

## توارث سه ژنی رنگ لپه‌ها در عدس

محمود خدامباشی\* و بالرام شارما\*\*

## چکیده

به رغم گزارش‌های مختلف در مورد نحوه توارث رنگ لپه‌ها در عدس، ماهیت این مسأله به‌خوبی روشن نشده است. در یک مطالعه گسترده که طی سالهای ۷۵-۱۳۷۲ بر روی نحوه توارث صفات ظاهری عدس انجام گرفت، برای اولین بار دو نوع رنگ سبز تیره و روشن در لپه‌های عدس تشخیص داده شد. رنگ سبز تیره توارث یک ژنی و رنگ سبز روشن توارث دو ژنی را نشان داد. برای توجیه این مطلب دخالت سه ژن به‌نامهای  $Dg$ ،  $Y$  و  $B$  در توارث رنگ لپه‌ها مطرح گردید. در شرایط غالب بودن ژن  $Dg$ ، ژن‌های غالب  $Y$  و  $B$  به ترتیب قادر به تولید رنگیزه‌های زرد و قهوه‌ای می‌باشند و در شرایط مغلوب بودن این ژن ( $dg dg$ ) هیچ نوع رنگیزه‌ای تولید نخواهد شد، در نتیجه رنگ سبز تیره بروز خواهد کرد. در صورتی که ژن  $Dg$  به‌طور طبیعی عمل نماید (حالت غالب) ولی ژن‌های  $Y$  و  $B$  در شرایط مغلوب باشند ( $Dg-yybb$ ) باز هم رنگیزه تولید نخواهد شد و لپه‌ها رنگ سبز روشن به‌خود می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی - عدس، وراثت رنگ لپه‌ها، کنترل سه ژنی

## مقدمه

نمودند. سپس این نوع نحوه وراثت تک ژنی توسط پژوهشگران دیگری مورد تایید قرار گرفت (۴، ۵ و ۶). اولین نشانه‌های دخالت بیش از یک ژن در کنترل رنگ لپه‌های عدس توسط اسلینکار (۵) گزارش گردید که در آن نتایج حاصل از تلاقی والدین نارنجی  $\times$  سبز به نسبت ۹ نارنجی، ۳ زرد و ۴ سبز تفرق حاصل کردند و در نتیجه دخالت یک ژن بازدارنده تولید رنگیزه ( $i-yc$ ) در لپه‌ها را مطرح نمودند. این ژن در شرایط هموزیگوت مغلوب از تولید رنگیزه‌های زرد یا نارنجی جلوگیری می‌کند.

عدس (*Lens culinaris* Medik) از مهم‌ترین حبوباتی است که در سطح وسیعی در کشورهای هندوستان، پاکستان، ترکیه، سوریه، عراق، ایران و کشورهای چوون آمریکای شمالی و کانادا کشت می‌شود. علیرغم اهمیت عدس، تحقیقات زیادی در مورد ژنتیک و اصلاح آن صورت نگرفته است. اولین بار در مورد ژنتیک عدس، تشریباک (۷) در خصوص بررسی نحوه توارث رنگ لپه‌ها گزارش نمود. ویلسون و همکاران (۸) وراثت تک ژنی رنگ لپه‌ها را با غالبیت رنگ نارنجی بررنگ زرد گزارش

\* - استادیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

\*\* - استاد ژنتیک، انستیتو تحقیقات کشاورزی هندوستان، دهلی نو

بذور سالم (بدون خراش دادن و یا برداشتن بخشی از پوسته) به کار رفته است (۱ و ۲) مورد بررسی قرار گرفت. در تلاقی Lens 3685× Lens 263 به خاطر رنگ سیاه پوسته بذور، جداسازی بذور  $F_7$  به گروههای فنوتیپی مختلف امکان پذیر نبود و به همین علت از بوتههای  $F_7$  (بذور  $F_7$ ) استفاده گردید. تلاقیها به روش معمول و با دست انجام شد و به منظور اطمینان از حصول بذور  $F_1$  به میزان کافی، حداقل ۵۰ گل در هر بوته مادری تلاقی داده شد. به منظور رشد بهتر بوتهها و سهولت در یادداشت برداری، بوتههای  $F_1$  و  $F_7$  با فاصله ۵۰ سانتیمتر از همدیگر روی خطوطی با فاصله ۵۰ سانتیمتر کشت گردیدند. از آزمون کای اسکور به منظور تعیین توافق نسبتهای فنوتیپی مشاهده شده با نسبتهای مندلی استفاده به عمل آمد.

