مطالعه نحوه گرده‌افشانی و تأثیر کم آبی بر آن در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis*

محمد مهدی مجیدی[۲*] و ساجده بهرامی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۱۹)

چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه میزان خودناسازگاری و نحوه گرده‌افشانی در دو محیط رطوبتی (عدم تنش و تنش خشکی) روی ۲۵ ژنوتیپ بروم‌گراس نرم در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد.بدین منظور نیمی از خوشه-های هر ژنوتیپ جهت انجام خودگشنی اجباری پاکت شدند و به نیم دیگر اجازه گرده‌افشانی آزاد داده شد. نتایج نشان داد که میانگین تعداد دانه در خوشه تحت شرایط عدم تنش برای شرایط دگرگشنی ۱۶۱/۴ و برای حالت خودگشنی ۵/۶۰ عدد بود که حاکی از میزان بالای خودناسازگاری در این گونه است. تحت شرایط تنش خشکی این مقادیر به‌ترتیب ۱۴۲/۸ و ۴/۷۶ عدد بود که حاکی از تأثیر شرایط محیطی (تنش رطوبتی) بر تولید بذر در هر دو شرایط خودگشنی و دگرگشنی است. همین روند برای وزن دانه در خوشه نیز مشاهده گردید. برای صفت وزن دانه در خوشه در شرایط عدم تنش نسبت به شرایط تنش تنوع و پراکندگی بین ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. تنوع بالایی بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص خودسازگاری مشاهده گردید. به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های دارای بیشترین و کمترین خودسازگاری مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: بروموس، خودناسازگاری گیاه، کم آبی

۱و۲. به ترتیب دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majidi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

گیاهان علوفه‌ای چمنی نقش کلیدی در تأمین علوفه دامی و تأمین فرآورده‌های پروتئینی ایفا می‌کنند (۵). گراس‌ها شامل همه غلات و ۷۵ درصد گیاهان علوفه‌ای می‌باشند (۱۸). جنس بروموس(*Bromus*) شامل گیاهان یک ساله، دو ساله و چند ساله با سطح پلوییدی مختلف و تیپ‌های رشدی متفاوت می‌باشند که علف پشمکی یا بروم‌گراس نرم با نام علمی(*Bromus inermis*)، یکی از گونه‌های چند ساله است. از دیدگاه کشاورزی پایدار، کشت و کار گندمیان علوفه‌ای چمنی ضمن این‌که از هدر روی حاصل‌خیزی خاک توسط عمل فرسایش در اثر شستشو جلوگیری می‌کنند، بلکه به‌صورت هم‌زمان تولید علوفه برای دام و متعاقب آن غذای پروتئینی انسان را نیز تولید می‌کنند (۱۳).

ایران یکی از مهم‌ترین مراکز تنوع گیاهان علوفه‌ای و مرتعی می‌باشد که از توانمندی بالایی برای توسعهٔ این گونه‌ها برخوردار است. در قرن گذشته روش‌های متداول اصلاح نباتات بیشترین نقش را در بهبود ژنتیکی گراس‌های علوفه‌ای چمنی به‌منظور افزایش تولید و کاربرد آنها در شرایط مختلف محیطی داشته است (۲۵). با این حال وجود مسائلی نظیر پیچیدگی ژنتیکی، چند ساله بودن و دگرگشنی (عموماً ناشی از خودناسازگاری و نر عقیمی)، کوچک بودن اجزای گل، سختی دورگیری و پلی‌پلوئیدی که موجب افزایش پیچیدگی ژنتیکی می‌شوند موجب شده که سرعت روش‌های به نژادی در گیاهان علوفه‌ای چمنی و حتی سایر گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی کمتر باشد (۱۴). مرسوم‌ترین روش به نژادی گیاهان علوفه‌ای چمنی دگرگشن ایجاد واریته ترکیبی می‌باشد که براساس بهره‌برداری از بنیه هیبرید حاصل از ترکیب کلون‌های برتر استوار است (۲۱). در واقع به‌علت اثرات سوء اینبردینگ امکان ایجاد لاین‌های اینبرد و تولید هیبرید در این گراس‌ها ممکن نیست (۱۰). گیاهان مکانیزم‌های متعددی دارند که به دگرباروری کمک می‌کند و از خودباروری جلوگیری به عمل می‌آورد. خودناسازگاری یکی از موارد مهم و مکانیزم ژنتیکی است که دگرباروری را به‌طور فیزیولوژیک موجب می‌شود (۲۳). داروین اولین‌بار نقش خودناسازگاری در تکامل و افزایش تنوع را ارایه کرد (۸). خودناسازگاری وضعیتی است که در آن با وجود فعال بودن دانه گرده و مادگی، امکان تولید بذر از طریق خودباروری وجود ندارد (۹ و ۲۲). مطالعات ژنتیک کلاسیک در اوایل قرن بیستم دو سیستم خودناسازگاری گامتوفیتیکی و اسپوروفیتیکی را مشخص کرد (۱۱). درصورتی‌که عامل ناسازگاری برروی کلاله گیاه باشد و عدم نفوذ لوله گرده در کلاله را به‌همراه داشته باشد این عامل ناسازگاری را گامتوفیتی گویند ولی درصورتی‌که عامل ناسازگاری در خامهٔ گیاه باشد و رشد لوله گرده در خامه به قدری کند باشد که به تخمک نرسد این ناسازگاری را اسپوروفیتی گویند (۲۲). در بررسی خودناسازگاری در هفت گراس علوفه‌ای از جمله بروم‌گراس گزارش شده است که دارای خودناسازگاری از نوع گامتوفیتی می‌باشند (۲). این نوع خودناسازگاری تحت‌تأثیر دو لوکوس مستقل چند آللی به نام s و z می‌باشند (۱۲ و ۱۷). در بیشتر این گونه‌ها بذر حاصل از خودگشنی نسبت به بذر حاصل از دگرگشنی کمتر و به‌صورت پوک و چروکیده بودند (۲۶). کسب اطلاعات لازم در زمینه میزان خودناسازگاری، تأثیر عوامل محیطی بر آن و شناسایی ژنوتیپ‌هایی که درصد خودناسازگاری کمتری دارند و می‌تواند جهت تولید لاین‌های اینبرد استفاده گردند، از مقدمات برنامه‌های اصلاحی در این گیاهان است. هم‌چنین از خویش‌آمیزی می‌توان برای شناسایی والدین با ارزش ژنتیکی بالا و افزایش یکنواختی استفاده کرد (۱۵).

