Archive of SID

دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد 18، شمارهٔ 2، صفحهٔ 304-294 (1389)

تجزیه علیت صفات مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد علوفه در جمعیت‌هایی از جنس لولیوم (*Lolium* spp)

صادق پورمرادی*[1] و حسین میرزایی ندوشن[2]

1*- نویسنده مسئول مکاتبات، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری
پست الکترونیک: Spour272@yahoo.com
2- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ دریافت: 1388/8/15 تاریخ پذیرش: 1388/12/18

چکیده

لولیوم به دلیل رشد و ایجاد پوشش سریع، خوش‌خوراکی، عملکرد علوفه زیاد، مقاومت در برابر سرما و ایجاد پوشش مناسب در ماه‌های سرد سال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور برآورد تنوع ژنتیکی و ارتباط بین عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیک، شش جمعیت از سه گونه لولیوم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مطالعه شده و صفات تعداد پنجه، طول برگ، عرض برگ، ارتفاع و عملکرد علوفه خشک از چهار بوته در هر کرت آزمایشی اندازه‌گیری شد. پس از انجام تجزیه واریانس یک متغیره و تجزیه کوواریانس ترکیب‌های دوگانه صفات، همبستگی ژنتیکی محاسبه گردید. همچنین با هدف تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد علوفه خشک بوته تجزیه علیت انجام شد. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین جمعیت‌های مورد بررسی از نظر تمامی صفات تنوع ژنتیکی وجود داشت. همبستگی ژنتیکی بین عملکرد علوفه خشک بوته با تعداد پنجه (r=0/84) در سطح 5٪ معنی‌دار بود. تجزیه علیت نشان داد اثر مستقیم صفت ارتفاع بوته بیشترین مقدار را در بین اثرات مستقیم متغیرهای مستقل بر عملکرد خشک بوته داشت. به نظر می‌رسد طول برگ با اثر مستقیم مثبت و زیاد به دلیل عدم همبستگی معنی‌دار با صفات دارای اثر مستقیم منفی (تعداد پنجه و عرض برگ)، مناسبترین صفت جهت اصلاح عملکرد جمعیت‌های مورد بررسی باشد. این صفت می‌تواند به‌عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد خشک بوته استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیک، تجزیه علیت، همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی، لولیوم.

مقدمه

یکی از روش‌های کاربردی برای تجزیه همبستگی‌ها و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل بر صفات وابسته، استفاده از ضریب علیت (Path Coefficient) است. تغییر در متغیرهای مستقل سبب تغییر در متغیر وابسته می‌گردد به‌طوری که براساس مقادیر ثابت متغیرهای مستقل می‌توان ارزش میانگین متغیر وابسته را پیش‌بینی کرد. برای استنباط مفهوم علیت یکی از شرایط، تغییرات همزمان یا کوواریانس بین دو متغیر x , y است. شرط دیگر آنست که این دو متغیر دارای ترتیب زمانی باشند یعنی در آنها ترتیب تقدم و تأخر وجود داشته باشد، به‌طوری که علت مقدم بر معلول باشد. بعد از آنکه رابطه

www.SID.ir

Archive of SID

علیت بین متغیرها بخوبی مشخص شد در آن صورت می‌توان کل سیستم را توسط نموداری موسوم به نمودار علیت (Path Diagram) نشان داد.

همبستگی بین صفات در اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه بین دو یا چند صفت را معین می‌کند. همانگونه که فنوتیپ هر فرد ناشی از اثرات عوامل ژنتیکی، محیطی و اثرات متقابل بین آنهاست، ضرایب همبستگی فنوتیپی نیز به ضرایب همبستگی ژنتیکی و محیطی تفکیک می‌گردد (Falconer, 1983). چنانچه همبستگی ژنتیکی وجود داشته باشد انتخاب برای یک صفت منجر به تغییراتی در صفت یا صفات دیگر می‌شود که اصطلاحا به این پدیده واکنش‌های وابسته اطلاق می‌شود (Hallauer & Miranda, 1982). در این خصوص Falconer (1983) و Hallauer و Miranda (1982) اصول تئوری محاسبه میزان تغییر در صفت Y در اثر انتخاب برای صفت X را ارائه داده‌اند. انتخاب گیاهان و ارقام مطلوب بر مبنای اجزای عملکرد از دیر باز مورد توجه و استفاده بهنژادگران بوده است. اجزای عملکرد خصوصیاتی هستند که همبستگی بالایی را با آن داشته و اندازه‌گیری آنها نیز تا حدودی ساده و دقیق‌تر است. انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد نوعی انتخاب بر مبنای مدل و یا شاخص است، که به طور عمده مبتنی بر ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی با یکدیگر و با عملکرد است (Jensen, 1988). اگرچه همبستگی‌ها در تعیین مولفه‌های اصلی که بر عملکرد تأثیر می‌گذارند کمک مؤثری می‌نمایند، ولی اهمیت نسبی اثرات مستقیم و غیرمستقیم را نشان نمی‌دهند (رضایی، 1375).

