جزوهٔ درسی

اصلاح درختان میوه

(تکمیلی۲)

(مقطع کارشناسی ارشد)

استاد درس: دکتر فتاحی مقدم
(دانشگاه تهران)

Agrisoft.ir
http://agrisoft.ir

به نام خدا

فهرست عناوین

جلسه ۱ ..... ۸
سرفصل‌ها: ۸
پروژه کلاسی مربوط به یک گیاه ۸
شناخت ژرم پلاسم ۱۰
روش نگهداری ژرم پلاسم ۱۰
اهداف انتخاب ۱۰
مدیریت نگهداری و جمع آوری ژرم پلاسم‌ها مثل گرده و... ..... ۱۱
۱. بذر ۱۱
۲. قسمت‌های رویشی ۱۱
۳. دانه گرده ۱۲
محدودیت‌های دانه گرده ۱۲
روش‌های جمع آوری دانهٔ گرده ۱۳
جمع آوری دانهٔ گرده ۱۴
الف. استفاده از خاصیت الکترواستاتیکی شیشه و تراشیدن گرده ریخته شده روی آن با تیغ ۱۴
ب. روش دوشیدن ۱۴
ج. روش جمع آوری با ناخن ۱۴

جلسه ۲ ..... ۱۵
تلاقی کنترل شده یا هیبریداسیون ۱۵
۱. جمعیت ۱۵
۲. جمعیت‌های F، F_1، F_2، F_3 ..... ۱۵
۳. جمعیت حاصل از backcross ۱۶
تفاوت BC در درختان میوه ۱۶
۴. جمعیت‌های حاصل از تنوع سوماکلونال، کشت گرده و کشت بافت ۱۷
۵. جمعیت‌های تجربی در درختان میوه ۱۹
خصوصیاتی که یک اصلاحگر باید در نظر بگیرد ۱۹
خلاصه درس ۲۴

جلسه ۳ ..... ۲۵
تلاقی کنترل شده ۲۵
برای انجام تلاقی کنترل شده چه فاکتورهایی مؤثرند؟ ۲۵
۱. سطح انجام تلاقی ۲۵
۲. بیولوژی گل ۲۵
عوامل مؤثر در تلاقی کنترل شده (عوامل محیطی که در تدوین برنامه اصلاحی مهم هستند) ۲۶
۱. دما ۲۶

۲. باران یا مه ۲۶
۳. دمای خورشید ۲۷
۴. باد ۲۷
۳. موقعیت درخت در باغ ۲۷
۱. آوردن شاخه‌ها به شرایط مطلوب ۲۸
۲. در صورت تهیه گرده از باغ ۲۹
درصد تشکیل میوه ۳۱
چگونه، چندبار و چه موقع گرده زده شود؟ ۳۱
کیسه محافظ (protect) ۳۱
اتیکت زدن (labeling) ۳۲
رسیدن بذر (seed maturation) ۳۲
جلسه ۴ ..... ۳۳
هیبریدهای بین گونه ای ۳۳
پل تلاقی ۳۳
بذر را کی و چگونه برداشت کنیم که به برنامه اصلاحی خللی وارد نشود؟ ۳۴
اقداماتی لازم برای کاهش ریسک ۳۵
نگهداری بذور ۳۶
استراتیفیه ۳۷
کوتاه کردن دورهٔ اصلاحی ۳۷
استفاده از گلخانه ۳۷
ارزیابی‌های روز اول ۳۹
برای مقاومت به بیماری ها ۳۹
در مورد سایر صفات ۳۹
ایرادات وارد به ارزیابی مقدماتی ۴۰
گذر از مرحلهٔ نونهالی ۴۰
۱. استفاده از رشد پیوسته در شرایط گلخانه ۴۰
۲. هرس حداقل ۴۰
۳. topworking ۴۱
۴. پایه پاکوتاه کننده ۴۱
۵. سایر اقدامات ۴۱
ارزیابی غیر مستقیم ۴۱
جلسه ۵ ..... ۴۴
منحنی‌ها و اشکال انجام کار اصلاح ۴۴
ارزیابی روی Nut ۴۷
مرحله طرح مکان در زمان ۴۷
مرحله طرح ۴۷

تفاوت هایی از اصلاح سنتی (تلاقی) و اصلاح مولکولی ۴۷
جایگاه اصلاح مولکولی در برنامه‌های اصلاحی چیست؟ ۴۸
پاسخ به انتخاب ۴۹
سرعت ۴۹
هزینه ۴۹
مقدار (rate) ۴۹
وراثت پذیری ۵۰
ارزیابی تعدادی از جمعیت + والدین ۵۰

جلسه ۶ ..... ۵۲
محاسبه وراثت پذیری ۵۲
تخمین وراثت پذیری ۵۳
روش ۱. تجزیه واریانس ۵۳
۲. روش تجزیه میانگین نسل‌ها ۵۴
۳. افزایش میانگین جمعیت ۵۶
۴. برازش خط رگرسیون نتاج به والدین ۵۷

