



مهندس سجاد طلایی

کارشناس مجتمع تحقیقات کاربردی و تولید بذر

شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

## نکاتی از طراحی و اجرای آزمایشات کشاورزی

### قسمت اول

طرح‌ریزی یک آزمایش از مهم‌ترین جنبه‌های اجرای یک طرح آزمایشی به حساب می‌آید. برای طرح‌ریزی یک آزمایش باید هدف از اجرای آزمایش مشخص شود. اهداف آزمایش به صورت فرضیات خلاصه می‌شوند تا تجزیه‌های آماری روی آن اعمال گردد. برای اهداف آزمایش باید وقت زیادی صرف شود و قابل‌دستیابی باشد. معمولاً اهداف را بخش‌بندی می‌کنند تا کیفیت اجرای هدفمند آن بهتر شود. برای کنترل اهداف آزمایش، باید از نظرات یک صاحب‌نظر استفاده نمود و بعد از تعریف و انتخاب اهداف، باید آن‌ها را به صورت روابط آماری بیان کرد. یک فرضیه در واقع بیان دوباره هدف به وسیله روابط آماری است. به آزمون آماری مورد استفاده برای آزمودن اهداف آزمایش، آزمون فرض گفته می‌شود. صرف‌نظر از توزیع داده‌ها که می‌تواند توزیع نرمال، چولی و یا ناشناخته باشد، باید

گرده‌افشانی دستی وجود دارد و هیبرید بین *B. rapa* و *B. carinata* تنها وقتی حاصل می‌شود که *B. carinata* به عنوان والد ماده استفاده شده است. در حال حاضر هیبرید بین *B. rapa* و *B. nigra* تنها با نجات جنین در شرایط آزمایشگاهی حاصل می‌شود. امروزه ضرورت استفاده از تکنیک‌های نجات جنین در شرایط آزمایشگاهی جهت به دست آوردن هیبریدهای بین گونه‌ای توسط اصلاح‌گران بسیار قابل توجه است. ایجاد برخی از هیبریدهای بین گونه‌ای تنها از طریق روش‌های مصنوعی صورت می‌گیرد به طوری که وقوع چنین هیبریدهایی به صورت خود به خودی گزارش نشده است. به عنوان مثال هیچ تلاقی طبیعی در آزمایشات مزرعه‌ای بین سه گونه آلوتراپلوئید براسیکا و خردل (*arvensis*  $2n=18$ ) رخ نداده است که نشان می‌دهد انتقال مستقیم ژن از *B. napus* به *S. arvensis* بسیار بعید است. اما هیبریداسیون خود به خودی بین *B. napus* و تریپله وحشی (*R. raphanistrum*,  $2n = 18$ , RrRr) می‌تواند در مزرعه با فراوانی کم بر روی *R. raphanistrum* به عنوان والد ماده رخ دهد ولی هیبریدهای متعدد به آسانی در *B. napus* نرعیقیم به عنوان والد ماده تولید می‌شود. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته ظرفیت متغیری برای باروری در میان گونه‌های کلزا مشاهده می‌شود. این مسئله می‌تواند بیان کند که چرا تشخیص یا فراوانی هیبرید در بررسی‌ها و جوامع متغیر است که مانع برآورد واقعی هیبریداسیون بین گونه‌های براسیکا می‌شود.

اگر گروه‌بندی یکسان نباشد می‌توان از تجزیه کوواریانس استفاده کرد و بر اساس آن گروه‌بندی و در نهایت تصحیح متغیر وابسته یا پاسخ انجام گیرد. تجزیه کوواریانس در واقع همان بلوک‌بندی غیرهمسان یا غیریکنواخت است. لازم به ذکر است در صورت داشتن تغییرات و نوسان بالا نیاز به وجود تکرارهای بیشتری است. البته می‌توان تغییرات بین تکرارها را بعد از اجرای آزمایش بررسی کرد.

از عواملی که باعث کاهش خطای آزمایشی می‌گردد تصحیح تأثیر کواریت یا متغیرهای همراه با متغیر پاسخ می‌باشند. هر عاملی که محقق فکر می‌کند که احتمالاً روی متغیر پاسخ تأثیر می‌گذارد باید توسط آزمون تجزیه کوواریانس آزمون گردد و در صورت معنادار بودن تأثیر آن متغیر روی متغیر وابسته یا پاسخ باید تصحیح روی متغیر پاسخ صورت گیرد. البته نباید فراموش شود این تغییر روی متغیر پاسخ باید خطی باشد. به عنوان مثال وجود شیب غیریکنواخت در یک بلوک، وجود شوری قسمتی از مزرعه، وجود علف‌های هرز چندساله و غیرقابل کنترل، تناوب و یا آیش متفاوت در بخشی از قطعه زمینی که طرح در آن قرار است اجرا گردد، جوانه‌زنی متفاوت که ناشی از تفاوت در قطعات مزرعه باشد از نمونه‌های پرکاربرد تجزیه کوواریانس است.

اصول آزمون فرض حفظ شود. معمولاً آنالیزهای آماری در روش‌های پارامتری که بر یک توزیع آماری بنا شده‌اند مفروضاتی دارند که باید رعایت شوند. این کار قبل و حین اجرای آزمایش و همچنین در تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش قابل کنترل و اندازه‌گیری است. چنانچه مفروضات به دلایلی رعایت نشوند ممکن است نتایج آزمایش اریب داشته باشد و در نتیجه دقت آزمایش کاهش یافته و نتایج معتبر نباشند. در صورت عدم رعایت مفروضات می‌توان از روش‌های ناپارامتری استفاده کرد. همچنین با توسعه نرم‌افزار آماری قدرتمندی مانند SAS با استفاده از PROC MIXED و PROC GENMOD می‌توان بر این مشکلات تا حدودی فائق آمد. در طرح‌ریزی یک آزمایش با توجه به اهداف آزمایش، نوع و تعداد متغیرهایی که باید اندازه‌گیری شود مشخص می‌گردد. همچنین چگونگی اندازه‌گیری و روش ثبت آن‌ها نیز حائز اهمیت است. وجود تکرار در آزمایش ضروری است. بلوک‌بندی واحدهای آزمایشی، در داخل گروه‌های یکسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تیمارها باید به صورت تصادفی در یک بلوک یا تکرار قرار گیرند. تعداد بلوک ربطی به تعداد تکرار ندارد و نباید متأثر از نیاز به تعداد تکرار در نظر گرفته شود. بلوک‌بندی برحسب تعداد گروه‌های یکسان موجود از مواد آزمایشی مشخص می‌گردد.