مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۲، شماره ۳، پائیز ۱۳۹۸
ISSN 2716-9804 الکترونیکی، ISSN 2717-0632 چاپی

نرم‌افزارSISSI در راستای تخمین حجم بهینه نمونه تراریخته

زهراحاجی برات[۱]، مسعود توحیدفر[۲*]
۱- دانشجوی دکتری دانشکده علوم حیات، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۲- دانشیار و عضوهیات علمی دانشکده علوم وفناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
gtohidfar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۹، تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۲۰
صفحه ۱۰۶-۹۱

چکیده

از زمان ظهور علم مهندسی ژنتیک در سال ۱۹۷۰، ملاحظاتی درباره مخاطرات احتمالی این تکنولوژی ایجاد شد همین مسئله باعث شد تا شناسایی تراریخته در اجرای قوانین برچسب‌گذاری مهم شود. بنابراین روش‌های شناسایی معتبر محصولات تراریخته در راستای کاهش و یا به حداقل رساندن این خطاها ضروری بنظر می‌رسد. معتبر بودن این روش‌ها تا حدودی تحت تاثیر نمونه‌برداری و ناشی از پراکنش غیریکنواخت تراریخته است. نمونه‌برداری در بیشتر مواقع منبع خطا بوده و بر این اساس نرم‌افزارهایی برای کاهش خطاها طراحی شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به نرم افزار SISSI اشاره کرد. این نرم‌افزار ابزاری جدید برای تعیین حجم مطلوب نمونه در مجموعه داده آزمایشی است و براساس روش جک نایف می‌باشد. این روش برای تخمین واریانس جامعه مواقعی کاربرد دارد که اطلاعات چندانی از جامعه در دست نیست. این نرم‌افزار نتایج را به‌صورت گرافیکی با تغییرات میانگین و انحراف استاندارد نمایش می‌دهد و گزینه اتوماتیک برای تعیین حجم نمونه در این برنامه تعبیه شده است. هدف استفاده از این نرم‌افزار تعیین حجم بهینه نمونه‌برداری برای محموله‌های تراریخته‌ای است که از یکنواختی برخوردار نیستند. کاربرد دیگر آن شناسایی مواد تراریخته در نمونه‌های تجاری است که از حساسیت بالایی در تجارت جهانی برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: SISSI، جک نایف، نمونه‌گیری مجدد، میانگین، غیرپارامتری.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

مقدمه

بیوتکنولوژی کشاورزی و بویژه مهندسی ژنتیک با تولید محصولات تراریخته فرصتی برای کاهش فقر، ایجاد امنیت غذایی، رفع سوءتغذیه، جلوگیری از تخریب منابع طبیعی و افزایش توانایی در اصلاح نباتات ایجاد کرده است. با این وجود، ورود بیوتکنولوژی در تحقیقات کشاورزی و تولید محصولات تراریخته، در بسیاری از کشورها با چالش‌هایی همراه بوده است (۱). این تکنولوژی منجر به تولید محصولات تراریخته و ایجاد محصولات مقاوم به تنش‌های غیرزیستی و زیستی شده است (۴). قوانین و مقررات در این سالها به دنبال تایید محصولات تراریخته و جلوگیری از اختلاط بیش از حد قابل قبول کشورها بوده است (۵). کنترل رسمی محصولات تراریخته در هر مرحله از تولید، فرآوری، ذخیره‌سازی و توزیع این محصولات در بعضی از کشور باید انجام شود و می‌بایست هنگام واردات محصول، مقدار اختلاط تراریخته مشخص شود و به این دلیل هنگام ورود محموله، نمونه‌برداری و کنترل محموله با دقت و حساسیت زیادی انجام می‌شود (۶). پروتکل‌ها و روش‌های مختلف به منظور دستیابی سطح اطمینان مطلوب از شناسایی محصولات تراریخته وجود دارد (۷). مرحله تعیین نمونه‌برداری از محموله‌های بزرگی که از طریق کشتی یا کامیون‌ها وارد کشورها می‌شوند، بسیار مهم و حیاتی است که نمونه‌ها باید به میزان حداقل مقدار باشند که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد (۸). مرحله نرم‌افزاری، مرحله بسیار مهم بوده که نمونه جمع‌آوری شده نماینده مناسبی از جمعیت باشد و اطمینان کافی از نمونه‌گیری صحیح را به ما بدهد (۹). اصول کلی و روش‌های نمونه‌گیری بذر باید مطابق با قوانین انجمن بین المللی تست بذر (ISTA) باشد (۷). بر این اساس تست بذر برای آنالیز تراریخته، باید حاوی حداقل ۲۹۹۵ بذر برای شناسایی بذور تراریخته با ۱/۰ درصد در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شود (۱۰). اطلاعات ناصحیح از آنالیز محموله وارداتی تاثیر نامطلوبی بر اقتصاد و قانون تجارت دارد، همچنین خطراتی برای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