جلسه ۷ ..... ۶۳
ناسازگاری درختان میوه ۶۳
مکانیسم ناسازگاری‌ها ۶۳
مکانیسم RNase ۶۳
طبقه بندی الل‌های S ۶۴
راههای برخورد با مشکل ناسازگاری اسپوروفیتیک ۶۸
ژنوتیپ‌های حامل S_F ۶۸
نحوی تولید S_F هموزیگوس ۶۸
انتخاب والد در سازگاری ۶۹
روش‌های شناسایی ناسازگاری کدامند؟ ۶۹

جلسه ۸ ..... ۷۱
اصلاح بادام (Prunus dulcis) ۷۱
سیستم کشت ۷۱
ارقام ۷۲
علت تلخی بادام ۷۲
۱. ژنتیکی ۷۲
۲. اثر دانهٔ گرده ۷۲
خودسازگاری ۷۳
نوع مغز (shell types): ۷۳

جلسه ۹ ..... ۷۴

اصلاح هلو ۷۴
صفات وابسته ۷۴
توارث ساده در صفات: ۷۵
صفات چندژنی: ۷۵
پایه‌های مقاوم به نماتد در هلو ۷۵
پایه‌های کوتاه در هلو ۷۶

جلسه ۱۰ ..... ۷۷

اصلاح آلوها ۷۷
آلوها ۷۷
گرده افشانی در آلو ۷۸
دگرناسازگاری در آلو ۷۸
مراحل برنامه اصلاح ۷۹
هیبرید بین گونه‌ای ۸۰
Drying ۸۰
رسیدن پوست و گوشت ۸۰
اصلاح سیب ۸۱

جلسه ۱۱ ..... ۸۲

موتاسیون و ناسازگاری ۸۲
موتاسیون ۸۲
مواد موتاژن ۸۲
موتاژن‌ها ۸۳
انواع فیزیکی ۸۳
موتاژن‌های شیمیایی ۸۴
اتو و تتراپلوییدی ۸۴
ناسازگاری ۸۵
نحوه مطالعه و تشخیص الل S ۸۵
۱. روش مزرعه‌ای یا bagging ۸۵
۲. tester ۸۵
۱) تستر در باغ ۸۶
۲) تستر در آزمایشگاه ۸۶
۳) تستر قراردادی ۸۷

جلسه ۱۲ ..... ۸۸

روش‌های شناسایی ناسازگاری ۸۸
رابطهٔ الل‌ها ۹۱
حالت غالبیت ۹۱
همبارزی ۹۲

دسکریپتورها (Descriptors) ۹۳
اطلاعات خواسته شده در دسکریپتورها..... ۹۳
۱. اطلاعات جغرافیایی منطقه ۹۳
۲. اطلاعات خاک ۹۳
۳. اطلاعات گیاه ۹۳
صفات فنولوژی ۹۵
۱. فنولوژی سالانه..... ۹۵
نحوهٔ تبدیل اطلاعات و مشاهدات به اعداد (کمیت) ۹۵
۱. طبقه بندی صفت ۹۵
۲. رتبه‌دهی داده‌های پیوسته ۹۶
۳. داده رتبه‌ای میانگین چند عدد است..... ۹۶
۴. داده ۲ تایی..... ۹۶
۵. داده‌های پیوسته (continuous)..... ۹۶

فهرست اصطلاحات..... **۹۸**

agrisoft.ir

کمی ← بیش از ۳ ژن ← QTL

کیفی ← کنترل ۳-۱ ژن

مقاومت ← Biotic: بیماری، آفت و نماتد و.... abiotic: شوری، خشکی، گرما و سرما و...

سازگاری: توجیه اقتصادی با کیفیت در شرایط خاص (شور + گرم + سرد)

ـ پیشرفته ملکولی: موتاسیون، کشت بافت سلول، ارگان، پرچم، تخمدان، تخمک ← تکثیر ـ هیبریداسیون ـ ایجاد گیاهان جدید

پلی پلوئیدی ← برای چه منظوری

مولکولی: نقشه‌های ژنتیکی ـ نقشه‌های لینکاژی ـ انتقال ژن

صفات خاص	ژن	فنوتیپ
کیفی	۳-۱	در قالب چند فنوتیپ، قابل مشاهده اند: قرمز، سفید، صورتی
کمی	۳ و بیشتر	مستمر[1]: اختلاف بین طبقات شبیه منحنی زنگوله‌ای است. افزایش در صفت بصورت پیوسته است که پیوستگی حول و حوش میانگین است.

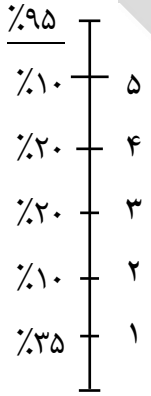
هر چه خطای معیار[2] بیشتر باشد، تنوع بیشتر است و کار اصلاحی برای آن مفیدتر خواهد بود.

