

بررسی عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) در تراکم‌های مختلف در شرایط دیم و Rainfed استان گلستان

محمدعلی درّی^{۱*} و غلامرضا ناصری^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

پست الکترونیک: mohamaddori@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۴

چکیده

به‌منظور تعیین اثر تراکم بوته بر عملکرد و موسیلاژ دانه گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.)، آزمایشی در دو شرایط دیم، در دو ایستگاه تحقیقاتی مراوه‌تپه (کم‌باران) و چالکی‌گرگان (پرباران) انجام شد. این مطالعه در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا و به‌صورت تجزیه مرکب در مکان، تجزیه واریانس شد. کرت‌های آزمایشی با تراکم‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع و با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر تراکم بوته بر طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، درصد موسیلاژ و شاخص برداشت معنی‌دار نبود، در حالی‌که تعداد سنبله، عملکرد دانه و موسیلاژ در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. تحت تأثیر مکان نیز تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و موسیلاژ در هکتار در سطح ۱٪ و شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند. اثر متقابل تراکم بوته و مکان بر عملکرد دانه و موسیلاژ در هکتار در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و سایر صفات اختلاف معنی‌داری نداشتند. عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ با افزایش تراکم از ۱۰۰ بوته به ۴۰۰ بوته در مترمربع در چالکی‌گرگان به ترتیب ۲/۳ و ۲/۹ برابر و در مراوه‌تپه به ترتیب ۱/۹۴ و ۱/۸۶ برابر افزایش یافتند. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد دانه و موسیلاژ در هکتار در چالکی‌گرگان به ترتیب ۱/۷۱ و ۱/۶۹ برابر آن در مراوه‌تپه می‌باشد. براساس نتایج، همه صفات اندازه‌گیری شده در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در چالکی‌گرگان، نسبت به تراکم‌های دیگر، در هر دو مکان برتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: گلستان، اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.)، باران، سنبله.

مقدمه

و پیشگیری بیماری‌های یبوستی، کاهش کلسترول و همچنین مصارف صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. طبق گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO, 2008) تولید محصولات کشاورزی در ایران در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ به علت وقوع خشکی نسبت به سال‌های قبل کاهش داشت.

گیاه اسفرزه (*Plantago ovata*) دارای برگ‌های باریک و کشیده، سنبله‌ها استوانه‌ای یا تقریباً مدور و یا تخم‌مرغی، بدون ساقه یا دارای ساقه بسیار کوتاه و پوشیده از تارهای نرم می‌باشد. این گیاه از خانواده بارهنگ (پلانٹاژیناسه) و یک‌ساله می‌باشد. اسفرزه به علت خواص دارویی در درمان

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که سیاه‌دانه (Mozzafari *et al.*, 2000) و اسفرزه (Patra *et al.*, 1999) قادر به تحمل سطح متوسط از تنش آب هستند. در تحقیقی گزارش شد نیاز رطوبتی اسفرزه کم و گیاهی نسبتاً مقاوم به خشکی است (Dagar *et al.*, 2006). در تحقیقی دیگر، با افزایش تعداد آبیاری‌ها به ۴ نوبت آبیاری، افزایش عملکرد کاه و کلش و با افزایش به ۵ نوبت آبیاری، افزایش عملکرد دانه اسفرزه را گزارش کردند (Ganpat *et al.*, 1992). در مطالعه‌ای کشت اسفرزه تحت سه رژیم آبیاری از زمان سبز شدن تا برداشت در سطح ۵۰٪ رطوبت خاک، آبیاری در شروع گلدهی به همراه آبیاری تکمیلی در زمان تشکیل دانه و آبیاری در شروع گلدهی در کرج بررسی شد (Rahimi *et al.*, 2011). در این تحقیق میزان عملکرد دانه بدست‌آمده در هر یک از این تیمارها به ترتیب ۹۳۷/۵، ۸۲۰ و ۶۱۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شد.

در کشت گیاهان، جمعیت گیاهان (تراکم بوته) بر حداکثر در دسترس بودن و استفاده عوامل مؤثر بر تولید تأثیر می‌گذارد. برای مدیریت و بهره‌برداری بهینه از منابع و نهاده‌ها، دانستن مقدار مصرف بذر از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین تعیین تراکم بهینه بوته در واحد سطح برای بدست آوردن حداکثر عملکرد ضروریست (Baloch *et al.*, 2002). تراکم کاشت مطلوب یک عامل کلیدی برای رسیدن به حداکثر تولید محصولات کشاورزی می‌باشد، به‌ویژه هنگامی که آب محدود است (Rahimi *et al.*, 2011).

نتایج تحقیق Mosavi و همکاران (۲۰۱۲) تأکید دارد که تاریخ کاشت و تراکم بوته مناسب، نقش مؤثری در افزایش عملکرد دارد، به‌طوری که کاشت ۳۰ فروردین‌ماه و تراکم ۳۳/۳ بوته در مترمربع، عملکرد زراعت اسفرزه را در بیرجند با میانگین ۵۵۸/۹۹ کیلوگرم در هکتار بهبود بخشید. نتایج پژوهش دیگری نشان داد که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر درصد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه نداشت، اما بین تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در عملکرد اسانس در واحد سطح و روغن دانه مشاهده شد.