تجزیه همبستگی‌ها یا تجزیه علیت اولین بار توسط رایت هنگام ارزیابی روابط بین صفات در گیاه مرتعی *Agropyrun cristatum* پیشنهاد شد (Wright, 1921). انجام تجزیه علیت نیازمند مفروضاتی است ازجمله:

ـ رابطه بین متغیرها خطی (جمع‌پذیر) است.

ـ اثرات باقیمانده فاقد همبستگی با یکدیگر هستند.

ـ علیت یک جهته است و علیت معکوس وجود ندارد.

ـ متغیرهای مشاهده شده بدون اشتباه اندازه‌گیری می‌شوند.

ـ در مدل علت تامه وجود دارد یعنی علت‌های دیگر در کار نیست (فرشادفر، 1377).

تجزیه علیت روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر عملکرد روشن می‌سازد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند تفکیک می‌گردد. استفاده از این روش به شناخت روابط علت و معلولی بین صفات نیاز دارد و محقق باید بر مبنای اطلاعات قبلی و شواهد تجربی جهت علت‌ها را معلوم نماید. تجزیه علیت بر مبنای روش رگرسیون چند متغیره استوار است. ضرایب علیت نیز همان ضرایب رگرسیون جزیی استاندارد شده هستند و اهمیت نسبی هر متغیر ثابت (صفات مختلف) را در برآورد مقدار متغیر تابع (عملکرد) نشان می‌دهند (رضایی، 1375).

برای تفسیر اثرات متقابل حاصل از نتایج تجزیه علیت توجه به مطالب زیر مفید خواهد بود.

ـ اگر همبستگی بین عامل‌های علت و معلول تقریباً برابر اثر مستقیم باشد، در آن صورت همبستگی رابطه واقعی را نشان داده و انتخاب مستقیم از طریق این صفت مؤثر خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

ـ اگر ضریب همبستگی مثبت، اما اثر مستقیم منفی یا قابل اغماض باشد، در آن صورت علت همبستگی اثرات غیرمستقیم است. در چنین مواردی باید عوامل غیرمستقیم سببی را بطور همزمان مورد توجه قرار داد.

ـ ممکن است ضریب همبستگی منفی اما اثرات مستقیم مثبت و زیاد باشد. در چنین مواردی باید از مدل‌های انتخاب همزمان محدود شده پیروی کرد یعنی باید برای به صفر رساندن اثرات غیرمستقیم نامطلوب محدودیت‌هایی اعمال کرد تا بتوان از اثرات مستقیم استفاده نمود (فرشادفر، 1377).