عدد + X

در صفت کیفی: تعداد ژن مؤثر، رابطه ژنها (غالب، مغلوب، اپیستازی و...)

در صفت کمی: به شاخص هایی مثل وراثت پذیری و مقوله عددی آن توجه شود و همچنین نحوهٔ برآورد (تخمین[3]) آن مشخص شود.

QTL[4]: مکان‌های کوچکی که در بیان یک صفت سهم دارند. تعداد QTL مهم است مثل سهم هر QTL.



QTL 5 ← ۹۵ درصد سهم در تولید محصول

سهم شماره ۱ که ۳۵ درصد است از بقیه اهمیت بیشتری دارد.

در QTL محل و سهم آنها قابل تشخیص است. محل جایگاه آنها روی کروموزوم هاست.

1. continius
2. standard error
3. stimation
4. Quantitative Trait Loci

ایجاد F_1های جدید رخ می‌دهد و منجر به تجمیع صفات مطلوب است که با استفاده از تلاقی با ژنوتیپ‌های مطلوب انجام می‌شود و بعد انتخاب برای صفت یا صفات مطلوب.

۳. جمعیت حاصل از backcross

(پس از سری f) backcross می‌تواند از طریق F_1 BC بوده و یا F_2 BC باشد و تعداد آنها هم مـی‌توانـد از ۱ تا n باشد که معمولا F_1 BC_{123456} یا F_2 BC_{123456} است.

در درختان میوه BC داریم اما نوع BC تغییر شکل یافته است و ویژه می‌باشد. این BC حـدود ۳ نسـل و گـاهی ۴نسل انجام می‌شود (کم بودن این‌ها به خاطر طولانی بودن دورهٔ زایش درختان میوه است).

F_1 BC_{123}

تفاوت BC در درختان میوه

در BC معمولا یک والد به نام گیرنده A و یکی هم بعنوان دهنده[1] B است. گیرنده، والد مطلوب است کـه فقـط یک مشکل دارد (مقاومت ندارد یا گلدهی به موقع نیست). صفت از والد دهنده گرفته می‌شود.

A × B

↓

F_1: وحشی ٪۵۰(AB) + ٪۵۰ (AB)

