاکتور تورم آن می‌باشد. هر چقدر بذرها از درصد موسیلاژ و فاکتور تورم بیشتری برخوردار باشند کیفیت آنها نیز بالاتر خواهد بود (پوریوسف و همکاران، ۱۳۹۰؛ فخرطباطبایی و همکاران، ۱۳۶۹؛ Ahmad et al., 2007; Singh et al., 2003). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری، فاکتور تورم دانه افزایش یافت (جدول ۶). Bannayan و همکاران (۲۰۰۸)، Koocheki و همکاران (۲۰۰۷)، Patra و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ کاهش و درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه افزایش یافتند. آنها همچنین نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین فاکتور تورم دانه و درصد موسیلاژ وجود دارد، به‌طوری که با

منابع مورد استفاده

- افزایش درصد موسیلاژ، فاکتور تورم نیز افزایش می‌یافت. نتایج آزمایش نشان داد که تمامی تیمارهای کودی به غیر از تیمار کود شیمیایی خالص، فاکتور تورم دانه را به‌طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) در مقایسه با شاهد افزایش دادند (جدول ۶). نتایج این آزمایش در تأیید نتایج پوریوسف و همکاران (۱۳۹۰)، Pouryousef و همکاران (۲۰۰۷)، Singh و همکاران (۲۰۰۳) و Yadav و همکاران (۲۰۰۲) مبنی بر افزایش عملکرد دانه، درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه تحت سیستم‌های ارگانیک حاصلخیزی خاک می‌باشد. با توجه به اینکه میزان تورم دانه بیشتر به‌دلیل خاصیت تورمی بالای موسیلاژ دانه می‌باشد، بنابراین می‌توان انتظار داشت، در بذرهایی که از درصد موسیلاژ دانه بالاتری برخوردارند، فاکتور تورم دانه نیز بالا باشد.
- محدودیت آبی طی مراحل مختلف رشد و نمو گیاه از طریق کاهش سطح برگ، کاهش جذب انرژی خورشیدی، جذب عناصر غذایی و کوتاه نمودن طول دوره رشد گیاه، موجب کاهش تجمع ماده خشک کل و عملکرد دانه می‌شود (Egli, 1998؛ نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰؛ Fischer & Maurer, 1987؛ Patra et al., 1999). نتایج آزمایش نشان داد که با کاهش تعداد و مقدار آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. بر خلاف صفات مذکور، صفات کیفی دانه شامل درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دانه افزایش یافتند. بیشترین عملکرد دانه و موسیلاژ مربوط به رژیم آبیاری کامل بود اما از نظر عملکرد موسیلاژ تفاوت معنی‌داری با رژیم کم‌آبیاری ملایم نداشت. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که عملکرد دانه و موسیلاژ با کاربرد کود دامی و همچنین تلفیق کودهای دامی و شیمیایی به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. بنابراین می‌توان با کاهش مقادیر کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با کودهای دامی و زیستی، ضمن تولید عملکرد بیشتر، در کاهش آلودگی محیط زیست و بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک نیز گام برداشت.
- در کل با توجه به جمیع جهات می‌توان چنین استنباط کرد که کشت اسفرزه با کاربرد کود دامی و تلفیق کودهای دامی و شیمیایی، تحت رژیم کم‌آبیاری ملایم به‌دلیل تولید عملکرد دانه و موسیلاژ مناسب و همچنین صرفه‌جویی در آب آبیاری، از موفقیت بیشتری برخوردار می‌باشد.
- ابراهیم‌زاده، ح.، میرمعصومی، م. و فخرطباطبایی، س.م.، ۱۳۷۵. بررسی جنبه‌های تولید موسیلاژ در چند منطقه‌ی ایران با کشت اسفرزه و بارهنگ و پسیلیوم. پژوهش و سازندگی، ۳۳: ۵۱-۴۶.
- پوریوسف، م.، مظاهری، د.، چائی‌چی، م.ر.، رحیمی، ا. و توکلی، ا.، ۱۳۸۸. تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بر برخی صفات اگرومورفولوژیک و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.). الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ۲۱۳-۱۹۳.
- پوریوسف، م.، د. مظاهری، م.، چائی‌چی، ا.، رحیمی و ا.، توکلی، ۱۳۹۰. تأثیر مدیریت‌های مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی، ارگانیک و تلفیقی) بر عملکرد، اجزاء عملکرد، صفات کیفی و غلظت عناصر در دانه‌ی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.). پژوهش و سازندگی، ۹۳(۴): ۱۸-۸.
- حسین‌زاده، ح.، ۱۳۸۴. گزارش تأثیر کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد گیاهان زراعی. شرکت زیست فناور سبز. انتشارات جهاد دانشگاهی، ۴۵ صفحه.
- فخرطباطبایی، م.، میرمسعودی، م. و میرحاجی، م.، ۱۳۶۹. بررسی به‌زراعی دو گونه مشابه دارویی در ایران. خلاصه مقالات چهارمین سمینار گیاهان دارویی ایران، دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۲۶-۲۴ مهر: ۷۰.
- کوچکی، ع.، تبریزی، ل. و نصیری محلاتی، م.، ۱۳۸۳. کشت ارگانیک اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*psyllium*) در واکنش به تنش آبی. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱(۱): ۷۸-۶۷.
- نجفی، ف.، ۱۳۸۰. اثر فواصل آبیاری و تراکم بر کمیّت و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه مشهد.
- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع.، ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.
- Ahmad, Z., Arshad, M. and Ghafoor, A., 2007. *Plantago ovata*-a crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance: 231-249. In: Ochatt, S. and Jain, S.M., (Eds.). *Breeding of Neglected and Under-Utilized Crops, Spices and Herbs*. CRC Press, 468p.
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M., 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *Industrial Crops and Products*, 27(1): 11-16.

