

طرح آزمایش های کشاورزی

(با کاربرد دو نرم افزار SAS و MINITAB)

مؤلفین :

مهندس فرخ نوری

مدرس دانشگاه جامع علمی کاربردی و امد کردستان

دکتر خسرو محمدی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، و امد سمنان



سپهر دانش

www.sepehrlib.com

سرشناسه: فرخ، نوری، ۱۳۴۷-
 عنوان و نام پدیدآور: طرح آزمایش های کشاورزی / مؤلفان: فرخ نوری، خسرو محمدی.
 مشخصات نشر: همدان: سپهر دانش: ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری: تل: ۴۱۶ ص.: مصور: جدول، نمودار.
 کتابنامه: ص. ۴۱۵-۴۱۶.
 شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۹۶۶-۴۴-۲
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا.
 موضوع: کشاورزی - آمار کشاورزی - روش های آماری
 شناسه افزوده: محمدی، خسرو، ۱۳۶۰-
 رده بندی کنگره: S ۴۹۴/۵۷
 رده بندی دیویی: ۳۳۸/۱۰۲۱

- ❖ عنوان: طرح آزمایش های کشاورزی
- ❖ مؤلفان: مهندس فرخ نوری - دکتر خسرو محمدی
- ❖ ناشر: سپهر دانش
- ❖ نوبت چاپ: اول
- ❖ سال انتشار: ۱۳۹۰
- ❖ لیتوگرافی: نور
- ❖ چاپ و صحافی: نینوا
- ❖ طراحی جلد: آپادانا
- ❖ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
- ❖ شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۹۶۶-۴۴-۲
- ❖ قیمت: ۸۰۰۰ تومان

نشانی ناشر: همدان - بلوار خواجه رشید، مقابل اداره گذرنامه، کوچه رضوی، نبش نیلوفر، پ ۳۲
 تلفن: ۰۸۱۱۲۵۲۲۷۹۹ همراه: ۰۹۱۸۳۱۵۱۳۴۶

همتم بدرقه راه کنای طایر قدس

که دراز است ره مقصد و من نوسفرم

" حافظ "

www.ketab.ir

تقدیم با احترام به :

پدرم، به خاطر همه لطف و انسانیتش

و

به من چشمه همه مهربانی ها ، مادرم

یار و همدم همیشگی ، همسر عزیزم

و

کیمیای سعادت من

آریا

" فرخ نوری "

تقدیم به

همسر عزیزم

و

پدر و مادر مهربانم

" خسرو محمدی "

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : معرفی نرم افزار MINITAB
۱	۱-۱) مقدمه
۱	۱-۲) صفحه اصلی Minitab
۲	۱-۲-۱) نوار عنوان
۲	۱-۲-۲) نوار منو
۲	۱-۲-۳) نوار ابزار
۳	۱-۳) پنجره ها
۳	۱-۳-۱) پنجره Data یا کاربرگ
۳	۱-۳-۲) پنجره Session
۴	۱-۳-۳) پنجره Graph
۵	۱-۴) پنجره Project Manager
۵	۱-۴-۱) پوشه Session
۶	۱-۴-۲) پوشه History
۶	۱-۴-۳) پوشه Graphs
۷	۱-۴-۴) پوشه Related Documents
۷	۱-۴-۵) پوشه Report Pad

