نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۶۴-۶۵۶

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 656-664

ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی اسفرزه (*Plantago ovate*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*) در شرایط تنش رطوبتی

علیرضا کوچکی[1*]- ویدا مختاری[2]- شهربانو طاهرآبادی[3]- سلما کلانتری[4]

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۴
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تنش آبی بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی دو گونه دارویی اسفرزه و پسیلیوم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش بصورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آبیاری (فاکتور اصلی) در چهار سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار، در کرت‌های اصلی و تیمار فرعی شامل دو گونه اسفرزه (*Plantago ovate*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*) درکرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: طول سنبله، تعداد سنبله در هر بوته، تعداد دانه در هرسنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه بود. سه شاخص کیفی، مقدار موسیلاژ (درصد) و شاخص تورم (میلی لیتر) و مقدار تورم در هر گرم موسیلاژ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تاثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد کاه و کلش معنی‌داری نبود، ولی بر تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشت. بیشترین مقادیر تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه در تیمار آبی ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه در اسفرزه به ترتیب در تیمار آبی ۴۰۰۰ و ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار و در پسیلیوم به ترتیب در تیمار آبی ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار بدست آمد. میزان موسیلاژ و شاخص تورم تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفتند، ولی میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقادیر موسیلاژ و شاخص تورم در هر دو گونه در تیمار آبی ۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار مشاهده شد. همچنین بالاترین میزان تورم در هر گرم موسیلاژ در تیمار آبی ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار بود. بین میزان موسیلاژ و شاخص تورم همبستگی مثبت و بالایی (r=۰/۸۷) وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: تنش‌آبی، عملکرد و اجراء عملکرد، موسیلاژ، اسفرزه، پسیلیوم

مقدمه

تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان رو به افزایش می‌باشد (۲۷). به گونه‌ای که قرن بیستم را بعنوان قرن بازگشت به طبیعت و قرن استفاده از داروهایی گیاهی نام نهاده‌اند (۱۵). گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که بصورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند (۲۱). پسیلیوم (*Plantago psyllium*) و اسفرزه (*Plantago ovata*) متعلق به تیره بارهنگ (*Plantaginaceae*) ازگیاهان دارویی ارزشمند هستند که بذور رسیده و خشک این دو گونه به لحاظ محتوای موسیلاژی آنها مورد توجه بوده (۳) و ارزش بذرهای اسفرزه و پسیلیوم ناشی از کمیت و کیفیت موسیلاژ موجود در لایه‌های سطحی پوسته و دانه می‌باشد (۲). برخی از گونه‌های موجود در تیره بارهنگ از منابع مهم تولید طبیعی موسیلاژ در جهان شناخته شده‌اند که در این میان اسفرزه و پسیلیوم به لحاظ محتوای موسیلاژی موجود در دانه و پوسته آن، کاربردهای متنوعی را در پزشکی و صنعت دارند (۳). موسیلاژ عمدتاً به عنوان ملین (۲۶و۲۸) مورد استفاده قرار گرفته و علاوه بر کاربردهای متعدد دیگری که در پزشکی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد (۲۸و۳۲) به عنوان ژل نیز در تهیه محیطهای کشت آزمایشگاهی (۳۲) بکار می‌رود. مقدار موسیلاژ در اسفرزه قابل توجه بوده و۱۰درصد (۱) تا ۳۰ درصد (۲۶) و در پسیلیوم نیز ۱۵-۱۰ درصد (۲۶) گزارش شده است. اسفرزه بومی هند، ایران و دیگر کشورهای خاورمیانه می‌باشد (۲۹). هند بزرگترین صادر کننده اصلی بذر اسفرزه در بازار بین‌المللی

۱،۲،۳و۴- به ترتیب استاد و دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir)

است (۳۵). پسیلیوم، بویژه در برخی نقاط ایران بذر فراوانی تولید می‌کند و در طب سنتی، کاربردهای دارویی فراوانی مشابه اسفرزه دارد و کشت آن در اروپا و امریکا مانند اسفرزه در هند رایج می‌باشد (۳). قدمت کشت و کار تجاری گیاه اسفرزه به شبه قاره هند مربوط می‌شود (۱و۷) در حالیکه پسیلیوم بومی نواحی مدیترانه می‌باشد و هر دو گونه در طب سنتی مصارف دارویی بسیاری دارند (۲).

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است که تقریباً تولید ۲۵درصد اراضی جهان را محدود ساخته است. با توجه به موقعیت ایران از نظر اقلیمی که در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و وجود بحران آب در این مناطق، انتخاب گیاهان سازگار به این شرایط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که لازمه آن کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و دارای نیاز آبی کم می‌باشد (۱۱). عوامل محیطی با تاثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، رشد و نمو گیاهان را کنترل می‌کنند. بسیاری از فرآیندهایی که درگیاه صورت می‌پذیرد چه به‌طور مستقیم و چه غیرمستقیم به وجود آب بستگی دارد (۱۹). تنش رطوبتی اثرات متعددی بر متابولیسم، مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه می‌گذارد از جمله کاهش سطح برگ، تحریک ریزش برگ، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش توسعه سلول و رشد اندام (۱۶)، بسته شدن روزنه‌ها در واکنش به اسید آبسیزیک (۱۱)، محدودیت فتوسنتز (۸ و۱۶)، افزایش تجزیه کربوهیدراتها، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک و تنظیم اسمزی (۹و۱۶)، کاهش جذب مواد و عناصر غذایی می شود (۸).

