

ارزیابی کیفی استفاده از روشهای آماری در پژوهشهای خاکشناسی

کبری ثقفی^{۱*} و جعفر احمدی

کارشناس آمار و کارشناس ارشد اصلاح نباتات موسسه تحقیقات خاک و آب؛ kobra_saghafi@yahoo.com

دانشیار، عضو هیأت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی؛ njahmadi910@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی کیفی استفاده از روشهای آماری در پژوهشهای خاکشناسی، تعداد ۱۰۰ فقره گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پایان نامه و مقالات چاپ شده در مجله علمی - پژوهشی به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب و سپس هر یک از نمونه‌ها براساس چک لیست طراحی شده مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. برای هر نمونه روش طراحی آزمایش، نحوه تصادفی کردن تیمارها، عامل بلوک بندی تعداد تیمارهای مورد بررسی، نحوه نمونه‌گیری، تعداد صفت اندازه‌گیری شده، روشها و آزمونهای آماری به کار گرفته شده در ارائه نتایج، روشهای مقایسه میانگین، توزیع فراوانی آزمونهای آماری، وجود کارشناس آماری در لیست همکاران یا نویسندگان، کیفیت منابع آماری مورد استفاده و کیفیت استفاده از جداول و نمودارها در تفسیر و ارائه نتایج ثبت و بررسی گردید. پس از جمع بندی و بررسی چک لیستها رایج ترین اشکالات و خطاهای موجود در نمونه‌ها به دو دسته عمده خطاهای مربوط به طراحی آزمایشات و خطاهای مربوط به تجزیه و تحلیل و ارائه نتایج دسته بندی شدند. ضمن بیان ضرورت اجرای صحیح هر یک از موارد پیامدهای ناشی از بی توجهی به آنها نیز ذکر گردید. براساس یافته‌های حاصل از این تحقیق، آموزش مناسب و کارآمد روشهای آماری در طراحی آزمایشات و نرم‌افزارهای مرتبط با آنها برای محققین و دانشجویان کشاورزی می‌تواند کارایی و قابلیت اعتماد نتایج پژوهش‌های کشاورزی را بیش از پیش تضمین نماید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفی، روش‌های آماری، طرح آزمایشات، کشاورزی.

مقدمه

زمینه است، اهمیت علم آمار و احتمال در تحقیقات حیوانی، گیاهی، آزمایشهای مزرعه‌ای و گلخانه‌ای، تحقیقات فیزیولوژیکی و ژنتیکی به دلیل دخالت مستقیم عوامل محیطی در پژوهش‌های کشاورزی و از طرفی به دلیل اهمیت و تأثیر کشاورزی در عرصه برنامه‌ریزیها و سیاستهای کلان جوامع پیشرفته انکار ناپذیر بوده و بنابراین مستلزم توجه بیشتر محققین، مدرسین، دانشجویان کشاورزی و مسئولان به این علم می‌باشد (شیرانی‌راد، ۱۳۸۳؛ یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۹).

امروزه با پیشرفت تکنولوژی استفاده از ماشین آلات در کشاورزی و استفاده از روشهای اصلاحی در جهت افزایش عملکرد، تحولات چشم‌گیری در توسعه محصولات کشاورزی به وجود آمده است. همچنین در سه دهه اخیر گسترش علوم نظیر مهندسی ژنتیک، بیوتکنولوژی و به دنبال آن استفاده از تکنیک‌های آزمایشگاهی نظیر کشت بافت دورنمای بهتری را جهت افزایش محصولات کشاورزی ترسیم می‌نماید. از آنجا که کشاورزی همیشه تحت تأثیر عوامل محیطی بوده و همواره احتمال و تقریب یکی از شروط اساسی تحقیقات در این

^۱ نویسنده مسئول، آدرس: کرج موسسه تحقیقات خاک و آب کدپستی، ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵، صندوق پستی، ۳۱۱-۳۱۷۸۵

پژوهشی بلکه درصد قابل توجهی *Archive of SID* محققین را که مناسب و کافی از اصول و کاربرد روشهای آماری ندارند. همچنین بررسی‌های متعدد نشان داده است که در سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد مقالات به طور واضح روشهای آماری به کار رفته را بیان نکرده و یا اینکه از آزمونهای آماری صحیح استفاده نکرده اند. عدم توجه کافی برخی داوران مقالات، طرحها و گزارشات پژوهشی، عدم وجود کارشناس آمار در تهیه طرح یا تدوین گزارش و یا عدم استفاده از منابع مفید و معتبر آماری نیز عامل مهمی در بوجود آمدن این شرایط محسوب می‌شوند. بنابراین با توجه به مطالب فوق در اغلب مجلات معتبر دنیا هر چند وقت یکبار کیفیت مقالات چاپ شده از ابعاد گوناگون به ویژه کاربرد روشهای آماری مورد بررسی قرار می‌گیرد و براساس نتایج حاصل دستورالعمل‌هایی برای نویسندگان و حتی سردبیران مجلات منتشر می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۷۷؛ میر محمدی میدی، ۱۳۷۸ و سلطانی، ۱۳۸۵).

مواد و روشها

جامعه هدف در این پژوهش، گزارشات نهایی، پایان نامه‌ها و مقالات چاپ شده از طرحهای تحقیقاتی اجرا شده توسط محققین مراکز تحقیقاتی کشاورزی و دانشجویان رشته‌های کشاورزی بود. در این تحقیق تعداد ۱۰۰ نسخه مقاله، گزارش نهایی و پایان نامه مختلف از تحقیقات انجام شده در بخش خاکشناسی موجود در کتابخانه‌های موسسات تحقیقاتی و دانشگاهها انتخاب گردید.