تاکنون استفاده از تجزیه علیت برای مطالعه اثر صفات بر روی عملکرد علوفه لولیوم گزارش نشده است. اگرچه از این روش در بررسی روابط بین صفات در سایر گونه‌های گیاهی استفاده قابل توجهی شده است. به‌عنوان نمونه در تحقیقی مشخص شد که عملکرد ماده خشک و تعداد برگ از مهمترین اجزای عملکرد بوده و این صفات بیشترین اثرات مستقیم را در عملکرد علوفه سبز ارقام سورگوم داشتند (Manickam & Das, 1994). همین‌طور تجزیه علیت نشان داد تعداد پنجه در کپه مهمترین صفت با اثر مثبت بر روی عملکرد علوفه (خشک و تر) هیبریدها و تلاقی متقابل حاصل از دو گونه *Penisetum glaucum* و *Penisetum purpureum* بود (Pradham *et al*., 1993). در زمینه گیاهان داروئی نیز تحقیقاتی که توسط میرزایی ندوشن و همکاران (1385) صورت گرفت همبستگی بین ویژگی‌های مختلف آویشن را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و ارتباط مواد مؤثره این گیاه را با صفات مورفولوژیک بررسی نمودند. سالار و همکاران (1384) نیز در مطالعه تاغ و بررسی ارتباط بین ویژگی‌های مورفولوژیک این گونه از تجزیه علیت استفاده کرده و 29 ژنوتیپ تاغ را در قالب یک طرح مزرعه‌ای چند ساله مورد مطالعات مورفولوژیک قرار دادند. نامبردگان مهمترین صفات تأثیرگذار بر مساحت تاج پوشش و ارتفاع گیاه را که نقش تعیین کننده‌ای در تثبیت شن در اراضی بیابانی دارند را تعیین نمودند. در تحقیق دیگری Paramathma و Balasubramanian (1986) با استفاده از تجزیه علیت صفات محیط ساقه و ارتفاع گیاه در والدین و پهنای برگ و محیط ساقه در هیبریدها را مهمترین صفات برای اصلاح عملکرد علوفه ذرت علوفه‌ای گزارش نمودند. در تحقیق دیگری ارتفاع بوته و عرض برگ بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر روی عملکرد علوفه 42 نژاد از *Avena sativa* L. داشتند (Choubey & Gupta, 1986). در یونجه چند ساله تعداد ساقه بیشترین اثرات مستقیم را بر روی عملکرد علوفه در چهار نمونه از یونجه (*Medicago sativa* L.) داشت (Pomogaibo, 1981).

در تحقیق حاضر با هدف تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از صفات تعداد پنجه، طول برگ، عرض برگ و ارتفاع بر عملکرد علوفه خشک لولیوم تجزیه علیت انجام شد.

مواد و روشها

تعداد شش نمونه به طور تصادفی از بین نمونه‌های موجود در بانک ژن گیاهان مرتعی متعلق به گونه‌های *L. rigidum*، *L. multiflorum* و *L. perenne* مشخص و پس از آزمون قوه نامیه در یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار از نظر صفات مورفولوژیک مورد بررسی قرار گرفتند. اسامی، کد بانک

www.SID.ir

Archive of SID

ژن منابع طبیعی و علامت اختصاری توده‌های مورد آزمایش در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- مشخصات جمعیت‌های مورد مطالعه

گونه گیاهی	کد بانک ژن	علامت اختصاری
Lolium rigidum Gaudin.	2489	LR_1
Lolium rigidum Gaudin.	1200	LR_5
Lolium multiflorum Lam.	187	LM_6
Lolium perenne L.	309	LP_{11}
Lolium perenne L.	1764	LP_{13}
Lolium multiflorum Lam.	1766	LM_{14}

محل اجرای تحقیق مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور واقع در کیلومتر 15 اتوبان تهران- کرج بود. هر تکرار دارای شش واحد آزمایشی (کرت) شامل سه خط به طول 5 متر و فاصله کاشت بین و روی خطوط به‌ترتیب 70 و 30 سانتی‌متر بود. فاصله بلوک‌ها یک متر و فاصله‌ای بین کرت‌ها منظور نگردید. یادداشت‌برداری‌ها روی خط وسط هر کرت و روی چهار تک بوته انجام شد. آبیاری هر 5 روز یک بار و مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. آفات و امراض خاصی مشاهده نگردید از این رو مبارزه شیمیایی علیه آفات و امراض صورت نگرفت. یادداشت‌برداری از هر کرت آزمایشی بشرح زیر انجام گرفت.

الف ـ تعداد پنجه: تعداد پنجه در هر بوته در مرحله شروع خوشه دهی شمارش و ثبت گردید.

ب ـ طول برگ: طول برگ با دقت یک میلی‌متر از میانگین طول پنج برگ تصادفی در هر بوته اندازه‌گیری و یادداشت شد.

پ ـ عرض برگ: عرض برگ با دقت یک میلی‌متر از روی میانگین عرض 5 برگ تصادفی در هر بوته محاسبه و یادداشت گردید.

ت ـ ارتفاع: ارتفاع پنج ساقه تصادفی از هر بوته اندازه‌گیری و میانگین آن برای چهار بوته در کرت محاسبه شد.

ث ـ عملکرد خشک تک بوته: بوته‌ها از ارتفاع 5 سانتی‌متری سطح زمین قطع و با ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک گرم توزین شدند. سپس نمونه‌ها به مدت 24 ساعت در آون با دمای 75 درجه سانتیگراد قرار گرفتند و دوباره با همان ترازو توزین گردیدند. بدین ترتیب عملکرد خشک چهار بوته در کرت اندازه‌گیری و میانگین آن برای یک بوته به‌عنوان ارزش کرت مربوطه منظور شد.

