# تأثیر تنش خشکی و تراکم بر صفات کمی و کیفی دوگونه دارویی اسفرزه اواتا (*Plantago ovata* Forssk) و اسفرزه پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.)

اصغر رحیمی[۱*]، محمد رضا جهانسوز[۲] و حمید رحیمیان مشهدی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۷)

## چکیده

**به‌منظور بررسی عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات کیفی دو گونه دارویی اسفرزه اواتا (*Plantago ovata*) و اسفرزه پسیلیوم (*P.psyllium*) در تراکم‌های مختلف و شرایط تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع درکرج در دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل تنش خشکی شدید (قطع کامل آبیاری پس از گلدهی)، تنش متوسط (قطع آبیاری پس از گلدهی همراه با یک آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه) و شاهد بدون تنش و تراکم در سه سطح ۷۰، ۱۰۰و ۱۳۰ بوته در متر مربع برای اسفرزه اواتا و ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع برای گونه اسفرزه پسیلیوم بودند. نتایج تجزیه مرکب دو سال نشان داد که تغییرات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد موسیلاژ، عملکرد موسیلاژ در هکتار، به‌طور معنی‌داری در دو سال آزمایش متفاوت بود. تنش خشکی در هر دو سال به طور معنی‌داری باعث کاهش وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکردموسیلاژ در هکتار شد. تنش خشکی هم‌چنین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش درصد موسیلاژ و تورم بذر در هر دو گونه شد. بیشترین عملکرد دانه (۷۶۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۴۰۷۹ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تراکم‌های متوسط و زیاد دیده شد. در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که گونه اسفرزه اواتا دارای عملکرد موسیلاژ بالاتری از گونه اسفرزه پسیلیوم می‌باشد و بیشترین عملکرد موسیلاژ در شرایط تنش متوسط و تراکم ۱۰۰ و ۷۰ بوته در متر مربع به ترتیب در دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم حاصل می‌شود.**

**واژه‌های کلیدی**: **تنش خشکی،تراکم کشت، موسیلاژ، عملکرد دانه، اسفرزه اواتا، اسفرزه پسیلیوم**

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rahimiasg@yahoo.com



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## مقدمه

توسعه اقتصادی آن دسته از گیاهان مقاوم به خشکی که مواد شیمیایی با ارزشی را درجهت نیازهای انسان تامین می‌کنند می‌تواند در برنامه‌های آمایش سرزمین قرار گیرد. یعنی چنین توسعه ای می‌تواند مبتنی بر منابع تولید بیوماس در سرزمین‌های کنار افتاده و کم بهره‌ای باشد که کشت گیاهان زراعی مولد فیبر و مواد غذایی درآنها اقتصادی نیست. گیاهان مقاوم به خشکی، هم‌چنین ممکن است مواد شیمیایی مفیدی را به عنوان جایگزین منابع غیر قابل تجدید مشتقات نفتی فراهم آورند. در این میان گیاهان حاوی ترکیبات موسیلاژی از اهمیت خاصی برخوردارند. مقدار موسیلاژ در دو گونه اسفرزه اواتا قابل توجه بوده و از۱۰ تا ۳۰ درصد درگونه اسفرزه اواتا و ۱۵-۱۰ درصد درگونه اسفرزه پسیلیوم گزارش شده است (۳ و۱۰).

اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم از خانواده بارهنگ (Plantaginacea) می‌باشند هرچند گونه اسفرزه اواتا بر خلاف گونه اسفرزه پسیلیوم فاقد ساقه مشخص و دارای برگ‌های نیزه‌ایی و بلندی است. اسفرزه اوتا بومی هند، ایران و دیگر کشورهای خاورمیانه می‌باشد و در حال حاضر هند بزرگ‌ترین صادر کننده بذر اسفرزه اواتا در بازارهای بین المللی است درحالی‌که در ایران که یکی از رویشگاه‌های طبیعی این گیاه می‌باشد کشت و کار آن از جنبه‌های اقتصادی پیشینه چندانی ندارد (۶). در برخی نقاط ایران اسفرزه پسیلیوم، بذرهای فراوانی تولید می‌کند با این وجود کشت آن در ایران به‌طور تجارتی رایج نمی‌باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تفاوت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم به مقدار ثابتی می‌رسد (۱۳)، تراکمی که حداکثر عملکرد بیولوژیک در آن بدست می‌آید می تواند حداکثر عملکرد دانه را تولید نماید. تجربه نشان داده که افزایش قابل ملاحظه عملکرد اقتصادی، معمولا وابسته به افزایش کل ماده خشک تولیدی است (۱۱، ۲۰و ۲۳). تغییر تراکم گیاهی می‌تواند اثرات سودمند زیادی روی کاهش نسبت تبخیرآب از سطح خاک(Es) وآب تعرق شده گیاه(Et) داشته باشد، اما وقتی آب برای آبیاری کم یا بارندگی کم است، تراکم پایین گیاه علی‌رغم افزایش نسبت Es/Et به منظور به حداکثر رساندن آب در دسترس برای گیاه به طور کلی توصیه شده است (۵، ۸ و۱۴). از آنجا که موسیلاژ در انواع اسفرزه جزء متابولیت‌های ثانویه می‌باشند و ازطرفی تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان به وسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابند و تنش رطوبتی نیز عامل موثری در رشد و هم‌چنین سنتز ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی می‌باشد لذا ارائه روش‌هایی که بتواند گیاهانی با ماده‌مؤثره بیشتر تولید نماید، ضروری به نظر می‌رسد (۱). طبق تحقیقات انجام شده در هند مبنی بر نیاز آبیاری گیاه اسفرزه اواتا، این گیاه در طی دوره رشد خود به ۴ تا ۵ نوبت آبیاری نیاز دارد (۱۰). در مطالعه‌ای روی گیاه اسفرزه اواتا دیده شد 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 (۱۷). برای اسفرزه پسیلیوم فواصل آبیاری ۷ تا ۱۰ روز گزارش شده است (۱۳) و در مطالعه دیگری تعداد ۱۰ آبیاری از زمان کاشت تا برداشت برای این گونه گزارش شده است (۱۷). در پژوهش دیگری گزارش شده است که میزان موسیلاژ، فاکتور تورم و میزان تورم در هر گرم موسیلاژ تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و کود قرار نگرفتند (۹ و ۱۸). با این وجود، بیشترین مقدار موسیلاژ در اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم به ترتیب در تیمارهای ۱۰ و ۳۰ روز آبیاری، بیشترین میزان فاکتور تورم در تیمار ۳۰ روز آبیاری و بیشترین میزان تورم در هر گرم موسیلاژ در اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم به ترتیب در تیمار ۱۰ و ۲۰ روز آبیاری بدست آمد. به‌طورکلی هدف از اجرای این آزمایش ارزیابی پتانسیل رشد این گیاه برای کشت در اراضی پر تنش و غیر اقتصادی برای سایر گیاهان زراعی و بررسی تأثیر تنش خشکی و تراکم‌های این دو گونه بر عملکرد دانه و موسیلاژ بوده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در قطعه زمینی به مساحت ۱۲۰۰ متر مربع در دو



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سال متوالی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی واقع در کرج به اجرا در آمد. کود دهی به میزان ۱۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو نوبت و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل پیش از کاشت بر اساس نیاز کودی خاک و نیاز کودی این دو گیاه انجام شد(جدول۱) (۱۶). بذور تهیه شده این دو گونه از بانک بذر مرکز تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در کرج تهیه و درعمق ۱ سانتی‌متری خاک با دقت و با تراکم بالاکشت شده و در مرحله چهار برگی بسته به تراکم مورد نظرتنک شدند.