### نتایج و بحث

دو نوع رنگ سبز تیره و روشن در لپه‌های عدس نحوه توارث متفاوتی را نشان دادند. تجزیه ۱۵۹۴ بذور  $F_7$  حاصل از ۵ تلاقی مختلف بین والدینی با لپه‌های نارنجی و سبز روشن، که جزئیات آن قبلاً توسط خدامباشی و شارما (۲) گزارش شده است، نسبت ۹ نارنجی : ۳ زرد : ۳ قهوه‌ای : ۱ سبز روشن را به دست داد، که نشان دهنده دخالت ۲ ژن (B و Y) در بروز رنگ لپه‌ها می‌باشد. در تلاقیهایی که بین والدین نارنجی و سبز تیره انجام گرفت، در یکی از تلاقیها (Lens 263×LS-106) ۱۹۰۷ بذور  $F_7$  حاصله به دو گروه فنوتیپی، یعنی ۱۴۲۶ نارنجی و ۴۸۱ سبز تیره تفکیک حاصل نمودند. در تلاقی دیگر (Lens 3685×Lens 263)، که به علت وجود پوسته سیاه بذور، بوتههای  $F_7$  مورد بررسی قرار گرفت، از ۱۹۳ بوته  $F_7$ ، ۱۳۸ بوته دانه‌هایی با لپه‌های نارنجی (و یا نارنجی + سبز تیره) و ۵۵ بوته منحصراً دانه‌هایی با لپه‌های سبز تیره تولید کردند، که نشان دهنده نسبت ۳:۱ می‌باشد. از بین ۲۱۰۰ بوته  $F_7$  از مجموع دو تلاقی، ۱۵۶۴ بوته دارای فنوتیپ غالب و ۵۳۶ بوته

نتیجتاً ژنوتیپ‌های  $Yc-Yc$  و  $i-yc\ i-yc$  و  $yc\ yc$  دارای فنوتیپ سبز خواهند بود. خدامباشی و شارما (۲) دخالت دو ژن Y (زرد) و B (قهوه‌ای) را در توارث رنگ لپه‌ها گزارش نمودند. براساس این گزارش اثر متقابل دو ژن غالب (Y-B-) سبب بروز رنگ نارنجی و حالت هموزیگوت مضاعف مغلوب (yybb) باعث ایجاد رنگ سبز روشن در لپه‌ها می‌گردد. این موضوع در گزارش دیگری مورد تایید قرار گرفت (۳). در یک مطالعه گسترده دو نوع رنگ سبز تیره و روشن تشخیص داده شد (۱). نتایج حاصل از تلاقی بین والدین دارای لپه‌های سبز روشن و نارنجی موید وراثت دو ژنی بود، حال آن که نتایج  $F_7$  حاصل از تلاقی والدینی با لپه‌های سبز تیره و نارنجی، به نسبت ۳ نارنجی به ۱ سبز تیره تفکیک حاصل نمودند که ظاهراً وراثت یک ژنی را تایید می‌نماید. مطالعه حاضر به منظور بررسی دقیق‌تر وراثت رنگ لپه‌ها در عدس و تعیین تعداد ژن‌های کنترل کننده این صفت انجام گرفت.