لازم به ذکر است یادداشت‌برداری‌ها روی تعدادی بوته به صورت ثابت انجام گرفت.

در طرح بلوک‌های کامل تصادفی امید ریاضی میانگین مربعات اشتباه آزمایشی (EMS) برابر واریانس محیطی خواهدبود و میانگین مربعات تیمار (واریته) از دو جزء تشکیل می‌شود (جدول شماره 2).

الف ـ اختلاف ذاتی بین تیمارها یعنی اختلاف ژنوتیپی

ب ـ تغییرات محیطی بین افراد هر ژنوتیپ (فرشادفر، 1377).

$$\text{واریانس ژنتیکی} = V_g = (Vms-Ems)/r$$

Vg: واریانس ژنتیکی؛ Vms: واریانس فنوتیپی (Vg +δ2e) و Ems: واریانس خطا (δ2e).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- امید ریاضی واریانس و کوواریانس در طرح بلوک‌های کامل تصادفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	واریانس	امید ریاضی واریانس	کوواریانس	امید ریاضی کوواریانس
تیمار	t-1	VMS	$\delta^2 e + r V_g$	VMSP	$\delta_{e_1e_2} + r\delta_{g_1g_2}$
خطا	(r-1)(t-1)	EMS	$\delta^2 e$	EMSP	$\delta_{e_1e_2}$

امید ریاضی میانگین مجموع حاصل ضرب‌ها از اصول حاکم بر امید ریاضی میانگین مجموع مربعات پیروی می‌کند (فرشادفر، 1377).

$$\delta_{g_1g_2} = \frac{VMSP - EMSP}{r}$$

تعداد تکرار/(کوواریانس خطا - کوواریانس تیمار) = کوواریانس ژنتیکی

ماتریس واریانس، کوواریانس ژنتیکی و فنوتیپی با محاسبه واریانس و کوواریانس ژنتیکی و فنوتیپی ترکیب‌های دوگانه صفات مختلف تشکیل می‌گردد. با استفاده از اجزاء واریانس و کوواریانس فنوتیپی و ژنتیکی، همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی، بین ترکیب‌های دوگانه صفات محاسبه گردید و ماتریس همبستگی ژنتیکی ترکیب‌های دوگانه صفات تشکیل شد. به منظور بررسی معنی‌دار بودن همبستگی‌ها از آزمون t استفاده گردید.

همبستگی ژنتیکی $rg_{xy} = \dfrac{\delta_{gxy}}{\delta_{gy}\,\delta_{gx}}$

همبستگی فنوتیپی $rp_{xy} = \dfrac{\delta_{pxy}}{\delta_{px}\,\delta_{py}}$

(ماتریس ضرایب علیت یا رگرسیون جزئی) (ماتریس همبستگی بین صفات)= ماتریس همبستگی بین صفات تابع و سایر صفات

ابتدا همبستگی ژنتیکی بین صفات با توجه به روش مربوطه محاسبه شد. سپس معادلات هم‌زمان برقرار و معلومات مسئله در معادله جای‌گذاری شد. معادلات هم زمان مربوطه را با توجه به تعداد صفات مورد مطالعه می‌توان به صورت ماتریس زیر نشان داد:

$$\begin{pmatrix} R_{1y} \\ R_{2y} \\ R_{3y} \\ R_{4y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & R_{32} & 1 & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & R_{43} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix}$$

www.SID.ir

Archive of SID

ماتریس فوق با توجه بـه دشـواری محاسـبات دسـتی توسط نرم افزار Path حـل و مجهـولات رشـته یـا بـردار (a, b, ...) محاسـبه شـد. در ادامـه اثـرات مسـتقیم و غیرمستقیم و کل هر متغیر علت در متغیر معلـول محاسـبه گردید. به منظور بررسی معنی‌دار بودن اثـرات مسـتقیم از آزمون t استفاده شد.

$$t = \frac{b_{yi}}{sb_{yi}}$$

نتایج

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول 3 ارائه شده است. جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر تمامی‌صـفات (تعداد پنجه، طول برگ، عرض بـرگ، ارتفـاع و عملکـرد خشک بوته) اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1٪ با هـم داشتند. این امر مؤید وجود تنوع بین جمعیت‌هـای مـورد بررسی از نظر این صفات است.