آزمایش به صورت طرح فاکتوریل سه عاملی بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل ۳ سطح آبیاری شامل قطع کامل آبیاری از مرحله گلدهی تا برداشت (تنش شدید)، قطع آبیاری در مرحله گلدهی به همراه یک آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه (تنش متوسط)، شاهد بدون تنش خشکی و فاکتوردوم شامل سه تراکم (۷۰، ۱۰۰و۱۳۰ بوته در مترمربع برای گونه اسفرزه اوتا (*Plantago ovata*) و ۴۰، ۷۰ و۱۰۰ بوته در مترمربع برای گونه اسفرزه پسیلیوم (*P. psyllium*) (که به صورت تراکم کم، متوسط و زیاد گزارش شده‌اند) و فاکتور سوم شامل دو گونه دارویی اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم از خانواده بارهنگ بود. در نمونه‌برداری از هر واحد آزمایشی که به ابعاد ۲/۵ در ۴ متر بودند، به منظور جلوگیری از بروز خطا در تنظیم دقیق تراکم در برداشت نهایی، کرت‌های آزمایشی به‌طور تصادفی به دو قسمت مساوی تقسیم شدند، یک قسمت برای نمونه‌برداری تخریبی در طی دوره رشد در نظر گرفته شد و قسمت دوم برای اندازه‌گیری عملکرد کمی و کیفی، برداشت نهایی و خصوصیات مورفولوژیکی دو گونه مورد نظر بدون نمونه‌برداری تخریبی تا زمان برداشت، در نظر گرفته شد. نحوه اندازه‌گیری اجزای عملکرد به این شکل بود که هنگام برداشت ۱۰ بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد و تعداد سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تعیین گردید. اندازه‌گیری سطح برگ در مرحله گلدهی در هر دو گونه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری کننده سطح برگ (T Δ Leaf area meter model) اندازه‌گیری شد. جهت تعیین میزان تورم بذر در اثر آبگیری موسیلاژ بذری در مجاورت آب یک گرم دانه اسفرزه اواتا (از هر تیمار جداگانه) را داخل استوانه مدرج ۲۵ میلی‌لیتری قرار داده و سپس استوانه مدرج را با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده و بعد از ۲۴ ساعت اختلاف حجم بذر در اثر آبگیری حاصل شده را ثبت کرده و درپایان حجم بذرهای متورم شده را بر حسب میلی‌لیتر محاسبه شد (۱۸) و جهت تعیین درصد موسیلاژ بذر، یک گرم از بذور هر تیمار با ۲۰۰ml آب مقطر اسیدی شده (pH=۳/۵) توسط اسید کلریدریک در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت مخلوط شده و محلول حاصل، به‌وسیله پارچه صاف گردید. عصاره حاصل تا حد ۵۰ml تغلیظ شده، سپس چهار حجم اتانل ۹۶% به آن افزوده شده و اجازه داده شد تا موسیلاژ طی شب در سرما رسوب کند. رسوب حاصل با سانتریفوژ (۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه) جدا شد (۱۲). شکل‌های ۱ و ۲ برخی ویژگی‌های اقلیمی منطقه طی دوره آزمایش سال‌های ۸۴ و ۸۵ را نشان می‌دهد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵% مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب دو سال، بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای تنش خشکی، تراکم و اثر متقابل تنش با تراکم برعملکرد اقتصادی هر دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم بود ولی اثر متقابل سه گانه تراکم، تنش و گونه تأثیر معنی‌داری را روی عملکرد اقتصادی هر دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم نداشت (جدول۲). بیشترین میزان عملکرد بذر در هر دو سال، درتیمار شاهد مشاهده شد به‌طوری‌که درصد کاهش عملکرد دانه در تیمار تنش شدید و تنش متوسط به ترتیب برابر ۳۶ و ۱۱



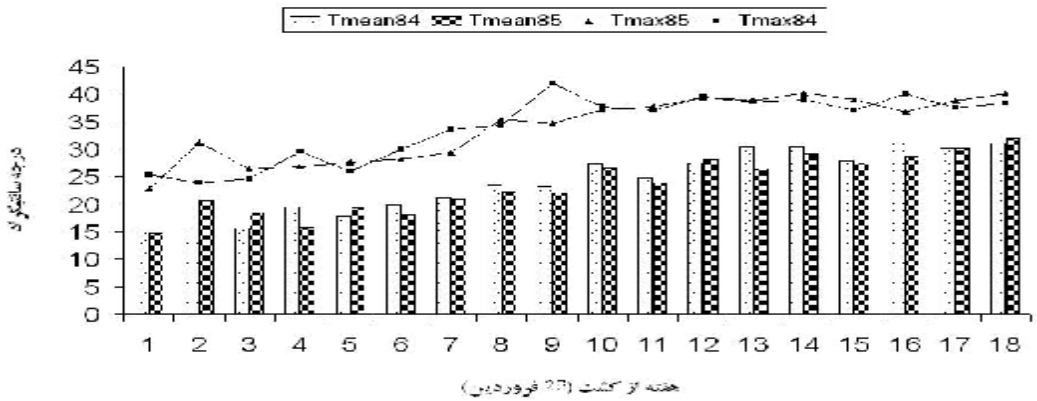
[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

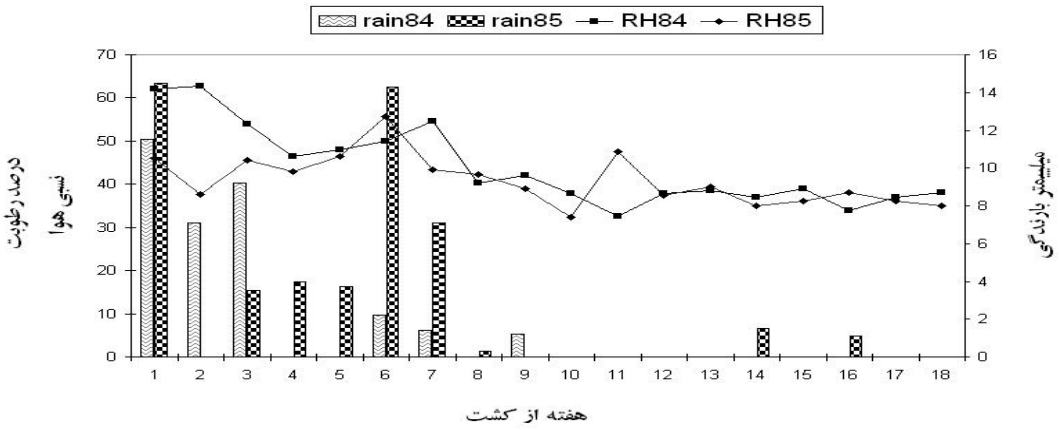
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**جدول۱. برخی مشخصات خاک مورد استفاده در آزمایش**

| مواد آلی (%) | pH | آهک کل (%) | رس (%) | سیلت (%) | شن (%) | نیتروژن (%) | فسفر (mg/kg) | پتاسیم (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱/۲۱ | ۸/۱ | ۶ | ۳۱ | ۲۷ | ۴۲ | ۰/۰۷ | ۵/۲ | ۲۶۶ |