### مواد و روشها

این مطالعه طی سالهای ۷۵-۱۳۷۲ در انستیتو تحقیقات کشاورزی هندوستان (I.A.R.I.)<sup>۱</sup> در دهلی نو انجام گرفت. اساس این مطالعه برمبنای نتایج حاصل از ۷ تلاقی مختلف استوار است. پنج تلاقی اول بین والدینی با لپه‌های نارنجی (Lc-68-17-3-5, globe, Lens 830, Lens 4706, UK-1 و Lens 830-fasciated) و لپه‌های سبز روشن (Lc-74-1-5-1) صورت گرفت و دو تلاقی دیگر بین والدینی با لپه‌های نارنجی (Lens 3685 و LS-106) و لپه‌های سبز تیره (Lens 263) انجام شد. تقسیم‌بندی رنگ سبز به دو نوع تیره و روشن از این نظر ضروری بود که احتمال می‌رفت در نحوه توارث این دو نوع فنوتیپ تفاوت وجود داشته باشد. بذور  $F_1$ ،  $F_7$  و  $F_7$  (به ترتیب برداشت شده از پایه‌های مادری تلاقیها و بوته‌های  $F_1$  و  $F_7$ ) با استفاده از دستگاه ساده‌ای که به منظور مشاهده رنگ لپه‌ها در

جدول ۱- تفرق رنگ نارنجی و سبز تیره در لپه‌های عدس در نسل  $F_2$ 

| تلاقی  | $F_1$ فنوتیپ | تفرق در نسل $F_2$        |          | درجه آزادی | کای اسکور (نسبت ۳:۱) |
|--|--------------|--------------------------|----------|------------|----------------------|
|  |              | تعداد بذور یا تعداد بوته | سبز تیره |            |                      |
| تجزیه بذور $F_2$ (برداشت شده از بوته‌های $F_1$ ) | نارنجی       | ۴۸۱                      | ۱۴۲۶     | ۱          | ۰/۰۵۰                |
| LS-106 × Lens 263<br>(سبز تیره) (نارنجی)         |              |                          |          |            |                      |
| تجزیه بوته‌های $F_2$ (براساس بذور $F_3$ )        | نارنجی       | ۵۵                       | ۱۳۸      | ۱          | ۱/۲۵۸                |
| Lens-3685 × Lens 263<br>(سبز تیره) (نارنجی)      |              |                          |          |            |                      |
| مجموع دو تلاقی                                   |              | ۵۳۶                      | ۱۵۶۴     | ۱          | ۰/۳۰۷                |
| ناهمگنی  |              |                          |          | ۱          | ۱/۰۰۱                |

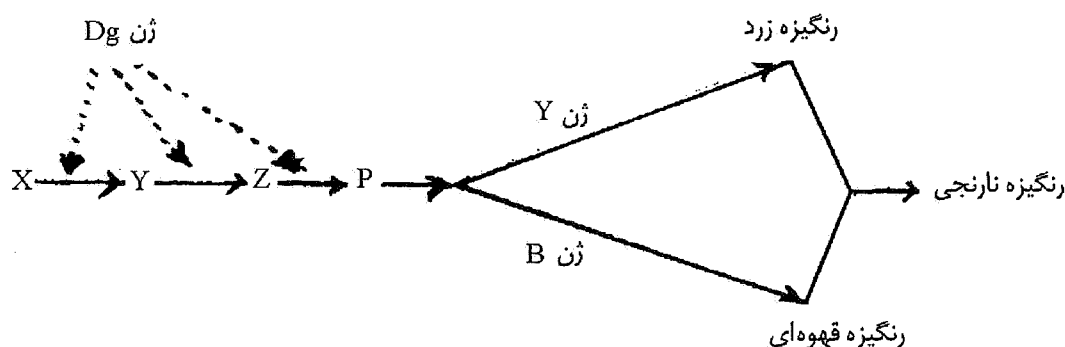
در ژن  $Dg$  سبب حذف هر دو رنگیزه شود، تنها نتیجه‌ای که می‌توان گرفت این است که ژن  $Dg$  در مراحل اولیه مسیر واکنش‌های تولید رنگیزه عمل می‌نماید. در این صورت حتی ماده پیش نیاز  $P$  (یا سایر مواد پیش نیاز برای سنتز آن) تولید نخواهد شد و ماده‌ای که ژن‌های  $Y$  و  $B$  آن را به رنگیزه‌های مربوطه، یعنی به ترتیب زرد و قهوه‌ای تبدیل خواهد کرد، وجود نخواهد داشت. این نوع مدل عمل ژن را می‌توان به صورت تصویر ۱ در نظر گرفت.