در تحقیقی بیان شد که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در بوته، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در مترمربع، شاخص برداشت و عملکرد دانه در گیاه اسفرزه داشت، به‌طوری که با کاهش تراکم از ۳۳/۳ به ۱۶/۶ بوته در مترمربع، کاهش ۴۵/۳ درصدی در عملکرد دانه و کاهش ۵۲/۷ درصدی در عملکرد بیولوژیک مشاهده شد، درحالی که شاخص برداشت از ۲۵/۵ به ۲۸/۰۶٪ و عملکرد دانه در بوته از ۱/۱۲ به ۱/۳۱ گرم افزایش یافت (Mosavi *et al.*, 2012). در پژوهشی دیگر کاهش تعداد دانه در سنبله اسفرزه با افزایش مقدار بذر مصرفی از دو به شش کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Dorri, 2006). اثر معنی‌دار تراکم بوته بر عملکرد دانه و همچنین عملکرد بیولوژیک گیاه اسفرزه گزارش شد (Nekoum & Razmjoo, 2007). آنان بیان کردند با افزایش تراکم از ۸۰ بوته به ۱۶۰ بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز افزایش یافت. در گیاهان دیگر هم اثر تراکم بر اجزای عملکرد گزارش شده است. به‌طور مثال در گلرنگ اجزای عملکرد تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه هستند. تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق با افزایش تراکم بوته و وزن هزاردانه کاهش می‌یابد (Zarei *et al.*, 2011).

تغییرات آب و هوایی واقعی غیرقابل اجتناب است. به‌طوری که جهان در حال تجربه اثرات مرتبط با آن به شکل بروز شرایط دمای بالا در دوره‌های طولانی‌تر، خشکسالی طولانی‌مدت و سیل‌های وسیع است. کشاورزی در مناطق دیم با آب باران (rainfed)، سیستم‌های متنوع، توانمندیها و همچنین محدودیت‌های مختلفی دارد. بنابراین با توجه به تغییر شرایط جهانی و بهره‌برداری بهینه از شرایط و امکانات محیطی موجود، باید گیاهانی مناسب را برای شرایط دیم کشور معرفی کنیم. هدف از این بررسی، تأکید بر توان بالقوه نواحی دیم استان گلستان به‌ویژه برای تولید گیاه دارویی اسفرزه است که به‌صورت بومی و طبیعی در نواحی شمال‌شرق استان گلستان رویش دارد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو ایستگاه تحقیقاتی مراوه‌تپه در ۲۴۰ کیلومتری شمال‌شرقی گرگان به‌عنوان دیم کم‌باران و ایستگاه تحقیقاتی چالکی در ۸ کیلومتری غرب گرگان

به‌عنوان دیم پرباران (rainfed) اجرا شد. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌است. آمار بارش، تبخیر و دما در طول دوره رشد در دو محل آزمایش مراوه‌تپه و گرگان در جدول ۲ آورده شده‌است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های محل اجرای آزمایش

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع محل (متر)	بافت خاک	بارش درازمدت (میلی‌متر)	اقلیم
گرگان	۵۴° ۱۹	۳۶° ۵۰	۸۵	کلی لوم	۵۴۰-۵۶۰	معتدل مرطوب
مراوه‌تپه	۵۵° ۵۷	۳۷° ۴۸	۴۳۰	سیلنتی لوم تا سیلنتی کلی لوم	۳۲۰-۳۵۰	نیمه‌خشک

جدول ۲- آمار بارش، تبخیر و دما در طول دوره رشد در مراوه‌تپه و چالکی گرگان

ماه	مراوه‌تپه			چالکی گرگان			نیمه خرداد
	نیمه بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	نیمه بهمن	اسفند	
بارش (mm)	۲۹/۵	۲۲/۵	۶۲/۷	۴۱/۲	۲۴/۳	۴۸/۵	۱/۶
تبخیر (mm)	۳۰/۱	۸۲/۴	۱۳۲/۲	۱۱۷/۷	۱۵/۵	۶۶/۵	۶۶/۷
دما (°C)	۷/۶	۱۱/۵	۱۵/۴۵	۱۶/۲۵	۹/۳	۱۱/۸	۲۴/۸

این مطالعه برای تعیین اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه اسفرزه *Plantago ovata* در دو مکان با شرایط دیم متفاوت در استان گلستان و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. کرت‌های آزمایشی در نیمه دوم بهمن ماه کشت شدند. قبل از کشت ۱۵-۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و اوره استفاده و در طول دوره رشد از هیچگونه کودی استفاده نشد. در صورت ضرورت برای مبارزه با علف‌های هرز در کرت‌های آزمایشی از وجین دستی استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت تجزیه مرکب در مکان انجام شد. برای بدست آوردن تعداد بوته مورد نیاز در واحد سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع)، بذرها با فواصل ۵، ۲/۵ و ۱/۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف کشت شدند. برای محاسبه عملکرد