**شکل ۱. تغییرات درجه حرارت محیط درسال زراعی ۸۴ و۸۵ در طی دوره رشد**




**شکل۲. تغییرات رطوبت نسبی و بارندگی درسال زراعی ۸۴ و۸۵ در طی دوره رشد**

درصد بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنی‌دار اعمال حداقل آبیاری در دوره پس از گلدهی در هر دو گونه است. با افزایش تراکم از تراکم کم به تراکم متوسط عملکرد اقتصادی در هر دو سال افزایش نشان داد، ولی افزایش شدید تراکم نه تنها باعث افزایش عملکرد اقتصادی نگردید، بلکه احتمالاً به علت افزایش رقابت درون گونه‌ای، عملکرد اقتصادی کاهش یافت. آزمایش‌های دیگری هم کاهش عملکرد دانه اسفرزه اواتا را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند (۱۳ و ۱۷). عملکرد دانه گونه اسفرزه اواتا در مجموع در سال اول (۹۴۱ کیلوگرم در هکتار) و دوم (۸۲۱ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۱۷ و ۲۵ درصد بیش از گونه اسفرزه پسیلیوم (۷۸۱ و ۶۱۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم) بود



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**جدول۲. نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دو سال آزمایش به صورت تجزیه مرکب دو سال**

| منبع تغییر | عملکرد دانه در هکتار | عملکرد بیولوژیک در هکتار | وزن هزار دانه | درصد موسیلاژ | فاکتور تورم | عملکرد موسیلاژ در هکتار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۴۶۴۱۸۵ | ۲۱۰۷۴۲۱۳ | ۰/۰۰۴ ns | ۰/۹۲ | ۱ ns | ۴۹۶۶۵ |
| تکرار* سال | ۵۹۱۳ ns | ۱۲۶۷۸۸ ns | ۰/۰۲۴ ns | ۵۷۹ | ۱۴۷ns | ۳۵۶۳۶ |
| تنش خشکی | ۹۰۰۶۶۲ | ۳۷۸۷۴۱۰۴ | ۰/۱۷ | ۳۸۴۰ | ۳۴ | ۲۵۹۱۰ |
| تنش * سال | ۱۹۹۹۱ | ۱۹۱۶۹۳ | ۰/۰۰۱ns | ۰/۰۶ ns | ۰/۰۰۳ ns | ۵۴۶ ns |
| تراکم | ۱۱۰۴۴۱ | ۳۳۶۴۱۴۶ | ۰/۰۳ ns | ۴/۲۵ ns | ۱/۴ ns | ۵۲/۵۰ ns |
| تراکم * سال | ۱۶۷۰ ns | ۱۰۰۵۶ ns | ۰/۰۰۱ns | ۰/۰۰۰۶ ns | ۰/۰۰۷ ns | ۶۲۲ ns |
| گونه | ۷۲۹۷۳۸ | ۱۱۷۲۰۷۹۱ | ۵/۶ | ۲۴۴۲ | ۲۳۶۷ | ۲۴۷۶۸۱ |
| گونه* سال | ۱۰۱۶ ns | ۵۸۰۳۰ ns | ۰/۰۰۰۱ ns | ۰/۳۹ ns | ۰/۲۳ | ۱۰۵۷ns |
| تنش* تراکم | ۶۲۰۲ | ۶۶۳۷۸ | ۰/۰۱۶ ns | ۹/۷ ns | ۱/۴ ns | ۴۰۶ ns |
| سال*تنش* تراکم | ۴۶۷ ns | ۸۱۸۸ | ۰/۰۰۰۱ ns | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۰۰۰۱ ns | ۶۹۲ ns |
| تنش*گونه | ۹۴۴۵ | ۶۹۹۹۷۸ | ۰/۰۳ | ۶۱ ns | ۲۲ ns | ۶۹۳ ns |
| سال*تنش *گونه | ۵۴ ns | ۴۰۴۴۱۵ ns | ۰/۰۰۰۱ ns | ۰/۰۰۹ ns | ۰/۰۰۲ ns | ۱۶۳۷ ns |
| تراکم *گونه | ۱۷۲ | ۷۴۲۲۶ | ۰/۰۰۳ ns | ۶/۹ ns | ۲/۳ ns | ۱۰۷۰ ns |
| سال*تراکم *گونه | ۲۵۰ ns | ۴۲۸۷۷ ns | ۰/۰۰۰۱ ns | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۰۰۰۳ ns | ۹۸ ns |
| تنش*تراکم *گونه | ۶۷۸۴ | ۱۱۴۲۳ ns | ۰/۰۰۲ ns | ۱/۳۵ ns | ۰/۲۲۱ ns | ۷۴۰ ns |
| سال* تنش* تراکم*گونه | ۲۸۸۷ ns | ۹۶۸۸۱ ns | ۰/۰۰۰۷ ns | ۰/۰۰۰۱ ns | ۰/۰۰۰۲ ns | ۱۵۷ ns |
| خطا | ۲۷/۹ | ۱۲۹ | ۰/۰۴ | ۴/۴۱ | ۱/۸۵ | ۳۰ |

ns : عدم وجوداختلاف معنی دارسطح $\alpha = 0/05$ بقیه صفات در سطح $\alpha = 0/05$ از نظر آماری معنی‌دار هستند

(جدول ۳). اثر متقابل تراکم وتنش خشکی نیز روی عملکرد بذر معنی‌دار بود، بدین مفهوم که میزان عملکرد بذر این دو گونه مورد بررسی، تحت تأثیر توام تراکم و خشکی بود به‌طوری‌که به علت تشدید تنش خشکی در تراکم‌های بالا در زمان گلدهی که به علت رقابت بیشتر برای جذب منابع باعث‌کاهش معنی‌دارعملکرد بذر در مقایسه با شاهدگردید (۷، ۱۱و ۱۵) و همان‌طورکه درجدول‌های ۳ و ۴ دیده می‌شود، با افزایش شدید تراکم، اثر تنش شدید و متوسط خشکی تشدید می‌شود، هر چند این تأثیر در تنش شدید، بیشتر بود. در هر دو نوع تنش خشکی، تراکم متوسط کمترین کاهش راتجربه کرد. با توجه به اینکه در شرایط بدون تنش، حداکثر عملکرد گیاهان بستگی به میزان نوری دارد که توسط کانوپی گیاه دریافت می‌شود ویک پوشش گیاهی زمانی بیشترین راندمان را دارد که رقابت های بین گونه‌ای و داخل گونه‌ای برای دریافت نور درحداقل باشد(۲۱)، می‌توان گفت در شرایط بدون محدودیت آب در هر دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم تراکم متوسط، تراکم مطلوب با حداقل رقابت درون گونه‌ای بوده است ولی در شرایط با محدودیت آبی، در هر دو گونه تراکم کم، تراکم مناسب کشت می‌باشد و از آنجا که تنش خشکی قبل و به هنگام گل دهی از طریق اختلال در عمل گرده افشانی و در نتیجه کاهش تعداد دانه‌های تولیدی و هم‌چنین در زمان پر شدن دانه‌ها از طریق کاهش فتوسنتز جاری گیاه و کاهش وزن