۷	Worksheet پوشه (۱-۴-۶)
۸	(۱-۵) ایجاد یک پروژه جدید
۹	(۱-۶) ذخیره کردن یک فایل پروژه
۹	(۱-۷) ذخیره کردن یک کاربرگ
۱۰	(۱-۸) باز کردن فایل پروژه
۱۰	(۱-۹) باز کردن کاربرگ
۱۲	(۱-۱۰) بستن فایل پروژه
۱۲	(۱-۱۱) نوع و شکل داده‌ها در Minitab
۱۴	(۱-۱۲) شرح پروژه Project Description
۱۴	(۱-۱۳) شرح کاربرگ
۱۵	(۱-۱۴) نمایش داده‌های کاربرگ در پنجره Session
۱۶	(۱-۱۵) تولید گزارش در Minitab
۱۷	کارگاه شماره ۱
۱۸	(۱-۱۶) مرتب سازی داده‌ها
۲۰	(۱-۱۷) تولید اعداد تصادفی
۲۰	(۱-۱۷-۱) مدل نمونه گیری تصادفی ساده
۲۱	(۱-۱۷-۲) مدل Normal Distribution
۲۳	(۱-۱۷-۳) مدل Integer
۲۳	(۱-۱۷-۴) مدل Poisson
۲۴	(۱-۱۸) استاندارد کردن داده‌ها
۲۶	(۱-۱۹) کدگذاری و درجه بندی داده‌ها
۲۸	(۱-۲۰) آزمون نرمال بودن داده‌ها
۳۱	(۱-۲۱) محاسبات عددی و تبدیل‌ها
۳۲	(۱-۲۱-۱) جمع داده‌های یک ستون

۳۳	۲-۲۱-۱) عملیات ریاضی روی ستون‌ها
۳۴	۳-۲۱-۱) تبدیل مشاهدات
۳۵	۴-۲۱-۱) آماره‌های توصیفی مشاهدات
۳۷	۲۲-۱) شاخص‌های آماری
۴۰	۲۳-۱) رسم نمودارهای آماری
۴۱	۱-۲۳-۱) نمودار ستونی
۴۴	۲-۲۳-۱) نمودار ستونی گروهی
۴۵	۳-۲۳-۱) نمودار ستونی مرکب
۴۶	۴-۲۳-۱) نمودار دایره‌ای
۴۸	۵-۲۳-۱) نمودار خط شکسته
۵۲	کارگاه شماره ۲

فصل دوم : معرفی نرم‌افزار SAS

۵۵	۱-۲) مقدمه
۵۵	۲-۲) صفحه اصلی SAS
۵۶	۳-۲) نوار منو
۵۶	۴-۲) نوار ابزار
۵۸	۵-۲) پنجره Editor
۵۸	۶-۲) پنجره Log
۵۹	۷-۲) پنجره Output
۶۰	۸-۲) قسمت‌های برنامه
۶۰	۹-۲) وارد کردن در Data step در پنجره Editor
۶۳	۱۰-۲) اجرای دستورات
۶۵	۱۱-۲) پاک کردن محتویات پنجره‌ها
۶۵	۱۲-۲) ذخیره اطلاعات

فصل سوم : اصول تجزیه واریانس

۶۷	۳-۱) اصول تجزیه واریانس
۷۱	۳-۲) فرمول‌های تجزیه واریانس
۷۵	کارگاه

فصل چهارم : مقدمه‌ای بر طرح‌های آماری

۷۷	۴-۱) مقدمه
۷۸	۴-۲) آزمایش
۷۸	۴-۳) طرح‌های آزمایشی
۷۹	۴-۴) تیمار
۷۹	۴-۵) ماده آزمایشی
۸۰	۴-۶) بلوک
۸۰	۴-۷) منابع تغییر
۸۱	۴-۸) تکرار
۸۳	۴-۹) توزیع تصادفی تیمارها در واحدهای آزمایشی
۸۳	۴-۱۰) روش‌های تصادفی کردن
۸۶	کارگاه

فصل پنجم : طرح کاملاً تصادفی

۸۷	۵-۱) مقدمه
۸۹	۵-۲) مزایا و معایب
۸۹	۵-۳) مدل آماری
۹۰	۵-۴) کلیات تجزیه و تحلیل طرح
۹۰	۵-۵) تجزیه و تحلیل طرح با استفاده از روابط عملی