دانه، از یک مترمربع در وسط کرت‌ها برداشت نمونه انجام و پس از توزین، تولید بذر در هکتار محاسبه شد. طول سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و درصد موسیلاژ اندازه‌گیری، عملکرد موسیلاژ و شاخص برداشت محاسبه شدند. برای موسیلاژ دانه از روش Kalyanasundaram و همکاران (۱۹۸۲) استفاده و براساس درصد وزنی محاسبه شد. داده‌ها توسط نرم‌افزارهای Mstac و SAS تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها پس از برش‌دهی (Slicing)، با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم بوته بر طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، درصد

در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ در هکتار در سطح ۱٪ معنی دار شد، در حالی که سایر صفات اندازه‌گیری شده اختلاف با هم معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

تعداد سنبله در مترمربع در تراکم‌های مختلف و در هر یک از مکان‌ها با هم اختلاف معنی‌دار نشان دادند، به طوری که با افزایش تراکم از ۱۰۰ به ۴۰۰ بوته در مترمربع در میانگین تعداد سنبله در مترمربع در مراوده تپه ۱/۸۳ برابر و در چالکی‌گران ۳/۱۷ برابر افزایش مشاهده شد (جدول ۴).

موسیلاژ و شاخص برداشت معنی‌دار نبوده، در حالی که تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ در هکتار در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند (جدول ۳).

تحت تأثیر مکان نیز تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ در هکتار در سطح ۱٪ و شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند، در حالی که سایر صفات شامل طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و درصد موسیلاژ تحت تأثیر مکان قرار نگرفتند (جدول ۳).

اثرات متقابل مکان کشت و تراکم بوته بر تعداد سنبله

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در دو مکان کاشت

درجه آزادی	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله	وزن هزاردانه	درصد موسیلاژ	شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد موسیلاژ	میانگین مربعات	
									مکان	تراکم
۱	۱۲۲۴۰ **	۱/۶۸ ns	۰/۱۶۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/۷۱ ns	۲۰/۲۲ *	۴۶۲/۵۷ **	۸۱۰۷/۹۲ **	مکان	۱
۴	۱۰۰/۲۶	۲۹/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۳/۶۶	۱/۲۹	۳/۵۳	۱۲۰/۹	تکرار×مکان	۴
۲	۵۴۶۹/۰۷ **	۱۳/۵۴ ns	۰/۰۷۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۲/۱۴ ns	۱۰/۴۴ ns	۲۸۴/۷۲ **	۲۹۹۸/۵۸ **	تراکم	۲
۲	۲۲۹۲/۰۱ **	۷/۷۶ ns	۰/۱۷۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۶/۴ ns	۲/۰۳ ns	۴۶/۴ **	۶۱۹/۸۷ **	مکان×تراکم	۲
۸	۲۱۴/۹	۲۱/۰۳	۰/۱۰۲	۰/۰۰۱	۳/۲۲	۳/۹۹	۲/۹۵	۶۸/۸۵	خطا	۸

ns: عدم اختلاف معنی‌دار، **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم و مکان کشت بر صفات اندازه‌گیری شده اسفرزه پس از برداشتی

مکان کشت (بوته در مترمربع)	تراکم (بوته در مترمربع)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (cm)	وزن هزاردانه (gr)	درصد موسیلاژ	شاخص برداشت	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد موسیلاژ (kg/ha)
۱۰۰	۱۰۰	۸۱۰ b	۳۱ a	۱/۱۵ a	۱/۹۵ a	۱۶/۰۲ a	۲۷/۳۸ a	۳۱۱/۲ c	۴۹/۹۶ b
۲۰۰	۲۰۰	۱۰۹۴ ab	۲۹/۳ a	۱/۳ a	۱/۹۷ a	۱۴/۹۶ a	۲۸/۳۱ a	۴۲۶/۷۲ b	۶۴/۵۳ b
۴۰۰	۴۰۰	۱۴۸۵ a	۲۵/۸ a	۱/۲۵ a	۱/۹۸ a	۱۵/۳۶ a	۳۰/۲۵ a	۶۰۵/۵۲ a	۹۲/۹ a
۱۰۰	۱۰۰	۱۴۱۸ b	۲۸/۳ a	۱/۶ a	۱/۹۹ a	۱۳/۱ b	۲۴/۸ a	۴۳۱/۸۶ c	۵۶/۱۵ c
۲۰۰	۲۰۰	۲۴۱۷ b	۲۸/۳ a	۱/۱ a	۲ a	۱۵/۲۷ b	۲۷/۵ a	۸۷۸/۶ b	۱۳۴/۲۱ b
۴۰۰	۴۰۰	۴۵۰۰ a	۲۷/۷ a	۱/۵۶ a	۱/۹۶ b	۱۶/۲ a	۲۷/۲ a	۹۹۵/۲۷ a	۱۶۱/۰۷ a

حروف مشابه در ستون عدم اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد.

در هر دو مکان آزمایش در عملکرد دانه افزایش وجود داشت (جدول ۴). از لحاظ عملکرد دانه، بین تراکم‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع در هر دو مکان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع عملکرد بیشتری بدست آمد (جدول ۴). به طوری که بیشترین عملکرد دانه به میزان ۹۹۵/۳ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در دیم پرباران بدست آمد. با افزایش تراکم از ۱۰۰ بوته به ۴۰۰ بوته در مترمربع، در چالکی‌گرگان عملکرد دانه ۲/۳ و عملکرد موسیلاژ ۲/۸ برابر افزایش داشت، در حالی‌که در مراوه‌تپه، عملکرد دانه ۱/۹۴ و عملکرد موسیلاژ ۱/۸۶ برابر افزایش یافت (جدول ۴).