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**جدول ۳. مقایسه میانگین صفات عملکرد واجزاء عملکرد درسطوح مختلف تنش خشکی و تراکم دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم درتجزیه مرکب دو سال. به روش آزمون دانکن در سطح α=5%**

| | عملکرددانه (Kg/ha) | عملکرد بیولوژیک (Kg/ha) | وزن هزار دانه (گرم) | موسیلاژ درصد | فاکتور تورم میلی‌متر | عملکرد موسیلاژ در هکتار (Kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سال اول | ۷۷۲ a | ۴۴۳۹ a | ۱/۳ a | ۲۱/۲ a | ۹/۱ a | ۱۶۶ a |
| سال دوم | ۶۴۱ b | ۳۵۵۶ b | ۱/۴ a | ۲۱/۶ a | ۹/۳ a | ۱۲۳ b |
| شاهد بدون تنش | ۸۳۷ a | ۴۷۳۹ a | ۱/۴ a | ۱۸/۲ c | ۸/۶ b | ۱۵۶ a |
| تنش متوسط | ۷۵۲ b | ۴۳۱۳ b | ۱/۳۲ b | ۲۱/۲ b | ۱۰/۱ a | ۱۶۴ a |
| تنش شدید | ۵۳۱ c | ۲۹۳۹ c | ۱/۲۹ c | ۲۴/۳ a | ۱۰/۳ a | ۱۱۴ b |
| تراکم کم | ۷۰۲ b | ۳۶۷۲ b | ۱/۴۷ a | ۲۱/۱ a | ۹/۵۵ a | ۱۴۲ b |
| تراکم متوسط | ۷۶۵ a | ۴۰۴۰ a | ۱/۴۲ a | ۲۲ a | ۹/۹ a | ۱۵۸ a |
| تراکم زیاد | ۶۵۹ c | ۴۰۷۹ a | ۱/۳۱ b | ۲۱/۸ a | ۹/۸ a | ۱۳۴ b |
| گونه اسفرزه اواتا | ۷۸۹ a | ۲۹۵۶ b | ۱/۶۳ a | ۲۶ a | ۱۱ a | ۱۹۳ a |
| گونه اسفرزه پسیلیوم | ۶۲۵ b | ۵۰۳۹ a | ۱/۱۷ b | ۱۶ b | ۵ b | ۹۷ b |

در هر عامل میانگین ها در هر ستون دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

هزاردانه، طول سنبله و تعداد سنبله در بوته‌باعث افت عملکرد می‌گردد(۱۹)، کاهش عملکرد ۱۰ و۳۸ درصدی عملکرد دانه این دو گونه (جدول ۳) به ترتیب در شرایط تنش متوسط وشدید قابل توجیه است زیرا تنش طولانی مدت، به ویژه در درجه حرارت زیاد در مراحل زادآوری گیاه ، به علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه می تواند عملکرد را به شدت کاهش دهد (۷). با توجه به این‌که میزان بارندگی از زمان شروع اعمال تیمار تنش یعنی اواسط گلدهی به بعد، در هر دو سال ناچیز و قابل صرفه نظر کردن بود می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف عملکرد معنی‌دار در دو سال زراعی را نمی توان ناشی از تغییرات نزولات جوی منطقه دانست (شکل‌های ۱ و ۲). بنابراین به نظر می‌رسد که در سال‌های خشک حتی در شرایط کشت آبی نیز گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد که ممکن است ناشی از خشکی هوا و پتانسیل بالای تبخیر و تعرق باشد. به‌طورکلی در مناطق با آب و هوای مدیترانه‌ای آب عامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی است. در این مناطق بارندگی اندک وتوزیع نامناسب آن و از سالی به سالی دیگر عامل اصلی محدود کننده عملکرد است و بواسطه این نوسانات در میزان آب قابل دسترس، عملکرد محصولات زراعی نیز ازسالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است. شکل ۳ نشان‌دهنده رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه دو گونه اسفرزه اواتا ($R^2=0/64$) واسفرزه پسیلیوم ($R^2=0/73$) با عملکرد موسیلاژ در هکتار می‌باشد به‌طوری‌که در هردو گونه با افزایش عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ نیز روند افزایشی داشت. هرچند هم‌بستگی عملکرد دانه با درصد موسیلاژ در هر دو گونه منفی بود (جدول ۵) ولی به علت عملکرد بذر بالاتر در شرایط بدون‌تنش، درصد موسیلاژ کمتر بذر در شرایط کنترل نسبت به شرایط تنش خشکی جبران شده است. این هم‌بستگی مثبت عملکرد دانه با عملکرد موسیلاژ توسط محققین دیگری هم گزارش شده است (۱۳ و ۱۶)، هر چند برخی گزارش‌ها چنین هم‌بستگی را تأیید نکرده‌اند (۱۷).

## عملکرد بیولوژیک

تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر سال روی عملکرد بیولوژیک و اثر معنی‌دارتیمار تنش خشکی



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

**جدول ۴. مقایسه میانگین آثار متقابل تنش خشکی و تراکم دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد در دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم در تجزیه مرکب دوسال**

| | عملکرددانه (Kg/ha) | عملکرد بیولوژیک (Kg/ha) | وزن هزار دانه (گرم) | موسیلاژ درصد | فاکتور تورم میلی‌متر | عملکرد موسیلاژ در هکتار (Kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1D1 | ۸۳۷ b | ۴۳۷۳ b | ۱/۵۱ a | ۱۸ e | ۸/۸ bc | ۱۵۶ ab |
| T1D2 | ۸۹۹ a | ۴۸۰۱ a | ۱/۴۸ ab | ۱۷/۸ e | ۸/۴ c | ۱۶۳ a |
| T1D3 | ۷۷۷ c | ۴۴۱۰ b | ۱/۳۲ bc | ۱۸/۷ ed | ۸/۶ bc | ۱۴۸ ab |
| T2D1 | ۷۴۷ c | ۳۹۳۹ c | ۱/۵۳ a | ۲۱ ced | ۹/۷ abc | ۱۶۴ a |
| T2D2 | ۸۲۹ b | ۴۳۵۴ b | ۱/۴۷ ab | ۲۲ bcd | ۱۰/۷ a | ۱۸۱ a |
| T2D3 | ۶۷۱ d | ۴۶۴۹ a | ۱/۳۳ b | ۲۰ cde | ۱۰/۵ a | ۱۴۸ ab |
| T3D1 | ۵۲۱ f | ۲۷۰۵ e | ۱/۳۷b | ۲۵/۹ a | ۱۰ ab | ۱۰۷ c |
| T3D2 | ۵۶۶ e | ۲۹۶۸ d | ۱/۳۱ bc | ۲۵/۵ ab | ۱۰/۵a | ۱۳۰ bc |
| T3D3 | ۴۸۵ f | ۳۱۴۴ d | ۱/۲۸c | ۲۳abc | ۱۰/۳۶ a | ۱۰۶ c |
| T1S1 | ۹۳۷ a | ۳۵۴۵ b | ۱/۶۹a | ۲۱/۵ c | ۱۲/۴ b | ۲۰۳ a |
| T1S2 | ۷۳۸ c | ۵۹۳۴ d | ۱/۲ c | ۱۴/۸ e | ۴/۸ c | ۱۰۸ c |
| T2S1 | ۸۲۰ b | ۳۳۰۴ c | ۱/۵۱ b | ۳۰ a | ۱۵/۴ a | ۲۱۷ a |
| T2S2 | ۶۸۵ d | ۵۳۳۲ d | ۱/۰۳ d | ۱۸/۸ d | ۵/۲۳ c | ۱۱۳ c |
| T3S1 | ۶۱۱ e | ۲۰۱۸ a | ۱/۲۸c | ۲۶/۲ b | ۱۵/۵ a | ۱۵۸ b |
| T3S2 | ۴۵۱ f | ۳۸۶۰ e | ۱/۱۹ c | ۱۶/۱ e | ۵/۱۷ c | ۷۰ d |
| D1S1 | ۷۸۲ b | ۲۶۳۹ e | ۱/۷ a | ۲۶ a | ۱۲ a | ۱۹۱ ab |
| D1S2 | ۶۲۱ e | ۴۷۰۶ c | ۱/۲۴ d | ۱۶/۸ b | ۵ b | ۹۴ c |
| D2S1 | ۸۴۹ a | ۳۰۳۹ d | ۱/۶۵b | ۲۶/۶ a | ۱۴ a | ۲۱۱ a |
| D2S2 | ۶۸۰ d | ۵۰۴۱ b | ۱/۱۸ e | ۱۶/۳ b | ۴/۹ b | ۱۰۵ c |
| D3S1 | ۷۳۶ c | ۳۱۸۹ d | ۱/۵۳ c | ۲۶ a | ۱۳/۴ a | ۱۷۶ b |
| D3S2 | ۵۳۴ f | ۵۳۷۰ a | ۱/۰۹ | ۱۶/۷ b | ۵/۲۶ b | ۹۲ c |