دراکوسیستم‌های زراعی و مدیریت‌های متفاوت تولید، شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت امری ضروریست که بسته به نوع گیاه، می‌تواند جهت دستیابی به حد مطلوب مورد ملاحظه قرار گیرد (۱۷). در مورد گیاهان دارویی نیز ارائه روش‌هایی که بتواند گیاهی با مواد موثره بیشتر تولید نماید، ضروری به‌نظر می‌رسد، لذا در این راستا بررسی عملیات زراعی مانند تاریخ کاشت، تکثیر، آبیاری، تغذیه و مدیریت آن، زمان برداشت و تیمارهای پس از برداشت در خصوص گیاهان دارویی، نقش مهمی را در افزایش محصول و کیفیت آنها ایفا می‌کند (۱۲).

از آنجا که تولید متابولیتهای ثانویه در گیاهان بوسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابند و تنش رطوبتی نیز عامل موثری در رشد و همچنین سنتز ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی می‌باشد (۲۴) لذا ارائه روش‌هایی که بتواند گیاهی با ماده موثره بیشتر تولید نماید، ضروری به نظر می‌رسد. طبق تحقیقات انجام شده در هند (۳۰و۳۱) در خصوص نیاز آبیاری گیاه اسفرزه، این گیاه در طی دوره رشد خود به ۴ تا ۵ نوبت آبیاری نیار دارد. مطابق گزارش پاتل و ورا (۳۴)، در شرایط تنش آبی، مقدار تجمع پرولین در اسفرزه افزایش یافت که این امر حاکی از مقاومت گیاه به خشکی می‌باشد. گزارش پاترا و همکاران (۳۳) نیز بیانگر مقاومت اسفرزه به تنش رطوبتی و شوری می‌باشد. در بررسیهای گانپات و همکاران (۳۰) ملاحظه شد که عملکرد کاه و کلش و بذر اسفرزه با افزایش تعداد آبیاری‌ها به ترتیب ۴ تا ۵ نوبت، افزایش معنی‌داری یافت. نجفی (۲۳) در مطالعه خود بر روی گیاه اسفرزه مشاهده کرد که فاصله آبیاری ۷ روز بیشترین عملکرد دانه را داشت و با کاهش فواصل آبیاری، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در هر بوته، عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه افزایش یافتند. تبریزی (۶) با مطالعه اثر آبیاری با فواصل ۱۰، ۲۰و ۳۰ روز بر روی عملکرد و اجزا عملکرد اسفرزه و پسیلیوم، بیشترین عملکرد را در فاصله آبیاری ۱۰ روز مشاهده کرد همچنین در این مطالعه با کاهش فواصل آبیاری، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در هر بوته، عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه افزایش یافتند. برای پسیلیوم فواصل آبیاری ۷ تا ۱۰ روزگزارش شده است (۲۱) و در مطالعه دیگری تعداد ۱۲ آبیاری از زمان کاشت تا برداشت ثبت شد (۷). ابراهیم زاده و همکاران (۲) گزارش نمودند که گیاه پسیلیوم نسبت به اسفرزه در شرایط کمبود آب حساسیت بیشتری نشان می‌دهد. آگاهی از بقای این دو گیاه تحت شرایط تنش خشکی و ارزیابی عملکرد کمی و کیفی آنها در شرایط تنش خشکی نیازمند مطالعه و تحقیق است. هدف از این آزمایش ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی اسفرزه و پسیلیوم در شرایط تنش رطوبتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی بود. آزمایش بصورت اسپلیت پلات و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری (فاکتور اصلی) در چهار سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ مترمکعب آب، در کرت‌های اصلی و تیمار فرعی شامل دو گونه اسفرزه (*P. ovata*) و پسیلیوم (*P. psyllium*) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کاشت بصورت دستی در پشته‌های به فواصل ۵۰ سانتی‌متر که قبلاً توسط فارو ایجاد شده بودند در شیارهایی با عمق بسیار کم (۰/۵ سانتی‌متر) در ۳۱ فروردین ماه ۸۹ و در کرت‌هایی به ابعاد ۲ در ۳ متر انجام شد. سیستم آبیاری بصورت فارو تحت فشار با کنتور حجمی با دقت ۰/۰۰۰۱ متر مکعب و مستقل برای هر کدام از تیمارها بود. آبیاری به فاصله هر ۷ روز انجام شد. اعمال تیمار آبیاری در زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها و در مرحله ۴-۳ برگی صورت گرفت و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ادامه یافت. میزان آب آبیاری در هر نوبت آبیاری، توسط نرم افزار AGWAT (۱۳) محاسبه شد. کنترل علف‌های‌هرز از طریق وجین‌دستی صورت گرفت. به دلیل متفاوت بودن دوره رشد دو گونه، ۴ بار نمونه‌گیری برای اسفرزه و ۶ بار نمونه گیری برای پسیلیوم انجام شد. جهت

اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۵ بوته به طور تصادفی از هرکرت فرعی، به فاصله هر ۷ روز برداشت و اندازه‌گیری‌های لازم، انجام شد. اندازه-گیری عملکرد از نصف هر کرت فرعی پس از حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدای کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای، انجام گرفت. اسفرزه در تاریخ ۲۴ تیر و پیسیلیوم در تاریخ ۱۲ مرداد برداشت شدند. برداشت گیاهان بر اساس مشاهده علائم ظاهری رسیدگی شامل زردی و خشک شدن برگ‌ها، قهوه‌ای شدن سنبله و صورتی رنگ شدن بذور در سنبله صورت گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل طول سنبله، تعداد سنبله در هر بوته، تعداد دانه در هرسنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه بود. به منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی بذور اسفرزه و پسیلیوم، مقدار موسیلاژ (درصد) و شاخص تورم (میلی لیتر) با استفاده از روش کالیان سوندارام و همکاران (۶) و مقدار تورم در هر گرم موسیلاژ بر اساس تحقیق ابراهیم‌زاده و همکاران (۶) تعیین شدند.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. رسم نمودارها از نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد تعداد سنبله در هر بوته

تیمارهای مختلف آبیاری بر تعداد سنبله در هر بوته اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشت ($p<0/01$) (جدول۱). همچنین اثر متقابل آبیاری و گونه بر تعداد سنبله در هر بوته معنی‌داری بود ($p<0/01$) (جدول۲)، بیشترین تعداد سنبله در هر بوته اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب معادل ۸/۶۶ و ۲۷/۶۶ در تیمار آبی ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. تعداد سنبله در هر بوته با کاهش میزان آب آبیاری در پسیلیوم نسبت به اسفرزه بیشتر تحت تاثیر قرار گرفت و کاهش یافت. تعداد سنبله در گیاه یکی از اجزای عملکرد است که تعیین کننده پتانسیل عملکرد می‌باشد، زیرا سنبله‌ها در برگیرنده تعداد دانه‌ها بوده و از طرفی تامین کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه‌ها می‌باشند (۲۰). وجود همبستگی مثبت بین تعداد و طول سنبله اسفرزه با عملکرد دانه که با تعداد پنجه همبستگی داشت توسط باگات (۲۵) گزارش شده است. با افزایش میزان آب آبیاری، انتظار می‌رود که گیاه تحت شرایط رشد رویشی مطلوب، تعداد پنجه-های بارور خود را افزایش داده و بدنبال آن تعداد سنبله در بوته نیز افزایش خواهد یافت و با توجه به همبستگی بین تعداد سنبله با عملکرد بذر، افزایش عملکرد گیاه را بدنبال دارد. افزایش تعداد سنبله در هر بوته اسفرزه، با افزایش دفعات آبیاری و بدنبال آن افزایش تعداد پنجه‌ها توسط پاتل و همکاران (۳۴) و نجفی (۲۳) گزارش شده است. تبریزی (۶) گزارش کرد با افزایش فواصل آبیاری و کاهش دفعات آبیاری، تعداد سنبله در بوته در پسیلیوم نسبت به اسفرزه شدیداً تحت تاثیر قرار گرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه و پسیلیوم در تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات					
		تعدادسنبله در بوته	طول سنبله (سانتی-متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکردکاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)
تکرار	۲	۰/۱۶۶^{ns}	۰/۲^{ns}	۱۳/۱۶۶^{ns}	۰^{ns}	۱۱۶۲/۵^{ns}	۳۴۹۱/۰۸۲^{ns}
گونه	۱	۱۱۴۸/۱۶**	۰/۵۸۲**	۹۸۸/۱۶۶**	۵/۳۲**	۱۹۴۰۴۰۱۶/۶۷**	۹۲۴۵۳۳/۷۶**
خطای کرت اصلی	۲	۱/۱۶۶	۰/۰۰۱	۲/۱۶	۰/۰۰۱	۱۰۶/۲	۳۷۷۴/۵۵۹
آبیاری	۳	۵۹/۲۷۷**	۰/۲۸۲**	۲۹۷/۸۳۳**	۰/۰۴۸**	۳۶۵۳۸/۸۹^{ns}	۴۵۳۳۴/۷۴**
آبیاری×گونه	۳	۲۰/۱۶۶**	۰/۰۶۴*	۱۰/۹۴۴^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۸۰۵۰^{ns}	۲۶۳۹۴/۳۶۸۲**
خطای کرت فرعی	۱۲	۱/۸۸	۰/۰۱۴۹	۶/۵۵	۰/۰۰۶۳	۲۷۴۱۹/۴۴	۲۴۱۳/۶۷۹
ضریب تغییرات		۹/۸۷	۹/۹۳	۷/۸۵	۶/۲۰	۱۲/۵۶	۱۳/۹۵

ns، *و ** به ترتیب نشاندهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه و پسیلیوم در تیمارهای مختلف آبیاری