برای طراحی چک لیست^۱ مناسب، از چند مدل پیشنهادی مستخرج از سایتها و منابع معتبر (میچل و فیستینق، ۲۰۰۱؛ میچل و همکاران، ۲۰۰۴؛ والتر، ۱۹۹۵ و بی نام، ۱۹۹۸) ترکیب آنها با مدل طراحی شده توسط مولفین مقاله (۱- فارغ التحصیل رشته کارشناسی آمار و دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی و سابقه کار در مرکز تحقیقات کشاورزی، ۲- سابقه کار تحقیقات کشاورزی و تدریس درس آمار و طرح آزمایشها در دانشگاه) استفاده شد و چک لیست نهایی جهت بررسی نمونه‌ها تهیه گردید. هر یک از نمونه‌ها به صورت مجزا و به طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته و آزمونها و روشهای آماری ذکر شده در روش کار و آزمونهایی که عملاً در نتیجه‌گیری‌ها به کار رفته بودند ثبت گردید. در فرم چک لیست علاوه بر در نظر گرفتن شاخص‌هایی جهت ارزیابی روشهای آماری به کار برده شده، مشخصات دیگری از قبیل منطقه اجرای طرح، محصول مورد آزمایش، کشت قبلی واحد آزمایشی و

علم آمار در تمام مراحل اعم از طراحی روش آزمایش، روش نمونه‌گیری، تعیین حجم نمونه و از همه مهمتر تحلیل نتیجه‌گیری، تفسیر مشاهدات و استخراج تصمیمات منطقی در مورد پدیده‌های تحت بررسی نقش مستقیم دارد (مونت‌گمری، ۱۳۸۰). به طوری که عدم استفاده صحیح از روش‌های آماری امکان نتیجه‌گیری صحیح از پژوهش انجام شده را غیر ممکن می‌سازد. به دلیل استفاده از نتایج پژوهش‌ها و آمارهای تولید شده در برنامه‌ریزیهای کلان اقتصادی و اجتماعی کشورها بایستی نتایج این پژوهش‌ها و آمار و ارقام ارائه شده به طور مداوم ارزیابی و کیفیت آنها بررسی گردد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی مرکز آمار ایران، ۱۳۸۰). از آنجا که در تعیین و تعریف شاخص‌های کیفیت جهت ارزیابی کیفی یک پژوهش علمی چه در مرحله طراحی پژوهش (پروپوزال طرح) یا گزارش نویسی و یا استخراج مقاله علمی از پژوهش انجام شده، شاخص‌ها و پارامترهای تعریف شده در علم آمار نقش عمده‌ای را ایفاء می‌کنند. همچنین به دلیل عدم وجود سیستم ارزیابی متناسب با فعالیتهای پژوهشی در بخشهای مختلف تحقیقاتی در کشور نتایج تحقیقات گاه‌ها به طور مشخص و دقیق قابل استفاده نمی‌باشد. تحقیق حاضر با هدف بررسی، نقد و اصلاح شاخص‌ها و روشهای آماری به کار برده شده در طرحها، گزارشات و پایان نامه‌ها و مقالات منتج از پژوهش‌های کشاورزی انجام شده است تا گامی جهت تحقق واقعی اهداف طراحی شده در پژوهش‌های کشاورزی برداشته شود.

پژوهش حاضر حاصل قضاوت ذهنی، تعصب رشته‌ای و یکسونگری نبوده و نویسندگان مقاله ضمن رعایت اصول اخلاقی در داوری و جمع‌آوری اطلاعات با محور محرمانه بودن نمونه‌های اخذ شده و با آگاهی نسبی از مشکلات و تنگناهای موجود در پژوهش‌های کشاورزی اعم از مشکلات اعتباری و اجرایی در انجام این پژوهش‌ها و مهمتر از آن تفاوت ماهیت تحقیقات کشاورزی با سایر پژوهش‌ها به دلیل وجود عوامل طبیعی و غیر قابل کنترل که در پژوهش‌های بیولوژیکی پیوسته نتایج را تغییر می‌دهند، به دنبال معرفی و شناساندن اهمیت یکی از مهمترین شاخص‌های کیفیتی خارج از تخصص تعداد زیادی از پژوهشگران بخش کشاورزی است تا پژوهشگران با رعایت این اصول در پیاده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها به نتایج مطلوب، قابل توصیه و قابل استناد در پژوهش‌ها دست یابند.

نتایج مطالعات در کشورهای پیشرفته نیز حاکی از آن است که نه تنها اکثر خوانندگان مقالات و گزارشات

^۱ چک لیست ضمیمه است.

Archive of SID
 صحیح متضمن نتیجه گیری و مقایسه صحیح بهر حال از انجام آزمایش است، در میان عواملی بی اهمیت نظیر اصرار محقق بر قرار گرفتن بلوکها با نظم فیزیکی خاص در کنار یا در مجاورت یکدیگر و همچنین عدم توجه و استفاده محقق از مشخصات شناسنامه ای ایستگاه تحقیقاتی که در برخی از آنها عواملی که باعث غیر یکنواختی می شوند و بلوک بندی باید بر اساس آنها انجام گیرد (نظیر جهت شیب زمین، جهت آبیاری، عمق خاک زراعی و غیره) گم می شود.