↓

F_1 × A

↓

BC1 × A ٪۷۵ ژنوم A + ژن مقاومت B

↓

BC2 × A ٪۸۷ ژنوم A + ژن مقاومت B

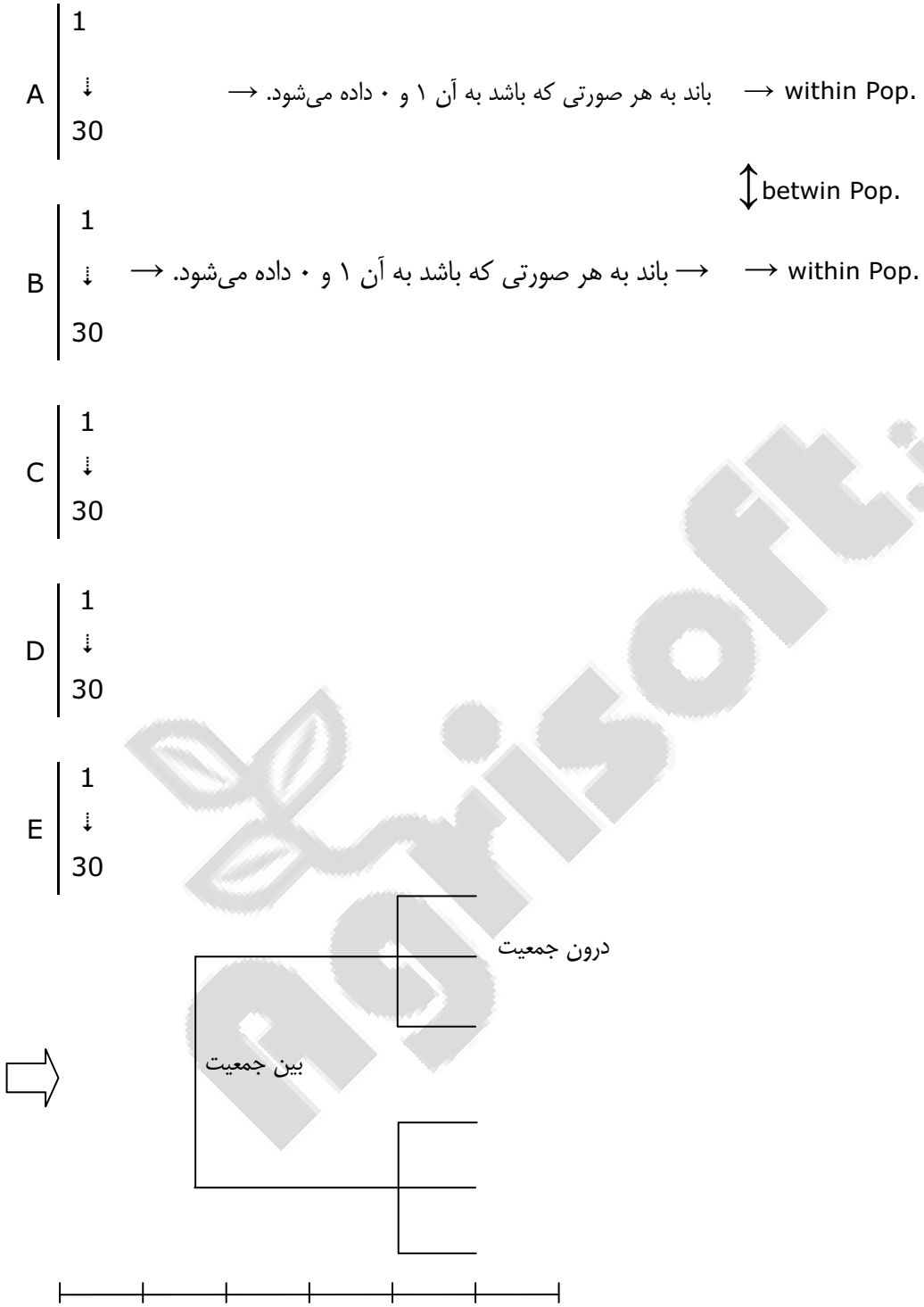
↓

BC6 × A ٪۹۹/۹ ژنوم A + ژن مقاومت B

اگر B وحشی باشد نصف نتاج وحشی می‌شود. پس سعی می‌شود B خیلـی دور از والـد نباشـد. بنـابراین دهنـدهٔ صفت هم ویژگی‌های مطلوبی دارد؛ اما گاهی مجبوریم در مورد یک صفت خاص از گونه وحشی استفاده شود مثـل صفت خودسازگاری بادام که از P.webbii گرفته شده است.

1. donor

۲. بصورت جمعیتی عمل می‌شود.



۳. از هر کدام ۲ نماینده گرفته می‌شود.

در مورد SSR و AFLP کارها دقیقتر می‌شود.

در SSR انتظارم داریم در هر مکان یک باند مشترک داشته باشیم (باند مادری). پس SSR را توجه به حضور ۵۰درصد ژنوم مادری تنوع بین جمعیتی را بهتر نشان می‌دهد و خاصیت دریابی این ژنها را در نسلها داریم. در RAPD و AFLP قابل ردیابی نیست.

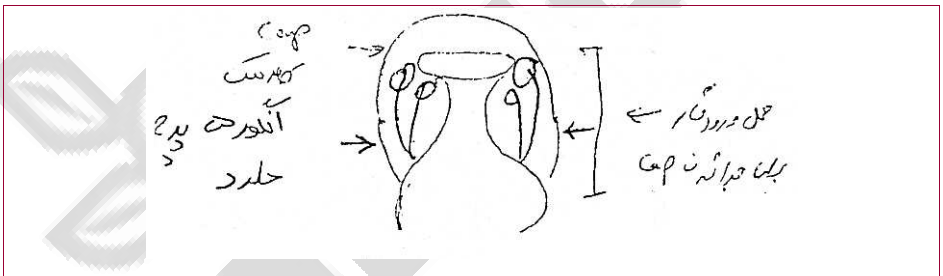
در صورت تفاوت مراحل نموی گلهای یک شاخه، عمل اخته کردن طی ۳-۲ روز متوالی انجام می‌شود. در گونه‌های گیاهی spurtype خصوصا زردآلو عمل اخته کردن احتیاط بیشتری می‌طلبد تا گلها و اسپورهای دمگل کوتاه و کوتاه را از بین نبرد. (چون دمگل‌ها کوتاهند و ممکن است اسپور یا گل را بشکنیم)

برای اخته کردن روش‌های مختلفی وجود دارد که در مقالات اشاره می‌شود. در سیب، گلابی و prunusها کافی است یک شکاف شعاعی یا قطری به حلقهٔ گبرگها داده شود (مثل شکستن تخم مرغ از وسط).

در انگور: حذف دستک انتهایی خوشه، حذف گلهای باز، برداشتن کلاهک، حذف ۵ پرچم با دقت ← چون ممکن است همسطح خامه باشند. خامه و مادگی نباید زخمی شود.

در سیب، گلابی و گیلاس بهتر است مقداری گلها را تنک کنیم ← اگر مثل انگور در یک گل آذین چند گل داشته باشیم، گلهای اول را حذف کرده و با یک گل کار می‌کنیم و در سیب شاه گل بهتر است.

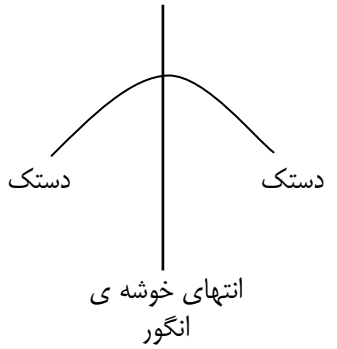
- اگر زود اخته کنیم باید شاه گل را نگه داریم و بقیه را حذف کنیم.
- اگر دیر اخته کنیم باید شاه گل را حذف کنیم و بقیه را نگه داریم.



