



## تأثیر خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و مراحل نمو دو گونه دارویی اسفرزه و پسیلیوم با استفاده از درجه روز رشد

\*اصغر رحیمی<sup>۱</sup>، محمدرضا جهانسوز<sup>۲</sup>، حمیدرضا رحیمیان مشهدی<sup>۳</sup>،

مجید پوریوسف<sup>۴</sup> و حمیدرضا روستا<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، <sup>۲</sup> استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، <sup>۳</sup> دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، <sup>۴</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان و <sup>۵</sup> استادیار گروه باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان  
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۱۵

### چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد کمی و کیفی دانه و تعیین درجه روز رشد مورد نیاز مراحل مختلف نمو دو گونه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*) در ارتباط با تراکم‌های مختلف کشت آن‌ها در شرایط تنش خشکی آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل سه سطح تنش خشکی 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، ۱۰۰ و ۱۳۰ بوته در مترمربع برای گونه اسفرزه و ۷۰، ۴۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع برای گونه پسیلیوم بودند. تنش خشکی در هر دو گونه، در هر دو سال آزمایش به طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شدند. در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، تراکم‌های بوته متوسط و زیاد احتمالاً به علت توسعه سریع‌تر شاخص سطح برگ و سایه‌انداز به طور معنی‌داری، با

\*- مسئول مکاتبه: rahimiasg@yahoo.com

دریافت درجه روز رشد کمتری، به حداکثر تولید ماده خشک می‌رسند. درجه روز رشد مورد نیاز برای وارد شدن گونه اسفرزه به مرحله ۵۰ درصد رسیدگی در شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و شاهد به ترتیب برابر ۸۵۰، ۹۸۴ و ۱۱۲۰ و در گونه پسیلیوم به ترتیب برابر ۸۶۰، ۹۸۲ و ۱۱۴۷ بود.

**کلمات کلیدی:** تنش خشکی، تراکم بوته، درجه روز رشد، اسفرزه و پسیلیوم

### مقدمه

تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط کشت ارگانیک در جهان رو به افزایش می‌باشد (کاروبا و همکاران، ۲۰۰۲). طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی (WHO)<sup>۱</sup>، ۸۰ درصد مردم دنیا برای مراقبت‌های بهداشتی اولیه به طور سنتی به گیاهان دارویی و تولیدات طبیعی وابستگی دارند (چترجی، ۲۰۰۲). توسعه اقتصادی آن دسته از گیاهان مقاوم به خشکی که مواد شیمیایی با ارزشی را در جهت نیازهای انسان تامین می‌کنند، می‌تواند در برنامه‌های آمایش سرزمین قرار گیرد. یعنی چنین توسعه‌ای می‌تواند مبتنی بر منابع تولید تجمع ماده خشک در سرزمین‌های کنار افتاده و کم بهره‌ای باشد که کشت گیاهان زراعی مولد فیبر و مواد غذایی در آنها اقتصادی نیست. مواد موثره ویژه دارویی نه تنها جزء ذخایر ژنتیکی بسیار غنی می‌باشند، بلکه پتانسیل حاصل خیزی خاک، استعدادهای ناپیدای اقلیمی و برخی خصصت‌های نهفته در گیاهان غیربومی را برملا می‌سازند. اسفرزه و پسیلیوم متعلق به تیره بارهنگ<sup>۲</sup> از گیاهان دارویی ارزشمند هستند که بذور رسیده و خشک این دو گونه به لحاظ محتوای موسیلاژی موجود در لایه‌های سطحی پوسته و دانه مورد توجه می‌باشد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۹۹۸). مطالعات نشان داده‌اند که رابطه بین تراکم بوته با عملکرد دانه و همچنین با کل ماده خشک تولیدی متفاوت است، به طوری که با افزایش تراکم بوته بیش از تراکم اپتیمم هر قدر که عملکرد ماده خشک در واحد سطح به علت ازدیاد تعداد بوته‌ها افزایش یابد، به همان اندازه وزن بوته‌ها کاهش یافته و افزایش حاصله خشتی می‌گردد (دی بیگ و ابودرار، ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات بورادرز و کالی (۱۹۹۳) نشان داده است که تفاوت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم به مقدار ثابتی می‌رسد. بنابراین به نظر می‌رسد که حداقل تراکمی که حداکثر عملکرد بیولوژیک در آن به دست می‌آید، می‌تواند حداکثر عملکرد دانه را تولید نماید. تجربه نشان داده است

1- World Health Organization

2- Plantaginaceae

که افزایش قابل ملاحظه عملکرد اقتصادی، معمولاً وابسته به افزایش کل ماده خشک تولیدی می‌باشد. بنابراین افزایش عملکرد از طریق افزایش شاخص برداشت بدون افزایش متناسب عملکرد بیولوژیک میسر نمی‌باشد (دی بیک و ابودرار، ۲۰۰۴). تغییر تراکم گیاهی می‌تواند اثرات سودمند زیادی روی کاهش نسبت تبخیر آب از سطح خاک (Es) و آب تعرق شده گیاه (Et) داشته باشد. اما وقتی آب برای آبیاری کم یا بارندگی کم است، تراکم پایین گیاه علی‌رغم افزایش نسبت Es/Et به‌منظور به حداکثر رساندن آب در دسترس برای گیاه به‌طور کلی توصیه شده است (دی بیک و ابودرار، ۲۰۰۴). درجه حرارت پایه در گیاهان را، حداقل درجه حرارتی که گونه‌های گیاهی می‌توانند رشد کنند، تعریف کردند. ایگناسیو و همکاران (۱۹۹۸) ارتباط خطی بین ظهور تعداد برگ و درجه-روز رشد (GDD) را در گندم گزارش دادند. از میان عوامل اقلیمی، رژیم حرارتی بیشترین تاثیر را روی مراحل مختلف نمو گیاه دارد و طبق اصل ثبات حرارتی، هر گیاه زمانی به مرحله خاصی از نمو خود می‌رسد (بدون توجه به مدت زمان مورد نیاز برای رسیدن به آن مرحله) که مقدار مشخصی حرارت از محیط دریافت نماید، بنابراین در هر مرحله متوالی نمو، مقدار معینی گرما لازم است که با توجه به متغیر بودن درجه حرارت و طول روز و عدم تخمین دقیق مراحل نمو گیاه امری ضروری است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۹۹۴). از مهم‌ترین محاسن تعیین درجه حرارت مورد نیاز مراحل مختلف نمو یک گیاه استفاده بهینه از عوامل اکولوژی در جهت افزایش عملکرد آن می‌باشد زیرا با توجه به آمار هواشناسی در هر منطقه و داشتن نیاز حرارتی هر مرحله نمو و کل دوره رشد گیاه می‌توان بسیاری از مسایل به زراعی از جمله تاریخ کاشت مناسب، آبیاری به موقع، زمان مناسب برداشت، زمان مناسب مبارزه با آفات و بیماری‌ها و انتخاب ارقام مناسب در بهترین زمان ممکن انجام و بیشترین تولید را از محصول زراعی داشت (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۹۹۴).