جدول 3- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجات آزادی	عملکرد خشک بوته	ارتفاع	عرض برگ	طول برگ	تعداد پنجه
تکرار	2	10/003	6/594	0/200	0/283	89/323
تیمار	5	739/928**	195/606**	6/268**	34/495**	1454/481**
خطا	10	6/045	3/569	0/354	0/976	73/448

**: معنی‌دار در سطح 1٪

جمعیت LM_{14} با میانگین 85/50 به تنهایی در گـروه اول دسته‌بندی میانگین‌ها و بالاتر از سایر جمعیت‌ها قـرار گرفت و دارای بیشترین تعداد پنجه در بین جمعیـت‌هـای مورد بررسی بود (جـدول شـماره 4). جمعیـت LM_{14} بـا میانگین طول برگ 16/67 سانتی‌متر به تنهایی گـروه اول مقایسه میانگین‌ها را بـه خـود اختصـاص داد و بیشـترین طول برگ را در بین جمعیت‌هـای مـورد مطالعـه داشـت. جمعیت‌هـای LM_{14} و LM_6 بـه‌ترتیـب بـا میـانگین‌هـای 9/087 و 8/337 میلی‌متر به اتفاق در گـروه اول مقایسـه میانگین قـرار گرفتنـد و دارای عـرض بـرگ بیشـتری در مقایسه با سایر جمعیت‌ها بودند. جمعیت‌های LR_1، LM_{14} و LM_6 به‌ترتیب با میـانگین‌هـای ارتفـاع بوتـه 47/75 و 47/08 و 44 سانتی‌متر با هـم در گـروه اول دسـته‌بنـدی میـانگین‌هـا و بـالاتر از سـایر جمعیـت‌هـا قـرار گرفتنـد. جمعیت LM_{14} با میانگین عملکرد خشک 55/58 گرم در بوته بیشترین میزان این صفت را در بین جمعیت‌ها داشت و به تنهایی در گروه اول جای گرفت.

ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین ترکیـب‌هـای دوگانه صفات (تعـداد پنجـه، طـول بـرگ، عـرض بـرگ، ارتفاع و عملکرد خشک بوته) برای شش جمعیـت مـورد مطالعـه محاسـبه و در جـدول‌هـای شـماره 5 و 6 ارائـه شده‌انـد. نتـایج نشـان داد کـه در تمـامی مـوارد علامـت ضرایب همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکـی بـا هـم یکسـان است. همچنین در بیشتر موارد ضرایب همبستگی ژنتیکـی و فنوتیپی از نظر مقدار به هم نزدیک هستند.

نتـایج حاصـل از تجزیـه همبسـتگی‌هـا نشـان داد کـه عملکرد خشک تک بوته با تعداد پنجه (0/84) در سـطح 5٪ همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌دار دارد. بدین ترتیـب انتظار می‌رود با افزایش تعداد پنجه عملکرد خشـک بوتـه افزایش یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- دسته‌بندی میانگین‌های صفات توسط آزمون دانکن در سطح 1 درصد

جمعیت	عملکرد خشک بوته		ارتفاع		عرض برگ		طول برگ		تعداد پنجه	
LR_1	20/50	b	47/75	a	6/21	cd	7/337	e	61/50	b
LR_5	19/17	bc	42/33	b	7/253	bc	14/00	b	61/92	b
LM_6	19/92	b	44/00	ab	8/337	ab	11/04	cd	48/00	b
LP_{11}	16/58	bc	36/75	c	6/003	cd	13/54	bc	39/67	bc
LP_{13}	12/67	c	26/33	d	5/377	d	9/417	de	21/17	c
LM_{14}	55/58	a	47/08	ab	9/087	a	16/67	a	85/50	a

علاوه بر این، بین تعداد پنجه با ارتفاع بوته (0/91) همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌دار در سطح 5٪ مشاهده می‌گردد. جعفری (1380) نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته، تعداد ساقه و عملکرد بوته را در چچم‌های دائمی گزارش نموده است.