مدیران و تحلیلگران این بخش به همراه دارد (۱۱،۱۲). بر این اساس، در نرم‌افزار محصولات تراریخته باید مباحثی دیگر همچون دامنه ایمنی، کیفیت غذا و علوفه در نظر گرفته شود (۹). مراحل مختلف نرم‌افزار به‌طور معمول در ارزیابی سطح محصولات تراریخته در سه مرحله (بذر، پودر بذور، مواد فرآوری‌شده) انجام می‌شود. مراحل نرم‌افزار، احتمال ایجاد خطای بزرگ در سطح نمونه‌گیری را ایجاد می‌کند که ناشی از واریانس، وابسته با هر مرحله از ارزیابی محصولات تراریخته بوده که به احتمال ۱۰۰ درصد این خطاها قابل محاسبه نیستند. برآورد بیش از حد یا برآورد کمتر از حد اندازه منجر به تصمیم غلط در هنگام نرم‌افزار می‌شود و باعث ایجاد پیامدهای اجتماعی و اقتصادی منفی می‌شود (۱۳). تشخیص محصولات تراریخته به چند دلیل مهم است. یکی از مهمترین دلایل پیروی از قوانین برچسب‌گذاری این است که به مصرف‌کنندگان اجازه انتخاب آگاهانه را می‌دهد (۱۴). براساس قوانین برچسب‌گذاری، باید حداکثر آستانه وجود تراریخته مورد قبول هر کشوری در نظر گرفته شود. برآورد این مقدار نیاز به سیستم‌های غربالگری پیشرفته در شناسایی میزان اختلاط تراریخته دارد و تولیدکنندگان باید میزان اختلاط را اعلام کنند. نمونه آزمایشگاهی برای آنالیز اختلاط باید حاوی یک نمونه حداقل ۱۰۰۰۰ تایی باشد با فرض اینکه خطای نرم‌افزار تا ۲۰ درصد مورد قبول باشد (۱۵). هدف اصلی کنترل محصولات، برچسب‌گذاری و تعیین میزان اختلاط تراریخته در محصولات می‌باشد. مشکلات این بخش به فاکتورهای زیادی وابسته است که می‌توان به، نوع و اندازه محصولات مختلف اشاره کرد. محققان به کمک نرم‌افزار SISSI نمونه‌های مربوط به سویا بسته‌بندی شده را تجزیه و تحلیل کردند و میزان خطای نرم‌افزار به کمک ضریب جک نایف به شدت کاهش یافته است. ضریب جک نایف ضریبی است که برای تخمین اریبی آماره‌های نمونه و برای تخمین واریانس به‌کار می‌رود (۱۶). این نرم‌افزار به کمک روش جک نایف، از نمونه اصلی که توسط محققان گرفته