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ خورشیدی در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۶ متر از سطح دریا) اجرا گردید به‌منظور آماده نمودن بستر مناسب در پاییز سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ عملیات شخم عمیق بر روی قطعه مورد نظر انجام گردید و سپس قطعه مزبور مجدداً شخم زده شد و آنگاه پس از گاو رو شدن به‌منظور خرد کردن کلوخه‌ها دو دیسک عمود بر هم در مزرعه اجرا شد و سپس عملیات تسطیح به کمک دستگاه لولر

صورت گرفت. پس از انجام عملیات فوق خطوط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی متری از یکدیگر با استفاده از دستگاه فاروئر در قطعه مزبور ایجاد گردید. کود دهی پس از شخم زمین براساس مشخصات خاک (جدول ۱) و نیاز کودی گیاه انجام شد، بدین ترتیب که کود نیتروژنه به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کود اوره، کود فسفات به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سوپرفسفات تریپل و کود پتاسه به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سولفات پتاسیم به قطعه زمین مورد نظر اضافه شده و سپس زمین دیسک زده شده و جوی وپشته ایجاد شد. بذور در عمق ۱ سانتی متری خاک با دقت و با تراکم بالا کشت شده و در مرحله ۴ برگی بسته به تراکم مورد نظر تنک شدند. طول خطوط کشت ۴ متر بود. کاشت در هر دو سال در یک قطعه زمین مشابه و در نیمه دوم فروردین (۲۵ و ۲۸ فروردین به ترتیب در سال اول و دوم) انجام شد.

جدول ۱- برخی مشخصات خاک مورد استفاده در آزمایش.

مواد آلی (درصد)	pH	آهک کل (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	N (درصد)	P (میلی گرم / کیلوگرم)	K (میلی گرم / کیلوگرم)
۱/۲۱	۸/۱۸	۶	۳۱	۲۷	۴۲	۰/۰۷	۵/۲۱	۲۶۶

آزمایش به صورت طرح فاکتوریل سه عاملی براساس طرح پایه 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) و شاهد (بدون تنش خشکی)، فاکتور دوم شامل سه تراکم (۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ بوته در مترمربع) برای گونه اسفرزه و (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) برای گونه پسیلیوم (که به صورت تراکم کم، متوسط و زیاد گزارش شده اند) و فاکتور سوم شامل دو گونه دارویی اسفرزه و پسیلیوم از خانواده بارهنگ بود. جهت نمونه برداری هر واحد آزمایشی که به ابعاد ۲/۵ در ۴ متر بودند، به طور تصادفی به دو قسمت مساوی تقسیم شد، یک قسمت برای نمونه برداری تخریبی در طی دوره رشد و قسمت دوم برای اندازه گیری عملکرد و خصوصیات نموی دو گونه در نظر گرفته شد. نمونه ها پس از برداشت در داخل کیسه های پلاستیکی در بسته قرار داده شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و به طور جداگانه در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس وزن خشک آنها تعیین گردید. در هر دو سال اجرای آزمایش برداشت از سطح یک مترمربع از دو ردیف میانی هر

کرت برای بررسی عملکرد انجام شد. برای تعیین اثر تیمار تراکم و تنش خشکی بر ویژگی‌های نموی دو گونه مذکور، در هر کرت سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و با نصب اتیکتی بر روی آن مشخص شد. سپس تعداد روزها از کاشت تا رسیدن به هر یک از مراحل نموی ثبت شد. مراحل نمو از روش درجه روز رشد<sup>۱</sup> و با استفاده از فرمول رابطه زیر تعیین شد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۹۹۴):

$$GDD = ((T_{max} + T_{min})/2) - T_b$$

که در آن  $T_{max}$  حداکثر درجه روزانه،  $T_{min}$  حداقل درجه روزانه و  $T_b$  درجه حرارت پایه می‌باشد که برای گونه اسفرزه ۳ و گونه پسیلیوم ۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۹۹۸). برای محاسبه درجه روز رشد از آمار هواشناسی ایستگاه دانشکده کشاورزی کرج استفاده شد. ویژگی‌های آب و هوایی منطقه: براساس آمار آب و هوایی و بنابر منحنی آمبروترمیک، منطقه مورد نظر به دلیل احراز ۱۵۰ تا ۱۸۰ و گاهی ۲۰۰ روز خشک، در زمره مناطق مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌گردد. با استناد به اطلاعات اداره هواشناسی کرج متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۶۱ میلی‌متر بوده که بارش عمدتاً در اواخر پاییز و اوایل بهار به وقوع می‌پیوندد. کمترین میزان بارندگی در ماه‌های مرداد و شهریور با یک میلی‌متر و بیشترین میزان مربوط به دی‌ماه با ۲۸ میلی‌متر می‌باشد. میانگین حداکثر درجه حرارت سالیانه در تیرماه با ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن در دی‌ماه با ۱/۲ درجه سانتی‌گراد ارزیابی گردیده است. متوسط درجه حرارت هوای منطقه در یک دوره سی ساله برابر با ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت خاک ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش گردیده که از نظر طبقه‌بندی رژیم حرارتی خاک جزء مناطق ترمیک محسوب می‌گردد. میزان تبخیر سالیانه در حدود ۷۹۱/۸ میلی‌متر گزارش گردیده است.