در هر عامل میانگین ها در هر ستون دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

T = تنش خشکی در سطوح مختلف: بدون تنش (T1)، تنش متوسط با یک آبیاری تکمیلی در مرحله پرشدن (T2) و تنش شدید با قطع کامل آبیاری

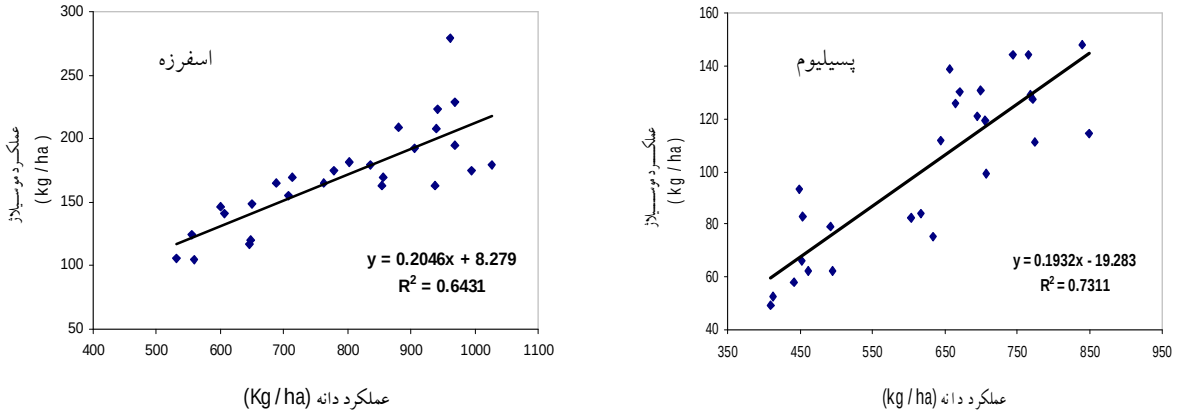
از مرحله گلدهی (T3)- D =تراکم در ۳ سطح کم (D1) ، متوسط (D2) و زیاد (D3) و S = گونه گونه اسفرزه اواتا (S1) و اسفرزه پسیلیوم (S2)



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com




**شکل ۳. رگرسیون خطی بین عملکرد دانه وموسیلاژدر هکتار در دو گونه اسفرزه اواتا ($R^2=0/64^*$) و اسفرزه پسیلیوم($R^2=0/73^*$) (داده‌ها میانگین دو سال)**

**جدول ۵ . ضرایب هم‌بستگی صفات مورد ارزیابی دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم درتجزیه مرکب دو سال**

| | عملکرددانه | عملکرد بیولوژیک | وزن هزار دانه | موسیلاژ درصد | فاکتور تورم | عملکرد موسیلاژ در هکتار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد دانه | ۱ | | | | | |
| عملکرد بیولوژیک | ۰/۸۸* | ۱ | | | | |
| وزن هزار دانه | ۰/۷۴* | -۰/۵۲ | ۱ | | | |
| درصد موسیلاژ | ۲/۰ | -۰/۴* | ۰/۳۶ | ۱ | | |
| فاکتور تورم | -۰/۰۷ | -۰/۰۱ | ۰/۶۸* | ۰/۵* | ۱ | |
| موسیلاژ در هکتار | ۵۷/۰ | -۰/۲۲ | -۰/۱ | ۰/۶* | ۰/۳۴ | ۱ |

*: معنی‌دار در سطح ۵%

و تراکم روی وزن خشک کل در هر دو گونه بود ( جدول ۱). اگر چه اثر متقابل سال یا اثر متقابل سال با اثرات اصلی معنی‌دار نبود. عملکرد بیولوژیک در تیمار تنش شدید، به‌طور معنی‌داری کمتر ازتیمار شاهد و تنش متوسط بود که این موضوع بیشتر ناشی از محدودیت رطوبتی می‌باشدکه از مرحله گلدهی در تیمار مزبور اعمال شده است به‌طوری‌که درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار تنش شدید نسبت به شاهد در گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم به ترتیب برابر۳۲ و ۴۱ درصد بود و از طرفی عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم به طورمعنی‌داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد اگرچه عملکرد بیولوژیک درتراکم های متوسط و زیاد با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول۳). معنی‌دار شدن اثر متقابل تنش درتراکم بیانگر این موضوع است که دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم، عکس‌العمل متفاوتی به تنش خشکی در تراکم های مختلف دارند و همان‌طورکه در جدول (۴) دیده می‌شود، در هر دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم، افزایش تراکم با افزایش عملکرد بیولوژیک همراه بوده است اگر چه تراکم شدید در گونه اسفرزه پسیلیوم، عملکرد بیولوژیک کمتری را



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نسبت به تراکم متوسط نشان داد، این عکس‌العمل می‌تواند به علت رشد رویشی زیاد بوته‌های دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم دراوایل دوره رشدی و در نتیجه کاهش شدید نفوذ نور به داخل کانوپی و احتمالاً از بین رفتن تعدادی از بوته‌ها در اثر رقابت شدید باشد که در نتیجه باعث افت عملکرد بیولوژیک شده است ولی این حالت در تیمار تنش شدید درگونه اسفرزه اواتا مشاهده نشد به‌طوری‌که با افزایش تراکم که همراه با افزایش تعداد سنبله در مترمربع و شاخص سطح برگ بود، عملکرد بیولوژیکی افزایش یافت هرچند این افزایش درتراکم‌های متوسط و زیاد معنی‌دار نبود و از طرفی در تیمار تنش متوسط نیز، تراکم شدید با کاهش نا محسوس درعملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد همراه بود ( جدول‌های ۳ و۴).

درصد افت عملکرد بیولوژیک در گونه اسفرزه اواتا در تنش شدید و متوسط نسبت به شاهد به ترتیب ۴۳ و ۸ درصد بود در حالی‌که برای گونه پسیلیوم برابر۳۵ و ۱۰ درصد بود که بیانگر حساسیت کمترعملکرد بیولوژیک درگونه اسفرزه پسیلیوم نسبت به گونه اسفرزه اواتا بود (جدول‌های ۳ و۴)، این نتیجه بدین مفهوم است که با شروع تنش خشکی افت عملکرد بیولوژیکی در گونه اسفرزه پسیلیوم کمتر از گونه اسفرزه اواتا است و از طرفی درصد افت عملکرد اقتصادی در گونه اسفرزه اواتا در تنش شدید و متوسط نسبت به شاهد به ترتیب برابر ۳۵ و ۱۲ درصد و برای گونه اسفرزه پسیلیوم به ترتیب برابر ۴۰ و ۷ درصد بود که نشان می‌دهد برخلاف عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه گونه اسفرزه پسیلیوم در شرایط تنش خشکی، با شدت بیشتری کاهش می‌یابد یا به عبارتی حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارد (جدول‌های ۳ و۴). عملکرد بیولوژیک در هر دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم بر خلاف عملکرد دانه دارای هم‌بستگی منفی و معنی‌داری باشاخص برداشت ودرصد موسیلاژ بوده و دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص سطح برگ، تعدادسنبله در بوته و درمترمربع بود (جدول ۵). این نتایج را چنین می‌توان تفسیر کرد که با افزایش میزان آب مصرفی، میزان تخصیص مواد پرورده به اندام‌های هوایی در کنار تخصیص به دانه، افزایش معنی‌داری می یابد به طوری‌که با عث کاهش شاخص برداشت در هر دوگونه می شود(جدول ۳) ولی درصد موسیلاژ و فاکتور تورم به طور معنی‌داری با افزایش عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد هرچند این کاهش در عملکرد موسیلاژ در هکتار تأثیر معنی‌داری نداشت.