همبستگی بین تغییرات عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط دیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه اسفرزه در دو شرایط دیم کم‌باران (مراوه‌تپه) و دیم پرباران (چالکی‌گرگان) با تراکم بوته، تعداد سنبله در مترمربع، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک همبستگی معنی‌داری داشت (جدول ۵). البته سایر اجزای عملکرد همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشتند.

بیشترین تعداد دانه در سنبله ۳۱ عدد در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در شرایط دیم کم‌باران (مراوه‌تپه) شمارش شد، در حالی‌که بیشترین تعداد در شرایط دیم پرباران (چالکی‌گرگان) ۲۸/۳ عدد در تراکم‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع شمارش شد (جدول ۴). بالاترین میانگین شاخص برداشت در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در دیم کم‌باران (۳۰/۲۴) و در شرایط دیم پرباران در تراکم ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع (۲۷/۵) مشاهده شد (جدول ۴).

اختلاف میزان درصد موسیلاژ دانه تحت تأثیر تراکم بوته معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین درصد موسیلاژ دانه پس از برش‌دهی در تراکم‌های کشت در مراوه‌تپه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد، در حالی‌که در شرایط دیم پرباران، در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع اختلاف مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین میزان عملکرد موسیلاژ نیز در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع ۱۶۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم پرباران و کمترین آن ۴۹/۹ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع در شرایط دیم کم‌باران مراوه‌تپه بدست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه نشان داد، با افزایش تراکم

جدول ۵- همبستگی عملکرد دانه با اجزای عملکرد در دو مکان دیم کم‌باران و پرباران

عملکرد دانه		
دیم کم‌باران (مراوه‌تپه)	دیم پرباران (چالکی‌گرگان)	
۰/۷۷ *	۰/۸۵ **	تراکم بوته
۰/۹۳ **	۰/۹۴ **	عملکرد بیولوژیک
۰/۶۷ *	۰/۸۳ **	شاخص برداشت
۰/۸۴ **	۰/۸۱ **	تعداد سنبله در مترمربع

ns: عدم اختلاف معنی‌دار، **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪

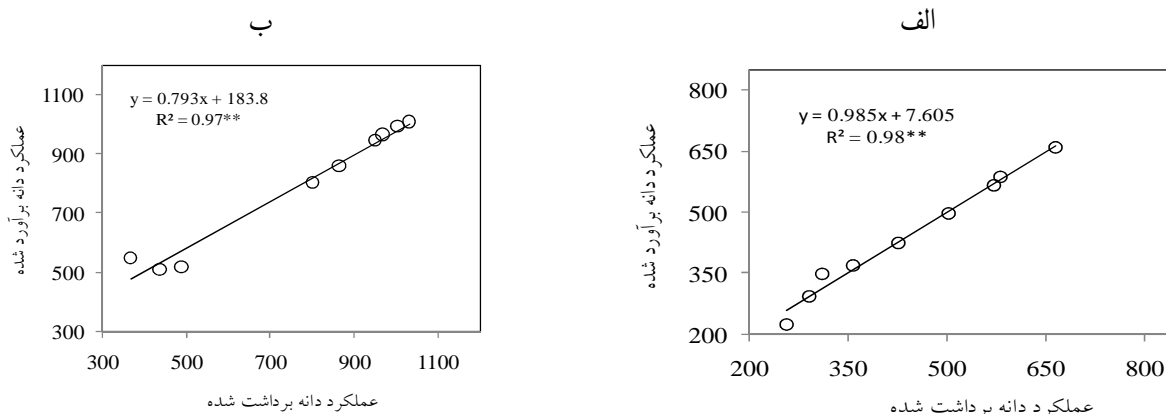
دانه هستند؛ به طوری که نتایج نشان داد ضریب تبیین آنها به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۹۹ و ۰/۹۹ می‌باشد (رابطه ۱). ارتباط عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط دیم کم‌باران هم با روش رگرسیون گام به گام نشان داد که مهمترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و

ارتباط عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته و اجزای عملکرد به عنوان صفات مستقل در شرایط دیم پرباران با استفاده از روش رگرسیون گام به گام نشان داد که عملکرد بیولوژیک (B)، شاخص برداشت (H) و تعداد سنبله در بوته (Sp) مهمترین عوامل مؤثر بر عملکرد

شاخص برداشت هستند که ضریب تبیین آنها به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۹۷ تعیین شد (رابطه ۲).

$$Y = -744.98 + 0.24 (B) + 28.87 (H) + 5.6 (Sp) \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$Y = -511.96 + 0.28 (B) + 23.41(H) \quad \text{رابطه (۲)}$$