شاید همین مسئله یعنی عدم توجه به فلسفه بلوک بندی یا عدم آشنایی محقق با منبع تغییر جهت بلوک بندی دلیل عدم تمایل و استفاده محققین و دانشجویان در استفاده از طرح مربع لاتین به عنوان یکی از طرحهای پایه، که در کنترل خطا و یکنواخت سازی شرایط آزمایش از طرح بلوکهای کامل تصادفی قدرتمندتر است، در نمونه های تحت بررسی بوده است. این مسئله سبب افزایش خطاهای آزمایش شده و منجر به نتیجه گیری نادرست و واریب برای تیمارهای تحت بررسی می گردد (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۹).

عدم توجه به سیستماتیک یا تصادفی بودن فاکتور مورد بررسی در طرح پژوهشی

در شش درصد از نمونه های تحت بررسی که هدف محقق مقایسه ارقام بوده است (مقایسه ارقامی که از نظر زمان رسیدن (زودرسی و دیررسی) و یا از نظر تاریخ کاشت با هم متفاوت هستند)، محقق روش انجام آزمایش را روش اسپلیت پلات ذکر کرده و تجزیه و تحلیل آن را به صورت اسپلیت پلات دو عاملی انجام داده است. به دلیل مغایرت زمان عملیات کاشت، داشت و برداشت کشتهای اصلی تصادفی نشده است، یعنی در واقع کشتهای اصلی را با توجه به زودرسی و دیررسی و زمان کاشت به صورت سیستماتیک فراهم شده است. لذا منابع تغییرات در جدول تجزیه واریانس این نوع طرح ها متفاوت از آزمایش اسپلیت پلات می باشد. عدم توجه به این مسئله خصوصاً در آزمایشات مقایسه ارقام به نتیجه گیریهای نادرست و غیر قابل اعتماد منجر می شود.

عدم استفاده از طرحهای بلوکی ناقص

در ۳۰٪ از نمونه های تحت بررسی که محقق تعداد زیادی از تیمارها یا فاکتورها (بعضاً حدود ۸۰ تیمار) را در معرض آزمایش قرار داده است، از طرحهای پایه تک عاملی یا فاکتوریل استفاده کرده است. افزایش تیمارها (بیش از ۲۰ تیمار) منجر به افزایش طول بلوکها و کاهش یکنواختی در بین واحدهای آزمایشی شده و بر دقت پژوهش تأثیر منفی می گذارد. درحالیکه با استفاده از

... به منظور دستیابی به برخی اطلاعات و مشکلات اجرایی هنگام اجرای طرح نیز طراحی و بررسی شد. استفاده محقق از منابع آماری و همکاری کارشناس یا متخصص آمار در اجرای طرح نیز از دیگر مولفه های طراحی شده در چک لیست بود. در نهایت پس از بررسی و جمع بندی چک لیستها، بحث و نتیجه گیری لازم ارائه شد.

نتایج

اشکالات موجود در طراحی آزمایشات

بر اساس بررسی انجام شده بر روی نمونه ها، مشخص شد که ۹۷ درصد نمونه ها از روش های علمی و مرسوم آماری نظیر بلوکهای کامل تصادفی، فاکتوریل و اسپلیت پلات جهت طراحی آزمایش و پیاده نمودن تیمارهای مورد نظر در آزمایش استفاده کرده بودند. با علم به اینکه طراحی مناسب آزمایش مهمتر از تحلیل آماری پیشرفته است و حتی بهترین تجزیه و تحلیل های آماری قادر به نجات یک طراحی بد نمی باشد (فرهنگ دانشنامه ای آمار، ۱۳۸۰)، لذا در نمونه های مورد بررسی ۶۳ درصد آزمایش ها نسبتاً درست طراحی شده بودند و در بقیه موارد، آزمایش ها با اشکالات عمده ای در طراحی مواجه بودند که عبارتند از:

عدم درک تفاوت بین عامل یا فاکتور آزمایشی از تیمار آزمایشی

برخی محققین کشاورزی گاهی چند فاکتور مختلف با سطوح متفاوت را به صورت یکجا تیمار تلقی کرده و در قالب یکی از طرحهای پایه تک عاملی عمدتاً طرح بلوکهای کامل تصادفی به اجرا در آورده اند. اولین و ساده ترین پیامد این کار نادیده گرفتن اثر متقابل بین فاکتورهاست که این مسئله منجر به بالا بردن خطای آزمایش و به دست آوردن برآوردهای اریب و نتیجه گیری غیر واقعی و غیر قابل توصیه می گردد.

عدم توجه به منبع تغییر جهت بلوک بندی

بسیاری از محققین به طرح آزمایشها صرفاً به صورت نقشه هایی استاندارد جهت تخصیص تیمارها به واحدهای آزمایشی نگاه می کنند. در بررسی انجام شده در ۸۳ درصد موارد طرحهایی که درست یا نادرست به صورت تک عاملی طراحی شده بودند از طرح بلوکهای کامل تصادفی برای طراحی آزمایش استفاده شده است و در بقیه موارد از طرحهای کاملاً تصادفی استفاده شده است، ولی متأسفانه در هیچ موردی عامل بلوک بندی مشخص نشده و ظاهراً استنباط محقق از بلوک در طرحهای بلوک کامل تصادفی همان تکرار در طرح کاملاً تصادفی می باشد. بنابراین فلسفه مبنای بلوک بندی که بلوک بندی تکنیکی برای افزایش دقت است و بلوک بندی

همبستگی وجود داشته باشد. در چنین حالتی به **Archive of SID** همبستگی بین متغیرها نمی‌توان به طور مستقل این متغیرها را تحلیل نمود و باید از ساختار دیگری به نام تحلیل چند متغیره (MANOVA) استفاده کرد که متأسفانه در بیشتر نمونه‌های تحت بررسی آماره‌های آزمون MANOVA به کار برده نشده است.