تصویر. محل ورود فشار برای جدا شدن کلاهک در گل انگور (انگور ۵ پرچم دارد)

زمان اخته کردن:

- زود ← حذف سایر گلها ← شاه گل سیب را نگه می‌داریم
- میان ← حذف گلهای قبلی و بعدی ← انگور
- دیر ← حذف گلهای قبلی ← در سیب اگر دیر بود شاه گل را حذف کرده و گلهای بعدی را نگه می‌داریم.



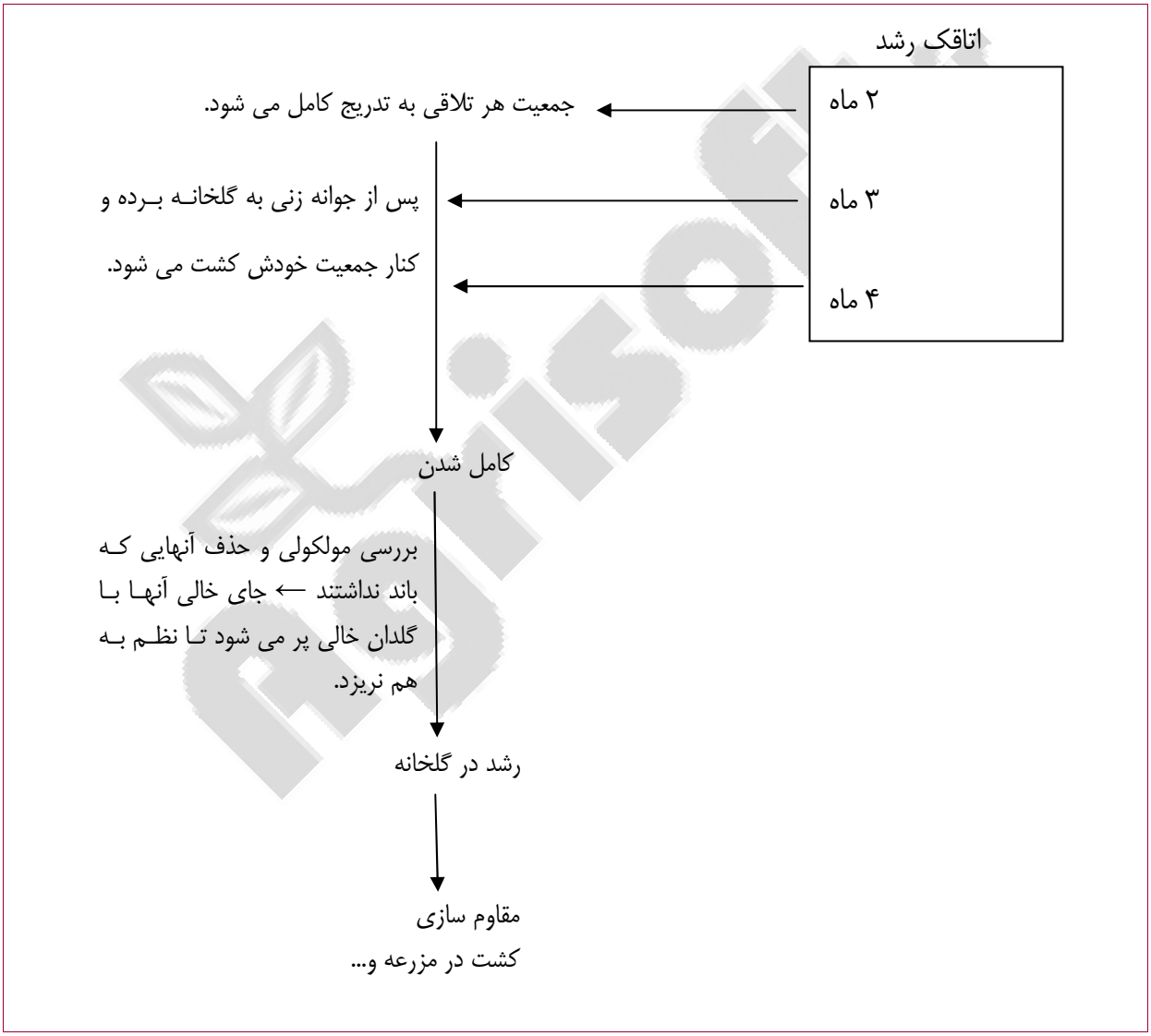
اما اگر ژنوم به هم بریزد و زیاد دستکاری شود (خاموش کردن سایر ژنها) نیاز به چند سال بررسی دارد.

جایگاه اصلاح مولکولی در برنامه‌های اصلاحی چیست؟

هم می‌تواند مستقل باشد و هم می‌تواند وارد اصلاح سنتی شده و کمک کند: انتخاب والد ـ مکان یابی صفت ـ شناسایی QTL.