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

می‌شود زیرنمونه‌هایی تشکیل می‌دهد و هر زیرنمونه به‌عنوان نمونه اصلی در نظر گرفته می‌شود و برای کاهش خطای نرم‌افزار این مراحل به‌صورت پی‌درپی تکرار می‌شود به‌طوری که به‌عنوان مثال اگر ۱۰ نمونه گرفته شود، نمونه به ۱۰ زیرنمونه تقسیم می‌شود و سپس از زیرنمونه‌ها به‌عنوان تکرار نرم‌افزار استفاده می‌شود که منجر به کاهش خطای نرم‌افزار می‌شود. SISSI نرم‌افزاری جدید، برای تعیین حجم نمونه در مجموعه داده آزمایشگاهی است (۱۶). این نرم‌افزار به کمک ضریب جک نایف، میزان بهینه نرم‌افزار را تخمین می‌زند (۱۷،۲).

نخستین بار کنولی، ضریب جک نایف را به‌عنوان روشی کارآمد برای کاهش خطای نرم‌افزار معرفی کرد و بر اساس حذف هر بار یک مشاهده از مجموعه داده‌های اولیه و محاسبه‌ی مجدد داده‌ها با استفاده از بقیه ی داده‌ها برای کاهش اریبی نمونه‌های گرفته شده عمل می‌کند (۳). در مطالعات دیگر این روش نیز تعمیم داده شده و در یک جامعه با تعداد نمونه کم نیز کاربرد دارد (۷). سپس توکی پیشنهاد کرد که این ضریب جک نایف علاوه بر کاهش اریبی، می‌تواند برای برآورد واریانس نیز استفاده شود (۱۸).

۱- نرم‌افزار SISSI برنامه کاربردی برای تعیین حجم نمونه از محموله‌های تراریخته

این نرم‌افزار تعیین حجم نمونه را به کمک کامپیوتر انجام می‌دهد (۱۶). نمونه‌برداری دقیق زمانی امکان‌پذیر است که تعادل مناسبی میان طرح تحقیق، فرضیات و قدرت آماری وجود داشته باشد. در این روش بازخورد نتایج به‌دست آمده به شدت به حجم و همچنین پراکنش یکنواخت نمونه‌ها بستگی دارد. بیشتر نرم‌افزارهای موجود به فرضیات آماری و همچنین به توزیع داده‌ها متکی هستند، درحالی‌که هنگام کار با نمونه‌های بیولوژیکی به احتمال زیاد این امکان برای کاربر فراهم نمی‌شود (هنگامی که مقدار زیادی نمونه وجود داشته باشد). نرم‌افزارهای قبلی تنها روش استنباطی متداول مبتنی بر توزیع t-student بودند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

تعیین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار SeedCalc امکان‌پذیراست که به‌عنوان برنامه‌ای برای تعیین خلوص و ناخالصی بذر استفاده می‌شود (۱۹) و کاربردی در تعیین حجم مناسب برای نرم‌افزار نداشته و این در صورتی است که نرم‌افزار SISSI تعیین حجم مناسب نمونه را به کمک نمونه‌گیری مجدد (ضریب جک نایف) انجام می‌دهد (۲۰،۲۱) و فرصت استفاده مکرر از داده‌های یک نمونه را برای کاربر فراهم می‌کند و از روش نمونه‌گیری مجدد می‌توان برای شناسایی ناخالصی موجود در بذور داخل مجموعه‌ای که دارای حجم محدود نمونه هستند استفاده کرد. در صورتی که در نرم‌افزارهای قبلی چنین امکانی وجود نداشته و این نرم‌افزار توانسته نواقص نرم‌افزارهای قبلی (KeSTE) را نیز برطرف نماید (۲۲). روش‌های نمونه‌گیری مجدد شامل نمونه‌گیری از نمونه اصلی است و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه استد به‌دلیل آنکه نمونه‌گیری مجدد توسط خود نرم‌افزار صورت گرفته و بدون اینکه نیازی به مرحله مجدد نمونه‌گیری در شرایط آزمایشگاهی داشته باشد که مرحله‌ای زمان‌بر و پر هزینه برای محققان است (۲۳).