تجزیه مرکب داده‌ها

از آنجا که تعدادی از طرحهای پژوهشی با هدف تعیین بهترین تیمار یا فاکتور و دستیابی بیشتر به اطلاعات و تغییرات در مناطق مختلف و سالهای مختلف با عناوینی از قبیل طرحهای ملی، طرحهای چند ساله یا طرحهای منطقه‌ای در ایستگاه‌های متفاوت اجرا شده است، حصول نتیجه‌ای که به تواند به درستی هدف پژوهشگر را از طراحی این آزمایش تأمین نماید علاوه بر اجرای صحیح آزمایش در مناطق و سالهای متفاوت در گرو تجزیه صحیح داده‌ها می‌باشد. در گزارشهای تحت بررسی، حدود ۵۴ درصد آزمایشات به صورت طرحهای چند ساله در یک منطقه، ۱۱ درصد به صورت طرحهای یکساله در چند منطقه و ۲۳ درصد طرحهای چند ساله و در چند منطقه مختلف انجام شده است. برای نتیجه‌گیری از این طرحها انجام تجزیه مرکب امری اجتناب ناپذیر است ولی متأسفانه در ۵۴ درصد موارد تجزیه مرکب به روش صحیح انجام نشده و یا به غلط انجام شده است. از طرف دیگر در تجزیه این نوع طرحها فرض ثابت یا تصادفی گرفتن اثرات نقش عمده‌ای داشته و همان طور که می‌دانیم جدول آنالیز واریانس این طرحها بسته به ثابت یا تصادفی بودن نوع اثر با هم متفاوت است (میر محمدی میبدی، ع. ۱۳۷۸).

ضریب تغییرات (C.V.)

در بررسی نمونه‌های اخذ شده مشخص گردید که C.V. یا ضریب تغییرات یکی از مهمترین پارامترها در ارزیابی شایستگی و کفایت طرحهای پژوهشگران کشاورزی است. در نمونه‌های تحت بررسی در ۹۷ درصد موارد C.V. گزارش شده است و در ۸۳ درصد موارد C.V. یکی از شاخص‌های نهایی جهت تصمیم‌گیری در مورد کفایت یا عدم کفایت مدل بوده است. C.V. مقدار دقتی را که تیمارها در آن مقایسه شده‌اند نشان می‌دهد و شاخص خوبی برای اطمینان از نتیجه آزمایش است. ولی لازم است محققان به این نکته مهم توجه داشته باشند که الزاماً C.V. کمتر از ۲۵ بیانگر کفایت مدل نمی‌باشد و مقدار C.V. با نوع آزمایش، نوع محصول و نوع صفت اندازه‌گیری شده تغییر می‌کند (گومز و گومز، ۱۳۷۰). در این زمینه بهتر است پژوهشگران با مراجعه به منابع آماری قابل استفاده در علوم کشاورزی محدوده C.V. مطلوب برای هر آزمایش را پیدا

طرحهای بلوکی ناقص می‌توان هر تعداد تیمار را در بلوکهای کوچک و یکنواخت و با دقت کافی مطالعه و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. متأسفانه به دلیل عدم آشنایی با اینگونه طرحها یا ترس از پیچیده بودن تجزیه و تحلیل این طرحها، محققین و دانشجویان کشاورزی تمایل چندانی به استفاده از این طرحها ندارند.

عدم توجه به کیفیت اجرا در اجرای طرحهای پیچیده

پژوهش در دانش کشاورزی و ارائه گزارش از پژوهش انجام شده با گزارشاتی که صرفاً با گرد آوری آمار و ارقام انجام می‌شود، کاملاً متفاوت است. متأسفانه در تعدادی از نمونه‌های تحت بررسی و اغلب در طرحهای تحقیقاتی محققین موسسات تحقیقاتی طرحهایی اجرا شده است که عملاً خارج از توان تخصصی و اجرایی یک محقق و خارج از حوزه وظایف یک موسسه است. بزرگ بودن اندازه آزمایش و چند بعدی بودن چنین تحقیقاتی مستلزم همکاری مجموعه‌ای از پژوهشگران رشته‌های مختلف در موسسات ذیربط است. چنین طرح‌هایی، باید در قالب یک پروژه که شامل چند طرح است نوشته شده و تیمی از متخصصین با گرایش‌های مختلف کشاورزی در اجرای آن مشارکت داشته باشند. ضمن اینکه تجزیه و تحلیل داده‌های منتج از این آزمایشات و تفسیر صحیح نتایج آن بسیار پیچیده و گاه غیر ممکن است.