**وزن هزار دانه**

نتایج تجزیه مرکب دو سال، نشان دادند که وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و گونه قرار گرفتند (جدول ۲). میزان وزن هزار دانه در هر دو سال آزمایش تنها تحت تأثیر تنش شدید قرار گرفت به‌طوری‌که تنش خشکی متوسط کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد بدون تنش نشان نداد ولی اختلاف تیمار شاهد بدون تنش و تیمار تنش خشکی متوسط نسبت به تیمار تنش شدید معنی‌دار بود به‌طوری‌که وزن هزار دانه در تیمار تنش خشکی شدید نسبت به شاهد بدون تنش از ۱/۴ گرم در تیمار شاهد به ۱/۲۹ گرم در تیمار تنش شدید یعنی معادل ۱۰ درصدکاهش یافت ولی اثر تراکم روی وزن هزاردانه تأثیرمعنی‌داری نداشت (جدول ۳). وزن هزاردانه هر دو گونه تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت هر چند تراکم زیاد کاهش ۶ درصد در وزن هزار دانه را نشان داد ( جدول ۳). همان‌طورکه در جدول ۳ دیده می‌شود شدت کاهش وزن هزار دانه در گونه اسفرزه پسیلیوم در تیمار تنش خشکی شدید بیش از گونه اسفرزه اواتاست به طوری‌که این کاهش در گونه اسفرزه اواتا نسبت به شاهد ۸ درصد و در گونه اسفرزه پسیلیوم ۱۷ درصد بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر وزن هزار دانه گونه اسفرزه پسیلیوم به تنش خشکی در مقایسه با گونه اسفرزه اواتاست و همان‌طورکه در جدول ۲ نمایان است اثر سال و اثرات متقابل سال با خشکی و تراکم، اثر معنی‌داری روی وزن هزار دانه هر دو گونه نداشتند که نشان‌دهنده ثبات این صفت در دو سال آزمایش است. نتایج جدول هم‌بستگی صفات (جدول ۵) نشان داد که وزن هزاردانه هردوگونه اسفرزه اواتا و



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اسفرزه پسیلیوم هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه، شاخص برداشت و هم‌بستگی منفی با عملکرد بیولوژیک دارد. هم‌چنین وزن هزار دانه در گونه اسفرزه اواتا هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با درصد موسیلاژ و فاکتور تورم دارد ولی این هم‌بستگی درگونه اسفرزه پسیلیوم معنی‌دار نبود شکل ۴ نشان‌دهنده رابطه منفی و معنی‌دار وزن هزاردانه با درصد موسیلاژ در گونه اسفرزه اواتا ($R^2$ =0/63*) و اسفرزه پسیلیوم ($R^2$ =0/47) می‌باشد به طوری‌که در هر دو گونه با افزایش وزن هزاردانه، درصد موسیلاژ صرف‌نظر از سطوح مختلف تراکم وتنش، کاهش می‌یابد هرچند شیب کاهش درصد موسیلاژ در ارتباط با وزن هزار دانه در گونه اسفرزه اواتا به طور معنی‌داری از گونه اسفرزه پسیلیوم بیشترمی‌باشد و ازطرفی هم‌بستگی وزن هزاردانه با عملکرد موسیلاژ درهکتار نیز در هر دوگونه مثبت و معنی‌دار است. کاهش درصد موسیلاژ با افزایش وزن هزار دانه که در ارتباط مستقیم با میزان آب مصرفی و شرایط بهینه رشد می‌باشد نشان‌دهنده کاهش تولید موسیلاژ بذر در شرایط بدون محدودیت رطوبتی در مقایسه با شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول‌های ۳ و۴). برخی محققین نیز هم‌بستگی مثبت وزن هزار دانه با درصد موسیلاژ و فاکتور تورم را گزارش کردندکه در مورد گونه اسفرزه اواتا در توافق با نتایج این پژوهش نمی‌باشد که احتمالا به علت تفاوت درنحوه اعمال تیمارها یا اختلافات ژنوتیپی می‌باشد (۱۳ و ۱۶). از آنجا که وزن هزار دانه در مرحله پرشدن دانه تعیین می شود و عوامل نامساعد محیطی منجمله محدودیت رطوبتی در این مرحله مستقیما وزن هزار دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۲) بنابراین با کاهش وزن هزار دانه درشرایط محدودیت رطوبتی در دوره پر شدن دانه (تنش شدید) درصد موسیلاژ افزایش و عملکرد موسیلاژ در هکتار کاهش می‌یابد.

**درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در هکتار**

درصد موسیلاژ که در واقع میزان موسیلاژ در یک گرم بذرو موسیلاژ در هکتار که عملکرد کل موسیلاژ حاصل از کل بذر برداشت شده در هکتار می‌باشد هر دو به طور معنی‌داری (α=۰/۰۵)تحت تأثیر تنش خشکی و نوع گونه قرار گرفتند به‌طوری‌که هم در تجزیه های جداگانه و هم در تجزیه مرکب دو سال، تنش خشکی به‌طور معنی‌داری در هر دو گونه، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در هکتار را تحت تأثیر قرار داد هر چند اثر تراکم و اثرات متقابل آن با تنش خشکی تأثیر معنی‌داری روی درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در هکتار نداشت و از طرفی اثر سال روی درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در هکتار معنی‌دار شد (جدول ۲).