شکل ۱- برآزش عملکرد دانه برداشت شده در مزرعه در مقابل عملکرد دانه برآورد شده

(خط ۱:۱): الف) کم باران، ب) دیم پرباران

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش تراکم در هر دو مکان آزمایش، عملکرد دانه افزایش داشت، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در دیم پرباران و در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۴). افزایش میزان عملکرد در تراکم بالاتر نشان می‌دهد که شرایط در مکان‌های این آزمایش قابلیت تأمین منابع محیطی لازم را برای گیاهان بیشتری دارد و احتمالاً می‌توان انتظار داشت که با افزایش تراکم به بالاتر از ۴۰۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه بیشتری را بدست آورد. همچنین بیشترین میزان عملکرد دانه در بالاترین تراکم بوته در چالکی‌گرگان در مقایسه با بیشترین میزان عملکرد دانه در همین تراکم در مراوه‌تپه، آشکار می‌سازد که قدرت پنجه‌زنی اسفرزه در شرایطی که محدودیت آب وجود نداشته باشد (چالکی‌گرگان)، امکان تولید تعداد بیشتری سنبله (جدول ۴) را بوجود می‌آورد، که تا حدی جبران تعداد بوته را در واحد سطح (تولید سنبله) می‌کند. از این نتیجه می‌توان استنباط کرد که بیشترین تراکم‌های قابل توصیه یا تراکم بحرانی در دو مکان دیم

عملکرد کمی و کیفی اسفرزه در این پژوهش در دو شرایط دیم کم‌باران و شرایط دیم پرباران (rainfed) بررسی شد. در هر دو مکان چالکی‌گرگان و مراوه‌تپه وزن هزاردانه تحت تأثیر تراکم بوته، تغییرات مشابهی داشتند، این موضوع تأکید می‌کند که وزن هزاردانه صفتی است که در این گیاه کمتر تحت تأثیر تراکم قرار می‌گیرد. بنابراین برای افزایش عملکرد محصول دانه، از طریق افزایش وزن دانه، باید به دنبال راه‌های دیگری به غیر از تغییر تراکم بود. در تحقیقی گزارش شد که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه اسفرزه نداشت (Najafi & Rezvani Moghaddam, 2002). البته نتیجه آنان با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. در تحقیقات دیگری بر روی گیاهان مختلف، اثر معنی‌دار تراکم بوته بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد گزارش شده است (Angadi et al., 2003; Carr et al., 2003; Taj et al., 2003; Dorri, 2008; Wajid et al., 2004).

بیشترین میزان عملکرد موسیلاژ در شرایط دیم پرباران بدست آمد. از آنجا که عملکرد موسیلاژ دانه از حاصل ضرب درصد موسیلاژ در عملکرد دانه بدست می‌آید به دلیل عملکرد دانه بیشتر در این شرایط (دیم پرباران)، موسیلاژ بیشتری هم بدست آمد. نتایج نشان داد که میانگین‌های عملکرد دانه و موسیلاژ در هکتار در شرایط دیم پرباران از میانگین‌های بدست آمده در دیم کم‌باران به ترتیب $1/71$ و $1/69$ برابر بیشتر هستند (جدول ۴). بنابراین به نظر می‌رسد تأمین رطوبت بیشتر در دیم پرباران در برتری عملکرد دانه نسبت به دیم کم‌باران مراوه‌تپه نقش مهمی دارد. به طوری که میزان بارش در مراوه‌تپه و چالکی‌گرگان از زمان کاشت تا برداشت به ترتیب $155/9$ و $231/4$ میلی‌متر و تبخیر به ترتیب $362/4$ و $329/6$ میلی‌متر بود (جدول ۲). البته میزان دریافت بارش در چالکی‌گرگان تا قبل از گلدهی گیاه اسفرزه (اواخر فروردین ماه)، بیش از کل بارش در دوره رشد در مراوه‌تپه می‌باشد. بدین ترتیب در چالکی‌گرگان بارش بیشتر و همچنین تبخیر کمتر در طول دوره رشد، عامل مؤثری می‌باشد (جدول ۲). تغییر میزان مواد مؤثره گیاه از جمله اسانس با تغییر تراکم بوته در واحد سطح در سایر گیاهان دارویی نیز گزارش شده است. Norozpoor و Rezvani Moghaddam (۲۰۰۶) از نظر عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تراکم بوته سیاه‌دانه گزارش کردند.

با افزایش تراکم از ۱۰۰ به ۴۰۰ بوته در مترمربع، افزایش تعداد سنبله در مترمربع در هر دو شرایط دیم ثبت شد، اما افزایش بیشتری در شرایط دیم پرباران نسبت به دیم کم‌باران مشاهده شد (جدول ۴). افزایش تعداد سنبله همراه با افزایش تراکم بوته در دو شرایط دیم کم‌باران و پرباران نشان می‌دهد که احتمالاً بوته‌ها در تراکم‌های کمتر این آزمایش، در شرایط رقابتی شدید قرار نگرفته و با افزایش تراکم از منابع محیطی بهتر استفاده کرده و تعداد سنبله‌ها را افزایش داده‌اند. همچنین به نظر می‌رسد در شرایط دیم پرباران استان گلستان، علاوه بر دریافت بارش بیشتر، توزیع مناسب‌تر بارش در طول رشد نیز دسترسی بیشتر را به

کم‌باران و پرباران با یکدیگر تفاوت دارند. بررسی فواصل آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه نشان داد که افزایش تراکم بوته موجب افزایش عملکرد دانه اسفرزه شد (Najafi & Rezvani Moghaddam, 2002).