کارهای مولکولی باعث تسهیل و تسریع برنامه‌های اصلاحی سنتی شده است.

گاهی در فندق، جوانه زدن ۴ ماه بطور می‌انجامید. جوانه زنی در فندق از ۲ هفته تا ۴ ماه طول می‌کشد.



در برنامه اصلاح نسل به نسل[1] پیش می‌روند.

نسل ← نسل ← نسل ← نسل

1. generation after generation

	df	SS	MS	F
کل	tr-1			
تیمار ژنوتیپ G	t-1		MS_G	
ژنوتیپ E ؟؟			MS_E	

MS_E بعنوان واریانس محیطی مدنظر است.

واریانس ژنتیکی:

$$\delta^2 = \frac{MS_G - MS_E}{r}$$

r: تکرار

زیاد بودن ژنوتیپ ← افزایش احتمال معنی داری ← افزایش h^2

کم بودن تکرار ← کاهش خطا ← افزایش h^2

$$h^2 = \frac{\delta_G{}^2}{\delta_G{}^2 + \delta_E{}^2}$$

۲. روش تجزیه میانگین نسل‌ها

عمدتا برای گیاهانی که لاین خالص دارند قابل استفاده است و ساده‌ترین حالت اینکه:

line A × line B

↓

F_1

↓

F_2

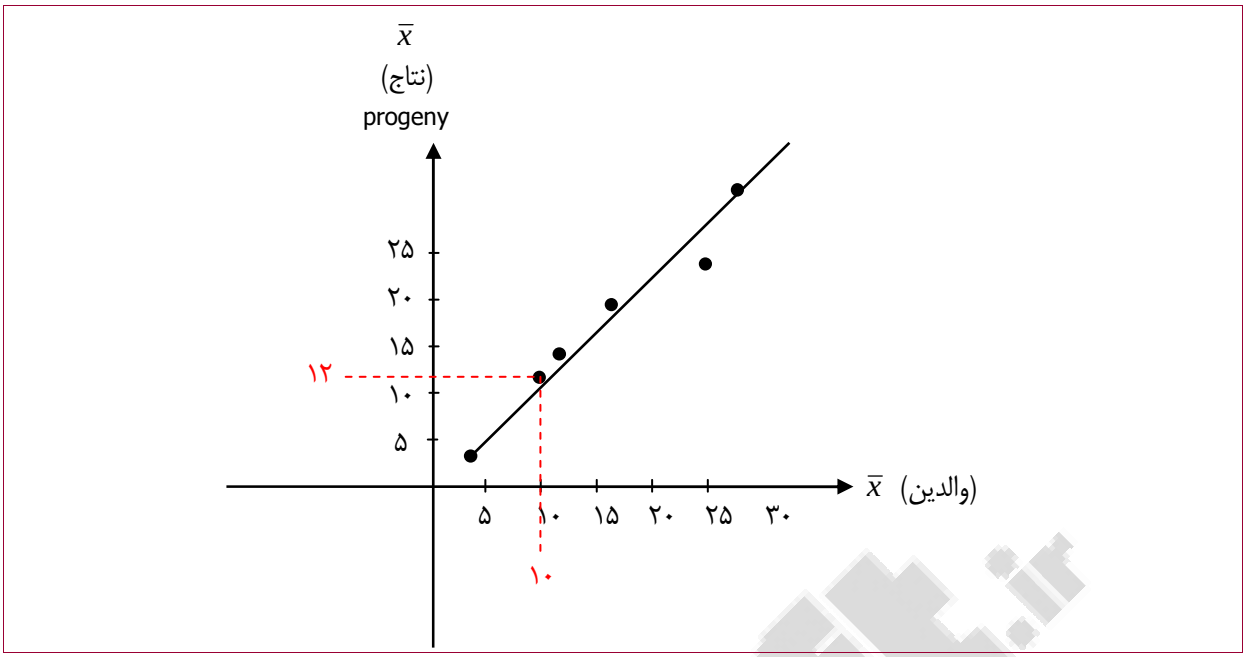
از نظر تئوری چون A وB لاین است، انتظار این است که همه افراد F_1 شبیه به هم و بدون واریانس $(\delta = 0)$ باشد.

$$\sum = (x - \overline{x}_i)^2$$

$\overline{x}_i$ → نزدیک به میانگین

$$x \approx \overline{x}_i \longrightarrow \sum = 0$$

اگر در F_1 که ژنتیک شبیه هم دارند، تفاوت دیده شود، تفاوت ناشی از محیط خواهد بود. بعبارت دیگر واریـانس محیط را نشان می‌دهد.