براساس تصویر ۱، در صورتی که ژن  $Dg$  به‌طور طبیعی (حالت غالب) عمل کند، ماده پیش نیاز  $P$  در دسترس خواهد بود، که بسته به وجود هر یک از ژن‌های غالب  $Y$  و  $B$  به رنگیزه مربوطه تبدیل خواهد شد. در صورتی که هر یک از ژن‌ها در شرایط هموزیگوت مغلوب باشند رنگیزه مربوطه به آن تولید نخواهد شد و در صورت وجود هر دو ژن در وضعیت غالب، مخلوطی از رنگیزه‌های زرد و قهوه‌ای تولید می‌شود که فنوتیپ نارنجی را به وجود خواهد آورد. براساس این مدل انتظار می‌رود که در شرایط مضاعف مغلوب  $yy\ bb$  ماده پیش نیاز  $p$  به مصرف نرسد و بنابراین در غیاب هر نوع رنگیزه‌ای لپه‌ها رنگ سبز آن مرحله از نمو یعنی سبز روشن را حفظ نمایند. پی‌آمد دیگر

دارای فنوتیپ مغلوب بودند، که کاملاً با نسبت ۳:۱ توافق دارد (جدول ۱). نتایج حاصله از تجزیه نمونه‌هایی از بذور کلیه بوته‌های  $F_2$  در تلاقی Lens 3685 × Lens 263 و همچنین تجزیه کلیه بذور حاصل از ۲۰ بوته  $F_2$  در تلاقی LS-106 × Lens 263 که از نظر رنگ لپه‌ها تفرق نشان می‌دادند، تفرق یک ژنی یعنی نسبت ۳:۱ (۴۰۹۸ نارنجی و ۱۹۴۸ سبز تیره) را تایید می‌نماید (جدول ۲).

با توجه به نتایج حاصله، یعنی به دست آمدن ۴ گروه فنوتیپی به نسبت ۹ نارنجی : ۳ زرد : ۳ قهوه‌ای : ۱ سبز روشن در  $F_2$  حاصل از تلاقی سبز روشن × نارنجی از یک طرف و به دست آوردن دو گروه فنوتیپی به نسبت ۳ نارنجی : ۱ سبز تیره در  $F_2$  حاصل از تلاقی سبز تیره × نارنجی از طرف دیگر، فرض دخالت ژن دیگری علاوه بر ژن‌های  $Y$  (زرد) و  $B$  (قهوه‌ای) در کنترل رنگ لپه‌ها اجتناب ناپذیر می‌نمود. علامت ژنی  $Dg$  برای این ژن در نظر گرفته شد. به نظر می‌رسد که با توجه به عدم تولید رنگیزه در لپه‌های سبز روشن (وضعیت  $yy\ bb$ ) و لپه‌های سبز تیره، هر سه ژن باید در یک مسیر مشترک تولید رنگیزه قرار داشته باشند.

اگر فرض شود رنگیزه‌های زرد و قهوه‌ای از یک ماده پیش نیاز  $P$ ، به ترتیب با دخالت ژن‌های  $Y$  و  $B$  به وجود آیند و جهش



تصویر ۱- مدل عمل ژن در تولید رنگیزه‌های مختلف در لپه‌های عدس

جدول ۲- تفرق رنگ نارنجی و سبز تیره در لپه‌های عدس در بذور  $F_3$

| کای اسکور<br>(نسبت ۳:۱) | تفرق در $F_3$ (تعداد بذور) |          | تعداد بوته‌های $F_2$ | فنوتیپ $F_2$ | تلاقی                                       |
|-------------------------|----------------------------|----------|----------------------|--------------|---|
|                         | نارنجی                     | سبز تیره |                      |              |   |
| ۳/۷۷۳                   | ۳۲۶۲                       | ۱۰۱۴     | ۲۰                   | نارنجی       | LS-106 × Lens 263<br>(سبز تیره) (نارنجی)    |
| ۰/۴۷۳                   | ۸۳۶                        | ۲۹۲      | ۹۴                   | نارنجی       | Lens 3685 × Lens 263<br>(سبز تیره) (نارنجی) |
| ۱/۹۴۸                   | ۴۰۹۸                       | ۱۳۰۶     | ۱۱۴                  | نارنجی       | مجموع دو تلاقی                              |
| ۲/۲۹۸                   |                            |          |                      |              | ناهمگنی                                     |