**محاسبات آماری:** پیش از هر گونه اقدام جهت انجام محاسبات آماری بر روی داده‌ها، نخست با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Minitab نرمال بودن داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمون همگنی واریانس‌ها بر روی داده‌ها انجام شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، MSTAT-C و SPSS و رسم نمودارها و جداول آماری با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت. میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

1- Growing Degree Day (GDD)

## نتایج و بحث

**عملکرد اقتصادی:** نتایج تجزیه مرکب دو سال، بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای تنش خشکی، تراکم و اثر متقابل تنش با تراکم روی عملکرد اقتصادی هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم می‌باشد ولی اثر متقابل سه‌گانه تراکم، تنش و گونه تاثیر معنی‌داری را روی عملکرد اقتصادی هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم نداشت (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد بذر در هر دو سال، در تیمار شاهد مشاهده شد به طوری که درصد کاهش عملکرد بذر در تیمار تنش شدید و تنش متوسط نسبت به شاهد به ترتیب برابر ۳۶ و ۱۱ درصد بود (شکل‌های ۱ و ۲) که نشان‌دهنده تاثیر منفی و معنی‌دار اعمال حداقل آبیاری در دوره پس از گلدهی در هر دو گونه می‌باشد و از طرفی 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 یافته است. رضوانی مقدم (۲۰۰۱) و کوچکی و همکاران (۲۰۰۴) نیز کاهش عملکرد دانه اسفرزه را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. ریو و همکاران (۱۹۹۶) نیز کاهش عملکرد ۳۰ تا ۴۲ درصدی در تریتیکاله را ناشی از تنش محدودیت آبیاری پس از گلدهی را گزارش کردند. اثر متقابل تراکم و تنش خشکی نیز روی عملکرد بذر معنی‌دار بود، بدین مفهوم که میزان عملکرد بذر این دو گونه مورد بررسی، تحت تاثیر توام تراکم و تنش خشکی قرار گرفت به طوری که به علت تشدید تنش خشکی در تراکم‌های بالا در زمان گلدهی که به علت رقابت بیشتر برای جذب منابع (دانکن، ۱۹۸۶) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بذر در مقایسه با شاهد گردید و همان‌طور که در شکل‌های (۳ و ۴) مشاهده می‌شود، با افزایش شدید تراکم، اثر تنش شدید و متوسط خشکی تشدید می‌شود، هر چند این تاثیر در تنش شدید، بیشتر بود. در هر دو نوع تنش خشکی، تراکم متوسط کمترین کاهش را متحمل شده است. عملکرد بذر در تیمار بدون تنش در تراکم متوسط بیش از تراکم کم و زیاد بود، هر چند بین تراکم کم و زیاد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل‌های ۱ و ۲). در مجموع می‌توان گفت در همه تیمارها چه شاهد و چه تنش خشکی، عملکرد بذر گونه پسیلیوم کمتر از گونه اسفرزه می‌باشد و تغییرات عملکرد در این دو گونه در تیمارهای مورد آزمون نسبتاً مشابه بود، هر چند عکس‌العمل این دو گونه در قبال اثر متقابل تنش و تراکم تا اندازه متفاوت به نظر می‌رسید (شکل ۱ و ۲).

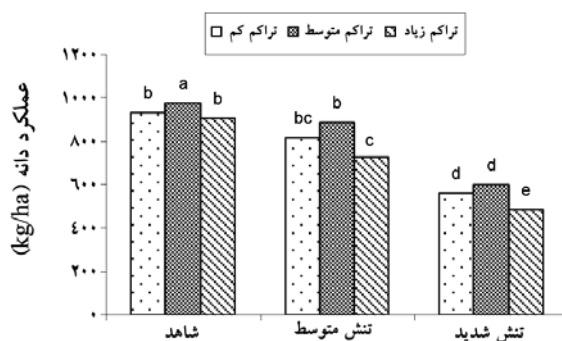
جدول ۲- نتایج تجزیه مرکب صفات عملکرد دانه و بیولوژیک در طی دو سال آزمایش، اعداد میانگین مربعات می‌باشند.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
سال	۱	۴۶۴۱۸۵ <sup>ns</sup>	۲۱۰۷۴۲۱ <sup>ns</sup>
تکرار × سال	۴	۵۹۱۳ <sup>ns</sup>	۱۲۶۷۸۸ <sup>ns</sup>
تنش خشکی	۲	۹۰۰۶۶۲	۳۷۸۷۴۱۰۴
تنش × سال	۲	۱۹۹۹۱	۱۹۱۶۹۳
تراکم	۲	۱۱۰۴۴۱	۳۳۶۴۱۴۶
تراکم × سال	۲	۱۶۷۰ <sup>ns</sup>	۱۰۰۵۶ <sup>ns</sup>
گونه	۱	۷۲۹۷۳۸	۱۱۷۲۰۷۹۱
گونه × سال	۱	۱۰۱۶ <sup>ns</sup>	۵۸۰۳۰ <sup>ns</sup>
تنش × تراکم	۴	۶۲۰۲	۶۶۳۷۸
سال × تنش × تراکم	۴	۴۶۷ <sup>ns</sup>	۸۱۸۸
تنش × گونه	۲	۹۴۴۵	۶۹۹۹۷۸
سال × تنش × گونه	۲	۵۴ <sup>ns</sup>	۴۰۴۴۱۵ <sup>ns</sup>
تراکم × گونه	۲	۱۷۲	۷۴۲۲۶
سال × تراکم × گونه	۲	۲۵۰ <sup>ns</sup>	۴۲۸۷۷ <sup>ns</sup>
تنش × تراکم × گونه	۴	۶۷۸۴	۱۱۴۲۳ <sup>ns</sup>
سال × تنش × تراکم × گونه	۴	۲۸۸۷ <sup>ns</sup>	۹۶۸۸۱ <sup>ns</sup>
ضریب تغییرات		۳/۹۵	۳/۲۴

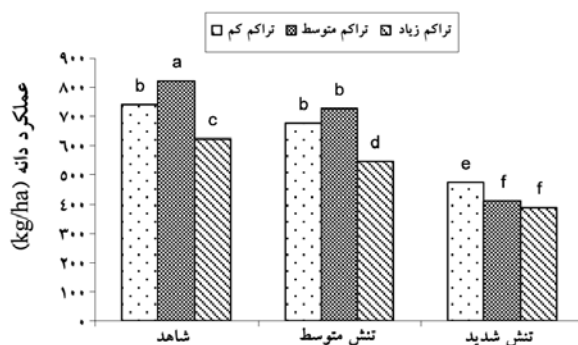
<sup>ns</sup>: عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح  $\alpha=0.05$  بقیه صفات در سطح  $\alpha=0.05$  از نظر آماری معنی‌دار هستند.