اشکالات موجود در تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه کواریانس

متأسفانه در هیچ یک از نمونه‌ها و گزارشات تحت بررسی تجزیه کواریانس انجام نشده است. تجزیه کواریانس یک روش تکمیلی برای مواردی است که نمی‌توان منابع تغییرات را با بلوک بندی بررسی کرد، یعنی برای منابع تغییراتی از قبیل غیر یکنواختی خاک، قوه نامیه متفاوت در بذور، اثرات باقیمانده از آزمایش‌های پیشین، حمله آفت و غیره که در طول آزمایش به صورت غیر منتظره رخ داده و قابل بلوک بندی نیستند به کار می‌رود. هر چند بحث تجزیه کواریانس چه از نظر محاسبات لازم و چه از نظر تفسیر نتایج بحث کاملاً پیچیده‌ای است. تجزیه کواریانس به طور همزمان واریانس و کواریانس صفات اندازه‌گیری شده را بررسی کرده و در بررسی اثر تیمار بر روی صفت مورد مطالعه، تصحیح میانگین تیمارها و کنترل خطای آزمایش و افزایش دقت، بدون نیاز به مفروضات بیشتر، از تجزیه رگرسیون و تجزیه واریانس بهتر و قویتر عمل می‌کند.

استفاده از روشهای آماری چند متغیره

در بیشتر گزارشات تحت بررسی تعداد زیادی متغیر اندازه‌گیری شده است که به نظر می‌آید بین آنها

استفاده از ابزارهای ترسیمی و گرافیکی در بیان نتایج آزمایش

ابزارهای ترسیمی از قبیل جداول و نمودارها ابزارهایی هستند که حقایق و ایده‌ها را به طور روشن و مختصر از طریق اعداد و تصاویر بیان می‌کنند. با توجه به تنوع و کثرت انواع نمودارها و جداول در علم آمار و سادگی طراحی و ترسیم آنها با نرم افزارهای بسیار ساده و کارا نظیر EXCEL، از این ابزارها هم در طراحی نقشه آزمایش و هم در تهیه گزارش و ارائه نتایج می‌توان بهره گرفت. استفاده از این ابزارها در پایان نامه‌ها، مقالات و گزارشات سبب افزایش ضریب استفاده از آنها به عنوان منبع مورد استفاده محققین خواهد شد. در اکثر نمونه‌های تحت بررسی صرفاً از نمودارهای میله‌ای جهت نمایش مقایسه میانگین‌ها استفاده شده است. ولیکن نمایش نتایج توسط نمودارهای خطی به دلیل در برداشتن کلیه نقاط و نمودارهای روند (error bars) به دلیل مشخص کردن انحراف معیار و فاصله اطمینان و تعداد مشاهدات بسیار مفید است (یزدی صمدی، ۱۳۷۹). شایان ذکر است در اکثر مقالات چاپ شده در مجلات معتبر خارجی از error bar برای نمایش گرافیکی داده‌ها استفاده می‌شود.

نرم افزارهای مورد استفاده

برای انجام محاسبات آماری نرم افزارهای متعددی طراحی شده است. برخی از این نرم افزارها به صورت تخصصی برای یک رشته طراحی شده و به سئوالات کاربران یک رشته خاص پاسخ می‌دهد. در ۵۷ درصد از نمونه‌ها از نرم افزار MSTATC و در ۲۳ درصد از نرم افزار SAS و در بقیه موارد از نرم افزارهایی نظیر STATGRAPH, SPSS و غیره در تجزیه و تحلیل نتایج استفاده شده است. نرم افزار MSTATC از آن دسته نرم افزارهایی است که برای رشته کشاورزی طراحی شده است و کاربرد بسیار گسترده‌ای در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات کشاورزی دارد. این نرم افزار با وجود محاسنی که دارد از ضعف‌های عمده‌ای نیز برخوردار است. بنابراین استفاده و یادگیری نرم افزارهایی با قدرت، سرعت و سهولت کاربرد بیشتر نظیر SAS در افزایش کیفیت ارائه نتایج تأثیر شایانی خواهد داشت.

روشهای نمونه گیری

یکی دیگر از ضعف‌های موجود در نمونه‌های تحت بررسی استفاده از روشهای غیر علمی و غیر آماری برای نمونه‌گیری از واحد‌های آزمایشی تحت مطالعه می‌باشد، به طوری که تقریباً در ۷۰ درصد نمونه‌های تحت بررسی از نمونه‌گیری به شیوه برداشت چند بوته از ردیفهای میانی در هر واحد آزمایشی استفاده شده است. در

کرده (شاه ولی و اردکانی، ۱۳۸۳ و مورتن، ۱۳۷۲) و از تعبیر نادرست نتیجه آزمایش با توجه به C.V. بپرهیزند.

فاصله اطمینان

فاصله اطمینان محدوده مشخصی است که میانگین در آن قرار می‌گیرد. در واقع دامنه اعتبار میانگین برای یک تیمار مشخص است. در نمونه‌های تحت بررسی در هیچ موردی این محدوده برای تیمارها به دست نیامده یا حداقل در گزارشات عنوان نشده است (میر محمدی میبدی، ع. ۱۳۷۸).