۹۰	۵-۵-۱) مجموع مربعات تیمار
۹۲	۵-۵-۲) فاکتور تصحیح
۹۲	۵-۵-۳) مجموع مربعات تصحیح شده
۹۲	۵-۵-۴) مجموع مربعات کل
۹۳	۵-۵-۵) درجه آزادی
۹۴	۵-۵-۶) میانگین مربعات
۹۵	۵-۵-۷) محاسبه F
۹۶	۵-۶) استفاده از روابط نظری
۹۶	۵-۶-۱) مجموع مربعات تیمار
۹۷	۵-۶-۲) مجموع مربعات کل
۹۷	۵-۶-۳) مجموع مربعات خطا
۹۸	۵-۷) تجزیه و تحلیل طرح کاملاً تصادفی در نرم افزار SAS
۱۰۱	۵-۸) ضریب تغییرات
۱۰۱	۵-۹) مقایسه میانگین ها
۱۰۲	۵-۹-۱) آزمون حداقل اختلاف معنی دار
۱۰۷	۵-۹-۲) آزمون جدید چند دامنه ای دانکن
۱۰۸	۵-۹-۲-۱) مفهوم دامنه
۱۱۱	۵-۹-۲-۲) آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار SAS
۱۱۸	۵-۹-۳) آزمون توکی
۱۲۱	۵-۹-۳-۱) آزمون توکی با استفاده از نرم افزار SAS
۱۲۲	۵-۹-۴) آزمون استیودنت - نیومن - کلز
۱۲۴	۵-۹-۴-۱) آزمون SNK با استفاده از نرم افزار SAS
۱۲۵	۵-۹-۵) آزمون دانن
۱۲۶	۵-۹-۵-۱) آزمون دانن در نرم افزار SAS
۱۲۸	۵-۹-۶) آزمون شفه
۱۳۰	۵-۹-۶-۱) آزمون شفه در نرم افزار SAS
۱۳۱	۵-۱۰) تجزیه و تحلیل طرح کاملاً تصادفی در نرم افزار Minitab

۱۳۹	۵-۱۱) طرح کاملاً تصادفی نامتعادل
۱۴۰	۵-۱۲) تجزیه و تحلیل طرح‌های نامتعادل
۱۴۱	۵-۱۳) مقایسه میانگین‌ها در طرح‌های نامتعادل
۱۴۵	۵-۱۴) طرح‌های نامتعادل در نرم‌افزار SAS
۱۴۸	۵-۱۵) طرح‌های نامتعادل در نرم‌افزار MINITAB
۱۵۴	۵-۱۶) طرح‌های کاملاً تصادفی با بیش از یک مشاهده
۱۵۷	۵-۱۷) مقایسه میانگین‌ها در طرح‌های چند مشاهده‌ای
۱۵۷	۵-۱۸) طرح‌های چند مشاهده‌ای در نرم‌افزار SAS
۱۵۹	۵-۱۹) طرح کاملاً تصادفی نامتعادل با بیش از یک مشاهده
۱۶۱	۵-۲۰) طرح کاملاً تصادفی نامتعادل با بیش از یک مشاهده در نرم‌افزار SAS
۱۶۲	۵-۲۱) مقایسه‌های مستقل
۱۶۳	۵-۲۲) مراحل انجام مقایسه‌های مستقل
۱۶۶	۵-۲۳) مقایسه‌های مستقل در نرم‌افزار SAS
۱۶۸	کارگاه

فصل ششم: طرح‌های بلوک‌های کامل تصادفی

۱۷۱	۶-۱) کلیات
۱۷۵	۶-۲) مزایا و معایب طرح
۱۷۵	۶-۳) پیاده کردن طرح
۱۷۸	۶-۴) مدل آماری طرح
۱۷۸	۶-۵) فرمول‌ها و تجزیه واریانس طرح
۱۸۰	۶-۶) تجزیه آماری یک مسئله
۱۸۳	۶-۷) حل مسئله با نرم‌افزار SAS
۱۸۵	۶-۸) حل مسئله با نرم‌افزار Minitab
۱۹۵	۶-۹) سودمندی نسبی طرح بلوک‌های کامل تصادفی
۱۹۶	۶-۱۰) واحدهای آزمایشی از بین رفته