گیاه اسفرزه با وجود اینکه گیاهی نسبتاً متحمل به شرایط نامناسب رطوبتی است اما مشخص شده هرگاه میزان رطوبت خاک در حد مناسبی باشد تولید دانه در این گیاه افزایش می‌یابد. تأیید این ادعا می‌تواند تفاوت دو شرایط دیم کم‌باران منطقه مراوه‌تپه با میزان بارش متوسط سالانه ۳۳۰ میلی‌متر و دیم نسبتاً پرباران با توزیع نسبی بهتر در چالکی‌گرگان با میزان بارش متوسط سالانه ۵۵۰ میلی‌متر باشد که سبب شده است اختلاف عملکرد دانه تا دو برابر ثبت شود. از طرفی عملکرد دانه بدست آمده در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در این آزمایش نشان می‌دهد در شرایط دیم چالکی‌گرگان بدون آبیاری و تنها با استفاده از آب باران میزان تولید دانه با $995/3$ کیلوگرم در هکتار با پژوهش Rahimi و همکاران (۲۰۱۱) که با استفاده از آبیاری در طول دوره رشد (بدون تنش آبی) عملکرد دانه $937/5$ کیلوگرم در هکتار بدست آوردند، مطابقت دارد. این مقایسه به درک این موضوع کمک می‌کند که می‌توان گیاه اسفرزه را در مناطقی همانند گرگان وارد زراعت کرد و به علت صرفه‌جویی در آب و انرژی و هزینه کمتر، تولید اقتصادی و مطلوبی را بدست آورد.

اگرچه در این تحقیق، اختلاف درصد موسیلاژ دانه تحت تأثیر تراکم بوته معنی‌دار نشد اما نتیجه برش‌دهی میانگین‌ها حکایت از درصد بیشتر موسیلاژ در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در شرایط دیم پرباران دارد (جدول ۴). نتیجه این پژوهش با نتیجه Rahimi و همکاران (۲۰۱۱) که بیان کردند درصد موسیلاژ دانه گیاه اسفرزه تحت تأثیر تراکم بوته اختلاف معنی‌دار نداشت، مطابقت دارد. البته در تحقیقات متعددی، کاهش برخی اجزای عملکرد با افزایش تراکم بوته در گیاهان اسفرزه (Dorri, 2006; Mosavi et al., 2012) و رازیانه (Koocheki et al., 2006) گزارش شده است.

(۲۰۰۴)، اثرات کمبود آب بر رشد و عملکرد، به گونه و رقم گیاه بستگی دارد.

در هر دو شرایط دیم کم‌باران و دیم پر باران، بررسی همبستگی بین اجزای عملکرد با عملکرد بیولوژیک نشان داد که تنها همبستگی تعداد سنبله در مترمربع در شرایط دیم کم‌باران (**۰/۷۷) و دیم پر باران (**۰/۸) با عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. این نتیجه حکایت از آن دارد که تعداد سنبله‌ها، نسبت به سایر اجزای اندازه‌گیری شده بیشترین تأثیر را در عملکرد بیولوژیک گیاه اسفرزه دارند. در نتایج پژوهشی، همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه (**۰/۷۲)، ارتفاع بوته (۰/۵)، طول سنبله (۰/۵) و عملکرد اندام هوایی بدون دانه (۰/۹۲) گزارش شد (Afsharmanesh et al., 2010).

نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد که ۹۸٪ تغییرات مشاهده شده در عملکرد دانه گیاه اسفرزه توسط عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در شرایط دیم کم‌باران قابل توجیه است، در حالی که در شرایط دیم پر باران، علاوه بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، تعداد سنبله در بوته نیز در ۹۷٪ تغییرات عملکرد دانه نقش دارد (شکل ۱- الف و ۱- ب). بنابراین برای افزایش تولید دانه اسفرزه در شرایط دیم، باید با مدیریت‌های زراعی و همچنین استفاده از روش‌های اصلاح گیاهان برای بهبود و افزایش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه اسفرزه به‌عنوان مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید دانه این گیاه دارویی صنعتی، برنامه‌ریزی شود.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که در این مطالعه عملکرد دانه اسفرزه در تراکم‌های مختلف و در دو شرایط دیم متفاوت مقایسه شدند. عملکرد دانه و عملکرد موسیلاژ با افزایش تراکم از ۱۰۰ بوته به ۴۰۰ بوته در مترمربع در چالکی‌گرگان بیشتر از مراوه‌تپه افزایش نشان دادند، به‌طوری که در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع همه صفات اندازه‌گیری شده در چالکی‌گرگان نسبت به تراکم‌های دیگر در هر دو مکان آزمایش، برتری داشت. از آنجا که در

رطوبت نسبت به دیم کم‌باران فراهم کرده و موجب رشد رویشی بهتر گیاهان شده است. به‌طوری که میانگین تعداد سنبله در مترمربع در چالکی‌گرگان بیش از ۱/۸ تا ۳ برابر تراکم‌های مشابه در مراوه‌تپه می‌باشد (جدول ۴). مجموع میزان بارش در دو ماه فروردین و اردیبهشت مصادف با زمان سنبله‌دهی گیاه اسفرزه، در چالکی‌گرگان ۱/۵ برابر میزان بارش در مراوه‌تپه و میزان تبخیر و تعرق در مراوه‌تپه ۳۸٪ بیشتر از چالکی‌گرگان می‌باشد (جدول ۱). به‌نحوی که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع ۴۵۰۰ عدد در تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در چالکی‌گرگان شمارش شد. از نتیجه بدست‌آمده استنباط می‌شود که تغییرات تعداد سنبله ضمن آنکه تحت تأثیر تراکم قرار می‌گیرد تحت تأثیر شرایط محیط رشد، تغییرات آن افزایش قابل توجه خواهد داشت.