با توجه به این‌که در شرایطی که تنش‌های محیطی وجود نداشته باشد حداکثر عملکرد گیاهان بستگی به میزان نوری دارد که توسط کانوپی گیاه دریافت می‌شود (کوچکی و نصیری‌محلاتی، ۱۹۹۴) و یک پوشش گیاهی زمانی بیشترین راندمان را دارد که رقابت‌های بین گونه‌ای و داخل گونه‌ای برای دریافت نور در حداقل بوده و این مجموعه به صورت یک واحد حداکثر نور را جذب کند (زمانی، ۲۰۰۱)، می‌توان گفت در شرایط بدون محدودیت آب در هر دو گونه اسفرزه و 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 گل‌دهی از طریق

اختلال در عمل گرده افشانی و در نتیجه کاهش تعداد دانه‌های تولیدی و تنش خشکی در زمان پر شدن دانه‌ها از طریق کاهش فتوسنتز جاری گیاه و کاهش وزن هزاردانه، طول سنبله و تعداد سنبله در بوته باعث افت عملکرد می‌گردد (شیمشی و همکاران، ۱۹۸۲). کاهش عملکرد ۱۱ و ۳۶ درصدی عملکرد دانه این دو گونه (شکل‌های ۱ و ۲) به ترتیب در شرایط تنش متوسط و شدید 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 می‌تواند عملکرد را به شدت کاهش دهد (دورن بوس و همکاران، ۱۹۸۹).



شکل ۱- واکنش عملکرد دانه گونه اسفرزه در سه تراکم مختلف و سه سطح تنش خشکی (میانگین دو سال).

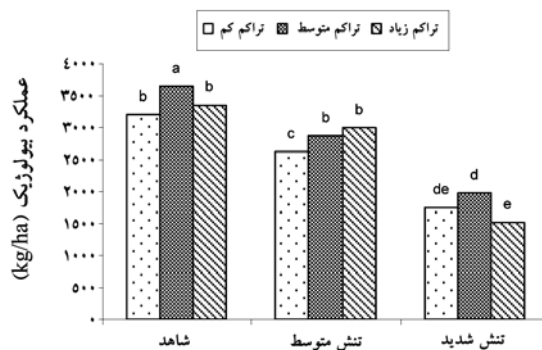


شکل ۲- واکنش عملکرد دانه گونه پسیلیوم در سه تراکم مختلف و سه سطح تنش خشکی (میانگین دو سال).

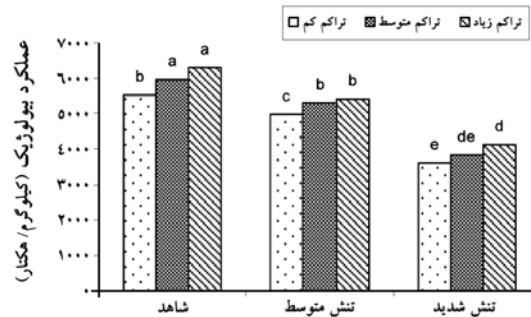


**عملکرد بیولوژیک:** تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان‌دهنده تاثیر غیرمعنی دار سال روی این صفت و اثر معنی دار تیمار تنش خشکی و تراکم روی وزن خشک کل در هر دو گونه بود (جدول ۲). اگرچه اثر متقابل سال یا اثر متقابل سال با اثرات اصلی معنی دار نبود. عملکرد بیولوژیک در تیمار تنش شدید، به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد و تنش متوسط است که این موضوع بیشتر ناشی از محدودیت رطوبتی می باشد که از مرحله گلدهی در تیمار مزبور اعمال شده است به طوری که درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار تنش شدید نسبت به شاهد در گونه اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب برابر ۳۲ و ۴۱ درصد بود و از طرفی عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد اگرچه عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های متوسط و زیاد با هم اختلاف معنی داری نداشتند (شکل‌های ۵ و ۶). نجفی (۲۰۰۱) نیز افزایش عملکرد کاه و کلش و بذر اسفرزه را با افزایش تعداد آبیاری گزارش کرده است. عملکرد بیولوژیک گونه پسیلیوم هم در شرایط تنش و هم شاهد در هر دو سال، بیش از گونه اسفرزه می باشد که دلیل آن را می توان در بیشتر بودن دوره رشدی آن و خصوصیات ریخت‌شناسی متفاوت این دو گونه دانست (شکل‌های ۵ و ۶). معنی دار شدن اثر متقابل تنش در تراکم بیانگر این موضوع است که دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، عکس‌العمل متفاوتی به تنش خشکی در تراکم‌های مختلف دارند و در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، افزایش تراکم با افزایش عملکرد بیولوژیک همراه بوده است اگرچه تراکم شدید در گونه پسیلیوم، عملکرد بیولوژیک کمتری را نسبت به تراکم متوسط نشان داد، این عکس‌العمل می تواند به علت رشد رویشی زیاد بوته‌های دو گونه اسفرزه و پسیلیوم در اوایل دوره رشدی و در نتیجه کاهش شدید نفوذ نور به داخل سایه‌انداز 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 در گونه اسفرزه مشاهده نشد (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴). اثر متقابل تنش در سال در هر دو صفت عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی معنی دار شده که بیانگر متفاوت بودن پاسخ عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی نسبت به زمان اعمال تنش در دو سال زراعی متفاوت می باشد که این مسئله احتمالاً به علت تفاوت‌های اقلیمی و یا تغییرات در میانگین درجه حرارت روزانه و یا رطوبت نسبی در دو سال مورد آزمایش و تاثیر آن روی تبخیر و تعرق و خصوصیات فتوسنتزی این دو گونه می باشد و معنی دار شدن اثر تنش و گونه نشان‌دهنده تفاوت در شدت عکس‌العمل این دو گونه نسبت به شرایط تنش خشکی متوسط و شدید می باشد. درصد افت