میزان آبیاری	تعدادسنبله در بوته		طول سنبله (سانتی‌متر)		تعداد دانه در سنبله		وزن‌هزاردانه (گرم)		عملکردکاه وکلش (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)	
	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم
۴۰۰۰مترمکب	۸/۶۶d*	۲۷/۶۶a	۱/۸۱a	۱/۲bc	۴۹/۳۳a	۳۶a	۱/۹a	۰/۸۶a	۴۹۰a	۲۲۶۶/۶۶a	۶۶۰/۸۳a	۱۹۶/۲۶۲d
۳۰۰۰مترمکعب	۷/۶۶de	۲۰/۶۶b	۱/۳۸bc	۱/۳۸b	۴۰/۳۳a	۲۴a	۱/۷۳a	۰/۸۴a	۴۳۳/۳۳a	۲۳۴۰a	۶۷۷/۴a	۱۵۲/۵۳d
۲۰۰۰مترمکعب	۶e	۱۹b	۱/۲bc	۱/۲cd	۳۴a	۲۳/۳۳a	۱/۷۶a	۰/۸۳a	۳۹۶/۶۶a	۲۱۶۰a	۵۰۰/۴b	۱۴۲/۱۶۶d
۱۰۰۰مترمکعب	۵/۶۶e	۱۶c	۱/۱۵c	۰/۸۶d	۳۲/۳۳a	۲۲/۳۳a	۱/۶۳a	۰/۷a	۳۵۳/۳a	۲۱۰۰a	۳۵۴/۱۶c	۱۳۱/۶۶d

* میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

طول سنبله در هر بوته

تیمارهای مختلف آبیاری تاثیر معنی‌داری بر طول سنبله اسفرزه و پسیلیوم داشتند ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). همچنین اثر متقابل آبیاری و گونه بر طول سنبله در هر بوته معنی‌داری بود ($p<۰/۰۵$) (جدول۲)، بطوریکه بیشترین طول سنبله در اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب ۱/۸ و ۱/۲ سانتی‌متر در تیمار آبی ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. تغییر میزان طول سنبله در اسفرزه نسبت به پسیلیوم با کاهش میزان آب آبیاری مشهودتر بود. با افزایش میزان آب آبیاری، طول سنبله افزایش یافته که این موضوع امکان انجام فتوسنتز و تولید بیشتر را فراهم نموده و عملکرد را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد. باگات (۲۵) وجود همبستگی مثبت بین تعداد دانه و طول سنبله با عملکرد بذر در اسفرزه گزارش کرد. افزایش طول سنبله در پاسخ به افزایش دفعات آبیاری در اسفرزه توسط نجفی (۲۳) گزارش شده است. افزایش طول سنبله با افزایش دفعات آبیاری و کاهش فواصل آبیاری در اسفرزه و پسیلیوم توسط تبریزی (۶) گزارش شده است.

تعداد دانه در سنبله

نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری بر تعداد دانه در سنبله در هر دو گونه تاثیر معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). اما اثر متقابل آبیاری و گونه بر تعداد دانه در سنبله معنی‌داری نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول۲). بیشترین تعداد دانه در سنبله در اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب ۴۹/۳۳ و ۳۶ در تیمار آبی ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. تعداد دانه در سنبله در حقیقت ظرفیت مخزن را تعیین می‌کند، هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی تولید شده است و افزایش این صفت منجر به افزایش عملکردخواهد شد (۲۲). در بسیاری از گیاهان زراعی، وقوع تنش آبی در زمان گلدهی موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و بدنبال آن کاهش تعداد دانه می‌گردد و در نتیجه سبب کاهش عملکرد به میزان زیادی می‌گردد (۲۰). نجفی (۲۳) افزایش تعداد دانه در سنبله را با کاهش فواصل آبیاری در اسفرزه و تبریزی (۶) در پسیلیوم گزارش کرد.

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری بر وزن هزار دانه در اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۱$) (جدول۱). اما اثر متقابل آبیاری و گونه بر وزن هزار دانه معنی‌داری نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول۲). با این وجود بیشترین وزن هزار دانه در اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب ۱/۹ و ۰/۸۶ گرم در تیمار آبی ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. در بسیاری از گونه‌های زراعی، تنش آب در طی دوره پر شدن دانه‌ها را تحت تاثیر قرار داده و سبب چروکیده شدن دانه‌ها می‌گردد (۲۰) که علت این امر را می‌توان ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، کاهش سطح برگ و کاهش فعالیت فتوسنتزی در واکنش کمبود آب و هم چنین کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه‌ها در تیمارهای تحت تنش آبی دانست (۲۲). طی نتایج این آزمایش نیز با کاهش میزان آب آبیاری، وزن هزار دانه کاهش یافت که این امر در اسفرزه مشهودتر بود.