عوامل متعددی می‌توانند حضور همبستگی بین صفات را توجیه کنند. ازجمله قرار گرفتن ژنهای کنترل کننده صفات بر روی یک کروموزوم و در مجاورت یکدیگر (پیوستگی ژنی) و همچنین کنترل چند صفت توسط یک ژن (پلیوتروپی) را می‌توان نام برد. لازم به ذکر است که تغییرات ناشی از شرایط محیط ممکن است مقدار این همبستگی‌ها را تغییر دهد. البته بسته به اینکه صفات مورد مطالعه کمی یا کیفی باشند، مقدار همبستگی‌های فنوتیپی نیز متغیر خواهد بود. بنابراین، جهت اطمینان بیشتر در کاربرد همبستگی‌ها بهتر است از نتایج حاصل از آزمایش‌های دارای تکرار مکان و سال استفاده نمود.

جدول 5 - ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات در 6 جمعیت مورد مطالعه

صفات	عملکرد خشک بوته	ارتفاع	عرض برگ	طول برگ
تعداد پنجه	0/817*	0/797	0/706	0/453
طول برگ	0/633	0/211	0/530	
عرض برگ	0/728	0/611		
ارتفاع	0/528			

*: ضرایب همبستگی در سطح 5٪ معنی‌دار است.

جدول 6 - ضرایب همبستگی ژنتیکی بین صفات در 6 جمعیت مورد مطالعه

صفات	عملکرد خشک بوته	ارتفاع	عرض برگ	طول برگ
تعداد پنجه	0/836*	0/914*	0/799	0/567
طول برگ	0/675	0/202	0/678	
عرض برگ	0/799	0/723		
ارتفاع	0/559			

*: ضرایب همبستگی در سطح 5٪ معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID

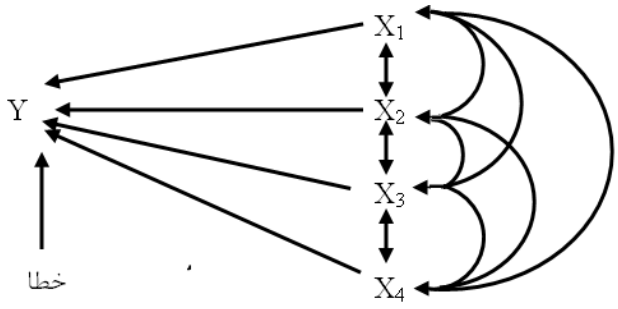
یکی از روش‌های اصلاحی جهت تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر عملکرد محصول استفاده از تجزیه علیت است. تجزیه علیت در حقیقت ضریب همبستگی دو متغیر علت و معلول را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌کند. استفاده از این روش نیازمند شناخت روابط علت و معلولی بین صفات است. در این بررسی صفت‌های تعداد پنجه، طول و عرض برگ و ارتفاع به‌عنوان متغیرهای علت و عملکرد خشک بوته به‌عنوان متغیر معلول (y) در نظر گرفته شدند.

در محاسبه ضرایب علیت (جدول شماره 7) از ضرایب همبستگی ژنتیکی به دلیل اهمیت بیشتر آن در مقایسه با ضرایب همبستگی فنوتیپی استفاده گردید. در این جدول اثرات مستقیم صفات بر روی قطر قرار دارند.

جدول 7 - ضرایب همبستگی ژنتیکی و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد وزن خشک بوته

صفات	اثرات کل riy	ارتفاع	عرض برگ	طول برگ	تعداد پنجه
تعداد پنجه	0/836*	7/638	-2/091	2/868	-7/58
طول برگ	0/675ns	1/688	-1/774	5/058	-4/298
عرض برگ	0/799ns	6/041	-2/617	3/429	-6/057
ارتفاع	0/559ns	8/356	-1/892	1/021	-6/928

نمودار علیت (شکل 1) روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل شماره 1- دیاگرام علیت، نشان دهنده ارتباطات بین صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها در جمعیت‌های مورد مطالعه. پیکان‌های دوسر نشان دهنده ارتباطات عمومی صفات و پیکان‌های یک سر نشان دهنده اثرات مستقیم هستند