تعداد متغیرهای اندازه‌گیری شده

تعداد صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها حداقل ۲ صفت و حداکثر ۲۱ صفت بوده و به طور عینی به نظر می‌رسد که هیچ ارتباطی بین کیفیت تجزیه‌های آماری و تفسیر نتایج با تعداد متغیرهای اندازه‌گیری شده وجود نداشته است، به طوری که محققین تنها از تعداد محدودی از روشهای آماری برای ارائه نتایج استفاده می‌نمایند. همچنین در ۳۰ درصد از نمونه‌های تحت بررسی با وجود اینکه تعداد زیادی صفت اندازه‌گیری شده است ولی متأسفانه به تحلیل درباره تعداد محدودی از صفات پرداخته شده است. بنابراین در کلیه پژوهش‌ها، جمع‌آوری داده‌ها و اندازه‌گیری صفات باید منطبق با اهداف آزمایش بوده تا به تواند از زمان و هزینه موجود برای انجام هر پژوهش به طور بهینه استفاده شود.

بررسی مفروضات تجزیه واریانس و آزمونهای ناپارامتری

عمل تجزیه واریانس برای مدل‌های مختلف طرحهای آزمایشی بر مبنای صادق بودن مفروضاتی نظیر همگنی واریانس اشتباهات آزمایشی، نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، استقلال اشتباهات آزمایشی و جمع پذیر بودن اثرات تیمار و محیط استوار است (نقندریان، ۱۳۸۴). بی‌توجهی به این مفروضات و چشم پوشی از آن، سطح معنی دار بودن و حساسیت آزمون F در تجزیه واریانس را تحت تأثیر قرار داده و سبب نتیجه‌گیری اریب خواهد شد. در نمونه‌های تحت بررسی در ۸۰ درصد موارد و اغلب در گزارشات و مقالات به این فرضیات هیچ اشاره‌ای نشده است. کنترل صحت برقراری این مفروضات علاوه بر روشهای آماری پارامتری از قبیل تصادفی کردن (راندمیزاسیون) و توسل به ابزارهای ریاضی و محاسباتی نظیر اعمال انواع تبدیل داده‌ها، با استفاده از آزمونهای ناپارامتری به راحتی امکان پذیر است که متأسفانه در هیچ یک از نمونه‌ها هیچ اشاره‌ای به آزمونهای ناپارامتری نشده است.

معنی داری یا عدم معنی داری اثرات متقابل تنها به مقایسه میانگین ها برای اثرات اصلی اکتفا کرده است. بنابراین مشکل بودن تفسیر اثرات متقابل در طرحهای چند عاملی یا عدم توانایی برخی از نرم افزارها در مقایسات میانگین اثرات متقابل نمی تواند توجیه مناسبی برای چشم پوشی از مقایسات میانگین در طرحهای چند عاملی باشد و محقق می تواند با استفاده از نرم افزارهای توانمند برای انجام این نوع مقایسه ها و طراحی و اجرای آزمایشات به نحو ساده تر با قابلیت تفسیر کامل نتایج، بر غنای پژوهش انجام شده بیافزاید.

مدل ریاضی طرح آزمایشی

با نوشتن مدل ریاضی در هر گزارش پژوهشی اساس ریاضی و تجزیه آماری طرح آزمایشی مشخص شده و نشان می دهد که هر مشاهده یا داده آماری از چه اجزایی تشکیل شده و در تعیین کمیت آن چه عوامل دخالت دارند و ماهیت تنوع واریانس بین داده ها از چه عواملی ناشی می شود (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۹). به نظر می رسد مشخص کردن مدل ریاضی برای آزمایش طراحی شده به دلیل معرفی اجزای جدول تجزیه واریانس راهنمای بسیار خوبی برای تجزیه آماری است. در هیچ یک از نمونه های تحت بررسی، این مدلها مشخص نشده است.

منابع آماری

در نمونه های بررسی شده تنها در ۵۷ درصد از گزارشات از منابع آماری در طراحی، اجرای آزمایش و ارائه نتایج استفاده کرده اند و در سایر موارد محققان تنها از منابع کشاورزی و عمدتاً نشریات کشاورزی که از غنای لازم نیز برخوردار نبوده اند، استفاده کرده اند. این مسئله می تواند یکی از مهمترین دلایل نزول کیفیت در طراحی آزمایش یا تحلیل نتایج آماری آزمایش باشد.

استفاده از کارشناسان یا مشاوران آماری

با توجه به اهمیت آمار در پژوهش های کشاورزی وجود کارشناسان آمار یا مشاور آماری در مراحل مختلف یک طرح پژوهشی و یا تنظیم گزارش یک طرح پژوهشی اجتناب ناپذیر می نماید. در نمونه های تحت بررسی تنها ۱۶ درصد نمونه ها حاکی از همکاری کارشناس آمار یا پژوهشگران کشاورزی متخصص در علم آمار بوده است.

منطقه آزمایشی و کشت قبلی واحد آزمایشی

درج منطقه یا ایستگاه انجام آزمایش یا کشت قبلی واحد آزمایشی (در آزمایشات مزرعه ای) از دیگر مولفه های طراحی شده در چک لیست بوده است. آگاهی از منطقه اجرای آزمایش در هر پژوهش از اهمیت ویژه ای در استفاده از یک گزارش به عنوان منبع برای سایر محققان

حالی که تعداد تکرار و روش نمونه گیری در آزمایشات مختلف تحت تأثیر عوامل متعددی از قبیل نوع تیمار اعمال شده، نحوه قرار گرفتن تیمارها نسبت به یکدیگر، شکل واحد زراعی، نوع طرح آزمایشی و نوع محصول متفاوت است. در این خصوص محققین و دانشجویان باید از فرمولهای آماری و علمی در نمونه گیری با توجه به عوامل مذکور استفاده نمایند تا نمونه اخذ شده از آزمایش معرف جامعه مربوطه بوده و قابل استناد برای سایر پژوهشگران باشد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی مرکز آمار ایران، ۱۳۸۰).