میانگین‌های شاخص برداشت پس از برش‌دهی نشان داد در هر دو مکان با افزایش تراکم بوته از ۱۰۰ به ۲۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع، شاخص برداشت افزایش یافت، به‌طوری که در شرایط دیم پر باران گرگان در تراکم‌های بیشتر شاخص برداشت افزایش بیشتری را نشان داد (جدول ۴). این نتیجه با گزارش Razmjoo و Nekonam (۲۰۰۷)، که بیان کرد تراکم بوته اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گیاه اسفرزه (*Plantago ovata*) نداشت، مطابقت دارد.

همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هر یک از دو محل آزمایش مراوه‌تپه و چالکی‌گرگان بررسی شد و به‌نظر می‌رسد که تفاوت میزان بارش در طول فصل رشد در شرایط دیم دو مکان (جدول ۲)، در افزایش عملکرد بیولوژیک و همچنین عملکرد اقتصادی (دانه) بیشترین تأثیر را داشته است، به‌طوری که میزان همبستگی بسیار زیاد عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه در دو مکان تأیید این مدعا می‌باشد (جدول ۵). قابلیت رشد گیاهان در شرایط کمبود آب و حفظ عملکرد اقتصادی‌شان در این شرایط، موجب می‌شود این دسته از گیاهان برای معرفی در بوم‌نظام‌های زراعی مناطق خشک مناسب شناخته شوند (Koocheki & Najafi, 2003). طبق گزارش Cakir

- medicinal herb desert indianwheat (*Plantago ovata* Forsk.) in Jiroft, Iran as affected by water deficit stress and manure. *Plant Ecophysiology*, 2: 173-178.
- Angadi, S.V., Cutforth, H.W., McConkey, B.G. and Gan, Y., 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. *Crop Science*, 43: 1358-1366.
 - Baloch, A.W., Soomro, A.M., Javed, M.A., Ahmed, M., Bughio, H.R., Bughio, M.S. and Mastoi, N.N., 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 1: 25-27.
 - Cakir, R., 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89: 1-16.
 - Carr, P.M., Horsley, R.D. and Poland, W.W., 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars: II. yield components. *Crop Science*, 43: 210-218.
 - Dagar, J.C., Kumar, J. and Tomar, O.S., 2006. Cultivation of medicinal isabgol (*Plantago ovata*) in alkaline soils in semiarid regions of northern India Land Degrade. *Land Degradation and Development*, 17(3): 275-283.
 - Dorri, M.A., 2006. Effects of seed rate and planting dates on seed yield and yield components of *Plantago ovata* in dry farming. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(3): 262-269.
 - Dorri, M.A., 2008. Determination of correlation between yield components with quantity and quality seed yield in *Plantago ovata*. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 79: 173-178.
 - FAO., 2008. FAO Global information and early warning system on food and agriculture. Special alert, Near East and South Asia. No. 315.
 - 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.
 - Kalyanasundaram, N.K., Patel, P.B. and Dalal, K.C., 1982. Nitrogen need of *Plantago ovata* Forsk. in relation to the available nitrogen in soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 52(4): 240-242.
 - Koocheki, A. and Nadjafi, F., 2003. The status of medicinal and aromatic plants in Iran and strategies for sustainable utilization. *Proceedings of the 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare*, Chiang Mai, Thailand, 3-7 February: 283-283.
 - Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Azizi, G., 2006. The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foeniculum vulgare*) landraces. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(1): 131-140.

هر دو شرایط دیم کم باران و پرباران، تراکم برتر، بیشترین مقدار تراکم کاشته شده در این آزمایش بود (تحت شرایط این مطالعه ۴۰۰ بوته در مترمربع)، به احتمال زیاد در این مناطق برای رسیدن به تراکم بحرانی، تراکم کاشت را می توان افزایش داد.

نتایج ارتباط رگرسیونی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط مورد مطالعه، نشان داد که برای افزایش تولید دانه اسفرزه در شرایط دیم، باید در کوتاه مدت با بهبود مدیریت زراعی کشت اسفرزه و در بلندمدت با اولویت بندی برنامه های اصلاحی، افزایش شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک گیاه اسفرزه هدف گذاری شود.