فصل هفتم : مربع لاتین

۲۰۳	(۷-۱) کلیات
۲۰۴	(۷-۲) مزایا و معایب
۲۰۴	(۷-۳) مدل آماری طرح
۲۰۵	(۷-۴) طراحی مربع
۲۰۸	(۷-۵) تجزیه آماری
۲۱۱	(۷-۶) استفاده از روابط نظری
۲۱۲	(۷-۷) مقایسه میانگین‌ها
۲۱۳	(۷-۸) تجزیه و تحلیل طرح مربع لاتین در نرم‌افزار SAS
۲۱۵	(۷-۹) سودمندی نسبی مربع لاتین
۲۱۵	(۷-۹-۱) نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی
۲۱۷	(۷-۹-۲) نسبت به طرح کاملاً تصادفی
۲۱۸	(۷-۱۰) برآورد کرت گمشده
۲۱۸	(۷-۱۰-۱) برآورد کرت گمشده با یک واحد آزمایشی از بین رفته
۲۱۹	(۷-۱۰-۱-۱) مقایسه میانگین‌ها
۲۲۳	(۷-۱۰-۲) برآورد کرت گمشده با بیش از یک واحد آزمایشی از بین رفته
۲۲۶	(۷-۱۰-۲-۱) مقایسه میانگین‌ها
۲۲۶	(۷-۱۱) تکرار موثر
۲۲۹	(۷-۱۲) مربع لاتین با چند مشاهده در هر واحد آزمایشی
۲۳۰	(۷-۱۳) مقایسه میانگین‌ها در مربع لاتین چند مشاهده‌ای
۲۳۲	(۷-۱۴) مربع لاتین چند مشاهده‌ای در نرم‌افزار SAS
۲۳۴	(۷-۱۵) مربع لاتین مکرر
۲۳۵	(۷-۱۵-۱) مربع‌های مستقل
۲۳۹	(۷-۱۵-۲) تجزیه و تحلیل مربع‌های لاتین مستقل در نرم‌افزار SAS

۲۴۱	۷-۱۵-۳) مربع‌های لاتین ادغام شده
۲۴۳	۷-۱۵-۴) تجزیه و تحلیل مربع‌های لاتین ادغام شده در نرم‌افزار SAS
۲۴۵	۷-۱۵-۵) مقایسه میانگین‌ها در مربع لاتین مکرر
۲۴۶	۷-۱۶) تجزیه و تحلیل طرح مربع لاتین در نرم‌افزار Minitab
۲۵۱	کارگاه

فصل هشتم: آزمایش‌های چندعاملی (فاکتوریل)

۲۵۳	۸-۱) کلیات
۲۵۴	۸-۱-۱) فاکتور (Factor)
۲۵۴	۸-۱-۲) سطح (Level)
۲۵۴	۸-۱-۳) اثر متقابل (Interaction)
۲۵۵	۸-۲) مزایای طرح
۲۵۵	۸-۳) معایب طرح
۲۵۶	۸-۴) پیاده کردن طرح
۲۵۸	۸-۵) مدل آماری آزمایش
۲۵۹	۸-۶) فرمول‌ها و تجزیه واریانس طرح
۲۶۰	۸-۷) مجموع مربعات طرح اصلی
۲۶۱	۸-۸) تجزیه مجموع مربعات تیمار به عامل‌ها
۲۶۲	۸-۹) آزمایش فاکتوریل 2^2 با طرح پایه کاملاً تصادفی
۲۶۷	۸-۱۰) استفاده از ضرایب در تجزیه آماری آزمایش‌های فاکتوریل
۲۶۸	۸-۱۱) حل مسئله با نرم‌افزار SAS
۲۷۰	۸-۱۲) حل مسئله با نرم‌افزار Minitab
۲۸۱	۸-۱۳) آزمایش فاکتوریل 2^2
۲۸۱	۸-۱۳-۱) مدل آماری آزمایش
۲۸۴	۸-۱۳-۲) محاسبات آماری و فرمول‌ها
۲۸۴	۸-۱۳-۲-۱) محاسبه مجموع مربعات آزمایش