بحث

نتایج نشان داد که همبستگی ژنتیکی بین تعداد پنجه و عملکرد وزن خشک (0/84) در سطح 5٪ معنی‌دار بود. اثر مستقیم منفی و قابل توجه این صفت بر روی عملکرد خشک بوته (7/58-) نشان می‌دهد که این صفت با عملکرد علوفه خشک بوته رابطه معکوس دارد اما، اثر غیرمستقیم این صفت از طریق ارتفاع (7/638) و طول برگ (2/868) موجب مثبت و معنی‌دار شدن همبستگی

www.SID.ir

Archive of SID

بین تعداد پنجه و عملکرد خشک علوفه گردیده است. علیرغم اثر مستقیم مثبت و زیاد طول برگ (5/058) بر عملکرد خشک علوفه همبستگی بین آن دو (0/68) در سطح 5٪ معنی‌دار نشد. اثر غیرمستقیم منفی قابل ملاحظه این صفت از طریق تعداد پنجه (4/298-) و عرض برگ (1/774-)، موجب معنی‌دار نشدن همبستگی بین صفات طول برگ و عملکرد شده است. اثر مستقیم منفی و بالای عرض برگ بر روی عملکرد (2/617-)، علیرغم اثرات غیرمستقیم مثبت و زیاد اعمال شده توسط آن از طریق صفات ارتفاع (6/041) و طول برگ (3/429) به دلیل اثر غیرمستقیم منفی و زیاد این صفت از طریق تعداد پنجه (6/057-) منجر به عدم همبستگی معنی‌دار عرض برگ با عملکرد خشک علوفه گردید. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم (8/356) را بر عملکرد خشک بوته داشت. اثر مستقیم مثبت و زیاد ارتفاع بوته بر روی عملکرد، به دلیل اثر غیرمستقیم منفی و زیاد اعمال شده توسط آن از طریق صفت تعداد پنجه (6/928-)، موجب عدم همبستگی معنی‌دار این صفت با عملکرد خشک بوته گردید. صرف نظر از اثرات مستقیم منفی صفات تعداد پنجه و عرض برگ، اثرات غیرمستقیم مثبت هر یک از این صفات از طریق صفات ارتفاع و طول برگ سهم بسزایی در بالا بردن مقدار عددی همبستگی این صفات با عملکرد علوفه خشک داشت. صفات تعداد پنجه، طول و عرض برگ و ارتفاع بوته در طول دوره رشد قابل اندازه‌گیری هستند و امکان انتخاب ژنوتیپ برتر را بدون این که به بوته صدمه‌ای برسد، قبل از به خوشه رفتن بوته فراهم می‌نماید و در صورتی که انتخاب بر مبنای این صفات انجام شود، موجب کوتاه کردن دوره اصلاحی می‌گردد.

در این تحقیق از بین صفات مستقل تنها تعداد پنجه با عملکرد خشک بوته همبستگی ژنتیکی معنی‌دار نشان داد (r=0/84). با توجه به نتایج تجزیه علیت و اثر مستقیم منفی و زیاد تعداد پنجه بر عملکرد خشک بوته، به نظر می‌رسد اثرات غیرمستقیم اعمال شده توسط این صفت از طریق دو صفت ارتفاع و طول برگ علت این همبستگی مثبت باشد. بنابراین باید عوامل غیرمستقیم سببی را بطور همزمان مورد توجه قرار داد. به دلیل همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع و تعداد پنجه (r=0/91) هر گونه انتخاب برای افزایش ارتفاع به افزایش تعداد پنجه منتهی خواهد شد لذا در این مورد با محدودیت مواجه هستیم. با عنایت به اثر مستقیم مثبت و زیاد طول برگ و عدم همبستگی معنی‌دار آن با صفات دارای اثر مستقیم منفی (تعداد پنجه و عرض برگ) به نظر می‌رسد، طول برگ مناسبترین صفت جهت اصلاح عملکرد جمعیت‌های مورد بررسی باشد. این صفت می‌تواند به‌عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد خشک بوته استفاده گردد.

نتیجه تحقیق حاضر با نتایج مطالعات انجام شده توسط Paramathma و Balasubramanian (1986) بر روی ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) و Choubey و Gupta(1986) بر روی عملکرد علوفه 42 نژاد از *Avena sativa* L. تا حدودی مطابقت داشت. Finne و همکاران، (2000) در مطالعه بر روی تنوع ژنتیکی جمعیت‌هایی از شبدر سفید، بین صفات ارتفاع گیاه، طول برگچه و عملکرد ماده خشک همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش نمودند. براساس نتایج حاصل از تجزیه علیت، ارتفاع گیاه بزرگترین اثر مثبت مستقیم را روی عملکرد ماده خشک داشت. طول برگچه به‌رغم همبستگی

www.SID.ir

Archive of SID

مثبت معنی‌دار با عملکرد ماده خشک، در تجزیه علیت اثر مستقیم ناچیزی روی آن داشت و فقط از طریق افزایش ارتفاع گیاه اثر غیرمستقیم مثبتی روی عملکرد ماده خشک نشان داد.