نیپ و کارلتون (۱۶) خودگشنی و دگرگشنی در اسپرس را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند که خودگشنی اختیاری (قرار دادن گل آذین درون کیسه قبل از باز شدن گل‌ها و یا کشت تک بوته به‌صورت ایزوله) منجر به تولید ۱ تا ۴ درصد بذر در اسپرس شد و در خودگشنی اجباری (قرار دادن گل‌آذین درون کیسه و کشیدن گلبرگ ناو به سمت پایین و آغشته کردن کلاله با دانه گرده همان گل با

وسیله‌ای نظیر خلال دندان) ۳ تا ۵ درصد بذر ایجاد شد. در همین مطالعه در حالت آزادگرده‌افشانی اسپرس، ۲۰ تا ۴۵ درصد بذر تولید شد. در مطالعه میزان خودگشنی در گیاه بروموس، درصد خودگشنی در این گیاه ضعیف گزارش شد (۱۹). در مطالعه روی گیاه *Birdsfoot Trefoil* گزارش شده که میزان دگرباروری نسبت به خودباروری در آن بالاتر می‌باشد (۲۴). هم‌چنین میزان دگرباروری حاصل از دگرگشنی در میان ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه متفاوت گزارش شد (۲۰).

باوجود این‌که ایران منشاء برخی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای می‌باشد ولی تحقیقات اصلاحی در زمینه اصلاح گیاهان علوفه‌ای و تولید واریته ترکیبی براساس ترکیب کلون‌های برتر با موفقیت زیادی همراه نبوده است و داشتن اطلاعات لازم در زمینه میزان خودناسازگاری، تأثیر عوامل محیطی بر آن و شناسایی ژنوتیپ‌هایی که درصد خودناسازگاری کمتری دارند از مقدمات برنامه‌های اصلاحی در اینگونه گیاهان است. بر این اساس هدف از این پژوهش بررسی میزان خودناسازگاری در ژنوتیپ‌های بروم‌گراس نرم، بررسی تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها از نظر خودناسازگاری، بررسی نقش و عامل محیطی تنش خشکی بر میزان خودناسازگاری و شناسایی ژنوتیپ‌های دارای درصد خودناسازگاری کمتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۲۵ ژنوتیپ *Bromus inermis* داخلی و خارجی در دو محیط رطوبتی (عدم تنش و تنش خشکی) در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت شدند. هر کرت شامل دو ردیف با فواصل بین ردیفی ۴۰ سانتی‌متر و درون ردیفی ۳۰ سانتی‌متر بود. کشت به‌روش نشاء در اسفند ۱۳۸۹ انجام شد. به ژنوتیپ‌ها در سال ۱۳۹۰ اجازه استقرار داده شد و اعمال تیمارها در سال ۱۳۹۱ انجام گردید. برای اعمال تنش رطوبتی، محیط بدون تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD (متوسط کسری از کل آب در دسترس که می‌تواند از عمق توسعه ریشه گیاه تخلیه شود بدون این‌که به گیاه تنشی وارد شود) برابر با ۵۰ درصد و محیط تنش رطوبتی با اعمال ضریب MAD برابر با ۸۵ درصد در نظر گرفته شد (۱). تنش خشکی قبل از مرحله ساقه‌دهی اعمال گردید. آبیاری به‌روش غرقابی و با استفاده از کنتور انجام شد. برای کنترل آب خاک از روش درصد رطوبت وزنی خاک در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری، ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری با روش نمونه‌گیری از خاک استفاده شد. هم‌چنین مقدار تخلیه رطوبت از خاک براساس مقدار تبخیر و تعرق چمن با استفاده از رابطه فائو- پنمن- مانتیث و ضریب گیاهی بروموس طی دوره رشد نیز برآورد شد (۱).