عملکرد بیولوژیک در گونه اسفرزه در تنش شدید و متوسط نسبت به شاهد به ترتیب ۴۳ و ۸ درصد بود در حالی که برای گونه پسیلیوم برابر ۳۵ و ۱۰ درصد بود که بیانگر حساسیت کمتر عملکرد بیولوژیک در گونه پسیلیوم نسبت به گونه اسفرزه بود (شکل های ۵ و ۶)، این نتیجه بدین مفهوم است که با شروع تنش خشکی افت عملکرد بیولوژیکی در گونه پسیلیوم کمتر از گونه اسفرزه است و از طرفی درصد افت عملکرد اقتصادی در گونه اسفرزه در تنش شدید و متوسط نسبت به شاهد به ترتیب برابر ۳۵ و ۱۲ درصد و برای گونه پسیلیوم به ترتیب برابر ۴۰ و ۷ درصد بود که نشان می دهد برخلاف عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی گونه پسیلیوم در شرایط تنش خشکی، با شدت بیشتری کاهش می یابد یا به عبارتی حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارد (شکل های ۳ و ۴). ابراهیمزاده و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش نمودند که گونه پسیلیوم نسبت به اسفرزه در شرایط کمبود آب حساسیت بیشتری نشان می دهد. در مجموع دو سال آزمایش، عملکرد اقتصادی دو گونه اسفرزه و پسیلیوم نسبت به تغییرات تراکم عکس العمل نسبتاً مشابهی داشتند به طوری که هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم در تراکم متوسط، عملکرد اقتصادی بالاتری را نسبت به تراکم های کم و زیاد نشان دادند ولی شدت کاهش عملکرد اقتصادی با افزایش تراکم در گونه پسیلیوم شدیدتر بود، در حالی که عملکرد بیولوژیک گونه پسیلیوم با افزایش تراکم به طور معنی داری از گونه اسفرزه بیشتر بود که نشان دهنده توان رشد رویشی بیشتر گونه پسیلیوم نسبت به گونه اسفرزه می باشد که احتمالاً به علت طول دوره رشد بیشتر و یا خصوصیات متفاوت مورفولوژیکی آن نسبت به گونه اسفرزه می باشد و نیز لازم به ذکر است که برخلاف گونه اسفرزه، عملکرد بیولوژیک در تراکم های متوسط و زیاد در گونه پسیلیوم دارای اختلاف معنی داری نبود (شکل های ۳ و ۴).



شکل ۳- واکنش عملکرد بیولوژیک گونه اسفرزه در سه تراکم مختلف و سه سطح تنش خشکی (میانگین دو سال).

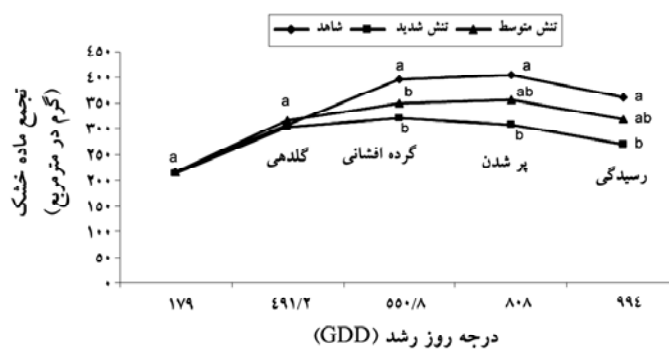


شکل ۴- واکنش عملکرد بیولوژیک گونه پسیلیوم در سه تراکم مختلف وسه سطح تنش خشکی (میانگین دو سال).

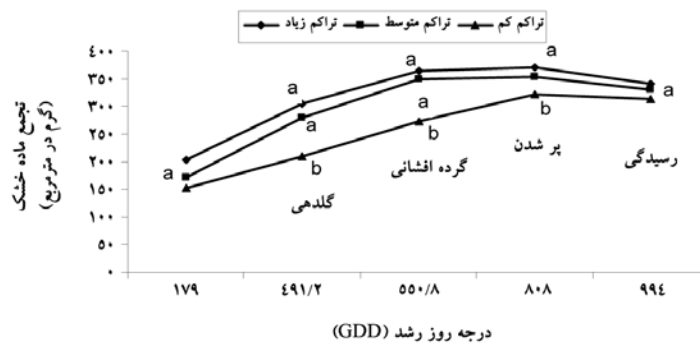
**تجمع ماده خشک:** تنش خشکی روند و میزان تجمع ماده خشک را در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم متاثر کرد. به طوری که با شروع تنش خشکی در مرحله گلدهی سرعت تجمع ماده خشک نسبت به شاهد بدون تنش کاهش می یابد (شکل های ۵ و ۶). این کاهش در تنش شدید و متوسط تا مرحله گرده افشانی اختلاف معنی داری ندارند ولی در درجه روز رشد ۵۵۰ در گونه اسفرزه و ۸۹۳ در گونه پسیلیوم که مصادف با مرحله گرده افشانی این دو گونه است، میزان تجمع ماده خشک در تیمار شاهد بدون تنش به طور معنی داری بیشتر بود. در درجه روز رشد ۸۰۸ و ۹۹۴ در گونه اسفرزه که همراه با دوره پر شدن دانه و رسیدگی دانه است، میزان تجمع ماده خشک در تنش شدید به طور معنی داری کمتر از تیمار تنش متوسط و شاهد بدون تنش بود. در گونه اسفرزه تجمع ماده خشک پس از گرده افشانی در تیمار تنش متوسط نیز به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بدون تنش بود ولی در گونه پسیلیوم میزان تولید ماده خشک در شرایط تنش متوسط در مقایسه با شاهد بدون تنش کاهش معنی داری نشان نداد. اگرچه در شرایط تنش شدید میزان تجمع ماده خشک به ازای درجه روز رشد دریافتی مشابه به طور معنی داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت ولی در مقایسه با تیمار تنش متوسط تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل های ۵ و ۷). به طور کلی می توان گفت تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز، کاهش طول دوره اسیمیلاسیون و انتقال شیره پرورده در این دو گونه به طور معنی داری باعث کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک شده است (بلک و اسکوار، ۱۹۷۹). کاهش تجمع ماده خشک ناشی از تاثیر تنش محدودیت رطوبتی قبل از ظهر بساک (مرحله سنبلیچه انتهایی تا ظهور بساک)، جو (شفرود و همکاران، ۱۹۸۷) و تریتیکاله (مارتینیاک، ۲۰۰۲) نیز گزارش شده است که در موافقت با نتایج حاصل از این بررسی می باشد. کاهش