۲۸۵	۲-۱۳-۸) تجزیه مجموع مربعات تیمار به عامل‌ها
۲۸۹	۸-۱۴) آزمایش فاکتوریل ۲ ^۳ با طرح پایه بلوک کامل
۲۸۹	۸-۱۴-۱) محاسبات آماری و روابط ریاضی
۲۸۹	۸-۱۴-۱-۱) محاسبه مجموع مربعات آزمایش
۲۹۱	۸-۱۴-۱-۲) تجزیه مجموع مربعات تیمار
۲۹۶	۸-۱۵) حل مسئله با نرم‌افزار SAS
۲۹۹	۸-۱۶) حل مسئله با نرم‌افزار Minitab
۳۱۱	کارگاه

فصل نهم: کرت‌های خرد شده

۳۱۳	۹-۱) کلیات
۳۱۵	۹-۲) مزایا و معایب طرح
۳۱۵	۹-۳) پیاده کردن طرح
۳۱۶	۹-۳-۱) روش فاکتوریل
۳۱۶	۹-۳-۲) روش طرح کرت‌های خرد شده
۳۱۷	۹-۴) مدل آماری آزمایش
۳۱۸	۹-۵) طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی
۳۱۸	۹-۵-۱) مجموع مربعات
۳۲۱	۹-۶) جدول تجزیه واریانس اسپلیت پلات در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی
۳۲۲	۹-۷) جدول تجزیه واریانس اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی
۳۲۳	۹-۸) جدول تجزیه واریانس طرح اسپلیت پلات در قالب طرح پایه مربع لاتین
۳۲۸	۹-۹) ضریب تغییرات
۳۲۹	۹-۱۰) مقایسه میانگین‌ها در آزمایش اسپلیت پلات
۳۳۰	۹-۱۱) کرت فرعی گمشده
۳۳۰	۹-۱۲) مقایسه میانگین‌ها در حالتی که کرت گمشده وجود دارد
۳۳۲	۹-۱۳) حل مسئله با نرم‌افزار SAS

۳۳۴	۹-۱۴) حل مسئله با نرم افزار Minitab
۳۴۸	کارگاه

فصل دهم : اختلاط در آزمایش‌های فاکتوریل

۳۴۹	۱-۱۰) اختلاط
۳۵۰	۲-۱۰) نحوه اجرای اختلاط
۳۵۴	۳-۱۰) تجزیه آماری اختلاط کامل
۳۵۸	۴-۱۰) اختلاط کامل در نرم افزار SAS
۳۵۹	۵-۱۰) اختلاط کامل در نرم افزار MINITAB
۳۶۶	۶-۱۰) تجزیه آماری اختلاط ناقص
۳۷۰	۷-۱۰) اختلاط ناقص در نرم افزار SAS
۳۷۱	۸-۱۰) اختلاط مرکب
۳۷۳	کارگاه

۳۷۵	جداول ضمیمه
-----	-------------

۴۱۵	فهرست منابع و مآخذ
-----	--------------------

پیشگفتار

ستایش او را سزد، که با ستایشش هر نامه و هر مقاله گشوده می‌شود. و درود بر محمد مصطفی (ص)، پیامبر و پیام‌آور برگزیده، و بر خاندان و یاران پاکش. سپاس بر خداوند یکتا که توفیق خدمتگزاری جامعه از طریق تالیف این کتاب را به ما داد، تا قطره‌ای ناچیز از دریای لطف بیکران و رحمت واسعش را شاکر باشیم.