سؤال. چرا شیب برابر h^2 است؟

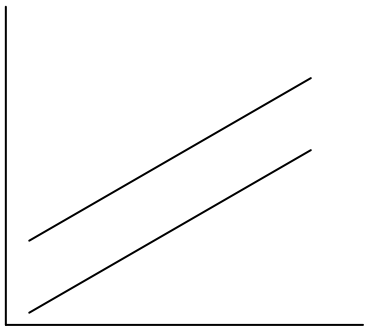
جواب. چون اگر با افزایش $\bar{x}$ والدین، $\bar{x}$ جمعیت افزایش یابد پس h^2 بالاست. بنابراین بهترین حالت $\alpha = 45^0$ (h^2= ٪۱۰۰) است.

در روش رگرسیون، وراثت پذیری خصوصی تخمین زده می‌شود.

اگر در گیاهان دو پایه (مثلا در مورد صفت خندانی پسته) به علت عدم وجود صفت در پایهٔ نر فقط والد را در نظر بگیریم، اتفاق خاصی نمی‌افتد و نتیجه بدست می‌آید. ← جابجایی در محل خط بوجود می‌آید ولی در شیب خط اتفاقی رخ نمی‌دهد. $\alpha = h^2$ را نشان می‌دهد.

چون مهم این است که افزایش یا کاهش میزان صفت در والدین بصورت افزایش یا کاهش در نتاج دیده شود.

نتاج (progeny)	میانگین والدین	یک والد
۱۵	۱۰	۹
۱۸	۱۲	۱۲
۲۰	۱۵	۱۵



سطح کلاله ← ♀

دانه گرده ← ♂

♀ $S_3\ S_8$ × ♂ $S_3\ S_8$

↓

%0

♀ $S_3\ S_6$ × ♂ $S_3\ S_8$

↓

$S_3 = S_8$ → همبارز

↓

%50

♀ $S_3\ S_8$ × ♂ $S_3\ S_6$

↓

S_3 → غالب

↓

%0

♀ $S_3\ S_8$ × ♂ $S_1\ S_6$

↓

S_6 → غالب

↓

%100

♀ $S_2\ S_3$ × ♂ $S_1\ S_2$

↓

S_1 → غالب

↓

%100

$S_1S_2, S_1S_3, \underline{S_2S_2}, S_2S_3$

هموموزیگوس

بروز حالت هموزیگوس، خاص اسپوروفیتیک است؛ چون در گامتوفیتیک الل‌ها مستقل...؟؟

این موضوع باعث می‌شود ژنوتیپ هموزیگوس ناسازگار داشته باشیم و این یک مزیت است؛ چون در این حالت یک الل حضور دارد و احتمال ناسازگاری را کمتر می‌کند. رقم Zeta، S_1S_1 می‌باشد.

پس هر گاه رابطهٔ الل‌ها همبارز باشد، رفتن به سمت هموزیگوسیتی مطلوب می‌باشد.

pollen parent

↓ باید سازگار باشند تا تلاقی شوند

seed parent

جلسه ۱۰

اصلاح آلوها

prunus ⟵ هسته دارها

تولید جهانی آلوها: چین ـ امریکا ـ اروپای شرقی (رومانی ـ یوگسلاوی) ـ فرانسه

آلو کم عمق‌ترین ریشه دارد و مقاوم به رطوبت است ⟵ باعث زودرسی می‌شود ⟵ حجم تاج مناسب (کوچک)

از نظر مقاومت به رطوبت: بادام > هلو > آلو

برای مناطق با خاک سنگین و مرطوب

آلوها

• پایهٔ prunus spinosa ⟵ slow: میوهٔ کوچک نخودی، آبی رنگ و ماندگار
زردآلوی کاذب ⟵ ایتالیا

P. cerasifera ⟵ میروبالان، plum، باریک و خاردار. کوههای قفقاز: وحشی و خوردنی

• خوراکی:

P. divaica

P. caspica ⟵ واریته ایرانیکا در جنوب خزر

var. macrocarpa ⟵ ۱. خوراکی اصلی است؛ ۲. هیبریدی از دیگران است.

• هیبریدها: ماریانا (تلاقی میروبالان × مانسونیانا) ⟵ تلاقی با سایرین

• تلاقی گونه‌های وحشی:

ـ ساختار شاخه و برگ مثل وحشی

ـ اندازهٔ میوه افزایش می‌یابد.

اروپایی: P. domestica (P. spinosa × P. cerasifera) ⟵ دو برابر شدن گامت‌ها

P. cerasifera (زرد) × P. spinosa (سبز ⟵ آبی)

↓

P. domestica (زرد ـ سبز)

• ژاپنی

در موز سطح پلوئیدی گیاه هم در دوز مؤثر است. مثلا موزهـای 2n، 3n و 4n بـه ترتیـب ۴۰، ۳۰ و ۲۰gray رابرای LD50 تحمل می‌کنند. در مورد توت فرنگی چون طوقه متراکم است تا ۱۰۰gray را نیـز تحمـل مـی‌کنـد. شاخه آلوی ژاپنی تا ۳۰ را تحمل می‌کند.

افزایش نوع اشعه مؤثر ایجاد موتاسیون.