تجمع ماده خشک در تیمار تنش خشکی در هر دو گونه می‌تواند به دلیل کاهش دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش نور جذب شده در این تیمار باشد. رویو و همکاران (۱۹۹۴) و مارتینیاک (۲۰۰۲) نیز کاهش تجمع ماده خشک را در تربیتکاله با اعمال محدودیت رطوبتی پس از ظهور بساک را گزارش کرده‌اند. تراکم نیز مانند تنش خشکی روند تجمع ماده خشک را در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم متاثر کرد به طوری که تراکم‌های متوسط و زیاد با دریافت درجه روز رشد بیشتری نسبت به تراکم کم، وارد مرحله گلدهی می‌شوند. در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم در تراکم زیاد به ترتیب در ۴۹۱ و ۵۸۱ درجه روز رشد که هم‌زمان با مرحله گلدهی آنها می‌باشد، تجمع ماده خشک تا نزدیکی حداکثر میزان خود پیش رفت ولی در تراکم کم برای رسیدن به این میزان تولید ماده خشک به ترتیب در گونه اسفرزه و پسیلیوم نیاز به ۸۰۸ و ۱۰۲۰ درجه روز رشد بود (شکل‌های ۶ و ۸). در واقع تراکم‌های متوسط و زیاد در هر دو گونه در مراحل اولیه رشد توانسته‌اند با سرعت بیشتری در مقایسه با تراکم کم به شاخص سطح برگ مناسب رسیده و در نتیجه آن همراه با فتوستنز بیشتر، تجمع ماده خشک بیشتری را تولید کنند، هر چند تراکم‌های متوسط و زیاد در مرحله برداشت در هر دو گونه از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل‌های ۶ و ۸). تجمع ماده خشک که در حقیقت تبدیل نور به زیست توده (طی عمل فتوستنز) می‌باشد تابعی از شاخص سطح سبز برگ و به تبع آن جذب نور فعال فتوستنزی می‌باشد (استین و سولسوان، ۱۹۸۴)، بنابراین افزایش تجمع ماده خشک در شرایط بهینه رطوبتی به دلیل افزایش سطح سبز برگ، افزایش جذب نور فعال فتوستنزی و افزایش سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی نسبت به شرایط محدودیت رطوبتی می‌باشد. به همین دلیل حصول حداکثر تجمع ماده خشک در شرایط بهینه رطوبتی قابل توجیه و تفسیر است. همان‌طور که در شکل‌های ۹ و ۱۱ مشاهده می‌شود تنش خشکی در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم باعث تسریع در مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه شده است به طوری که درجه روز رشد مورد نیاز برای وارد شدن گونه اسفرزه به مرحله ۵۰ درصد رسیدگی در شرایط تنش خشکی شدید، تنش خشکی متوسط و شاهد بدون تنش به ترتیب برابر ۸۵۰، ۹۸۴ و ۱۱۲۰ و در گونه پسیلیوم به ترتیب برابر ۸۶۰، ۹۸۲ و ۱۱۴۷ می‌باشد (شکل ۹ و ۱۱). این نتیجه نشان‌دهنده توانایی این دو گونه برای فرار از خشکی می‌باشد هر چند در گونه پسیلیوم برخلاف گونه اسفرزه این نتیجه معنی‌دار نیست. کاهش طول مراحل نمو (تعداد روز) با افزایش درجه حرارت در گزارش‌های مختلفی مورد تأکید قرار گرفته است (فیشر، ۲۰۰۱). بیکر و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که درجه روز رشد در دوره رشد سنبله گندم با تنش

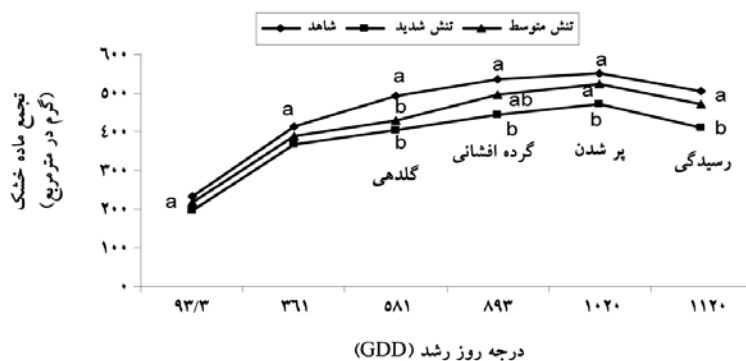
محدودیت رطوبتی در مرحله رشد رویشی و هم‌چنین با تنش محدودیت رطوبتی از مرحله سنبلیچه انتهایی تا ظهور بساک نسبت به شرایط بهینه رطوبتی کاهش می‌یابد. در واقع می‌توان گفت گونه اسفرزه در مقایسه با پسیلیوم در شرایط تنش خشکی با سرعت بیشتر قادر به تکمیل سیکل زندگی خود می‌باشد. شکل ۱۰ و ۱۲ نشان‌دهنده عدم تاثیر معنی‌دار تراکم در نیاز دمایی مراحل مختلف نمو هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم دارد، هر چند در هر دو گونه، تراکم زیاد بوته به نیاز دمایی بیشتری را برای تکمیل سیکل زندگی نیاز دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت در هر دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، تراکم‌های متوسط و زیاد احتمالاً به‌علت توسعه سریع‌تر شاخص سطح برگ و کانوپی به‌طور معنی‌داری، با دریافت درجه روز رشد کمتری، به حداکثر تولید ماده خشک می‌رسند. چنین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط عدم وجود محدودیت آبی به‌منظور کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد و از طرفی برای افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاهش تبخیر آب از سطح خاک، برای حصول حداکثر عملکرد دانه و بیولوژیک، تراکم‌های متوسط و زیاد، تراکم‌های مناسب‌تری از تراکم کم می‌باشند. در شرایط تنش محدودیت رطوبتی درجه روز رشد کمتر تا شروع گرده‌افشانی به مفهوم استفاده بیشتر از ذخیره آب خاک در طی مرحله پر شدن دانه خواهد بود. آنگوس و وان (۲۰۰۱) در بررسی خود گزارش کردند که فقط چند روز گلدهی زودتر در گندم باعث افزایش دسترسی ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر آب بیشتر در مرحله پر شدن دانه شد که خود یک مکانیسم فرار از خشکی تلقی می‌شود. کاهش دوره پر شدن دانه در این شرایط نیز باعث می‌شود که گیاه کمتر در معرض شرایط نامساعد رطوبتی و حرارتی قرار گیرد و بنابراین در شرایط تنش از کاهش بیشتر عملکرد جلوگیری خواهد کرد.