- phosphorus fertilization. *Indian Journal of Agronomy*, 40(3): 529-530.
- Patra, D.D., Anwar, M., Singh, S., Prasad, A. and Singh, D.V., 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress condition. *Recent Advances in Management of Arid Ecosystem, Proceeding of a Symposium Held in India, March, 1997: 347-350.*
 - Pouryousef, M., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Fakhretabatabaai, M. and Jafari, A.A., 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(7): 1088-1092.
 - Rezvani, M., 2001. Effects of irrigation regimes and plant density on yield and agronomic characteristics of isabgol (*Plantago ovata*). XXVI International horticultural congress. Toronto. Canada.
 - Shahin, F., Çakmakçi, R. and Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265: 123-129.
 - Sharma, P.K. and Koul, A.K., 1986. Mucilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. *Journal of Ethnopharmacology*, 17(3): 289-295.
 - Singh, D., Chand, S., Anwar, M. and Patra, D.D., 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol in sodic soil under greenhouse conditions. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25(2): 414-419.
 - Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
 - Yadav, R.D., Keshwa, G.L. and Yadva, S.S., 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovate*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25(3): 668-671.
 - de Freitas, J.R., 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Pedobiologia*, 44(2): 97-104.
 - Egli, D.B., 1998. *Seed Biology and the Yield of Grain Crops*. CAB International, 184p.
 - Ewulo, B.S., 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(10): 839-841.
 - Fischer, R.A. and Maurer, R., 1987. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5): 897-912.
 - Ganpat, S., Ishwar, S. and Bhati, D.S., 1992. Response of blond psyllium (*Plantago ovata*) to irrigation and split application of nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, 37: 880-881.
 - Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M., Misra, A.K. and Acharya, C.L., 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. *Bioresource Technology*, 95: 77-83.
 - Griffe, P., Metha, S. and Shankar, D., 2003. Organic production of medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO, Rome, Italy.
 - Intodia, S.K. and Tomar, O., 1998. Response of psyllium genotypes to nitrogen and phosphorus on heavy soil. *Journal Of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 20(4): 1042-1044.
 - Koocheki, A., Tabrizi, L. and Nassiri Mahallati, M., 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(8): 1229-1234.
 - Parihar, G.N. and Singh, R., 1995. Response of psyllium (*Plantago ovata*) to nitrogen and

Evaluation of grain qualitative traits of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) under limited irrigation regimes and different fertilizing treatments

M. Pouryousef^{1*}, D. Mazaheri², A.R. Yousefi³, A. Rahimi⁴ and A. Tavakoli³

1*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
E-mail: pouryousef@znu.ac.ir

2- Department of Crop Production and Plant Breeding, College of Agronomy and Plant Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

4- Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

Received: February 2012

Revised: October 2012

Accepted: October 2012

Abstract

In order to study the effect of fertilizing treatments and limited irrigation regimes on grain qualitative traits and mucilage production of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.), a field experiment was conducted at Experimental Farm of College of Agronomy and Animal Sciences, University of Tehran. The experimental design was a split plot based on a randomized complete block design with three replications. In this research, four irrigation regimes including full irrigation, light limited irrigation, moderate limited irrigation and severe limited irrigation, were assigned to the main plots and five fertilizing treatments including control (without fertilizer), chemical fertilizer, combined use of chemical fertilizer and Barvar Phosphate Biofertilizer, cattle manure and combined use of chemical fertilizer and cattle manure, were assigned to the sub plots. Results showed that irrigation regimes had significant effect ($p \leq 0.05$) on all measured traits. Mucilage and grain yields decreased with decrement in irrigation frequency from full to severe limited irrigation but mucilage percentage and grain swelling factor increased; therefore, the highest mucilage and grain yield were obtained in full irrigation regime. The highest mucilage percentage and grain swelling factor were obtained in severe limited irrigation. Results also showed that fertilizing treatments had significant effect ($p \leq 0.05$) on all measured traits. The highest mucilage yield (252.58 kg/ha) was obtained in combined use of chemical fertilizer and cattle manure treatment under full irrigation regime. Mucilage percentage and grain swelling factor were significantly higher ($p \leq 0.05$) in cattle manure treatment.

Key words: *Plantago ovata* Forsk., limited irrigation, fertilizer, mucilage content.