در هر محیط رطوبتی آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بود. به‌طوری‌که ژنوتیپ به‌عنوان فاکتور اصلی و حالت گرده افشانی (خود گشنی یا دگر گشنی) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. بنابراین به‌منظور بررسی نحوه گرده افشانی و میزان خودناسازگاری از هر ژنوتیپ بروموس ۸ بوته به تصادف انتخاب شد و در هر بوته نیمی از خوشه‌ها قبل از گل‌دهی جهت انجام خودگشنی با کاغذ سلوفن پاکت شد و به بقیه خوشه‌ها اجازه آزاد گرده‌افشانی داده شد. در پایان فصل زراعی بوته‌های پاکت گرفته شده و بوته‌های آزاد گرده‌افشانی شده از هر ژنوتیپ جداگانه برداشت شدند و صفات بذری تعداد دانه در خوشه و وزن دانه در خوشه در آنها ثبت شد. جهت تعیین شاخص خودسازگاری از نسبت بذرهای حاصل از خودگرده‌افشانی به بذرهای حاصل از آزادگرده‌افشانی برحسب درصد استفاده شد (۲۷). محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس (تجزیه مرکب طرح اسپلیت پلات)، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها به‌روش حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) با کمک نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و نمودارهای بای پلات با استفاده از برنامه Minitab ترسیم شدند.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات تعداد دانه و وزن دانه به‌منظور بررسی میزان خود ناسازگاری در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تعداد دانه در خوشه	وزن دانه در خوشه
محیط رطوبتی	۱	۰/۱۶*	۰/۲۴**
تکرار در محیط رطوبتی	۲	۰/۰۹ns	۰/۲۶ ns
ژنوتیپ	۲۴	۰/۰۹۷*	۰ /۱۱ **
محیط رطوبتی × ژنوتیپ	۲۴	۰/۱۰*	۰/۰۸۵ ns
تکرار × ژنوتیپ	۴۸	۰/۰۷**	۰/۱۳ ns
گرده‌افشانی	۱	۹۷/۶۶**	۸۷/۶۷**
ژنوتیپ × گرده‌افشانی	۲۴	۰/۰۹ns	۰/۱۶ ns
محیط رطوبتی × گرده‌افشانی	۱	۰/۴۰*	/۰۳**
محیط رطوبتی × ژنوتیپ × گرده‌افشانی	۲۴	۰/۰۴ ns	۰/۰۸ ns
خطا	۵۰	۰/۰۶	۰/۱۹

ns ، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) نشان داد که اثر محیط رطوبتی و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۵ درصد و اثر حالت گرده‌افشانی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد دانه در خوشه و وزن دانه در خوشه تأثیر معنی‌دار داشتند. معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌ها تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر این دو صفت وجود دارد. مقایسه میانگین تعداد دانه در خوشه در حالت دگرگشن در مقایسه با حالت خودگشن نشان داد ژنوتیپ‌های دگرگشن تعداد دانه در خوشه بالاتری نسبت به خودگشنی داشتند (جدول ۲). به‌طوری‌که در شرایط عدم تنش تعداد دانه در خوشه از ۱۶۱/۴ در حالت دگرگشنی به ۵/۶ در حالت خودگشنی کاهش یافت که حاکی از میزان خودناسازگاری بالا در گونه مورد بررسی است.

هم‌چنین در شرایط تنش خشکی این مقدار از ۱۴۲/۹ در حالت دگرگشنی به ۴/۷ در حالت خودگشنی کاهش یافت که حاکی از تأثیر شرایط محیطی بر میزان خودناسازگاری در گونه مورد بررسی است. به‌طورکلی تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در خوشه در هر دو حالت خودگشنی و دگرگشنی گردید (جدول ۲) به‌طوری‌که تعداد دانه در خوشه در حالت دگرگشنی از ۱۶۱/۴۳ در شرایط عدم تنش به ۱۴۲/۸۶ درشرایط تنش خشکی کاهش یافت. در حالت خودگشنی تعداد دانه در خوشه از ۵/۶ در شرایط عدم تنش به ۴/۷۶ در شرایط تنش کاهش نشان داد. در این مطالعه کمبود آب منجر به کاسته شدن شدید دو جزء اصلی عملکرد گردید (جدول ۲). یکی از دلایل کاهش تولید در گیاه می‌تواند به‌علت مختل شدن تبادل گازی برگ باشد که نه تنها اندازه منبع و مخزن را محدود می‌کند، بلکه به بارگیری آوند آبکش، جابه‌جایی مواد و توزیع ماده خشک آسیب می‌زند (۳). هم‌چنین بسته شدن روزنه در پاسخ به محتوای رطوبتی کم خاک اتفاق می‌افتد و باعث کم شدن جذب Co_2 و در نهایت اختلال در فرآیند فتوسنتز می‌شود. تمام این اتفاقات در گیاه منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (۳). تنش خشکی در مراحل حساس تشکیل گل، گرده‌افشانی و پر شدن دانه باعث عدم پرشدن

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات بذری (تعداد دانه در خوشه، وزن دانه در خوشه (mg)) و شاخص خودسازگاری در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis*

ژنوتیپ	عدم تنش خشکی					تنش خشکی				
	تعداد دانه در خوشه		وزن دانه در خوشه			تعداد دانه در خوشه		وزن دانه در خوشه		شاخص خودسازگاری (٪)
	خودگشن	دگرگشن	خودگشن	دگرگشن	خودسازگاری	خودگشن	دگرگشن	خودگشن	دگرگشن	
۱-اصفهان	۷/۶۳	۲۲۰/۸۸	۱۹/۸۸	۸۲۰/۰	۳/۹۰	۵/۶۵	۱۴۱/۸۲	۱۸/۶۲	۳۸۳/۳	۶/۴۵
۲- نجف آباد	۳/۱۷	۱۵۸/۶۷	۲۵/۸۳	۶۶۶/۶	۶/۱۰	۵/۲۳	۱۰۵/۸۶	۳۴/۷۱	۴۲۲/۵	۶/۷۰
۳- اصفهان	۹/۶۳	۳۱/۲۵	۱۸/۳۸	۱۶۰/۰	۳۳/۷۸	۵/۱۵	۱۱۰/۱۵	۱۵/۵۴	۴۳۰/۰	۶/۱۴
۴-سمیرم	۱۱/۱۳	۲۶۴/۷۵	۱۸/۸۸	۱۰۳۵/۰	۷/۲۷	۵/۶۵	۱۷۵/۵۵	۱۸/۰۴	۴۷۸/۳	۹/۸۵
۵- اصفهان	۳/۷۱	۷۶/۱۷	۱۰/۱۳	۴۶۷/۱	۵/۲۷	۵/۴۰	۱۲۵/۸۰	۲۰/۵۴	۴۴۰/۰	۹/۳۸
۶-خمینی شهر	۷/۵۰	۲۰۰/۵۰	۵۰/۵۰	۹۵۶/۷	۳/۲۴	۵/۷۳	۱۷۴/۲۵	۴۸/۰۴	۵۹۲/۵	۳/۸۵
۷-اصفهان	۲/۱۷	۱۳۶/۱۷	۶/۶۷	۶۷۴/۲	۱/۵۶	۴/۵۷	۱۳۳/۲۵	۱۰/۵۴	۵۷۵/۰	۶/۱۲
۸-همدان	۴/۸۳	۲۳۳/۶۷	۱۵/۰۰	۸۷۳/۳	۲/۲۳	۰/۸۷	۱۳۳/۶۰	۰/۰۰	۶۷۰/۰	۱/۲۸
۹-سمنان	۱۲/۰۰	۱۵۷/۰۰	۴۴/۰۰	۵۹۱/۶	۷/۳۴	۶/۹۰	۱۳۶/۰۰	۳۰/۵۴	۳۴۵/۰	۹/۴۸
۱۰-کردستان	۴/۷۵	۹۷/۰۰	۱۵/۰۰	۳۹۵/۰	۷/۵۰	۳/۹۰	۱۲۴/۵۰	۹/۵۴	۳۸۲/۵	۶/۰۱
۱۱- اصفهان	۴/۷۵	۱۹۷/۰۰	۳/۲۵	۹۸۲/۵	۲/۴۰	۳/۸۲	۱۲۶/۲۵	۸/۸۷	۴۸۹/۲	۵/۳۷
۱۲-مجارستان	۳/۰۰	۱۵۹/۵۸	۱۴/۵۰	۶۳۰/۸	۳/۲۰	۶/۴۰	۱۴۵/۳۵	۲۰/۵۴	۸۹۰/۰	۵/۱۱
۱۳- مجارستان	۳/۰۰	۱۱۵/۵۰	۱۴/۲۵	۵۴۵/۰	۲/۶۲	۳/۹۰	۱۱۴/۴۵	۱۵/۳۲	۳۸۷/۵	۶/۱۹
۱۴- مجارستان	۱/۳۳	۷۸/۲۵	۲۳/۰۰	۳۶۰/۸	۲/۰۸	۳/۹۰	۱۰۶/۷۸	۱۳/۰۴	۲۷۷/۵	۵/۱۰
۱۵- مجارستان	۵/۵۰	۹۵/۳۳	۱۶/۵۰	۶۶۳/۳	۵/۸۷	۷/۹۰	۱۵۰/۷۵	۲۳/۰۴	۶۷۰/۰	۶/۴۳
۱۶- مجارستان	۳/۲۷	۲۳۲/۶۰	۱۶/۶۷	۱۸۵۶/۰	۱/۸۴	۳/۵۷	۱۲۴/۷۳	۱۶/۰۴	۴۷۷/۵	۵/۴۵
۱۷- مجارستان	۷/۳۳	۱۸۷/۵۸	۲۷/۳۳	۱۱۲۹/۲	۳/۷۸	۴/۷۰	۱۴۱/۷۵	۹۲/۸۲	۶۱۲/۵	۳/۰۴
۱۸- مجارستان	۷/۳۳	۱۳۴/۲۵	۴۰/۵۰	۶۴۸/۳	۶/۹۷	۴/۴۰	۱۴۸/۵۲	۱۵/۵۴	۶۵۰/۰	۴/۸۲
۱۹- مجارستان	۳/۳۳	۲۳۰/۷۵	۴۲/۰۰	۹۷۰/۸	۱/۴۳	۴/۴۰	۲۰۷/۴۳	۷/۸۲	۷۵۵/۰	۳/۲۸
۲۰- مجارستان	۴/۲۵	۱۳۶/۰۰	۱۹/۷۵	۸۰۵/۰	۶/۳۵	۶/۹۰	۱۲۸/۳۵	۵۸/۰۴	۴۵۰/۰	۷/۳۹
۲۱- اصفهان	۳/۲۵	۱۱۷/۰۰	۲۳/۵۰	۶۸۰/۰	۴/۱۹	۴/۹۰	۱۹۸/۱۵	۲۳/۰۴	۱۴۷۲/۵	۴/۵۳
۲۲-نجف آباد	۵/۷۵	۱۹۷/۸۸	۱۱/۲۵	۱۹۰۱/۲	۱۰/۴۴	۴/۴۰	۲۲۱/۴۵	۳۸/۰۴	۱۶۸۰/۰	۳/۲۰
۲۳-خمینی شهر	۹/۲۵	۲۱۵/۱۷	۱۴/۶۷	۱۱۱۶/۶	۴/۲۱	۲/۴۵	۱۵۵/۷۵	۲۲/۸۲	۴۸۵/۰	۱/۶۵
۲۴-مبارکه	۶/۷۵	۱۴۵/۹۲	۱۹/۰۰	۷۹۴/۲	۴/۸۱	۳/۶۵	۹۷/۵۰	۸/۰۴	۳۹۰/۰	۵/۴۶
۲۵- اصفهان	۵/۵۰	۲۱۶/۸۳	۱۳/۵۰	۱۱۷۹/۲	۲/۶۴	۰/۵۷	۱۸۱/۵۰	۱۷/۲۱	۵۹۷/۵	۳/۹۴
LSD	۶/۹۵	۲۰۲/۵۱	۳۶/۰۲	۱۱۰۷/۷	۱۲/۱۲	۴/۴۳	۱۴۵/۸۹	۳۴/۸۱	۷۹۷/۹	۱۴/۱۵
میانگین	۵/۶۰^{a}	۱۶۱/۴۳^{b}	۲۲/۰۴^{a}	۸۳۶/۱^{b}	۵/۶۴^{a}	۴/۷۶^{a}	۱۴۲/۸۶^{b}	۲۰/۵۲^{a}	۶۰۸/۱^{b}	۵/۴۴^{b}

در هر ستون تفاوت دو میانگین که کمتر از LSD باشد در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نمی باشد. همچنین تفاوت بین میانگین خودگشن و دگرگشن که دارای حرف مشترک باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نمی باشد.

دانه، چروکیدگی آن و کاهش وزن دانه که در نهایت باعث افت عملکرد می‌شود. در مطالعه‌ای توسط کولاکو (۲۰۰۷) روی ارقام گندم، عملکرد دانه در اثر تنش خشکی ۴۴ درصد کاهش یافت (۷). در بررسی عملکرد سویا تحت تنش خشکی کاهش عملکرد ۳۹ درصدی تولید دانه سویا در اثر تنش خشکی گزارش شد (۴).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف بروم‌گراس نرم (جدول ۲) نشان داد که از نظر تعداد دانه در خوشه در حالت خودگشن و تحت‌تأثیر تنش خشکی ژنوتیپ ۱۵ با ۷/۹ و ژنوتیپ ۸ با ۰/۸۷ به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد بودند. در حالت دگرگشن و تحت اثر تنش خشکی ژنوتیپ ۲۲ با ۲۲۱/۴۵ و ژنوتیپ ۲۴ با ۹۷/۵۰ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را دارا بودند (جدول ۲). در محیط بدون تنش خشکی میانگین تعداد دانه در خوشه

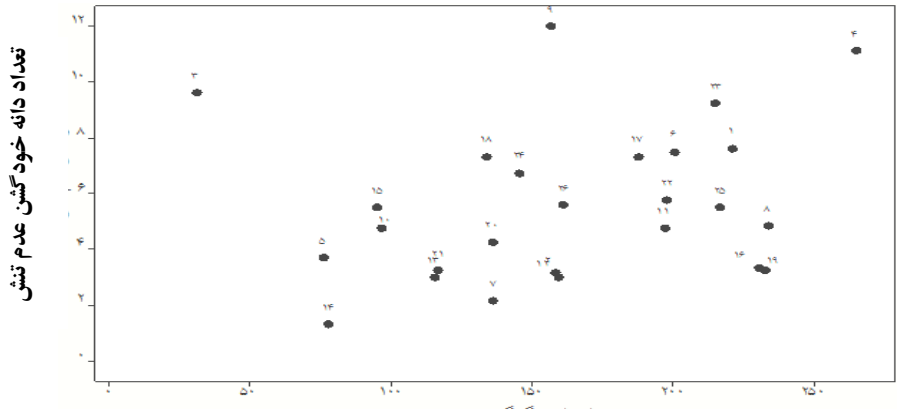
خودگشن ۵/۶۰ بود و ژنوتیپ ۹ با ۱۲ عدد و ژنوتیپ ۱۴ با ۱/۳۳ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را داشتند. میانگین تعداد دانه در خوشه دگرگشن دراین محیط ۱۶۱/۴۳ و ژنوتیپ ۴ با ۲۶۴/۷۵ و ژنوتیپ ۳ با ۳۱/۲۵ به‌ترتیب بیشترین و کمترین پرشدن دانه، چروکیدگی آن و کاهش وزن دانه که در نهایت باعث افت عملکرد می‌شود. در مطالعه‌ای توسط کولاکو (۲۰۰۷) روی ارقام گندم، عملکرد دانه در اثر تنش خشکی ۴۴ درصد کاهش یافت (۷). در بررسی تعداد دانه را به خود اختصاص دادند.

برای صفت وزن دانه در خوشه نیز در شرایط تنش و در حالت خودگشنی بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲) و میانگین وزن دانه در خوشه خودگشن تحت شرایط تنش ۲۰/۵۲ میلی‌گرم بود و ژنوتیپ ۶ با ۴۸/۰۴ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۸ با صفر به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه را داشتند. هم‌چنین میانگین وزن دانه در خوشه در حالت دگرگشن تحت شرایط تنش ۶۰۸/۱۳ میلی‌گرم بود و ژنوتیپ ۲۲ با ۱۶۸۰ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۹ با ۳۴۵ میلی‌گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه را تولید نمودند (جدول ۲). در محیط عدم تنش میانگین وزن دانه در خوشه خودگشن ۲۲/۰۴ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۴ با ۸۱/۸۸ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۱۱ با ۳/۲۵ میلی‌گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه را داشتند، هم‌چنین در این محیط میانگین وزن دانه در خوشه دگرگشن ۸۳۶/۱۱ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۲۲ با ۱۹۰۱/۲۵ میلی‌گرم و ژنوتیپ ۳ با ۱۶۰ میلی‌گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن دانه را داشتند (جدول ۲). هم‌چنین نتایج نشان داد که وزن دانه در خوشه در حالت دگرگشنی از ۸۳۶/۱۱ میلی‌گرم در شرایط عدم تنش به ۶۰۸/۱۳ میلی‌گرم درشرایط تنش خشکی کاهش یافت، و در حالت خودگشنی این میزان از ۲۲/۰۴ میلی‌گرم در شرایط عدم تنش به ۲۰/۵۲ میلی‌گرم در شرایط تنش کاهش نشان داد (جدول ۲).

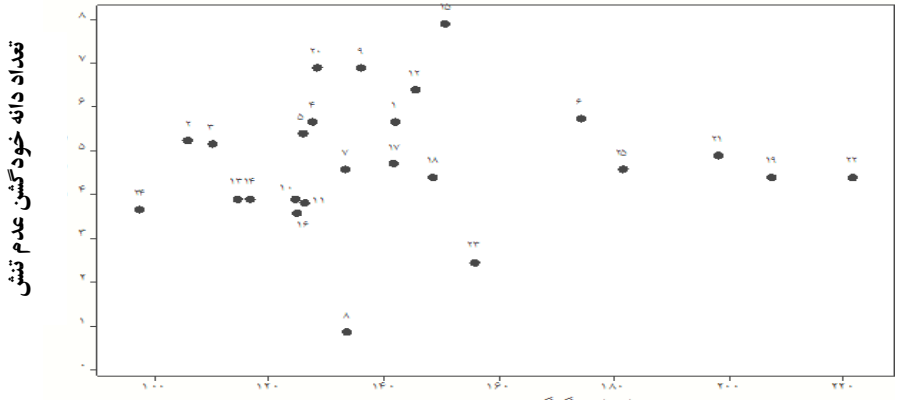
به‌منظور مقایسه بهتر ژنوتیپ‌ها از نظر میزان خودسازگاری از شاخص خودسازگاری (نسبت بذرهای حاصل از خودگرده‌افشانی به بذرهای حاصل از گرده‌افشانی آزاد) استفاده گردید و مقادیر آن در دو شرایط عادی و تنش خشکی در جدول ۲ ارایه شده است. در شرایط عدم تنش درصد خودسازگاری بین ۱/۴۳ (ژنوتیپ ۱۹) تا ۳۳/۷۸ (ژنوتیپ ۳) متغیر بود. ژنوتیپ‌های ۳، ۴، ۲۲، درصد خودسازگاری بالایی داشتند و ژنوتیپ‌های ۷، ۱۶، ۱۹ درصد خودسازگاری پایینی نشان دادند. در شرایط تنش درصد خودسازگاری بین ۱/۲۸ (ژنوتیپ ۸) تا ۹/۸۵ (ژنوتیپ۴) متغیر بود و ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۹، درصد خودسازگاری بالا و ژنوتیپ‌های ۸، ۱۷ و ۲۳ خودسازگاری پایینی داشتند. هم‌چنین ژنوتیپ ۴ در هر دو شرایط محیطی دارای درصد خودسازگاری بالایی بود.

نتایج حاصل از بررسی نحوه گرده‌افشانی نشان می‌دهد تعداد دانه در خوشه و وزن دانه در حالت دگرگشنی نسبت به خودگشنی بیشتر است که حاکی از ویژگی دگرگشنی این گیاه است. کاهش میزان بذر گیاه بروموس در حالت خودگشنی متأثر از عوامل عدم همزمانی در رسیدن اندام نر و ماده و خوداناسازگاری گامتوفیتی است (۲). در مطالعه روی گراس‌ها گزارش شده که دانه‌های حاصل از خودگشنی اجباری نسبت به دانه‌های حاصل از دگرگشنی بسیار کمتر و اندازه و مقیاس مشخصی ندارد و ضعیف و چروکیده بودند (۶). در مطالعه‌ای مشابه با این مطالعه در گیاه علوفه‌ای *Bromus hordeaceum* در دو حالت خودگشنی اجباری و دگرگشنی تشکیل دانه مشاهده شد ولی تشکیل دانه در حالت خودگشنی نسبت به دگرگشنی، کم و ضعیف بود (۲۶).

به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های دارای حداکثر یا حداقل تولید بذر در هر دو حالت خودگشن و دگرگشن نمودار بای‌پلات به تفکیک شرایط محیطی تنش و عدم تنش ترسیم شدند (شکل ۱ و ۲). نمودار بای پلات تعداد دانه در خوشه در شرایط عدم تنش (شکل ۱) نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد دانه تولید شده در دو حالت گرده‌افشانی (خودگشن و دگرگشن) تنوع و پراکندگی وجود داشت و ژنوتیپ ۴ بیشترین تعداد دانه و ژنوتیپ ۳ کمترین تعداد دانه را در حالت



شکل ۱. نمودار بای پلات تعداد دانه خودگشن در برابر تعداد دانه دگرگشن تحت شرایط عدم تنش

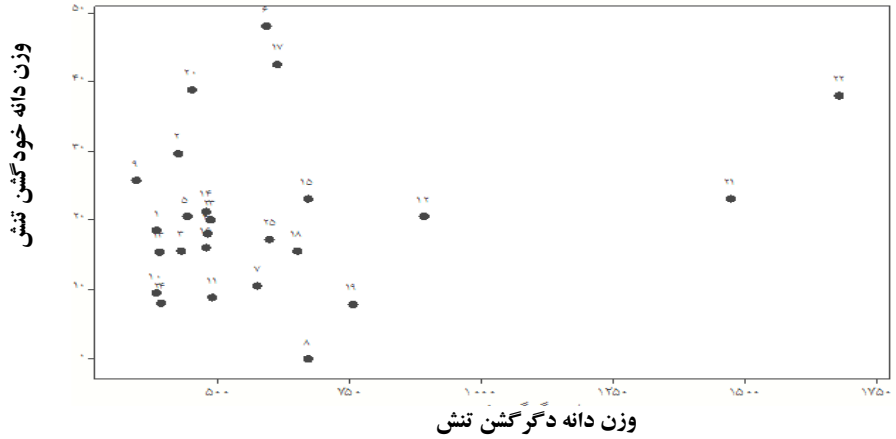


شکل ۲. نمودار بای پلات تعداد دانه خودگشن در برابر تعداد دانه دگرگشن تحت شرایط تنش

دگرگشنی و ژنوتیپ ۹ بیشترین تعداد دانه و ژنوتیپ ۱۴ کمترین تعداد دانه را در خودگشنی اجباری تولید کردند. نمودار بای پلات تعداد دانه در خوشه در شرایط تنش (شکل ۲) نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها دارای تنوع و پراکندگی زیادی می باشند و ژنوتیپ‌های ۲۲ بیشترین تعداد دانه و ژنوتیپ۲۴ کمترین دانه را در حالت دگرگشنی و ژنوتیپ ۱۵ بیشترین تعداد دانه و ژنوتیپ‌های ۸ کمترین تعداد دانه را در حالت خودگشنی اجباری تشکیل دادند. با توجه به هر دو نمودار بای پلات برای صفت تعداد دانه در خوشه در شرایط عدم تنش (شکل ۱) و تنش (شکل ۲)، مشاهده می‌شود که تنوع و پراکندگی بین ژنوتیپ‌ها در هر دو حالت گرده‌افشانی (خودگشن و دگرگشن) در شرایط عدم تنش نسبت به شرایط تنش بیشتر می‌باشد. ژنوتیپ ۱۴ ژنوتیپی است که به‌طورکلی در هر دو شرایط محیطی (عدم تنش و تنش) در حالت دگرگشنی تعداد دانه کم تشکیل داد.

نمودار بای پلات وزن دانه در خوشه در شرایط عدم تنش (شکل ۳) نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها از نظر وزن دانه براساس پراکنش در هر دوحالت گرده افشانی دارای تنوع و پراکندگی زیادی می‌باشند. ژنوتیپ‌های ۲۲ و ۱۶ بیشترین وزن و ژنوتیپ‌های ۳، ۱۴ و ۱۰ کمترین وزن دانه در حالت دگرگشنی را نشان دادند. در حالت خودگشنی ژنوتیپ‌های ۴، ۹ و ۱۹ بیشترین وزن و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۷ به‌ترتیب کمترین وزن را

شکل ۳. نمودار بای پلات وزن دانه خودگشن (mg) در برابر وزن دانه دگرگشن (mg) تحت شرایط عدم تنش



شکل ۴. نمودار بای پلات وزن دانه خودگشن (mg) در برابر وزن دانه دگرگشن (mg) تحت شرایط تنش