تلاش انسان در دنیای ناشناخته‌های پیرامون خود، از طریق افزودن بر سطح علم و دانش و انجام تحقیق برای موثر و ماندگار کردن دانسته‌هایش، منجر به کشف حقایق مجهول در طبیعت و نهایتاً بهبود زندگی مادی و معنوی او شده. تحقیق لازمه حیات یک اجتماع پیشرفته و ابزار تصمیم‌گیری صحیح و برنامه‌ریزی اصولی است. طرح آزمایشات کشاورزی بعنوان ابزاری کارا و علمی در جهت انجام تحقیقات در زمینه کشاورزی و سایر علوم مشابه می‌باشد. این کتاب در برگیرنده سرفصل‌های مصوب درس طرح آزمایشات کشاورزی می‌باشد که توسط گروه برنامه‌ریزی کشاورزی شورای عالی برنامه‌ریزی برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی کشاورزی و منابع طبیعی تصویب گردیده است. البته با توجه به یکسانی اصول مربوطه و نیز شیوه ارائه مطالب، دانشجویان و محققین سایر رشته‌های زیستی نیز می‌توانند به نحو مطلوبی از کتاب استفاده نمایند. در این کتاب سعی شده با نگاه و رویکردی متفاوت به طرح‌های پرکاربر و نیز ساده نویسی آنها و نیز با ارائه کاربردی دو نرم‌افزار مطرح MINITAB و SAS، در کنار سرفصل‌های استاندارد طرح آزمایشات کشاورزی به عنوان یک واحد درسی و نه یک کتاب جامع و مرجع، و حل مسائل با استفاده از این نرم‌افزارها در کنار روش‌های مرسوم نظری حل آزمایشات، از شیوه‌ای متفاوت با سایر کتب موجود بهره گرفته شود، تا دانشجویان و محققین محترم همراه با یادگیری اصول حاکم بر روابط و فرمول‌های نظری از

نرم افزارهای روز، در اجرا و حل آزمایشات مورد نظرشان بهره گیرند. در توضیح کاربرد نرم افزارها هم از شیوه ساده، مصور و گام به گام حل آزمایشات استفاده شده که در نوع خود جدید و منحصر بفرد است.

این کتاب مشتمل بر ده فصل می باشد. فصل اول کتاب به معرفی نرم افزار MINITAB، نوار منو، ابزارها، توابع، پنجره ها و پوشه های مختلف و در کل رابط کاربری نرم افزار پرداخته و سپس کاربرد نرم افزار در محاسبات ریاضی، محاسبات آماری و رسم نمودارهای مختلف به تفصیل شرح داده می شود. در فصل دوم معرفی نرم افزار SAS و نحوه تجزیه و تحلیل طرح های آزمایشی در این نرم افزار بیان می شود. فصل سوم کتاب به توضیح تجزیه واریانس، اصول نظری و فرمول های عملی تجزیه و تحلیل آماری طرح های آزمایشی که لازمه درک مباحث بعدی است، می پردازد. اصطلاحات و تعاریف تخصصی به کار رفته در این کتاب در فصل چهارم توضیح داده شده است. از فصل پنجم تا فصل دهم طرح های اصلی و پرکاربری که جزو سرفصل واحد طرح آزمایشات کشاورزی است توضیح داده می شود. این طرح ها به ترتیب عبارتند از طرح کاملاً تصادفی، طرح بلوک های کامل تصادفی، طرح مربع لاتین، آزمایش های چند عاملی (فاکتوریل)، طرح کرت های خرد شده و اختلاط در آزمایش های فاکتوریل. در هر طرح کلیاتی در خصوص تجزیه و تحلیل طرح، مدل آماری، روابط نظری و فرمول های عملی به کار رفته، مزایا و معایب طرح، مقایسه میانگین ها و دیگر مباحث لازم توضیح داده می شود. در هر طرح مسئله ای بیان می شود که ضمن حل و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از فرمول ها و روابط نظری، از طریق دو نرم افزار MINITAB و SAS نیز تجزیه و تحلیل می شود. در تجزیه و تحلیل طرح با استفاده از دو نرم افزار از روش گام به گام حل مسئله به صورت کاملاً مصور و کاربردی استفاده می شود.

با این امید که مطالب کتاب راهنمای عملی مفیدی جهت همه دانشجویان، پژوهشگران و محققین عزیزی باشد که علم و دانش خود را به زیور عمل و ماندگاری و موثر شدن آن می کنند، بی شک مطالب ارائه شده با رویکرد جدید به کار رفته در نگارش کتاب، خالی از نقص و اشکال نیست. امید است با راهنمایی محققین و اساتید بزرگوار و استفاده از تذکرات و پیشنهادات ارزشمند این عزیزان در نگارش های بعدی، شاهد اثری کامل و بی نقص باشیم.

نوری - محمدی