مطابق گزارش نجفی (۲۳) بیشترین وزن هزار دانه اسفرزه (۱/۸ گرم) در فاصله آبیاری ۷ روز بدست آمد، هر چند که تفاوت معنی‌داری بین فواصل ۱۴، ۲۱ و۲۸ روز آبیاری وجود نداشت و نامبرده متذکر گردید که وزن هزار دانه اسفرزه نسبت به سایر اجزای عملکرد اسفرزه کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته است. تبریزی (۶) بیشترین وزن هزار دانه اسفرزه و پسیلیوم را به ترتیب ۱/۸۸ و ۰/۸۱ گرم در فاصله آبیاری ۱۰ روز گزارش کرد. همچنین وی گزارش کرد که در اسفرزه بین تیمارهای آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز فاصله آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود داشت در حالیکه در پسیلیوم، تیمارهای مختلف آبیاری، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. افزایش وزن هزار دانه در برخی گیاهان دارویی از جمله رازیانه، زنیان، انیسون و سیاهدانه در شرایط آبیاری نسبت به دیم گزارش شده است (۴).

عملکرد کاه و کلش

تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد کاه و کلش اسفرزه و پسیلیوم معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول۱). اثر متقابل آبیاری و گونه

نیز بر وزن هزار دانه معنی‌داری نبود ($p>0/05$) (جدول۲). بیشترین عملکرد کاه و کلش در اسفرزه، ۴۹۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار نیاز آبی ۱۰۰درصد معادل ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار و بیشترین مقدار در پسیلیوم، ۲۳۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار نیاز آبی ۷۵درصد معادل ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد دانه در اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشتند ($p<0/01$) (جدول۱). همچنین اثر متقابل آبیاری و گونه بر عملکرد دانه معنی‌داری بود ($p<0/01$) (جدول۲)، بطوریکه بیشترین عملکرد دانه در اسفرزه، ۶۷۷/۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار نیاز آبی ۷۵درصد معادل ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار و بیشترین مقدار در پسیلیوم، ۱۹۶/۲۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار نیاز آبی ۱۰۰درصد معادل ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. اثرات منفی بر کاهش میزان آب آبیاری بر روی اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه در هر دو گونه داشت دلیل این کاهش را می‌توان به رشد رویشی کمتر و به‌تبع آن، سطح فتوسنتز کننده محدودتر و تولید ماده خشک کمتر در گیاه در شرایط خشکی نسبت داد. از طرفی کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و رسیدگی زودتر تیمارهای تحت تنش خشکی، می‌تواند در کاهش عملکرد دانه موثر باشد. همبستگی مثبت بین عملکرد دانه اسفرزه با تعداد سنبله و طول آن در منابع دیگر گزارش شده است (۲۵). تحقیقات انجام شده در هند بر روی اسفرزه، حاکی از افزایش عملکرد دانه اسفرزه با آبیاری کافی در طی ۸ نوبت آبیاری در طی رشد اسفرزه می‌باشد (۳۳). نجفی (۲۳)، ۱۲ نوبت آبیاری در طی فصل رشد، با دور آبیاری ۷ روز، برای افزایش عملکرد دانه اسفرزه گزارش نمود. تبریزی (۶) بیشترین عملکرد دانه اسفرزه را در فاصله آبیاری ۲۰ روز و در پسیلیوم بیشترین عملکرد پسیلیوم را در فاصله آبیاری ۱۰ روز گزارش کرد.

اثر تنش رطوبتی بر ویژگی‌های کیفی اسفرزه و پسیلیوم

میزان موسیلاژ

تیمارهای آبیاری، بر میزان موسیلاژ بذور اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشتند ($p<0/01$) (جدول۳). همچنین اثر متقابل آبیاری و گونه بر میزان موسیلاژ بذور اسفرزه و پسیلیوم معنی‌داری بود ($p<0/01$) (جدول۴). بیشترین مقدار موسیلاژ در بذور اسفرزه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی معادل ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار (۳۲/۹۸ درصد) و در پسیلیوم در تیمار ۱۰۰درصد نیازآبی معادل ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار (۱۲/۷۷ درصد) بدست آمد. بقالیان (۵) گزارش کرد که تیمار صفر میلیمتر آبیاری بیشترین تولید موسیلاژ را نسبت به شرایط فاقد هر گونه تنش رطوبتی (تیمارهای ۲۰ و ۳۰ میلیمتر آبیاری) داشت. نامبرده افزایش مقدار موسیلاژ در واکنش به خشکی را نشان دهنده مقابله گیاه در تنش خشکی، با افزایش میزان موسیلاژ به عنوان یک ویژگی فیزیولوژیک عنوان کرد. همچنین بیان کرد که بین مقدار رطوبت خاک و میزان موسیلاژ بذور اسفرزه رابطه معکوس وجود دارد. نجفی (۲۳) و تبریزی (۶) عدم تاثیر معنی‌دار فواصل آبیاری بر موسیلاژ بذور اسفرزه و پسیلیوم را گزارش کردند. در منطقه گوجارات هند مقدار موسیلاژ بذور اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب ۱۹/۸ و ۹/۱۵ گزارش شده است و برتری مقدار موسیلاژ بذور اسفرزه نسبت به پسیلیوم توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (۱۴). ابراهیم‌زاده و همکاران (۲) نشان دادند که بذور اسفرزه مقدار موسیلاژ بیشتری (۱۳ تا ۲۶/۳ درصد) نسبت به پسیلیوم (۱/۰۵ تا ۳/۳ درصد) تولید می‌کند. نامبردگان در مقایسه دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، با توجه به اینکه مقدار موسیلاژ را مقدم بر شاخص تورم ذکر کردند، بذور اسفرزه را بدلیل اندازه بزرگتر، مقدار موسیلاژ بیشتر و آسانتر بودن جداسازی پوسته بذور نسبت به پسیلیوم، از نظر کیفیت در الویت قرار دادند.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات کیفی اسفرزه و پسیلیوم در تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات		
		میزان موسیلاژ (درصد)	شاخص تورم (میلی‌لیتر)	میزان تورم برای هرگرم موسیلاژ
تکرار	۲	۰/۵۰۲^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۱۴/۵۲۴^{ns}
گونه	۱	۱۱۵۲/۷۳**	۱۳۰/۶۶**	۴۰۱۹/۶۸**
خطای کرت فرعی	۲	۸/۸۲۳۳	۰/۲۹۱	۵۷/۸۶۳
آبیاری	۳	۹۳/۵۳۳**	۶/۳۰**	۳۱۸/۲۹۸^{ns}
آبیاری×گونه	۳	۴۵/۵۳۱**	۲/۹۶^{ns}	۶۰/۱۷۵^{ns}
خطای کرت اصلی	۱۲	۲/۱۴۰۶	۱/۲۵	۱۲۳/۵۷۶
ضریب تغییرات		۸/۳۲	۱۰/۰۸	۱۵/۷۵