منابع مورد استفاده

- جعفری، ع.ا.، 1380. تعیین فاصله ژنتیکی 29 ژنوتیپ چچم دائمی *Lolium perenne* L. از طریق تجزیه کلاستر براساس عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، 6: 102-79.
- رضایی، ع.، 1375. شاخص‌های انتخاب در اصلاح نباتات. مقالات کلیدی سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز، صفحه 134-105.
- سالار، ن.، میرزائی ندوشن، ح.، و جعفری، ع.ا.، 1384. بررسی روابط صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllun*). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. 13: 271-283.
- فرشاد فر، ع.، 1377. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی، جلد 1و2.
- میرزایی ندوشن، ح.، مهرپور، ش.، و سفید کن، ف.، 1385. تجزیه علیت در صفات مؤثر بر اسانس و اجزاء مهم آن در سه گونه از آویشن (*Thymus*). پژوهش و سازندگی (در منابع طبیعی)، 70: 88-94.
- Choubey, R.N., and Gupta, S.K., 1986. Correlation and path analysis in forage oat. Bharatiya Chara Evam Charagah Anusandhan Sansthan, Jhansi, Uttar Pradesh 284 003, India. Indian Journal of Agricultural Sciences, 56: 674-677.
- Falconer, D.S., 1983. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd ed. Longman group limited, New York.
- Finne, M.A., Rognli, O.A. and Schjelderup, I., 2000. Genetic variation in a Norwegian germplasm collection of white clover (*Trifolium repens* L.). 3. Correlation and path coefficient analysis of agronomic characters. *Euphytica*. 112: 57-68.
- Hallauer, A.R., and Miranda, J.B., 1982. Quantittative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames. Iow.
- Jensen, N.F., 1988. Plant Breeding Methodology. John Wiley and Sons, New York.
- Manickam, S. and Das, L.D.V., 1994. Character association and path analysis in forage sorghum. Department of Agricultural Botany, Mysore Journal of Agricultural Sciences, 28: 116-119.
- Paramathma, M. and Balasubramanian, M., 1986. Correlation and path coefficient analysis in forage maize (*Zea mays* L.). Dep. Forage Crops, TANU, Coimbatore 3, India. Madras Agricultural Journal, 73: 6-10.
- Pomogaibo, V.M., 1981. Path analysis of yield components in hybrid lucerne. Sel'skokhozyaistvennaya opytnaya stantsiya, Poltava, Ukrainian SSR. Genetika, USSR, 17:1473-1478.
- Pradhan, K., Chattopadhyay, P. and Dana, S., 1993. A correlation and path coefficient analysis of forage yield attributes of bajra-napier hybrid. Annals of Agricultural Research, 14: 35-39.
- Wright, S., 1921. Correlation and causation. J. Agric. Res., 20: 557-585.

www.SID.ir

Archive of SID

Path analysis of mrphological traits and forage yield on several populations of *Lolium* species.

S. Pourmoradi[*1] and H. Mirzaie-Nodoushan[2]

1*- Corresponding author, Mazandaran Research Center of Agriculture and Natural Resource, Sari, I.R. Iran.
E-Mail: Spour272@yahoo.com
2- Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

Received: 06.11.2009 Accepted: 18.03.2010

Abstract

Lolium is an important genus because of its rapid growth, palatability, high yield potential, cold resistance, and ground covering during cold seasons. The research was carried out to study genetic variation and relationship between the traits on six populations of three *Lolium* species during 2003. Morphological traits such as tiller number, leaf length, leaf width, stem length and dry matter yield were measured from 4 single plants on each experimental plot. The data were analyzed using RCBD with three replications. Correlation coefficients were estimated between all paired combinations of the traits. Path coefficient analysis was also applied on the morphological traits. Results revealed significant variation among the populations for the traits. Genetic correlation coefficient between dry matter yield and tiller number was significant. Path coefficient analysis revealed that stem length had the highest direct effect on dry matter yield. Leaf length had high direct effect and non significant genetic correlation with tiller number and leaf width. Therefore, leaf length is a good selection criterion to be used for improving *Lolium* cultivars with higher dry matter yield.

Key words: *Lolium perenne* L., *L. multiflorum* Lam., *L. rigidum* Gaudin., Morphological traits, Path analysis, Correlation.

www.SID.ir