آزمونهای مقایسات میانگین

این آزمونها به منظور مقایسه تیمارها یا تعیین کیفیت اختلافهای معنی دار بین تیمارها به کار برده می شود. آزمونهای مقایسه میانگین شامل انواع مختلفی بوده و هر یک از این آزمونها معایب و مزایای خاص خود را دارا می باشد. نکته مورد توجه در استفاده از این آزمونها برای مقایسات میانگین توجه به شرایط بکارگیری این آزمونهاست. در نمونه های تحت بررسی آزمون دانکن با فراوانی ۷۷ درصد پر استفاده ترین آزمون و پس از آن آزمونهای LSD و توکی تنها آزمونهای مورد استفاده برای مقایسات میانگین بوده اند. به طوری که تنها در ۴۶ درصد موارد این آزمونها به درستی به کار رفته بودند. همچنین در کلیه نمونه ها مقایسه میانگین ها به صورت جفت تیماری انجام شده و در هیچ نمونه ای از مقایسات میانگین گروهی که در کلیه پژوهشهای کشاورزی با بیش از ۲ تیمار می توان به کار گرفت استفاده نشده است. در واقع مقایسات گروهی یکی دیگر از تجزیه های آماری کاملاً فراموش شده در گزارشات، پایان نامه ها و مقالات می باشد.

مقایسات میانگین برای اثر متقابل فاکتورها در طرحهای عاملی

مهمترین دلیل اجرای طرحهای آزمایشی دو یا چند عاملی از قبیل طرحهای فاکتوریل و اسپلیت پلات علاوه بر بررسی و اندازه گیری اثر فاکتورها به طور جداگانه، بررسی آهنگ تغییرات هر عامل در سطوح مختلف عوامل دیگر یا اثر متقابل فاکتورهاست و هر گونه تفسیر و نتیجه گیری در مورد اثرات اصلی در صورتی که اثر متقابل معنی دار باشد فاقد اعتبار است. به دلیل اهمیت اثر متقابل در طرحهای آزمایشی یکی دیگر از موارد بررسی شده در نمونه های تحت مطالعه بررسی نحوه برخورد محققین و دانشجویان با اثر متقابل فاکتورها بوده است. در ۵۶ درصد مواردی که طرحهای آزمایشی به صورت دو عاملی اجرا شده است، محقق پس از به دست آوردن مقدار F در جدول تجزیه واریانس بدون توجه به

انتشار مقالات یا گزارشاتی با کیفیت پایین نگاه گرفته شود. در جهت توسعه و بهبود کیفیت در پژوهش‌های کشاورزی می‌باشد.

چک لیست

عنوان تحقیق:

کد ارزیابی:

نوع تحقیق: گزارش نهایی مقاله پایان نامه
میزان تحصیلات پژوهشگر: کارشناس

کارشناس ارشد دکترا

مکان انجام آزمایش: آزمایشگاه گلخانه

مزرعه تحقیقاتی

کشت قبلی واحد آزمایشی: (در صورتیکه آزمایش در

مزرعه انجام شده است).

کد ارزیابی:

۱- آیا هدف مطالعه به اندازه کافی توضیح داده شده است؟

بله خیر مبهم

۲- آیا برای دستیابی به هدف طرح مناسب طراحی شده

است؟ بله خیر مبهم

۳- آیا از منابع مناسب و کافی استفاده شده است؟ بله

خیر مبهم

۴- آیا نمونه کافی جهت ارزیابی شایستگی مطالعه در

اختیار بوده است؟ بله خیر مبهم

۵- آیا روش نمونه‌گیری صحیح و بر اساس استاندارد

بوده است؟ بله خیر

مبهم

۶- آیا آنالیزهای آماری معتبر و مناسب به کار برده شده

است؟ بله خیر مبهم

۷- آیا فرضیات اولیه برای انجام آزمون مورد نظر بررسی

شده است؟ بله خیر مبهم

۸- آیا طرح آزمایشی به کار برده شده صحیح است؟

بله خیر

مبهم

۹- آیا روش به کار برده شده برای آنالیز با طرح پایه به کار

برده شده هماهنگ است؟ بله خیر مبهم

۱۰- آیا برای نتایج حاصل از این پژوهش تحلیل

صحیح ارائه شده است؟ بله خیر مبهم

۱۱- آیا این پژوهش دارای استانداردهای آماری قابل قبول

برای چاپ می‌باشد؟ بله خیر

مبهم

۱۲- آیا در انجام این پژوهش از متخصص آمار استفاده

شده است؟ بله خیر

مبهم

برخوردار است. زیرا به دلیل تفاوت‌های مختلفی که بین ایستگاه تحقیقاتی، آزمایشگاه و گلخانه با مزرعه کشاورزی وجود دارد. محقق باید در تعمیم نتیجه این پژوهش در سایر پژوهش‌ها دقت کافی مبذول دارد. همچنین آگاهی از کشت قبلی واحد آزمایشی به منظور کنترل عوامل موثر بر آزمایش برای محققین در اجرای آزمایش جدید بسیار مهم است.