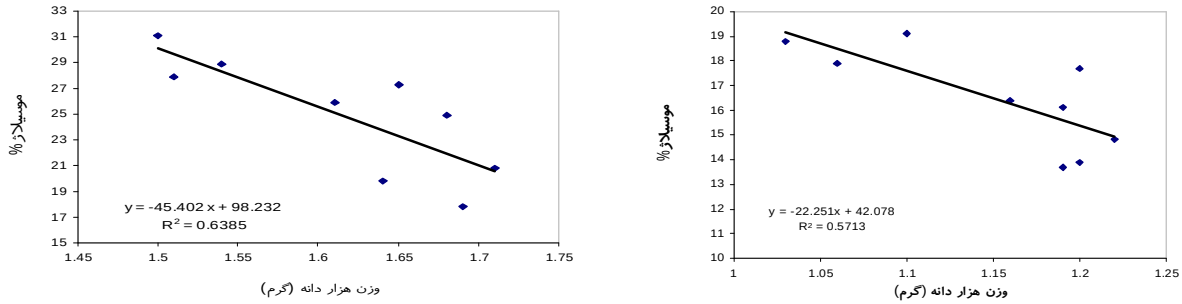
نتایج مقایسه میانگین تجزیه مرکب دو سال نشان داد که درصد موسیلاژ بذر در تیمار تنش شدید بیشترین میزان و در شاهد کمترین مقدار بود به‌طوری‌که درصد موسیلاژ از ۱۸/۲ درصد در شاهد به‌طور معنی‌داری به ۲۱/۲ درصد در تیمار تنش متوسط و ۲۴/۲ درصد در تیمار تنش شدید افزایش نشان داد که این امر نشان‌دهنده عکس‌العمل این گیاه در افزایش تولید موسیلاژ در پوسته بذر در هر دو گونه در شرایط تنش خشکی است که در واقع این واکنش ناشی از سازگاری ژنتیکی و فیزیولوژیکی این دو گونه به تنش خشکی برای حفظ جنین نوبارور بذر در برابر خشکی شدید می‌باشد و ازآنجا که یک شکل ویژه از ذخیره آب، پیوند یافتن آب با کربوهیدرات های آب دوست نظیر موسیلاژهای موجود در سلول‌ها، بافت هادی و فضای بین سلولی و سطح بذر برخی گونه‌ها می‌باشد، این سازگاری ژنتیکی منجربه توانایی بالای این دوگونه درحفظ پتانسیل آب درون سلولی می شود (۱۳ و ۱۷) (جدول۳) و از طرفی برخلاف درصد موسیلاژ، عملکرد موسیلاژ عکس‌العمل متفاوتی را نسبت به درصد موسیلاژ بذر در شرایط افزایش شدت تنش خشکی از خود نشان داد به طوری که در تیمار تنش شدید که درصد موسیلاژ بالاتری از شاهد بدون تنش داشت، عملکرد موسیلاژ در هکتارکمتری را نسبت به شاهد و تیمار تنش خشکی متوسط ثبت کرد. عملکرد موسیلاژ در هکتار در تیمار شاهد بدون تنش و تیمار تنش متوسط که در سطح α = ۵% اختلاف معنی‌داری نداشتند به‌طورمعنی‌داری



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com




**شکل۴. رگرسیون خطی بین وزن هزاردانه و درصد موسیلاژ درگونه اسفرزه اواتا ($R^2$ =0/63*) واسفرزه پسیلیوم ($R^2$ =0/57) در سطوح مختلف تنش خشکی (داده‌ها میانگین دوسال)**

بیش از تیمار تنش شدید بود به‌طوری که این کاهش از ۱۵۶ کیلوگرم در هکتار به ۱۱۴ کیلوگرم موسیلاژ در هکتار یعنی معادل ۲۷ درصد بود و از طرفی در تیمار تنش متوسط هر چند اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد موسیلاژ در هکتار با تیمار شاهد بدون تنش ندارد ولی افزایش ۵ درصدی موسیلاژ در هکتار را نشان می‌دهد (جدول۳) اگرچه گزارشی مبنی بر عدم تأثیر معنی‌دار تنش خشکی روی درصد موسیلاژ بذر گونه اسفرزه وجود دارد (۲). هر چند تنش رطوبتی، درصد موسیلاژ در یک گرم بذررا افزایش می‌دهد ولی این افزایش به حدی نیست که در کل عملکرد موسیلاژ مزرعه تأثیر معنی‌داری داشته باشد، در نتیجه برای حصول به حداکثر موسیلاژ در هکتار بهترین گزینه انجام یک آبیاری تکمیلی در مر حله پر شدن دانه است که هم درصد موسیلاژ در بذر افزایش۳۳ درصدی می‌یابد (جدول‌های ۳ و۴) و هم درصد کاهش عملکرد دانه در این تیمار خفیف تر از تیمار تنش خشکی شدید است به طوری‌که درصد کاهش عملکرد اقتصادی در تیمار تنش شدید و متوسط نسبت به شاهد به ترتیب ۳۷ و ۱۰ درصد بوده است ( جدول ۳). در شرایط تنش متوسط، عملکرد موسیلاژ در دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم به ترتیب به میزان ۷ و ۵ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود و در شرایط تنش شدید دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم، به ترتیب کاهش عملکرد موسیلاژ در هکتار۲۴ و ۳۲ درصدی را نسبت به شاهد نشان دادند (جدول‌های ۳ و۴).

**فاکتور تورم**

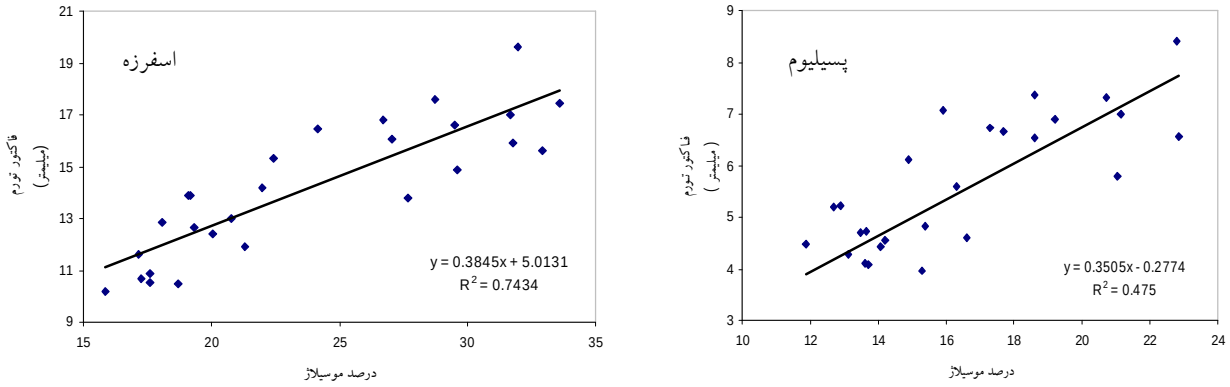
نتایج تجزیه مرکب دو سال نشان داد که فاکتور تورم بذر در هر دو گونه تنها تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته اما تراکم های مختلف و آثار متقابل بین تیمارها اثر معنی‌داری روی فاکتور تورم نداشت و اثر سال و آثار متقابل سال و تیمارهای تنش و تراکم نیز اثر معنی‌داری روی فاکتور تورم بذر در هر دو گونه نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که فاکتور تورم بذر در دو تیمار تنش خشکی شدید و متوسط با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ولی فاکتور تورم در این دو تیمار به‌طور معنی‌داری از فاکتور تورم بذر در تیمار شاهد بدون تنش بیشتر بود و از طرفی فاکتور تورم بذر گونه اسفرزه اواتا به طور معنی‌دار و به میزان ۳۵ درصد بیش از گونه اسفرزه پسیلیوم بود (جدول ۳). شکل ۵ نشان‌دهنده رابطه مثبت درصد موسیلاژ در دوگونه اسفرزه اواتا ($R^2$ =0/74*) و اسفرزه پسیلیوم ($R^2$ =0/47) با فاکتور تورم می‌باشد به طوری‌که در هر دوگونه با افزایش درصد موسیلاژ، فاکتور تورم روند افزایشی داشت لذا با توجه به ارتباط مثبت و بالای درصدموسیلاژ و فاکتور تورم می توان گفت که فاکتور تورم که خود معرف کیفیت موسیلاژ نیز می‌باشد با افزایش درصد موسیلاژ در اثر تنش خشکی، افزایش می یابد، هر چند که این نتیجه مغایر با نتایج تحقیقی دیگری در همین زمینه بود (۹) که ممکن است به علت سطوح متفاوت تنش خشکی در این دو آزمایش و یا اختلافات ژنوتیپی بین گونه‌های مورد بررسی باشد. نتایج حاصل ازهم‌بستگی



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com




**شکل۵. رگرسیون خطی بین درصد موسیلاژ دانه و فاکتور تورم در دو گونه اسفرزه اواتا ($R^2$ =0/74*) و اسفرزه پسیلیوم ($R^2$ =0/47) (داده‌ها میانگین دو سال)**

صفات نشان‌دهنده هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد موسیلاژ، فاکتور تورم در بذور دوگونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم است (جدول ۵). هر چند نتایج برخی مطالعات بر روی اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم نشان می‌دهد که میزان موسیلاژ وفاکتور تورم در همه موارد هم‌بستگی ندارند و بذرهای گونه‌های مختلف در حالی‌که موسیلاژ ثابتی دارند، دارای فاکتور تورم متفاوت هستند، که این نتایج نیاز به بررسی بیشتر دارند (۹ و ۱۷).