جدول ٤- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی اسفرزه و پسیلیوم در تیمارهای مختلف آبیاری

میزان آبیاری	میزان موسیلاژ (درصد)		شاخص تورم (میلی‌لیتر)		میزان تورم برای هرگرم موسیلاژ	
	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم
۴۰۰۰مترمکب	۲۶/۲۶b	۱۳/۷۷e	۱۴/۳۳a	۹/۶۶a	۵۴/۶۴a	۷۶/۷۴a
۳۰۰۰مترمکعب	۲۱/۰۶c	۹/۷f	۱۳a	۸a	۶۱/۶۵a	۸۲/۷۸a
۲۰۰۰مترمکعب	۳۲/۹۸a	۱۰/۶ef	۱۵/۳۳a	۸/۵a	۴۶/۶۷a	۸۱/۶۷a
۱۰۰۰مترمکعب	۱۷/۷۴d	۹/۵۴f	۱۲a	۸/۸۳a	۶۷/۴۹a	۹۲/۸a

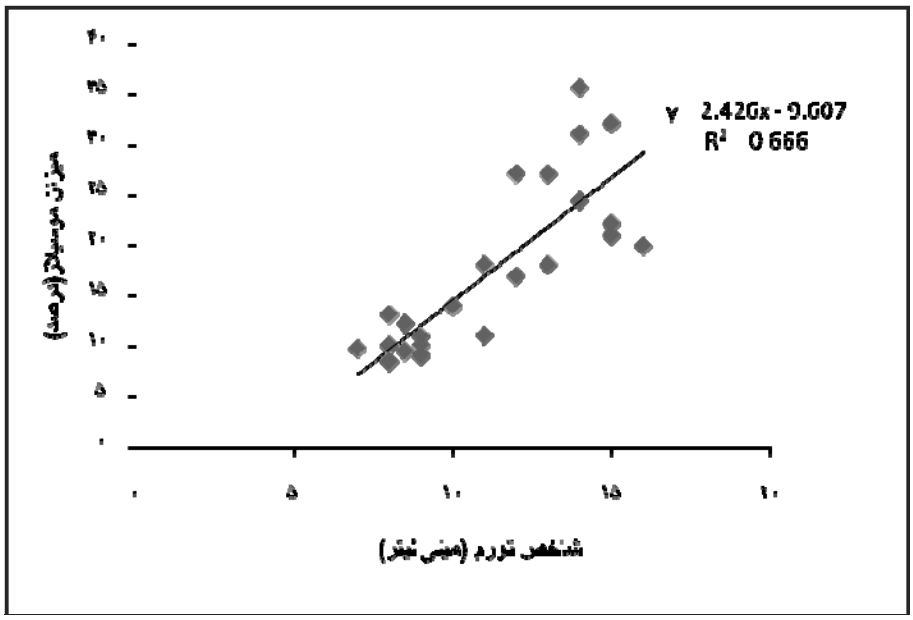
شاخص تورم

شاخص تورم بذر از ویژگی‌های بذور حاوی موسیلاژ می‌باشد که در اثر جذب آب، موسیلاژ موجود در بذور متورم می‌شود (۶) نتایج این آزمایش نشان داد که، تیمارهای مختلف آبیاری بر شاخص تورم در اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$) (جدول۱). اما اثر متقابل آبیاری و گونه بر شاخص تورم معنی‌داری نبود ($p>۰/۰۵$) (جدول۴). بیشترین میزان شاخص تورم در اسفرزه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی معادل ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار (۱۵/۳۳ میلی‌لیتر) و در پسیلیوم در تیمار ۱۰۰درصد نیازآبی معادل ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار (۹/۶۶ میلی‌لیتر) بدست آمد. نجفی (۲۳) بیشترین مقدار شاخص تورم را در فاصله آبیاری ۱۴ روز و تبریزی (۶) در فاصله آبیاری ۳۰ روز گزارش کرد. بقالیان (۵) گزارش کرد که سطوح مختلف آبیاری (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌متر) بر شاخص تورم بذور اسفرزه اثر معنی‌داری نداشتند. تبریزی عدم تاثیر معنی‌دار فواصل آبیاری (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بر شاخص تورم در پسیلیوم را گزارش کرد. در منطقه گوجارات هند شاخص تورم بذور اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب ۱۵/۲۵ و ۷/۲ میلی‌متر گزارش شده است. ابراهیم‌زاده و همکاران (۳) نیز در تحقیق خود، بالاترین مقدار شاخص تورم بذور اسفرزه و پسیلیوم را به ترتیب ۱۵/۲ و ۸/۶ میلی‌لیتر گزارش کردند.

میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ

نتیجه این آزمایش حاکی این است که تیمارهای آبیاری بر میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ بذور اسفرزه و پسیلیوم تاثیر معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$) (جدول۱). هر چند که بین تیمارهای آبیاری با میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ اختلاف معنی‌داری ملاحظه نگردید اما بیشترین میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ بذور اسفرزه (۶۷/۴۹) و پسیلیوم (۹۲/۸) در تیمار نیاز آبی ۲۵ درصد معادل ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار مشاهده گردید. بیشترین مقدار این شاخص در مطالعات نجفی برای اسفرزه در تیمار آبیاری ۱۴ روز حاصل گردید. تبریزی (۶) بیشترین مقدار این شاخص را در اسفرزه (۲۸/۶۲) و پسیلیوم (۹۳/۰۳) را به‌ترتیب در فواصل آبیاری ۲۰ و ۱۰روزگزارش کرد.

نتایج حاصل از همبستگی بین دو شاخص میزان موسیلاژ و شاخص تورم حاکی از آن است که بین این دو شاخص در بذور اسفرزه و پسیلیوم همبستگی مثبت و بالایی ($r=۰/۸۷$) وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱). شاخص تورم معرف کیفیت موسیلاژ می‌باشد. نجفی (۲۳) و ابراهیم‌زاده و همکاران (۲) در مطالعات خود عدم وجود همبستگی بین شاخص تورم و میزان موسیلاژ در اسفرزه را گزارش کردند. تبریزی (۶) نیز عدم وجود همبستگی بین شاخص تورم و میزان موسیلاژ در اسفرزه و پسیلیوم را گزارش کرد.



شکل۱- رابطه میزان موسیلاژ با شاخص تورم اسفرزه

منابع

۱- آئینه چی ی. ۱۳۶۵. مفردات پزشکی و گیاهان دارویی ایران .انتشارات دانشگاه تهران.

۲- ابراهیم زاده ح.، میرمعصومی م.م. و فخرطباطبایی م. ۱۳۷۵. بررسی جنبه های تولید موسیلاژ در چند منطقه ایران با کشت اسفرزه، بارهنگ و پسیلیوم. مجله پژوهش و سازندگی. ۵۱:۴۶-۳۳.

۳- ابراهیم زاده ح.، میر معصومی م.م. و فخر طباطبایی م. ۱۳۷۶. تشکیل کالوس وتولید موسیلاژ در قطعات جدا کشت برگ و ریشه چهارگونه بارهنگ. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۸(۳) ۹۶-۸۷.

۴- اکبرنیا ا.، قلاوند ا. و طهماسبی ز. ۱۳۸۱. بررسی و مقایسه عملکرد کشت بهاره و پاییزه رازیانه، زنیان، انیسون و سیاه‌دانه در شرایط آبیاری و دیم. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران-کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴-۲ شهریور. ص۵۲.

۵- بقالیان ک. ۱۳۸۷. اثر رطوبت خاک و هوا بر کمیت و کیفیت موسیلاژ بذری اسفرزه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۶- تبریزی ل. ۱۳۸۳. اثر تنش رطوبتی و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*plantago Psyllium*). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- جاوید تاش ا. ۱۳۷۵. نتایج کشت گیاه اسفرزه. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره انتشار ۱۱۹.

۸- حسنی ع. و امید بیگی ر. ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیسمی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی. (۳)۱۲: ۵۹-۴۷.

۹- خواجه پور م. ۱۳۷۳. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.

۱۰- سرمدنیا غ. و کوچکی ع. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۱- صفرنژاد ع. ۱۳۸۲. مروری بر روشهای مختلف به گزینی گیاهان برای مقاومت به خشکی. خشکی و خشکسالی کشاورزی. شماره هفتم. ص. ۱۳-۷.

۱۲- عزیزی م. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر برخی عوامل محیطی و فیزیولوژیکی بر رشد و عملکرد و میزان مواد موثره گل راعی در شرایط زراعی و درون شیشه‌ای. پایان‌نامه دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳- علیزاده ا. و کمالی غ. ۱۳۸۶. نیاز آبی گیاهان در ایران. انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ اول.