شرایط دیم چالکی گرگان، به دلیل بارش مناسب و توزیع بهتر در طول دوره رشد، شرایط مناسبی را برای رشد گیاه و در نتیجه برتری عملکرد گیاه فراهم کرد. اما آنچه که باید مورد توجه قرار گیرد، این است که اراضی منطقه مراوه تپه با وجود بارش کم سالانه و همچنین خاک های با حاصلخیزی کم، توانسته است در مقایسه با یک منطقه پرباران (چالکی گرگان) و یا یک منطقه با آبیاری (کرج)، حدود ۶۰٪ عملکرد دانه را تولید کند. این موضوع نشان می دهد که گیاه اسفرزه می تواند حتی در مراوه تپه استان گلستان (دیم کم باران)، به عنوان یک گیاه دارویی و صنعتی مورد توجه جدی برای توسعه قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از قسمتی از طرح تحقیقاتی خاتمه یافته با کد مصوب ۰۱۶۰-۰۳۱۱۰۱۲۰۰۰-۷۸ تحت عنوان "اثر تاریخ کاشت و میزان بذر در تولید بذر *Plantago ovata* در مراوه تپه" می باشد. از مسئولان محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان که امکان اجرای این طرح تحقیقاتی را فراهم کردند، تشکر می کنیم.

منابع مورد استفاده

- Afsharmanesh, B., Afsharmanesh, G.R., Vakili Shahrabakic, M.A. and Afsharmanesh, A.R., 2010. Yield and some morphological traits of the

- Singh, D.V., 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress conditions. Recent advances in management of arid ecosystem. Proceeding Symposium Held in India, 20 March: 347-350.
- Rahimi, A., Jahansozb, M.R., Madah Hoseini, S., Sajjadinia, A.R., Roosta, H.R. and Fateh, E., 2011. Water use and water-use efficiency of Isabgol (*Plantago ovata*) and French psyllium (*Plantago psyllium*) in different irrigation regimes. Australian Journal of crop Science, 5(1): 71-77.
- Taj, F.H., Arif, A. and Kakar, K.M., 2003. Effect of seed rates on mungbean varieties under dry land. International Journal of Agriculture and Biology, 5: 160-161.
- Wajid, A., Hussian, A., Ahmad, A., Goheer, A.R., Ibrahim, M. and Mussaddique, M., 2004. Effect of sowing date and plant population on biomass, grain yield and yield components of wheat. International Journal of Agriculture and Biology, 6: 1003-1005.
- Zarei, G., Shamsi, H. and Fazeli, F., 2011. Effect of planting density on yield and yield components of safflower cultivars in spring planting. World Academy of Science, Engineering and Technology, 60:135-137.
- Mosavi, S.G.R., Segatoleslami, M.J. and Pooyan, M., 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of *Plantago ovata* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4): 681-699.
- Mozzafari, F.S., Ghorbanli, M., Babai, A. and Faramarzi, M., 2000. The effect of water stress on the seed oil of *Nigella sativa*. Journal of Essential Oil Research, 12: 36-38.
- Najafi, F. and Rezvani Moghaddam, P., 2002. Effect of irrigation regimes and plant density on yield and agronomic characteristics of blond psyllium (*Plantago ovata*). Journal of Agriculture, Science and Technology, 16: 59-65.
- Nekonam, M.S. and Razmjoo, K.H., 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovate* Forsk) accessions. International Journal of Agriculture and Biology, 9: 606-609.
- Norozpoor, G. and Rezvani Moghaddam, P., 2006. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cummin (*Nigella sativa*). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 73: 133-138.
- Patra, D., Anwar, D.M., Singh, S., Prasad, A. and

Seed and mucilage yield of *Plantago ovata* Forsk. in different densities under rainfed and dry farming conditions of Golestan province

M.A. Dorri^{1*} and Gh. Naseri²

1*- Corresponding author, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran, E-mail: mohamaddori@yahoo.com

2- M.Sc. in Plant Science, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Received: September 2015

Revised: December 2015

Accepted: December 2015

Abstract

The effect of plant density on the seed yield and mucilage of *Plantago ovata* Forsk. was studied using a randomized complete block design under dry farming conditions at two stations: a) Maraveh-Tapeh, 240 km northeast of Gorgan, with a long-term average rainfall of 330 mm (low rainfall) and b) Chalaky station, 8 Km west of Gorgan with a long-term average rainfall of 550 mm (rainfed). The experimental plots were planted at densities of 100, 200 and 400 plants m⁻² with a distance of 20 cm between rows. Data were analyzed using a combined analysis. No significant differences were found for the effects of density on traits including seed number per spike, spike length, harvest index, 1000-seed weight and mucilage percentage, while there were significant differences for the spike number m⁻¹, seed yield, and mucilage yield at 1% probability level. According to the results, the location effect was significant on spike number m⁻¹, seed and mucilage yield (1% probability level), and harvest index (5% probability level). The interactions between plant density and location on spike number per square meter and seed and mucilage yield per hectare were significant at 1% probability level, while no significant differences were found for the other traits. The seed and mucilage yield increased with increasing plant density, so that the seed and mucilage yield at a density of 400 plants m⁻¹ in the Chalaky station were 2.3 and 2.9 times and in the Maraveh-Tapeh station were 1.94 and 1.86 times more compared to 100 plants m⁻¹, respectively. Seed and mucilage yield in Chalaky station were 1.71 and 1.69 times more compared to Maraveh-Tapeh station, respectively. Our results clearly showed superiority for all traits measured at a density of 400 plants m⁻¹ in the Chalaky station as compared with other densities in both locations.

Keywords: Golestan, *Plantago ovate* Forsk., rainfall, spike.