## نتیجه‌گیری

به طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد دانه دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار با وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد موسیلاژ در هکتار دارد و از طرفی عملکرد بیولوژیکی دارای هم‌بستگی منفی با وزن هزار دانه، درصد موسیلاژ، موسیلاژ در هکتار و فاکتور تورم دارد (جدول ۵). این نتایج بیانگر این موضوع است که برای حصول به حداکثر عملکرد دانه که همراه با افزایش عملکرد موسیلاژ در هکتار می‌باشد باید در روش‌های مختلف به زراعی و به نژادی سعی در افزایش وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ و میزان مصرف آب داشت و از طرفی با توجه به هم‌بستگی بالای کارایی مصرف آب دانه با وزن هزار دانه، درصد موسیلاژ و فاکتور تورم، چنین بر می‌آید که با افزایش عملکرد دانه در هکتار، عملکرد موسیلاژ در هکتار نیز افزایش خواهد یافت. در مجموع، بیشترین عملکرد دانه در گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم (به ترتیب ۹۳۷ و ۷۳۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون تنش و تراکم متوسط و بیشترین عملکرد موسیلاژ اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم (به ترتیب ۲۱۷ و۱۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تنش متوسط و هم‌چنین تراکم متوسط مشاهده شدند. هم‌چنین مشخص شد که در شرایط تنش خشکی و شاهد بدون تنش، گونه اسفرزه اواتا دارای عملکرد بالاتری از گونه اسفرزه پسیلیوم می‌باشد. هر چند گونه اسفرزه پسیلیوم در شرایط تنش خشکی مقاومت خوبی داشت ولی به علت تخصیص بیشتر ماده خشک تولیدی به اندام‌های هوایی در مقایسه با دانه در شرایط تنش خشکی و شاهد بدون تنش، عملکرد کمی و کیفی پائین‌تری را در مقایسه با گونه اسفرزه اواتا از خود نشان داد. با توجه به این‌که میزان بارندگی از زمان شروع اعمال تیمار تنش یعنی اواسط گلدهی به بعد، در هر دو سال ناچیز و قابل صرفه نظر کردن بود می‌توان نتیجه گرفت عملکرد دانه و موسیلاژ بالاتر هر دو گونه اسفرزه اواتا و اسفرزه پسیلیوم نمی‌توان ناشی از تغییرات نزولات جوی منطقه دانست. بنابراین به نظر می‌رسد که در سال‌های خشک حتی در شرایط کشت آبی نیز گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد که ممکن است ناشی از خشکی هوا و پتانسیل بالای تبخیر و تعرق باشد.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## منابع مورد استفاده


1. Baher, Z. F., M. Mirza, M. Ghobani and M. B. Rezaii. 2002. The Influence of water stresses on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavor Fragrance Journal* 17: 275-277.
2. Baghalian, K. 2000. Effect of soil and air humidity on quantity and quality of Isabgol mucilage. MSc. Thesis, Tehran Univ., Tehran, Iran. (In Farsi).
3. Blumental, M. A., A. Goldberg and J. Brinkman. 2000. Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs. Integrative Medi. Communications Pub., London.
4. Borlagh, A. 1984. The husk of *Plantago ovata* further characterizations. *Gastroenterology* 116: 24-28.
5. Debaeke, P. A. and A. Aboudrare. 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. *Europian Journal of Agronomy* 21: 433-466.
6. Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15: 1-118.
7. Dornbos, D. L., R. E. Mullen and R. M. Shibles. 1989. Drought Stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Science* 29: 476 – 480.
8. Duncan, W. G. 1986. Planting patterns and soybean yield. *Crop Science* 26: 584-588.
9. Ebrahimzadeh, H., M. Mirmasomi and Fakhretabatabaii. 1998. Climate and Soil effects on seed production of Isabgol, *French psyllium* and plantain. *Agriculture Economy and Extension* 22(1): 125-140. (In Farsi).
10. Gupta, P., C. G. Agrawal, G. P. Singh and A. Ghatak. 1994. Lipid-lowering efficacy of psyllium hydrolytic mucilloid in non insulin dependent diabetes mellitus with hyperlipidaemia. *Indian Journal of Medicinal Research* 100: 237-241.
11. Jaafari, P. and M. Imani. 2004. Study of drought stress and plant density on yield and some agronomic traits of Maize. 8th Agronomy and Plant Breeding Cong., Guilan University.
12. Karawya, M. S., G. M. Wassel, H. Baghdadi and N. Ammar. 1988. Mucilagineus content of certain Egyptian plants. *Planta Amedica* 38: 73-78.
13. Kochaki, A., L. Tabrizi and M. Mahallati. 2004. Organic cultivation of Isabgul and *French psyllium* in response to drought stress. *Iranian Journal of Agronomy Research* 2(1): 10-18.
14. Meyer, W. S. and G. C. Green. 1980. Water use by wheat and plant indicator of available soil water. *Agronomy Journal* 72: 253-257.
15. Miura, H., K. Wijeyathungam and T. Gemma. 1987. Variation in seed yield of soybean as affected by planting patterns. *Japanes Journal of Crop Science* 56: 652-656.
16. Omidbaigi, R. and M. Mohebby. 2002. The Influence of Sowing Dates and Nitrogen Fertilizer on the Productivity of *Plantago ovata. Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(5): 656-660.
17. Rezvani, M. 2001. Effects of irrigation regimes and plant density on yield and agronomic characteristics of Isabgol (*Plantago ovata*). Ferdowsi University. of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Farsi).
18. Sharma, P. K. and A. M. Koul. 1986. Mucilage in seeds *Plantago ovata* and its wild allies. *Journal of Ethnopharmachology* 17: 289-295.
19. Shimshi, D., M. L. Mayoral and N. Atsmon. 1982. Responses to water stress in wheat and related with species. *Crop Science* 22: 123-128.
20. Stoy, V. 1963. Some Plant Physiological Aspects of the Breeding of High Yielding Varieties, PP. 264-275. *In*: Recent Plant Breeding Research, John Wiley Pub., New York.
21. Zamani, G. 1993. Investigation of plant density and cropping pattern on yield and yield component of Maize. MSc. Thesis, Ferdowsi Mashhad Univ., Mashahad, Iran. (In Farsi).
22. Wade, L. J. and A. C. Douglas. 1990. Effect of plant density on grain yield and yield stability of sorghum hybrids differing in maturity (*Sorghum bicolor*). *Australian Journal of Exprimental Agriculture* 30: 257– 264.
23. Wright, G. C. and M. J. Bell. 1992. Plant population studies on peanut (*Arachis hypogaea* L.) in subtropical Australia. *Australian Journal of Experimenta1 Agriculture* 32: 197-203.


[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.13.9 ]



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com