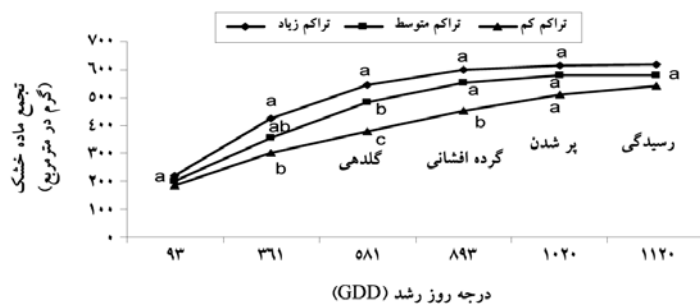
شکل ۵- روند تجمع ماده خشک اسفرزه براساس درجه روز رشد (GDD) در سطوح مختلف تنش خشکی (داده‌ها میانگین سه تراکم در دو سال).



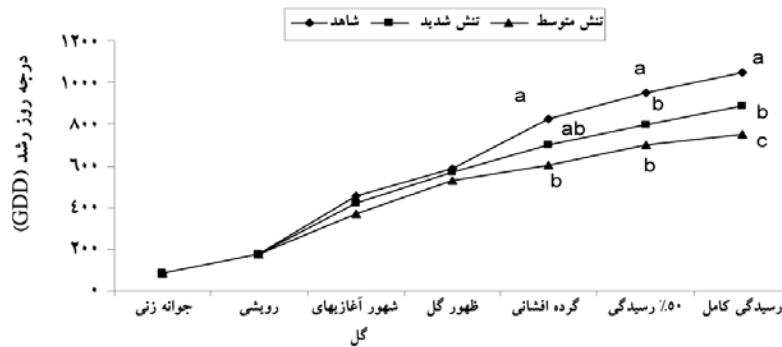
شکل ۶- روند تجمع ماده خشک اسفزه براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تراکم مختلف (داده‌ها میانگین سه سطح تنش خشکی در دو سال).



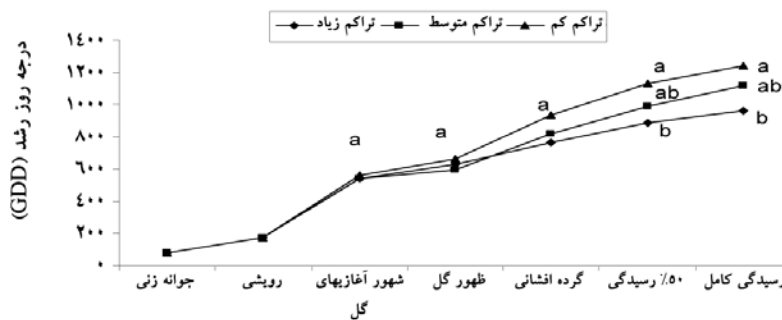
شکل ۷- روند تجمع ماده خشک پسیلیوم براساس درجه روز رشد (GDD) در سطوح مختلف تنش خشکی (داده‌ها میانگین سه تراکم در دو سال).



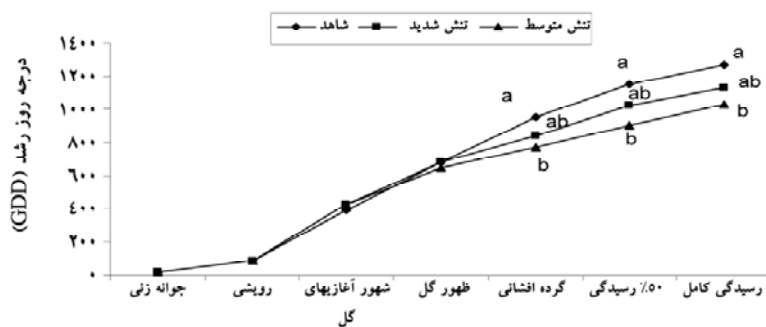
شکل ۸- روند تجمع ماده خشک پسیلیوم براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تراکم مختلف (داده‌ها میانگین سه سطح تنش خشکی در دو سال).



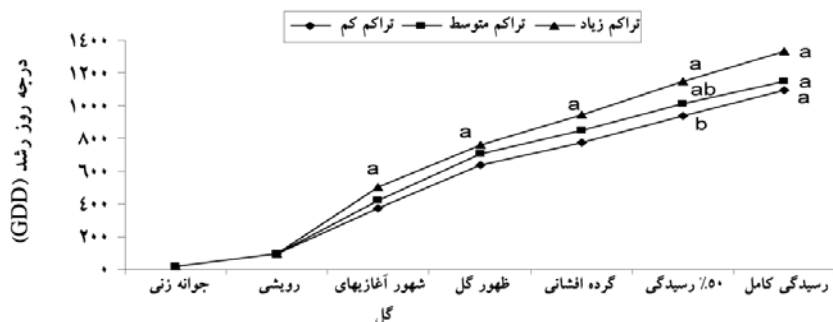
شکل ۹- واکنش زمان ظهور مراحل نموی گونه اسفرزه براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تنش خشکی (داده‌ها میانگین سه سطح تراکم در دو سال).