مختلف فنوتیپی می‌شوند به شرح زیر خواهند بود.

|          |         |            |          |
|----------|---------|------------|----------|
| Dg-Y-B-  | نارنجی  | dgdg Y-B-  | سبز تیره |
| Dg-Y-bb  | زرد     | dgdg Y-bb  | سبز تیره |
| Dg-yy B- | قهوه‌ای | dgdg yy B- | سبز تیره |
| Dg-yy bb | سبزروشن | dgdg yy bb | سبز تیره |

بدین ترتیب به دست آوردن نسبت‌های ۳:۱ در تلاقی سبز تیره × نارنجی و نسبت‌های ۹:۳:۳:۱ در تلاقی سبز روشن × نارنجی به ترتیب به صورت  $DgDg YY BB \times dgdg YY BB$  و  $DgDg yy bb \times DgDg YY BB$  قابل توجیه است. همچنین می‌توان انتظار داشت که در  $F_2$  حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های  $DgDg YY BB$  (نارنجی) و  $dgdg yy bb$  (سبز تیره) نسبت

حالت مغلوب در ژن‌های Y و B (شرایط yy bb)، تجمع ماده پیش نیاز P در لپه‌های در حال نمو است. در صورت جهش در ژن Dg، ماده‌ای که در لپه‌ها جمع می‌شود یکی از پیش‌نیازهای P (X, Y, Z) خواهد بود. این مسئله هم باعث می‌شود تا رنگیزه‌های زرد و قهوه‌ای تولید نشود و لپه‌ها سبز باقی بمانند. اما موادی که در لپه‌های سبز تیره و سبز روشن (yy bb و dg dg) جمع می‌شوند متفاوت خواهند بود و همین مسأله مبنایی جهت اختلاف در بروز رنگ سبز در لپه‌ها می‌باشد. سبز روشن وقتی پدید می‌آید که ماده P در لپه‌ها جمع می‌شود و سبز تیره وقتی دیده می‌شود که ماده دیگری در مراحل قبل از تولید P به وجود آمده و در لپه‌ها تجمع می‌یابد. با توجه به موارد فوق و فرضیه دخالت سه ژن در بروز رنگ لپه‌ها، ژنوتیپ‌هایی که منجر به پیدایش گروه‌های

فنوتیپی ۲۷ نارنجی: ۹ زرد: ۹ قهوه‌ای: ۳ سبز روشن: ۱۶ سبز تیره حاصل شود. حصول نسبت ۹ نارنجی: ۳ زرد: ۴ سبز نیز که قبلاً توسط اسلینکارد (۶) گزارش شده است، در تلاقی ژنوتیپ‌های DgDg YY BB (نارنجی) و dgdg YY bb (سبز تیره) قابل انتظار است.

#### منابع مورد استفاده

- 1- Khoddambashi Emami, M. 1996. Genetic mapping in lentil (*Lens culinaris*). Ph.D. Thesis. I.A.R.I., New Delhi.
- 2- Khoddambashi Emami, M. and B. Sharma. 1996. Digenic control of cotyledon colour in lentil (*Lens culinaris*). Indian J. Genet. 56(3):357-361.
- 3- Khoddambasi Emami, M. and B. Sharma. 1996. Confirmation of digenic control of cotyledon colour in lentil (*Lens culinaris*). Indian J. Genet. 56(4): 563-568.
- 4- Singh, T.P. 1978. Inheritance of cotyledon colour in lentil. Indian. J. Genet. 38:11-12.
- 5- Sinha, R.P., S.K. Choudhary and R.N. Sharma. 1987. Inheritance of cotyledon colour in lentil. Lens Newsl. 14(1/2):3.
- 6- Slinkard, A.E. 1978. Inheritance of cotyledon colour in lentils. J. Hered. 69:129-130.
- 7- Tschermak-Seysenegg, E. 1928. Lentil and field bean crosses. Sityringsber Akad. Wiss. Wein. Math. Nat. Kl. I. Abt. 137(4/3):171-181.
- 8- Wilson, V.E., A.G. Law and K.L. Warner. 1970. Inheritance of cotyledon colour in *Lens culinaris* (Medik.). Crop Sci. 10:205-207.