۱۴- فخرطباطبایی س. میرمعصومی م. و میرحاجی م.ت. ۱۳۶۹. بررسی به‌زراعی دو گونه مشابه دارویی در ایران. چهارمین سمینار گیاهان دارویی

ایران. دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۱۵- گلشادی ا.، انصاری ر. عسگری ص. صراف‌زادگان ن. و بشتام م. ۱۳۸۱. آگاهی، اعتقاد نسبت به داروهایی گیاهی در مردم شهر اصفهان، فصلنامه گیاهان دارویی. ۲: ۲۸-۲۱.
۱۶- کافی م. و مهدوی دامغانی ع. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۷- کوچکی ع. سلطانی ا. و عزیزی م. ۱۳۷۶. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۸- کوچکی ع.، تبریزی ل. و نصیری‌محلاتی م. ۱۳۸۳. کشت ارگانیک اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*plantago Psyllium*). مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۲(۱): ۷۸-۶۷.
۱۹- کوچکی ع.، حسینی م. و نصیری محلاتی م. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.
۲۰- کوچکی ع. ۱۳۷۶. به‌زراعی و به‌نژادی در زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲۱- ملا فیلابی ع. ۱۳۷۹. تکنولوژی تولید بذر و تکثیر انبوه گیاهان دارویی. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران مرکز خراسان.
۲۲- ملکی ع. ۱۳۷۸. اثر فواصل آبیاری و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای بهاره (*Brassica napus*). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲۳- نجفی ف. ۱۳۸۰. اثر فواصل آبیاری و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

24- Baher Z.F., Mirza M., Ghorbani M., and. Rezaii M.B. 2002 . The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *satureja hortensis* L. FlavourFragrance Journal. 17: 275-277.
25- Bhagat N.R., 1980. Studies on Variation and association among seed yield and some component traits in *Plantago ovata* Forsk. Crop Improvement. 7: 60-63.
26- Blumental M., Goldberg A., and Brinckmann J. 2000. Herbal Medicine: Expanded Commision E Monographs. Pub Integrative Medicine Communications.
27- Carrubba A., Torre R.La., and Matranga A. 2002. Cultivation Trials of Some Aromatic and Medicinal Plants in a Semi-arid Mediterranean Environment. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS).576: 207 – 213.
28- Dalal K.C., and Sriram S. 1995. Psyllium. Advances in Horticulture. Vol. ll – Medicinal and Aromatic Plants.
29- Dinda K., and Craker L.E. 1998. Growers Guide to Medicinal Plants HSMP Press. Amherst, MA.
30- 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.
31- Gupta R.R., Agrawal C.G., P.Singh G., and Ghatak A. 1994. Lipid-lowering efficacy of psyllium hydrophilic mucilloid in non insulin dependent diabetes mellitus with hyperlipidaemia. Indian Journal of Medicinal Research. 100: 237-241.
32- Morton J.F. 1977. Major Medicinal plants. Pub. Charles Thomas.
33- Patra D.D., Anwar M., Singh S., Prasad A., and Singh D.V. 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress conditions. Recent advances in management of arid ecosystem. Proceeding of a Symposium Held in India. March 1997. pp. 347-350.
34- Patel J.A., and Vora A.B. 1985. Free proline accumulation in drought-stressed plants. Plant and Soil. 84: 427-429.
35- Tandon P.L. 2003. Biological Control of Insect and Mite Pests of Medicinal and Aromatic Crops in India. Organic Prodution of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPS). FAO.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 656-664

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۶۴-۶۵۶

The Effect of Water Stress on Yield, Yield Components and Quality Characteristics of *Plantago Ovata* and *Plantago Psyillium*

A. Koocheki[1*]-V. Mokhtari[2]- Sh. Taherabadi[3]-S. Kalantari[4]

Received:5-12-2010
Accepted:6-3-2011

Abstract

In order to investigate the response of two species of *P. ovata* and *P. psyllium* to water deficit. The experiment was conducted during 2009 growing seasons in the Agriculture research Station Ferdowsi of Mashhad. For this purpose a split plot experiment based on complete randomized block design with three replications was used. Four irrigation levels (4000, 3000, 2000, 1000 m3/ha) allocated in the main plots and two species of plantago (*p. ovate, p. psyillium*) were as sub plots. Criteria such as spike length, number of spikes per plant, number of seeds per spike, 1000-seed weight, straw and seed yield were measured accordingly. Three quality characters namely amount of mucilage, swelling factor and swelling rate per gram mucilage were also measured. The results indicated that number of spikes per plant, number of seeds per spike, 1000-seed weight, seed yield were significantly affected by irrigation levels. The maximum value of spike length, number of spikes per plant, number of seeds per spike, 1000-seed weight was obtained in irrigation level of 4000 (m^3/ha), and the maximum value of straw and seed yield in *p. ovatea* was obtained in irrigation levels of 4000 (m^3/ha) and 3000 (m^3/ha), respectively and to *p. psyllium* was obtained in irrigation level of 3000 (m^3/ha) and 4000 (m^3/ha), respectively. The maximum amount of mucilage and swelling factor were obtained for both species were obtained irrigation level of 2000(m^3/ha) and the maximum swelling rate per gram mucilage for both species were obtained irrigation level of 1000 (m3/ha).

Keywords*:* Water deficit, Yield, yield components, *P. ovate, p. psyllium*, Mucilage

1,2,3,4- Professor and Msc Students, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir)