بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

ارزیابی نتاج حاصل از خودگشنی و گرده‌افشانی آزاد در دو گونه *Dactylis glomerata* و *Bromus inermis*

پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات

سهیلا اسپنانی

استاد راهنما

دکتر محمد مهدی مجیدی

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات خانم سهیلا اسپنانی

تحت عنوان

ارزیابی نتاج حاصل از خودگشنی و گرده‌افشانی آزاد در دو گونه
Bromus inermis* و *Dactylis glomerata

در تاریخ ۱۳۹۳/۰۶/۱۱ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر محمدمهدی مجیدی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر آقافخر میرلوحی
۴- استاد داور	دکتر محمدرضا سبزعلیان
۵- استاد داور	دکتر سعید انصاری
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمدمهدی مجیدی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از

موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

بارالها از تو جز لطف و کرم سر نمی زند و از ما جز عصیان و طغیان بر نمی خیزد. حمد لایزال شایسته ذات لایزال تو باشد که قدرتی شکست ناپذیر و حلم و گذشتی شگفت انگیز داری. به سوی تو دست استغاثه بر میدارم و به توایمان می آورم و تو را مایه امید و پشتیبان خود می دانم. «فرازی از صحیفه سجادیه»

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، فراتر از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از مقام معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ از پدر و مادر عزیزم... این دو معلم بزرگوارم... که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند سپاسگزارم. همچنین از خواهر و برادر عزیزم که از هیچ کمکی در طی انجام این پایان نامه بر من دریغ نکردند نهایت سپاس را دارم.

از استاد با کمالات و شایسته، جناب آقای دکتر محمد مهدی مجیدی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند، جناب آقای دکتر آقافخر میرلوحی که زحمت مشاوره پایان نامه را بر عهده داشتند و همچنین جناب آقای دکتر محمدرضا سبزعلیان و جناب آقای دکتر سعید انصاری که زحمت بازخوانی و داوری پایان نامه را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین بر خود واجب می دانم از مدیر محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات جناب آقای دکتر حسن کریم مجنی که دلگرمیهایشان در طول انجام این پایان نامه همواره تسلی بخش خاطرم بود تشکر و قدردانی کنم. از دیگر اساتید دوران تحصیلم به ویژه جناب آقای دکتر ارزانی ، دکتر سعیدی و دکتر احسان زاده، استادان علم و اخلاق، نیز نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه جناب آقای مهندس خزائی و مهندس کیان مهر و آقای برزویی و همچنین کارکنان محترم مزرعه لورک به خاطر کمک های بی دریغشان سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم خانم ها مهندس نوروزی، نجفی پور، پیرنجم الدین، انور حمیدی و آقایان آنالویی و محسنی که از کمک هایشان در طول انجام این پایان نامه بهره بردم نهایت تشکر و قدردانی را دارم و برایشان آرزوی موفقیت و شادکامی را در طول زندگیشان دارم.

در نهایت از تمام دوستان عزیزم که در این مدت افتخار آشنایی و مصاحبت با آن ها را داشتم، به پاس محبت های بی دریغشان سپاسگزارم.

سهیلا اسپنانی

شهریور ۹۳

اگر شایسته باشد تقدیم به

پدر بزرگوارم

به قلب و دستان پر مهر مادرم

همان فرشتگان زمینی زندگیم، به خاطر تمام فداکاری ها، صبوری ها و به پاس قطره ای از دریای بیکران محبتشان

و خواهر و برادر عزیزم

که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش است

و به تمام کسانی که دوستشان دارم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست جداول ..... ده
فهرست اشکال ..... دوازده

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع ۲
۱-۱-اهمیت و مقدمه ۲
۱-۲-اهمیت گراس‌ها ۴
۱-۳-معرفی گونه‌های گراس مورد بررسی ۵
۱-۳-۱-علف باغ (داکتی‌لیس) ۵
۱-۳-۲-علف پشمکی (بروموس) ۵
۱-۴-خصوصیات گیاهی گونه‌های گراس مورد بررسی ۶
۱-۴-۱-علف باغ (داکتی‌لیس) ۶
۱-۴-۲-علف پشمکی (بروموس) ۷
۱-۵- به‌نژادی گراس‌های علوفه‌ای ۷
۱-۶-عمده اهداف اصلاحی گراس‌های علوفه‌ای ۸
۱-۷-مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر اینبریدینگ در گیاهان ۸
۱-۸-آزمون نتاج و ایجاد ارقام ساختگی ۹
۱-۹-برآورد پارامترهای ژنتیکی ۱۱
۱-۹-۱- برآورد اجزای واریانس ژنتیکی ۱۱
۱-۹-۲-وراثت‌پذیری ۱۳

فصل دوم:مواد و روش‌ها ۱۸
۲-۱- موقعیت و ویژگی‌های مکان آزمایش ۱۸
۲-۲- مواد آزمایشی و طرح آماری ۱۸
۲-۳- عملیات تهیه زمین و داشت ۱۹
۲-۴-صفات مورد مطالعه ۲۲
۲-۵- تجزیه آماری ۲۳
۲-۵-۱- تجزیه واریانس ۲۳
۲-۵-۲- برآورد اجزای واریانس بر مبنای میانگین پلات ۲۳
۲-۵-۳- برآورد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی بر مبنای نتاج خودگشن و آزادگرده‌افشان ۲۳

فصل سوم: نتایج و بحث ۲۸
۳-۱- مطالعه اول: ارزیابی نتاج حاصل از خودگشنی و آزادگرده‌افشانی و تاثیر اینبریدینگ ۲۸
۳-۱-۱- تجزیه واریانس جمعیت‌ها ۲۸
۳-۱-۲- ضریب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و درون ۳۰
۳-۱-۳- میانگین و دامنه تغییرات صفات در جمعیت‌ها ۳۵
۳-۱-۴- مقایسه میانگین ۲۵ ژنوتیپ هر جمعیت برای صفات مورفولوژیک و زراعی ۴۱
الف-جمعیت خودگشن ۴۱
ب-جمعیت آزادگرده‌افشان ۴۲
ج-جمعیت والدینی ۴۳
۳-۱-۵-همبستگی بین صفات (بر اساس میانگین سه جمعیت والدینی، خودگشن و آزادگرده‌افشان) ۵۱
۳-۱-۶-نتایج همبستگی به تفکیک هر یک از سه جمعیت ۵۳
الف: جمعیت والدینی ۵۳
ب: جمعیت خودگشن ۵۴
ج: جمعیت آزادگرده‌افشان ۵۴
۳-۱-۷-همبستگی بین نتاج و والدین ۶۰
۳-۱-۸-تجزیه عامل‌ها ۶۲
۳-۲-مطالعه دوم: برآورد پارامترهای ژنتیکی ۶۴
۳-۲-۱- برآورد اجزای واریانس فنوتیپی در سه جمعیت مورد مطالعه ۶۴
۳-۲-۲- وراثت‌پذیری بر اساس اجزای واریانس ۶۹
۳-۲-۳- وراثت‌پذیری خصوصی بر اساس رگرسیون والد-نتاج ۷۱
۳-۲-۴- مقایسه بین دو روش برآورد وراثت‌پذیری (اجزای واریانس و رگرسیون والد-نتاج) ۷۲
۳-۳- مطالعه سوم: آزمون نتاج ۷۵

۵- فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۸
۴-۱- نتیجه‌گیری کلی ۸۸
۵-۲- پیشنهادات ۹۱
منابع ۹۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: برآورد اجزای واریانس بین فامیل‌ها بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات..... ۲۳
جدول ۲-۲: برآورد اجزای واریانس بین ودرون فامیل‌های ناتنی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات ۲۵
جدول ۲-۳: برآورد اجزای واریانس بین و درون فامیل‌های تنی بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات ۲۵
جدول ۳-۱: میانگین مربعات در تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف باغ بر اساس طرح اسپلیت‌پلات (۳ جمعیت خودگشن، دگرگشن و والدینی عامل اصلی و ۲۵ ژنوتیپ عامل فرعی)..... ۲۹
جدول ۳-۲: میانگین مربعات در تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف پشمکی بر اساس طرح اسپلیت‌پلات (۳ جمعیت خودگشن، دگرگشن و والدینی عامل اصلی و ۲۵ ژنوتیپ عامل فرعی) ۳۰
جدول ۳-۳: ضریب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و درون جمعیت‌های خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی در ژنوتیپ‌های علف باغ..... ۳۳
جدول ۳-۴: ضریب تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و درون جمعیت‌های خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی در ژنوتیپ‌های علف پشمکی..... ۳۴
جدول ۳-۵: میانگین و دامنه تغییرات صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی علف باغ..... ۳۹
جدول ۳-۶: میانگین و دامنه تغییرات صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی علف پشمکی..... ۴۰
جدول ۳-۷: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت خودگشن گونه علف باغ ۴۵
جدول ۳-۸: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت خودگشن گونه علف پشمکی..... ۴۶
جدول ۳-۹: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت آزادگرده‌افشان گونه علف باغ..... ۴۷
جدول ۳-۱۰: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت آزادگرده‌افشان گونه علف پشمکی..... ۴۸
جدول ۳-۱۱: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت والدینی علف باغ..... ۴۹
جدول ۳-۱۲: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و زراعی در ۲۵ ژنوتیپ جمعیت والدینی گونه علف پشمکی..... ۵۰

جدول ۳-۱۳: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف باغ (پایین قطر) و علف پشمکی (بالای قطر)..... ۵۶
جدول ۳-۱۴: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف باغ (پایین قطر) و علف پشمکی (بالای قطر) در جمعیت والدینی..... ۵۷
جدول ۳-۱۵: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف باغ (پایین قطر) و علف پشمکی (بالای قطر) در جمعیت خودگشن..... ۵۸
جدول ۳-۱۶: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورفولوژیک و زراعی در گونه علف باغ (پایین قطر) و علف پشمکی (بالای قطر) در جمعیت آزادگرده‌افشان..... ۵۹
جدول ۳-۱۷: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین نتاج و نتاج با والدین در گونه علف باغ..... ۶۱
جدول ۳-۱۸: ضرایب همبستگی فنوتیپی بین نتاج و نتاج با والدین در گونه علف پشمکی..... ۶۱
جدول ۳-۱۹: نتایج تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک و زراعی و نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل در گونه علف باغ..... ۶۳
جدول ۳-۲۰: نتایج تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک و زراعی و نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل در گونه علف پشمکی..... ۶۴
جدول ۳-۲۱: واریانس ژنتیکی، واریانس محیطی و واریانس فنوتیپی در جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدین گونه علف باغ..... ۶۷
جدول ۳-۲۲: واریانس ژنتیکی، واریانس محیطی و واریانس فنوتیپی در جمعیت خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدین گونه علف پشمکی..... ۶۸
جدول ۳-۲۳: نتایج وراثت‌پذیری بر مبنای اجزای واریانس و رگرسیون والد – نتاج در گونه علف باغ..... ۷۴
جدول ۳-۲۴: نتایج وراثت‌پذیری بر مبنای اجزای واریانس و رگرسیون والد – نتاج درگونه علف پشمکی ۷۵
جدول ۳-۲۵: ترکیب‌پذیری صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت آزادگرده‌افشان علف باغ..... ۸۲
جدول ۳-۲۶: ترکیب‌پذیری صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت آزادگرده‌افشان علف پشمکی..... ۸۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: روند کلی برنامه‌های اصلاحی گراس‌های دگرگشن براساس آزمون نتاج[اقتباس از منبع ۲۱].....۹
شکل۲-۱: شمای علف باغ در مرحله‌گیاهچه‌ای (الف)، مرحله رشد رویشی (ب) و مرحله گلدهی (ج)..... ۲۰
شکل ۲-۲: شمای علف پشمکی در مرحله‌گیاهچه‌ای (الف)، مرحله رشد رویشی (ب) و مرحله گلدهی (ج) ۲۱
شکل ۲-۳: روند بر نامه اصلاحی از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۳ و نحوه حصول مواد ژنتیکی آزمایش..... ۲۶
شکل ۳-۱: نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس قدرت ترکیب‌پذیری در جمعیت آزادگرده‌افشان در علف باغ..... ۸۴
شکل ۳-۲: نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس قدرت ترکیب‌پذیری در جمعیت آزادگرده‌افشان در علف پشمکی ۸۴
شکل ۳-۳: نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس عملکرد نتاج خودگشن در علف باغ ۸۵
شکل ۳-۴: نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم بر اساس عملکرد نتاج خودگشن درعلف پشمکی ۸۵
شکل ۳-۵: نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس کلیه صفات در جمعیت والدینی در علف باغ..... ۸۶
شکل ۳-۶: نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس کلیه صفات در جمعیت والدینی درعلف پشمکی..... ۸۷

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر خویش‌آمیزی اجباری بر خصوصیات مورفولوژیک و زراعی در دو گونه علوفه‌ای علف باغ (*Dactylis glomerata*) و علف پشمکی (*Bromus inermis*) در سال زراعی ۹۲-۹۱ انجام شد. طی سال‌های گذشته تعداد ۲۵ رقم از دو گونه علف باغ و علف پشمکی مستقر شده بودند. در سال ۱۳۹۱ تعدادی بوته از هر جمعیت انتخاب شد، و در هر بوته نیمی از خوشه‌ها خودگشن و به نیم دیگر اجازه آزادگرده‌افشانی داده شد. بذور خودگشن (S1) و آزادگرده افشان (OP) حاصله به همراه والدین (S0) مواد ژنتیکی این آزمایش را تشکیل دادند. برای هر گونه، پژوهش به صورت آزمایش اسپلیت-پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. جمعیت‌های خودگشن، آزادگرده‌افشان و والدینی به عنوان فاکتور اصلی و ۲۵ ژنوتیپ به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بالاترین تنوع فنوتیپی برای اکثر صفات در علف باغ و علف پشمکی در جمعیت خودگشن مشاهده شد که حاکی از تنوع بالا در این جمعیت است. مقایسه میانگین صفات بین سه جمعیت مورد مطالعه در علف باغ نشان داد در جمعیت خودگشن عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم کاهش معنی‌داری (۴۴، ۲۰ درصد) نسبت به والدین داشت. جمعیت آزادگرده‌افشان نیز تفاوت معنی‌داری با جمعیت والدین از نظر این صفات داشت. در گیاه علف پشمکی اکثر صفات در جمعیت خودگشن و والدینی اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند. در این گیاه جمعیت خودگشن زودرس‌تر از والدین بود و کاهش معنی‌داری نیز از نظر ارتفاع نسبت به جمعیت والدینی نشان داد. بیشترین مقدار واریانس ژنتیکی در جمعیت آزادگرده‌افشان و خودگشن علف باغ به ترتیب مربوط به صفت عملکرد علوفه-ترچین اول و دوم بود. در جمعیت‌های خودگشن و آزادگرده‌افشان علف پشمکی نیز بیشترین مقدار واریانس ژنتیکی متعلق به عملکرد علوفه‌تر چین اول بود. واریانس ژنتیکی و واریانس محیطی برای اکثر صفات در هر دو گونه در جمعیت خودگشن بیشتر از جمعیت آزادگرده‌افشان بود. وراثت‌پذیری عملکرد علوفه خشک برای جمعیت خودگشن و آزادگرده‌افشان در گیاه علف باغ به ترتیب ۶ (عمومی) و ۲۲ (خصوصی) درصد و وراثت‌پذیری خصوصی به روش والد-نتاج ۱۷ و ۲۸ درصد برآورد گردید. وراثت‌پذیری عملکرد علوفه خشک برای جمعیت خودگشن و آزادگرده‌افشان در گیاه علف پشمکی به ترتیب ۱۴/۶۸ (عمومی) و ۳۳ (خصوصی) درصدو وراثت‌پذیری خصوصی به روش والد-نتاج ۳ و ۲۸ درصد برآورد گردید. بر اساس نتایج قابلیت ترکیب‌پذیری در جمعیت آزادگرده‌افشان در گیاه علف باغ مشخص شد که در صفت عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ-های ۹، ۲۴،۵ و ۶ بالاترین مقادیر را نشان داد. در گیاه علف پشمکی نیز برای این صفت ژنوتیپ‌های ۶، ۱ و ۲۰ ترکیب‌پذیری بیشتری داشتند. نتایج نشان داد که به نظر می‌رسد، آزمون نتاج خودگشن و آزادگرده‌افشان از کارایی کافی برای انتخاب والدین در هر دوگونه برخوردار است. با توجه به تولید گیاهچه‌هایی با قابلیت بقا وعملکرد مطلوب گیاهان در هر دو گونه مورد بررسی احتمال ایجاد اینبرد لاین برای انجام مطالعات اصلاحی امکان‌پذیر است.

کلمات کلیدی: خودگشنی، آزادگرده‌افشانی، وراثت‌پذیری، آزمون نتاج، علف باغ، علف پشمکی

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ اهمیت و مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی از یک طرف و محدودیت منابع تولیدی از طرف دیگر اندیشه‌ی محققان و دولتمردان را در این راستا سوق داده است که تنها راه دستیابی به خودکفایی کشاورزی به دلیل محدودیت منابع آب و خاک هر کشوری افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. این مهم به جز با بهره‌گیری از علم ژنتیک و اصلاح نباتات و تولید ارقام پر محصول امکان‌پذیر نمی‌باشد [۲۸].

مراتع یکی از منابع تجدید شونده با استفاده‌های متنوع می‌باشند که بهره‌گیری از آن‌ها در قرن حاضر جایگاه ویژه‌ای یافته است. کشور ما با وجود برخورداری از تنوع اقلیمی وسیع و وجود منابع محیطی و ذخایر گیاهی غنی هنوز در زمره‌ی کشورهای وارد کننده علوفه دامی و نیز مواد پروتئینی است [۲۱]. کمبود علوفه حاصل از بخش‌های زراعی و مرتعی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی دامپروری‌هاست [۲۰]. از آنجایی که در ایران چرای مفرط دامی از مراتع سبب عدم وجود تعادل بین دام و مرتع و در نتیجه تخریب آن شده است بنابراین احیای مراتع یکی از اهداف در تامین علوفه مورد نیاز می‌باشد. یکی از راه‌های افزایش ظرفیت تولید علوفه در مراتع کشور، اصلاح گونه‌های مرتعی از لحاظ عملکرد و کیفیت علوفه و ماندگاری آن می‌باشد [۱۴].

از دیدگاه کشاورزی پایدار کشت وکار گراس‌های علوفه‌ای ضمن این‌که از هدر رفتن حاصل‌خیزی خاک توسط فرسایش جلوگیری می‌کند، در تولید علوفه برای دام و متعاقب آن غذای پروتئینی انسان نیز دخیل است [۷۳]. داکتی‌لیس (*Dactylis glomerata* L.) و بروموس (*Bromus inermis*) از مهم‌ترین

گراس‌های چند ساله مراتع ایران می‌باشند که با وجود سهم عمده در تولید علوفه مرتعی، مطالعات اصلاحی اندکی به آن‌ها اختصاص یافته است [۱۴]. داکتی‌لیس از مهم‌ترین گراس‌های چند ساله‌ای است که به طور طبیعی در چراگاه‌ها و مراتع شمالی و غرب ایران می‌روید [۹]. این گیاه مقاومت خوبی به سایه و خشکی و تا حدودی به سرما دارد [۲۳]. بروموس از نظر کیفیت علوفه با داکتی‌لیس تقریبا مشابه است [۱۴]. عملکرد بروموس در فصل بهار بیش‌تر است ولی به دلیل رشد مجدد آهسته که به توزیع فصلی ضعیف عملکرد مربوط می‌شود، عملکرد آن در چین‌های بعدی کاهش می‌یابد [۴]. بروموس برتری قابل ملاحظه‌ای از نظر تولیدات چراگاهی و علوفه خشک دارد و امروزه به عنوان یکی از اجزای کشت مخلوط با لگوم و یکی از گیاهان کنترل کننده فرسایش تلقی می‌گردد [۱۴].

گیاهان علوفه‌ای عمدتا دگرگرده‌افشان هستند به همین علت مطالعات ژنتیکی در آن‌ها آسان نمی‌باشد. بنابراین یکی از روش‌ها برای تسهیل مطالعات ژنتیکی نظیر نقشه‌یابی ژنتیکی، ایجاد اینبردلاین در این گیاهان است. داکتی‌لیس و بروموس جزء گیاهان دگرگشن و دارای خودناسازگاری گامتوفیتی هستند که با دو ژن S وZ که چند آللی هستند کنترل می‌شود [۸۴]. به همین دلیل تولید اینبرد لاین در این گراس‌ها مورد تردید است. لذا به منظور بررسی میزان تحمل این گیاه به اثرات ناشی از اینبریدینگ و بررسی تنوع صفات در شرایط گرده‌افشانی متفاوت در این گیاهان الزامی است و تاکنون نیز مطالعات اندکی در این زمینه صورت گرفته است.

اصلاح ژنتیکی بروموس و داکتی‌لیس همانند مشکلات سایر گیاهان دگرگشن با محدودیت‌هایی روبرو است، از این رو ایجاد واریته‌های ساختگی عمده‌ترین روش اصلاحی در این دو گیاه می‌باشد تا بدین وسیله بتوان از گیاه هیبرید به منظور به حداکثر رساندن هتروزیس بهره برد [۱۶]. ساخت واریته ترکیبی و انجام مطالعات ژنتیکی مستلزم آزمون نتاج برای ایجاد رفتار اصلاحی در این گیاهان است [۹۱]. زیرا ارزش اصلاحی فرد در یک جمعیت پایه به چگونگی نمود نتاج در نسل‌های بعدی بستگی دارد [۸۳]. آزمون نتاج یک روش ارزشمند برای تعیین بهترین والدین برای ساخت یک واریته ساختگی است. عمده‌ترین روش‌های آزمون نتاج شامل جوامع آزادگرده‌افشان، نتاج S۱ و نتاج پلی‌کراس است [۹۱]. استفاده از نسل‌های پیشرفته گیاهان علوفه‌ایS۱ برای توسعه واریته‌های ساختگی جدید به صورت گسترده در اروپا استفاده می‌شود [۹۴].

برخورداری از اطلاعات کافی در مورد ژنتیک کمی در جمعیت پایه برای انتخاب برنامه‌ی اصلاحی موثر و لازم است. از این رو کسب اطلاعات در مورد میزان و نوع واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری، همبستگی‌ها و میزان پیشرفت ژنتیکی در جامعه ضروری است [۶۰]. برآورد اجزای واریانس برای تعیین نسبت واریانس فنوتیپی ناشی از اثرات ژنتیکی و همچنین تعیین مقدار اثرات ژنتیکی افزایشی نسبت به کل واریانس ژنتیکی استفاده می‌شود [۸۸]. روش‌های اصلاحی موجود در گیاهان علوفه‌ای امکان بکارگیری واریانس‌های غیرافزایشی را در این گیاهان محدود می‌کند از این رو اصلاح‌کنندگان، از واریانس ژنتیکی و جزء افزایشی آن برای انتخاب در این گیاهان استفاده می‌کنند.

ایران در زمره کشورهای وارد کننده علوفه و فرآورده‌های دامی می‌باشد. گراس‌ها از مهم‌ترین گیاهان مرتعی هستند که به لحاظ تولید علوفه، احداث چراگاه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند [۲۵]. متداول‌ترین روش به نژادی گراس‌های دگرگشن ایجاد واریته ترکیبی است که بر اساس بهره‌برداری از بنیه هیبرید استوار است [۱۰۹]. بدین منظور یافتن یک روش آزمون نتاج موثر الزامی می‌باشد. روش‌های آزمون نتاج اطلاعات ارزنده‌ای در خصوص پارامترهای ژنتیکی خصوصیات مختلف در اختیار می‌گذارد. آزمون نتاج پلی‌کراس (px)[1]، نتاج خودگشن (S1)[2] و آزادگرده‌افشان (OP)[3] از جمله مهم‌ترین آزمون نتاجی هستند که برای اصلاح گیاهان دگرگشن استفاده می‌شوند [۹۱]. مطالعات موجود در رابطه با مقایسه این سه روش آزمون نتاج برای انتخاب بهترین روش که بالاترین همبستگی را با نمود والدین داشته باشد در این دو گونه اندک بوده است و گزارش‌های ضد و نقیضی در این مورد وجود دارد. همچنین بررسی امکان ایجاد اینبردلاین در این گونه‌ها می‌تواند زمینه را برای مطالعات ژنتیکی از قبیل تهیه‌ی نقشه ژنتیکی و گروه‌های لینکاژی فراهم کند. براین اساس این تحقیق اهداف زیر را دنبال می‌کند.

۱-مقایسه نتاج حاصل از خویش‌آمیزی (S1)، آزادگرده‌افشان (OP) و کلون‌های والدی (S0) از نظر خصوصیات مورفولوژیک نسل بعد در دو گونه علف پشمکی و علف باغ.

۲- بررسی تنوع و برآورد پارامترهای ژنتیکی در جوامع حاصل از خودگشنی(S1)، آزادگرده‌افشانی (OP) و کلون‌های والدی(S0) در گیاهان علف پشمکی و علف باغ.

۳- بررسی امکان تولید اینبرد لاین در دو گونه علف پشمکی و علف باغ بمنظور طراحی برنامه‌های اصلاحی آتی.

۲-۱ اهمیت گراس‌ها

ایران یکی از مهمترین مراکز تنوع گیاهان علوفه‌ای است که از پتانسیل بالقوه‌ای برای توسعه این محصولات برخوردار است [۲۳]. بهره‌برداری هر چه بهتر از این پتانسیل نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و مناسب دارد تا بتوان به نحو مطلوب این تنوع کم نظیر را حفظ کرده و از آن بهره‌برداری نمود [۲۳]. تولید، مدیریت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر محصولات زراعی در کشور ما مورد توجه کمتری واقع شده است [۲۳].

گراس‌ها از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به لحاظ تولید علوفه، احداث چراگاه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند [۲۵]. همچنین این گیاهان به عنوان ماده اولیه در تامین مواد پروتئینی و لبنی در حفظ و سلامت و امنیت غذایی اهمیت ویژه‌ای دارند [۸]. گراس‌ها به تیره بزرگ گرامینه تعلق دارند. گیاهان علفی و علوفه‌ای خانواده Poaceae (Pooide) از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به طور معمول

1 Polycross progeny
2 Self progeny
3 Open-pollinated progeny

در تمام مراتع حضور دارند و نقش بسیاری در اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند [۱۱]. این تیره با در برداشتن حدود ۷۰۰ جنس و ۱۰۰۰۰ گونه، چهارمین تیره بزرگ گیاهان گلدار است که علت پراکنش وسیع آن‌ها در همه کشورها توان سازگاری بالای آن‌هاست. گراس‌ها در مقایسه با سایر گیاهان گلدار سازگاری بالایی با دامنه وسیعی از شرایط محیطی دارند. از پرکاربردترین گراس‌ها در دنیا می‌توان به Festuca، Agrostis، Poa، Lolium، Cynodon، Bromus و Dactylis اشاره کرد [۱۱۹].

۱-۳ معرفی گونه‌های گراس مورد بررسی

۱-۳-۱ علف باغ (داکتی‌لیس)

علف باغ (Orchard grass) با نام علمی *Dactylis glomerata* L. یکی از گرامینه‌های مهم مرتعی چند ساله مناسب مناطق سردسیری است که در مناطق معتدله جهان و در سطح وسیعی از مراتع کشور شامل استانهای شمالی و سلسله جبال البرز و زاگرس می‌روید [۱۹]. این گیاه در اروپا، آسیا، اطراف مدیترانه، شمال و جنوب امریکا، ژاپن، نیوزلند و استرالیا به طور معمول در طبیعت می‌روید [۱۱۱]. این گیاه بومی اروپا، شمال آفریقا و بخش‌هایی از آسیا است. در ایران گونه‌ی *D.Glomerata* پراکنش وسیعی دارد. امروزه کشت و زرع این گیاه به عنوان علوفه خالص، چراگاه‌های طبیعی و مخلوط با سایر گرامینه‌های مرتعی در برنامه‌های احیای مراتع قرار گرفته است. این گیاه به صورت علوفه نیز برداشت می‌شود. بعد از چرا یا برداشت به سرعت رشد می‌کند و عملکرد خوبی در سال‌های دوم و سوم دارد. داکتی‌لیس گیاهی خوشخوراک است و دارای ارزش غذایی بالایی است و به اکثر مناطق گرمسیری دنیا با اقلیم‌های مختلف سازگاری دارد [۸]. میزان ماده خشک قابل هضم و درصد پروتئین آن در مرحله گلدهی به ترتیب ۸/۲ و ۱۶/۳ می‌باشد [۵۴]. این گیاه در مناطق سایه‌ای مانند باغ‌ها رشد می‌کند و وجه تسمیه آن نیز به همین دلیل است. این گیاه در مناطق معتدل با بارندگی زیاد و زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم یافت می‌شود. داکتی‌لیس گیاهی چندساله است و از لحاظ نحوه‌ی گرده‌افشانی جزء گیاهان دگرگشن می‌باشد و از لحاظ سطح پلوئیدی جزء گیاهان تتراپلوییید (۲n= ۴x =۲۸) محسوب می‌شود[۶۵ و ۱۱۲]

۲-۳-۱ علف پشمکی (برواموس)

بروم‌گراس نرم با نام علمی *Bromus inermis* Leyss یکی از مهمترین گونه‌های بروم‌گراس و بومی مرکز و شمال اروپا و همچنین آسیای میانه است [۱۱۸]. از نظر ریشه لغوی Bromus از کلمه Broma به معنی غذا گرفته شده است. جنس بروموس گروه مجزایی از گراس‌ها می‌باشد که از لحاظ جغرافیایی گسترش وسیعی دارد و شامل گیاهان یک‌ساله، دوساله و چندساله با سطوح پلوئیدی مختلف و تیپ‌های گوناگون رشدی می‌باشد [۳]. جنس بروموس شامل ۱۰۰ گونه است که در سراسر قاره‌ها گسترش یافته است و به طور گسترده برای مصارف علوفه خشک، مراتع و احیای اراضی رشد می‌کند [۴۸ و ۶۸]. هیچکاک [۷۲] ۴۲ گونه از این جنس را در ایالت متحده شناسایی کرد که شامل چندساله‌های بومی و غیر بومی و گروه بزرگی از یکساله‌های غیر بومی است. این گیاه یکی از گیاهان چند ساله فصل سرد با پوشش گیاهی متراکم می‌باشد.

این گیاه با اقلیم‌های خشک سازگاری دارد و بسیار متحمل به خشکی می‌باشد [۴۹ و ۱۱۸]. گیاهان جنس بروموس به آب و هوای سرد و یا مناطقی که در آنها فصل سرد در خلال قسمتی از فصل رشد حاکم است، سازگارند [۱۰۴]. این گیاه را معمولا با یونجه برای چرا و تهیه علوفه خشک می‌کارند. ترکیب کشت مخلوط بروموس- لگوم به علت ارزش غذایی و درصد پروتئین بالا منابع پروتئینی مناسبی برای دام است که ارزش اقتصادی بالایی دارد [۳]. بروموس گونه‌ای اتوآلواکتاپلوییید (۲n=۸x=۵۶) با فرمول ژنومی AAAABBBB می‌باشد [۶۴ و ۷۱] و جزء گراس‌های آزادگرده‌افشان است [۶۴ و ۷۱]. در مطالعه‌ای که بر روی ساختار کاریوتیپی گونه‌های بروموس در ایران انجام شده سطح پلوئیدی برای این گونه دیپلوئید و تتراپلوئید (۲۸ و ۲n=۱۴) گزارش شده است [۲۷].

۱-۴ خصوصیات گیاهی گونه‌های گراس مورد بررسی

۱-۴-۱ علف باغ (داکتی‌لیس)

علف باغ به صورت کپه‌ای رشد می‌کند و فرم رشدی آن به صورت افراشته (Bunch) می‌باشد و فاقد ریزوم و استولون است. رشد این گیاه در اوایل بهار آغاز شده و به سرعت گسترش می‌یابد به طوری که در مناطق معتدل گل‌ها در اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد ظاهر می‌شوند. بذور داکتی‌لیس مستعد جوانه‌زنی در اوایل بهار و اواخر تابستان می‌باشد [۱۵]. داکتی‌لیس در مرحله گیاهچه‌ای گونه‌ای رقابت‌پذیر نیست ولی در مراحل بعدی رشد خود قابلیت رقابت‌پذیری بالایی دارد. داکتی‌لیس هم به صورت جنسی از طریق بذر و هم به صورت غیر جنسی از طریق پنجه‌زنی تکثیر می‌شود. نقاط رشد که در نزدیکی سطح زمین قرار دارند از طریق تعداد زیادی پنجه که در داخل بوته‌ها به صورت رویشی باقی مانده‌اند محافظت می‌شوند. این پنجه‌ها فقط برگ تولید می‌کنند و این امکان را به گیاه می‌دهند که در زمان خوشه‌دهی پوشیده از برگ‌های قاعده-ای بوده و ظاهری پربرگ داشته باشد. سیستم ریشه‌ای علف باغ افشان بوده و بسیار گسترده‌تر از برخی از گراس‌ها می‌باشد ولی پراکنش آن از بروموس کمتر است [۶۶].

از لحاظ مورفولوژیک دارای برگ‌هایی با جوانب چین خورده و در برش عرضی V شکل است که این دو خصوصیت مهمترین ویژگی برای شناسایی گونه‌های علف‌باغ محسوب می‌شوند. علف باغ فاقد گوشوارک و دارای زبانک غشایی به طول ۲ تا ۸ میلی‌متر می‌باشد. پهنک برگ معمولا ۲ تا ۱۰ میلی‌متر و طول آن بین ۵ تا ۲۵ سانتی‌متر است با این حال در بعضی موارد طول برگ‌ها به یک متر هم می‌رسد. دامنه رنگ برگها از سبز روشن تا سبز مایل به آبی تیره در گونه‌های مختلف متغیر است [۴]. تمایز مریستم انتهایی که در قاعده هر گیاه قرار دارد و طویل شدن میان گره‌ها به سمت بالا باعث تشکیل گل آذین می‌شود. ارتفاع علف باغ می‌تواند تا ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر باشد [۱۲]. طول گل آذین آن ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر می باشد و سنبلک-هایی با ۲ تا ۵ گلچه دارد. گل آذین در ابتدا دارای انشعاب‌های طویل‌تر و هر چه به سمت انتهای گل آذین پیش برویم انشعاب‌ها کوتاه‌تر می‌شوند.

۱-۴-۲ علف پشمکی (بروموس)

علف پشمکی دارای فرم رویشی متراکم، ایستاده و پربرگ است. نسبت به داکتی‌لیس مقاومت زیادی به سرمای زمستان دارد و همچنین محصول زیادی در فصل بهار تولید می‌کند [۴]. بروموس دارای ریشه‌های عمیق بوده و در سطح خاک نیز ریشه‌های زیادی همراه با ریزوم تولید می‌کند. در طول دوره‌ی رشد به نیتروژن یکنواخت احتیاج دارد و در خاک‌هایی که نیتروژن کمی دارند باید با کاربرد کودهای نیتروژن‌دار تقویت شوند. تا حدی تحمل شرایط قلیایی را دارد اما از آگروپایرون تحمل کمتری دارد [۳]. به علت برداشت بخش عمده‌ای از جوانه‌های انتهایی تولید کننده پنجه به واسطه چین‌برداری رشد مجدد آن کند می‌باشد. پنجه‌زنی در اندک زمانی پس از سبز شدن صورت می‌گیرد و تا اواخر تابستان ادامه می‌یابد. ریزوم‌ها از سه هفته اول ظهور گیاهچه و شش ماه پس از آن تشکیل می‌شوند. ارتفاع بروموس بین ۷۰-۱۴۰ سانتی‌متر است [۱۰۱]. این گیاه دارای گل آذین پانیکول است که طول آن به ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر می‌رسد. در زمان رسیدگی رنگ پانیکول ارغوانی متمایل به قهوه‌ای است. تکثیر بروموس هم به صورت جنسی (بذر) و هم غیر جنسی (پنجه‌ها) صورت می‌گیرد.

۱-۵ به‌نژادی گراس‌های علوفه‌ای

علف پشمکی و علف باغ جزء گیاهان چند ساله و دگرگشن هستند بنابراین اصلاح این گیاهان مطابق با روش‌های اصلاح گیاهان دگرگشن می‌باشد. در طی قرن گذشته روش‌های کلاسیک اصلاح نباتات بیشترین نقش را در بهبود ژنتیکی گراس‌های علوفه‌ای به منظور افزایش تولید و کاربرد آن‌ها داشته است [۶۳ و ۱۱۹]. با این حال وجود مسایلی مانند پیچیدگی ژنتیکی، چند ساله بودن و دگرگشنی (ناشی از خودناسازگاری و نرعقیمی) موجب شده که روش‌های کلاسیک در گیاهان علوفه‌ای کارایی کمتری در مقایسه با سایر گیاهان زراعی داشته باشند [۱۰۹]. همانند بیش‌تر گراس‌های علوفه‌ای دگرگرده‌افشان، هیبرید اقتصادی F۱ برای این دو گیاه وجود ندارد. بنابراین اصلاح این گیاهان بیش‌تر به سمت ایجاد واریته‌های ساختگی و بهبود جوامع هتروژن است [۳۷]. بهبود جوامع هتروژن به منظور آزاد کردن ارقام آزادگرده‌افشان و یا به عنوان منبعی برای انتخاب والدین برتر برای تولید واریته‌های ساختگی صورت می‌گیرد [۳۵]. انتخاب والدین از مهمترین مراحل برای تولید واریته ساختگی محسوب می‌شود که می‌تواند از طریق ارزیابی خود والدین، نتاج حاصل از خودباروری آن‌ها و یا برآورد قابلیت ترکیب عمومی حاصل از آزمون پلی‌کراس یا تاپ‌کراس صورت گیرد که متداول‌ترین آن‌ها روش پلی‌کراس است [۲۶، ۳۲، ۴۲ و ۹۷]. برخلاف هتروزیس، پسروی ناشی از اینبریدینگ[1] است [۶۲]. اگرچه مکانیسم کنترل کننده هر پدیده ممکن است تا حدی متفاوت باشد [۱۰۳]. بسیاری از دانش ما از هتروزیس در گیاهان علوفه‌ای از مطالعات اینبریدینگ مشتق می‌شود [۵۰]. اصلاح‌کنندگان نباتات با استفاده از خویش‌آمیزی در گیاهان دگربارور لینه‌های اینبرد تولید می‌کنند و از این لینه‌ها در تهیه افراد هتروزیگوس (بذر هیبرید) استفاده می‌نمایند [۱۶]. در گیاهی مثل ذرت می‌توان در اثر خودباروری در طی ۷ تا ۸ نسل لینه‌های اینبرد تولید کرد [۱۶]. تولید اینبردلاین در گیاهان علوفه‌ای پلی‌پلوئید

1. Inbreeding depression

همانند بروموس و داکتی‌لیس نیاز به خودگشنی طی نسل‌های بیشتری دارد. از طرفی تولید اینبردلاین در این گونه‌ها علاوه بر بهره‌برداری از بنیه هیبرید می‌تواند زمینه را برای مطالعات ژنتیکی از قبیل تهیه‌ی نقشه ژنتیکی و گروه‌های لینکاژی فراهم کند. یکی از اهداف این مطالعه بررسی تولید اینبرد لاین در دو گونه مورد مطالعه می‌باشد.

۱-۶ عمده اهداف اصلاحی گراس‌های علوفه‌ای

گراس‌ها یکی از منابع اصلی تامین علوفه در کشاورزی محسوب می‌شوند. این گیاهان در دامپروری بیشتر کشورهای اروپایی و مناطق معتدله و گرم دنیا نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۴۳]. هدف‌های مهم اصلاحی گراس‌های علوفه‌ای شامل افزایش عملکرد علوفه، دیرزیستی، افزایش فصل چرا، مقاومت به بیماری‌ها می‌باشد [۵]. در این میان افزایش عملکرد و کیفیت علوفه بیش‌ترین اهمیت را برای اصلاح این گیاهان برخوردار هستند [۶۹ و ۷۰]. آنچه در اصلاح گراس‌ها علاوه بر افزایش عملکرد علوفه دارای اهمیت می‌باشد افزایش تولید بذر است زیرا ارقام پرمحصول جدید باید از پتانسیل تولید بذر مطلوبی برخوردار باشند تا بتوان آن‌ها را در سطح وسیع کشت نمود [۹۶].

۱-۷ مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر اینبریدینگ در گیاهان

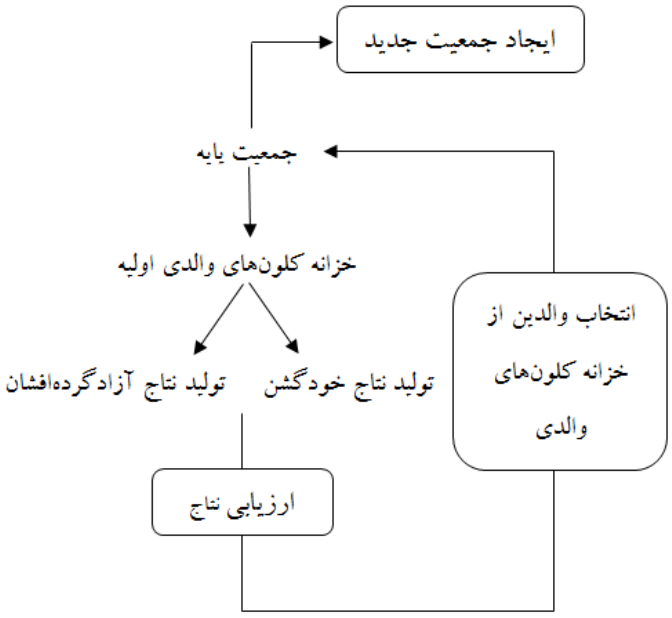
داکتی‌لیس و بروموس جزء گیاهان دگرگشن و دارای خودناسازگاری گامتوفیتی هستند که با دو ژن S وZ (چند آللی) کنترل می‌شود [۸۴]. به همین دلیل تولید اینبردلاین در این گراس مورد تردید است، در نتیجه عمده‌ترین روش اصلاحی همچون سایر گراس‌های دگرگشن ایجاد واریته‌های ساختگی است تا بدین وسیله بتوان از پدیده هتروزیس در این گیاه بهره برد [۱۶]. داشتن اطلاعات در مورد خودگشنی و آثار اینبریدینگ در گیاهان دگرگرده‌افشان در بکارگیری نوع روش اصلاحی مفید است [۱۲۲].

در یونجه گزارش شده است که یک نسل خودگشنی تا حدودی اثر سوءتخریبی بر صفاتی مانند ارتفاع و زودرسی داشته است [۳۱ و ۱۲۷]. بطور کلی بیشترین میزان پسروی اینبریدینگ در اولین نسل از خودگشنی است [۴۱]. از طرفی افزایش سطح هموزیگوسیتی به واسطه‌ی اینبریدینگ امکان شناسایی و حذف آلل‌های نامطلوب را تسهیل می‌کند و باعث انتخاب برای افزایش فراوانی آلل‌های مطلوب در جمعیت می‌شود [۸۳]. در برخی گیاهان نظیر علف گندمی [۴۱] گزارش شده اولین نسل از خودگشنی (S1) باعث تثبیت آلل‌های نامطلوب و تضعیف گیاه می‌شود. یزدی صمدی و استانفورد [۱۲۷] نتاج حاصل از خودگشنی در یونجه را از لحاظ ارتفاع بوته و وزن محصول کمتر از والدین گزارش کردند. با این وجود ارقام خودگشن در مواردی از لحاظ درصد پروتئین و کیفیت علوفه برتر از ارقام کلون و آزادگرده‌افشان بوده است [۳۱]. در یونجه زرد [۹۹] و علف گندمی [۴۱] گزارش شده که نه تنها نتاج S1 بقای کمتری نسبت به پلی‌کراس داشتند بلکه درصد بقای کمتری هم نسبت به واریته شاهد نشان دادند. نتاج S1 عملکرد کمتری برای علوفه و بذر نسبت به پلی‌کراس نشان دادند [۹۹]. جنکین [۷۷] در فستوکا مشاهده کرد که بذرهای خودگشن شده جوانه‌زنی کمتری نسبت به بذرهای دگرگشن شده دارند در حالی که وف و کیپس [۱۲۴] در داکتی‌لیس تفاوتی بین

این دو دسته مشاهده نکردند. در یونجه زرد گیاهان خودگشن شده دارای غلاف‌های کوچک‌تر و تعداد بذر کمتر در غلاف نسبت به غلاف‌های گیاهان دگرباروور بودند که می‌تواند ناشی از سقط گرده یا تخمک و یا ترکیب این دو باشد [۹۹]. با توجه به اینکه تعداد بذر کم در غلاف‌های خودگشن شده ماده‌ی غذایی بیشتری برای رشد در دسترس دارند و همچنین رقابت کمتری را برای رشد نشان می‌دهند از این‌رو بذرهای خودگشن شده بزرگتر از بذرهای غلاف‌های دگرگشن شده بودند [۹۹]. کیمبرگ و بیگ‌هام [۸۳] در یونجه و ویلس و همکاران [۱۲۲] در بروموس با بررسی دانه گرده در کلون‌ها (S۰) برای میزان عقیمی ارتباط کمی بین درصد عقیمی گرده و سطح خودگشنی گزارش کردند. نتاج آزادگرده‌افشان در بروموس از والدینشان (S۰) در همه‌ی خصوصیات به جز ارتفاع برتر بودند [۹۱]. این نمود بهتر از گیاهان آزادگرده‌افشان ممکن است در نتیجه‌ی بروز هتروزیس باشد [۹۱]. رینکر [۱۰۲] در مطالعه خود روی گونه فسکیوی بلند که ارقامی سازگار از کشور پرتقال بودند ژنوتیپ‌های خودگشنی بدست آورد که دانه‌های آن‌ها از نظر داشتن آندوسپرم با گیاهان دگرگشن برابری داشت. وی در پژوهش خود نشان داد خودگشنی در این گیاه امکان‌پذیر است لیکن برای دستیابی به بذر خودگشن باید انتخاب بیشتری در بین ارقام فسکیوی بلند انجام گیرد.

۱-۸ آزمون نتاج و ایجاد ارقام ساختگی

همانگونه که ذکر شد ایجاد ارقام ساختگی و اصلاح جمعیت‌های هتروژن، عمومی‌ترین روش در اصلاح گونه‌های علوفه‌ای دگرگرده‌افشان، چند ساله و با تولیدمثل جنسی است [۹۷]. یکی از مراحل اساسی در تولید واریته‌های ساختگی انتخاب والدین مناسب از بین والدین متعدد است. این ارزیابی می‌تواند از طریق ارزیابی خود والدین، آزمون نتاج حاصل از خودباروری آن‌ها و یا برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی حاصل از آزمون پلی‌کراس یا تاپ‌کراس صورت گیرد که متداول‌ترین آن‌ها روش پلی‌کراس است [۲۶ و ۹۷]. در زیر نموداری در رابطه با آزمون نتاج آورده شده است.



شکل ۱-۱- روند کلی برنامه‌های اصلاحی گراس‌های دگرگشن براساس آزمون نتاج[اقتباس از منبع ۲۱]