به خود اختصاص دادند. نمودار بای پلات وزن دانه در خوشه در شرایط تنش (شکل ۴) نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۲۲ به‌ترتیب بیشترین وزن و ژنوتیپ‌های ۹ و ۱ کمترین وزن بذر را در حالت آزادگرده‌افشانی و ژنوتیپ‌های ۶، ۱۷ و ۲۰ به‌ترتیب بیشترین وزن و ژنوتیپ‌های ۸ و ۱۹ به‌ترتیب کمترین وزن در حالت خودگشنی اجباری تشکیل دادند. ژنوتیپ ۸ کمترین وزن را در هر دو حالت گرده‌افشانی در شرایط تنش نشان داده است و ژنوتیپ‌های ۶ و۴ در شرایط تنش و عدم تنش وزن دانه خودگشن آنها بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد. این‌گونه اطلاعات اصلاحگر را در شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در شرایط خودگشنی تولید بذر بیشتری می نمایند و می‌توانند تولید لاین‌های خالص را تسریع بخشند، یاری می نماید. در گیاهان علوفه‌ای چمنی دگرگشن به‌دلیل سخت بودن تولید لاین خالص (به‌دلیل خودناسازگاری) مرسوم‌ترین روش به نژادی ایجاد واریته ترکیبی می‌باشد (۲۱). با این وجود برای انجام برخی مطالعات اصلاحی از جمله تشکیل جوامع نقشه‌یابی و مطالعات تجزیه ژنتیکی وجود لاین‌های خالص بسیار راه‌گشا است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اگرچه میزان خودناسازگاری در بروم‌گراس نرم بسیار بالاست لیکن بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر خودناسازگاری تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد که می‌توان از آنها در جهت تولید لاین‌های خالص در برنامه‌های اصلاحی آینده سود جست.

منابع مورد استفاده

1. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. *Irrigation and Drain*age. Paper No.56. FAO, Rome, Italy
2. Allen, A. M. and S. J. Hiscock. 2008. the Evolution and Phylogeny of Self-Incompatibility Systems in Angiosperms. Franklin tong.
3. Anjum, S. A., X. Y. Xie, L. C. Wang, M. F. Saleem, C. Man and W. Lei. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plant to drought strees. *African Journal of Agricultural Research* 6: 2026-2032.
4. Brevedan, R. E. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. *Crop Science* 43: 208-213.
5. Casler, M. D. 1991. Genetic variation and covariation in a population of *Dactylis L. Theoretical and Applied Genetics* 81: 253-226.
6. Chang, C. F. 1946. Self fertility studies in three species of commercial grass. *Agronomy Journal* 37: 873-881.
7. Collaku, A. H. 2002. Losses in wheat due to waterlogging. *Crop Science* 42: 444-450.
8. Darwin, C. 1876. the Effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom, Johan Murray, London. UK
9. Ehdaee. B. 1993. Plant Breeding. Third edition. Chamran University Press, Ahvaz (In Farsi).
10. Farsi, M., A. R. Bagheri. 2003. Principles of Plant Breeding. Mashhad University Press. Mashhad. (In Farsi).
11. Nettancourt, D. D. 1977. Incompatibility in Angiosperms. Springer Verlag. New York, USA.
12. Hayman, D. L. 1956. The genetic control of incompatibility in *Phalaris coerulescens*. *Australian Journal of Biological Sciences* 9: 321–331.
13. Hodgson, J. I. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34:11-19.
14. Hopkins, A., Z. Y. Wang, R. Mian, M. Sledge and R. E. Barker. 2003. Preface. Proceedings of the 3th International Symposium of Molecular Breeding of Forage and Turf. Texas and Ardomore Oklahama. U.S.A. P.12.
15. Kimberg. C. A. and E. T. Bingham. 1998. Population improvement in alfalfa: Fertility and S1 forage yield performance in original and improved populations. *Crop Science* 37: 1509-1513.
16. Knipe, W. J. and A. E. Carleton. 1972. Estimates of the percentage of self and cross pollination in sainfoin (*Onobyrchis viciaefolia* scop) *Crop Science* 12: 520-522.
17. Lundqvista. 1956. Self-incompatibility in rye. I. Genetic control in the diploid. *Hereditas 42:* 293-348.
18. Nelson, C. J., and L. E. Moser.1995. Morphology and systematic. 25: 15-30 *In*: Barns R. F, Miller D. A, Nelson, C. J (Eds). An Introduction to Grassland Agriculture. Ames, IA, USA: Iowa State University press.
19. Popravco, A. V. 1935. Breeding *Bromus inermis*. *Selek i semenovodstvo* 4: 49-50. (In Russian).
20. Schaaf, H. M. and R. R. Hill. 1979. Cross fertility differentials in bridsfoot trefoil. *Crop Science* 19: 451-454.
21. Sleper, D. A and J. M. Poehlman. 2006. Breeding Field Crops. VanNostrand Reinhold Company, New York.
22. Tabatabaee, M. 1374. Olive oil. Institute of Olive Cultivation Development Studies. (In Farsi).
23. Therios, L. 2009. Olives. Oxford UK. CABI Press.
24. Tomes, G. A. and I. J. Johnson. 1945. Self- and Cross-fertility relationships in *Lotus corniculatus* L. and *Lotus tenuis* Wald. *Agronomy Journal* 37: 1011-1024.
25. Wang, Z., A. Hopkins and R Main. 2001. Forage and turfgrass biotechnology. *Plant Science* 20: 573- 619.
26. Weimarck., 1963. Sklnes Flora. -Lund. Institute of. Genetic, University of Lund, Sweden.
27. Zapata, T. R. and M. T. K. Arroyo. 1978. Plant productive ecology of a secondary desiduous tropica forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221- 230.