بحث

از آنجایی که ارزیابی عملکرد هر پژوهش و تعیین میزان موفقیت آن در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده مهمترین دغدغه هر واحد پژوهشی است، یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که پژوهشگران جامعه تحت بررسی با اشکالات عمده‌ای در مباحث آماری پژوهش‌های کشاورزی رو به رو هستند. این مسئله زاینده علل متعددی است که مهمترین آنها از نظر محقق و نویسنده به صورت زیر دسته‌بندی شدند.

- عدم آگاهی کافی محققین از اهمیت بکارگیری روشهای صحیح آماری در تحقیقات

- عدم دسترسی به مشاوران علم آمار

- عدم توجه کافی به آموزش آمار یا عدم کفایت سرفصل‌های مورد آزمایش در دوران تحصیل

- عدم استفاده از منابع مفید آماری

- عدم آشنایی یا دسترسی محقق به نرم افزارهای قوی و کارا در تجزیه و تحلیل و ارائه نتایج

- عدم تناسب بین پتانسیل علمی و اجرایی محقق با موضوع پژوهش

- عدم توجه کافی داوران و سردبیران مجلات در ارزشیابی و چاپ مقالات

نتیجه این تحقیق می‌تواند شاخصی از میزان آشنایی محققان کشاورزی با علم آمار و روشهای آماری بوده و در جهت برنامه‌ریزی مسئولان برای دوره‌های آموزشی و کارگاههای پیشرفته متناسب با چارچوب فعالیت‌های پژوهشی در هر واحد تحقیقاتی و همچنین تهیه منابع مفید آماری و ضرورت چاپ مقالات راهنما به منظور به کارگیری و آشنایی با روش‌های مناسب آماری برای محققین و دانشجویان مورد استفاده قرار گیرد.

بر اساس یافته‌های این بررسی به نظر می‌آید با آموزش مناسب و کارآمد علم آمار و نرم‌افزارهای آماری به محققین می‌توان کارایی و قابل اعتماد بودن نتیجه یک پژوهش را بیش از پیش تضمین نمود. همچنین به دلیل اینکه نتایج هر پژوهش منتشر شده به عنوان یک منبع توسط سایر پژوهشگران مورد استفاده قرار می‌گیرد، توجه جدی داوران در داوری گزارشات و مقالات و جلوگیری از

آزمایشگاهی انجام شده است؟ بله □ خیر □ مبهم □
 نتیجه بررسی:
 ۱۴- نرم افزار مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل در این پژوهش:
 پیشنهادات:

فهرست منابع:

۱. پژوهشکده آمار ایران. ۱۳۸۰. فرهنگ دانشنامه ای آمار، جلد اول.
۲. رضایی، م.، ب. کبودی. ۱۳۷۷. بررسی کیفی استفاده از روشهای آماری در مقالات علوم پزشکی ایران. مجموعه مقالات فارسی پنجمین کنفرانس آمار ایران.
۳. سازمان مدیریت و برنامه ریزی مرکز آمار ایران. ۱۳۸۰. بررسی اجمالی از خطاهای طرحهای آماری و نحوه گزارش آن. دفتر تهیه طرحهای فنی و چارچوبهای آماری.
۴. سپاهی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد آمار در تحقیقات کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران. ۳۸۴ صفحه.
۵. سلطانی، ا. ۱۳۸۵. تجدید نظر در کاربرد روشهای آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۷۴ صفحه.
۶. شاه ولی، م.، م. امیری اردکانی. ۱۳۸۳. روش شناسی پژوهش در دانش کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
۷. شیرانی راد، ا. ۱۳۸۳. طرحهای آماری در تحقیقات کشاورزی. مرکز نشر مجتمع فنی تهران.
۸. گومز، ک.، آ. گومز، (ترجمه: ع. فرشادفر). ۱۳۷۰. طرحهای آماری در تحقیقات کشاورزی. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد. ۸۲۴ صفحه.
۹. مونت گمری، د. (ترجمه: غ. شاهکار). ۱۳۸۰. طرح و تحلیل آزمایشهای کشاورزی. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۷۵۸ صفحه.
۱۰. نقندریان، ک. ۱۳۸۴. کنترل کیفیت آماری. مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت. ۵۷۱ صفحه.
۱۱. یزدی صمدی، ب.، ع. رضایی، م. ولی زاده. ۱۳۷۹. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۶۴ صفحه.
۱۲. مورتن، ل. (ترجمه: سرافراز، ع.، ا. بزرگ نیا). ۱۳۷۲. طرح و تحلیل آزمایشهای کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۴۰۰ صفحه.
۱۳. میر محمدی میبدی، ع. ۱۳۷۸. روش تحقیق در علوم زیستی با تاکید بر کشاورزی. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۵۴ صفحه.
14. Anonymous. 1998. Checklist for statistical review. Medical Journal of Australia URL: <http://www.mja.com.au/college/statcheck.html>.
15. Michel, F. W., Festing, H. 2001. Guidelines for the Design and Statistical Analysis of Experiments in Papers Submitted to ATLA. ATLA, 29: 427-433.
16. Michel F. W., Festing, H. and Douglas G. 2004. Guidelines for the Design and Statistical Analysis of Experiments using Laboratory Animals. ILAR JOURNAL, 244-258.
17. Northridge, M.E., Levin, B., Feinlieb, M. and Susser, M. 1995. Statistical in the journal. Am., J. Pub. Health, 87: 1092-5.
18. Walter, S.D. 1995. Methods of reporting statistical results from medical research studies. Am. J. Epidemiol, 141: 896-906.