شکل ۱۰- واکنش زمان ظهور مراحل نموی گونه اسفرزه براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تراکم (داده‌ها میانگین سه سطح تنش خشکی در دو سال).



شکل ۱۱- واکنش زمان ظهور مراحل نموی گونه پسیلیوم براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تنش خشکی (داده‌ها میانگین سه سطح تراکم در دو سال).



شکل ۱۲- واکنش زمان ظهور مراحل نموی گونه پسیلیوم براساس درجه روز رشد (GDD) در سه سطح تراکم (داده‌ها میانگین سه سطح تنش خشکی در دو سال).

### فهرست منابع

- Angus, J.F., and Van Herwarden, A.F. 2001. Increasing water use and water use efficiency in dry land wheat. *Agron. J.* 93: 290-298.
- Black, C.R., and Squire, G.R. 1979. Effects of atmospheric saturation deficit on the stomatal conductance of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.) and groundnut (*Arachis hypogea* L.). *J. Exp. Bot.* 30: 935-945.
- Brothers, M.B., and Kelly, J.D. 1993. Inter relationship of plant architecture and yield components in the pinto bean Ideotype. *Crop. Sci.* 33: 1234-1238.
- Carrubba, A., La Torre, R., and Matranga, A. 2002. Cultivation Trials of some Aromatic and medicinal plants in semi-arid Mediterranean Environment. *Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Hort (ISHS).* 576: 207-213.
- Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants in India-a Commercial Approach. *Proceeding an International Conference on MAP. Acta Hort (ISHS).* 576: 191-202.
- Debaeke, P., and Aboudrare, A. 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. *Europ. J. Agron.* 21: 433-466.
- Dornbos, D.L., Mullen, R.E., and Shibles, R.M. 1989. Drought Stress effects during seed Fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 29: 476-480.
- Duncan, W.G. 1986. Planting patterns and soybean yield. *Crop sci.* 26:584-588.
- Ebrahimzadeh, H., Mirmasomi, M., and Fakhretabatabaii, M. 1998. Climate and Soil effects on seed production of Isabgol, French psyllium and plantain. *Agric Econ. Exten.* 22:125-140.
- Fischer, R.A. 2001. Selection traits for improving potential. In: Reynold, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., and Eastin, J.D., and Sullivan McNab, A. (eds). *Application physiology in wheat breeding. Mexico, D.F, CIMMIT.*



- Gonzales, A., Matin, I., and Ayerbe, L. 1999. Barley yield in water stress conditions: the influence of precocity, osmotic adjustment and stomata conductance. *Field Crops Res.* 62: 23-34.
- Ignacio, M., Bruce, Coulman, E., Stewart, K., Peterson, P., Samson, R., and Donald, L. 1998. Phenology and Tiller Characteristics of Big Bluestem and Switchgrass Cultivars in a Short Growing Season Area. *Agron. J.* 90:489-495.
- Kocheki, A., and Nassiri, M. 1994. *Crop ecology*. Mashhad Jahad-e-Daneshgahi press. PP 291.
- Martyniak, L. 2002. Grain yield and yield component of spring Triticale as affected by simulated draft stress applied in different growth stages. *Proceeding of the 5th International Triticale Symposium, Jun 30-July 5, Radzikow, Poland.* Pp: 143-147.
- Rezvani, M. 2001. Effects of irrigation regimes and plant density on yield and agronomic characteristics of Isabgol (*Plantago ovata* L.). Ferdousi University of mashhad, college of Agronomic, Dept. Agronomy, mashhad, Iran.
- Royo, C., Insa, J.A., Boujenna, A., Ramos, J.M., Montesinos, E., and Gracia del Moral, L.F. 1994. Yield and quality of spring Triticale used for forage and grain as influenced by sowing date and cutting stage. *Field Crops Res.* 37: 161-168.
- Shepherd, K.D., Cooper, P.J.M., Allan, A.Y., Drennan, D.S.H., Keating, J.D.H. 1987. Growth, water use and yield of barley in Mediterranean-type environments. *J. Agric. Sci., Camb.* 108, 365-378.
- Shimshi, D., Mayoral, M.L., and Atsmon, D. 1982. Responses to water stress in wheat and related with species. *Crop Sci.* 22: 123-128.



## **Effect of drought and plant density on yield and phonological stages of Isabgol and French psyllium with using growth degree days**

**\* A. Rahimi<sup>1</sup>, M.R. Jahansoz<sup>2</sup>, H.R. Rahimian Mashhadiz<sup>3</sup>,  
M. Pouryosef<sup>4</sup> and H. R. Roosta<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural College, Rafsanjan Vali-Asr University, Rafsanjan, Iran, <sup>2</sup>Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resource Campus, Tehran University, Karaj, Iran, <sup>3</sup>Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural College, Zanzan University, Zanzan, Iran, <sup>4</sup>Department of Botany, Agricultural College, Rafsanjan Vali-Asr University, Rafsanjan, Iran

### **Abstract**

In order to investigate of quality and quantity yield and growing degree day (GDD) of *Plantago ovata* and *P. psyllium* related to water stress and density, two experiments were conducted at the Agriculture research field, Tehran University, Karaj, in April 2005 and 2006. The experiments were designed in factorial experiments based in randomized completely block (RCB) with three replication in which The treatments were three levels of plant density (low, medium and high density), three water stress level (severe stress, medium stress and control) and two plantago species. Combined analysis results showed that water stress significantly decreased seed and biological yield. Average and high density in both species significantly need fewer GDD to get maximum dry matter. In Isabgul 850, 984 and 1120 GDD and in French psyllium 860, 982 and 1147 GDD need to be received 50% ripening in high, medium and control drought stress, respectively.

**Keywords:** Drought Stress; Plant density; GDD; Isabgul; French psyllium

---

\*- Corresponding Author; Email: [rahimiasg@yahoo.com](mailto:rahimiasg@yahoo.com)