پس از ایجاد موتاسیون اگر گیاه شناسایی شود، چـون از طریـق بافـت رویشـی بـوده (vegetative) و چـون موتاسیون بوده (mutation) ← Vm که نسلهای اینها را Vm می‌نامند.

موتاسیون در بذر در گیاهان دارویی رخ می‌دهد (اختلاط بذر در دوز مولد ← افزایش موتاسیون در گیاه حاصـله) که مکانیزم ناشناخته دارد.

گسترهٔ جهش در زینتی‌ها خیلی بالاست. در اطلسی تا ۵۰ نوع رنگ را بوجود آورده‌اند.

موتاژن‌های شیمیایی

از نظر اسمی متنوع هستند: متیل یا اتیل + سولفات

EMS	اتیل متیل سولفونات[1]
dES	دی اتیل سولفات
EI	اتیل اسمین
ENU	اتیل نیتروز اوره آ[2]
MNH	متیل نیتروز اوره آ[3]
colchicine	کلشی سین
Oryzalin	اریزالین

کلشی سین و... به راحتی در قسمت‌های مریستمی به کار می‌رود.

کلشی سین و اریزالین ← بیشتر تغییرات کروموزومی است و با از بین بردن رشته‌های دوکی، set کروموزوم‌ها را معمولا به سمت دابل کردن می‌برند.

اتو و تتراپلوییدی

انگور تتراپلویید ← بی‌دانه

به نظر می‌رسد تتراپلوییدی بر ناسازگاری غلبه کند. که در چند خانوادهٔ گیاهی جواب داده ولی در گیلاس جـواب نداده. در حالیکه به نظر می‌رسد آلبالو حالت 4X گیلاس می‌باشد ولی در اینجا جواب نداده است.

1. ethyl methanesulfonate
2. ethyl-N-nitrosourea
3. N-methyl-N′-nitrosourea

در غیر اختصاصی‌ها ناحیهٔ ثابت دو تا نیست و یکی است. به همین دلیل نیازمند طراحی پرایمر برای نقطهٔ نامعلوم می‌باشد.

SNP

در بادام هم امروزه برای هر الل یک جفت پرایمر طراحی شده است.

S_F نیز نسخه‌ای از الل S می‌باشد و مثل S_1، S_2 و... یک توالی خاص دارد و مکان ژنی دیگر نمی‌باشد. حتی حذف S نیز نمی‌باشد.

مشکل انتقال ژن S_F: روند کار هدایت شونده نیست و تصادفی می‌باشد. با تلاقی معمولی یا یک تلاقی، خودسازگاری به صورت کامل یا ناقص منتقل می‌شود.

رابطهٔ الل‌ها

ـ گامتوفیتیک ← هم بارزی

ـ اسپورفیتیک ← غالبیت بین سطوح

• **حالت غالبیت**

غالبیت و مغلوبیت فقط در دانهٔ گرده است و نه در مادگی.

مثال: در فندق

♀ $S_1 S_2$ × ♂ $S_1 S_3$

> → چون غالبیت است، S_3 نقشی ندارد

↓

به خاطر برخورد S_1 با S_1 نتیجه صفر می‌شود

حال اگر:

♀ $S_1 S_2$ × ♂ $S_1 S_3$

<

↓

٪100 → بروز تمام حالات

S_1S_1
S_2S_3
S_2S_1
S_2S_3

فهرست اصطلاحات

A

abiotic 9
accesion 74
adult....95
AFLP 23
amygdalin 71
Amygdalus 71
aniline blue 86
ANOVA 53

B

backcross 3, 16, 90
bag 31
bagging 6, 27, 29, 85, 90
ballon stage....29
BC 3, 16, 17, 24
been 81
Belle 74
berry 81
betwin Pop....23
binary....96
Biotic 9
blueberry 42
botanic gardens 10
brush....31

C

Ca^{++} 63
$CaCl_2$....13
cage....29
caging....27, 29
Chameamygdalus....71
cheese clothes 27
Chest nut....35
chines cling 74
Citrus....25
colchicine 84
conserve....88
continuous 7, 96
cross pollination....56

D

davidiana 74
de pollen 27
depression 68
dES 84
Descriptors....7, 93
dinamic 10
DMSO....85
DNA.... 10, 20, 41, 42, 64, 82, 83, 88, 89
donor 16
Drying 6, 80
dw/dw....76

E

eastern filbert blight....42
EI 84
Elberta 74
embryo abortion....33
embryo rescue 33
EMS....84
ENU....84
ethyl methanesulfonate 84
ethyl-N-nitrosourea 84
Euamygdalus 71

F

family crossing 51
FDA 14
ferganensis 74
field gene bank 10
flank 88, 89
Floridaguard 76
forward 89
Fragness....72
fruitset 14
frut set 18
fullmature 32
full-sib 22

G

gas chromatography....57
generation after generation 48
GF 76
GF_{577}....73
GF_{677}....73
girdling....41
gray 83