مواقعی که اطلاعات کمی از نمونه‌های گرفته شده و یا محاسبات به روش آمار سنتی، پیچیده و مشکل باشد، استفاده از روش‌های نمونه‌گیری مجدد می‌تواند مشکل خطاهای ناشی از نمونه‌برداری داده را برطرف کرده و همچنین تعیین حجم مناسب نمونه را با داده‌ها فراهم سازد. علاوه‌براین، روش‌های نمونه‌گیری مجدد (مثل جک نایف) این قابلیت را دارند که به سوالاتی که نمی‌توان به آن‌ها از روش‌های پارامتری پاسخ داد، جوابی قانع کننده ارائه دهد (۱۸).

ضریب جک نایف روش مناسبی برای تخمین واریانس جامعه و محاسبه‌ی فاصله‌ی اطمینان در مواقعی است که اطلاعات چندانی در مورد جامعه در دست نیست (۲۴). برآورد واریانس به روش جک نایف که ضمن سهولت در محاسبه، موجب کاهش چشم گیری در برآورد اریبی می‌شود.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

۲- توصیف نرم‌افزار

مبانی آماری و ویژگی‌های نرم‌افزار در زیر آورده شده است. روش‌های اجرا شده در این نرم‌افزار با زمینه علمی و همچنین برخی اصول کاربردی به شکل کامل، درون فایل کمکی آورده شده است.

۲-۱تعیین حجم نمونه به روش اتوماتیک

با استفاده از روش جک نایف، نمونه اصلی از n عنصر به داخل گروههایی با k عنصر تقسیم بندی می شود. ni برآوردی برای n بر اساس نمونه‌ای به اندازه‌ی n-1 است که بعد از حذف i امین واحد نمونه به‌دست می‌آید.

برآورد جک نایف برای نمونه n از این فرمول به‌دست می‌آید.

$$\sum_{K=1}^{N-2} N!/(N-K)!\,K!$$

روش جک نایف به فرضیات مدل حساسیت کمتری داشته و نیازی به فرمول‌های نظری که در روش سنتی استفاده می‌شود، ندارد و در مجموع به‌عنوان یک روش غیرپارامتری در تحلیل های آماری شناخته می‌شود. روش جک نایف نیاز به محاسبه مکرر آماره به تعداد n مرتبه دارد که درگذشته امکان‌پذیر نبود (۱۵).

میانگین و انحراف معیار برای همه نمونه‌های تشکیل شده و رسم پلات در دو نمودار محاسبه می‌شوند در حالی‌که حجم نمونه N-K است. نمایش تصویری از نمونه‌های به وجود آمده ناشی از تغییرات حجم نمونه اولیه، به شکل میانگین و انحراف استاندارد متفاوت از نمونه اصلی به نمایش گذاشته می‌شود. تکرار این فرآیند با استفاده از نمونه اولیه با اندازه‌های مختلف می‌تواند به‌عنوان راه‌حلی برای تخمین شرایط اولیه نمونه‌ها باشد. تجزیه و تحلیل میانگین نشان می‌دهد که تغییرپذیری بین میانگین‌ها با افزایش حجم نمونه به‌صورت قابل‌ملاحظه ای کاهش می‌یابد. در این روش رگرسیون نیز محاسبه می‌شود.

رگرسیون یک فرآیند آماری برای تخمین روابط بین متغیرها است. این مدل شامل روش‌های زیادی برای مدل‌سازی و تحلیل متغیرهای خاص و منحصر بفرد است وقتی که تمرکز روی روابط بین

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل باشد. آنالیز رگرسیون این سوال را مطرح می‌کند که چگونه مقدار متغیر وابسته با تغییر هرکدام از متغیرهای مستقل و با ثابت بودن دیگر متغیرهای مستقل تغییر می‌کند. شاخص جهانی (SR^2) از جمع ضرایب تعیین چهار رگرسیون محاسبه می‌شود. تکرار مراحل از ۱ تا ۴ برای همه نمونه‌ها امکان اجازه شناسایی حجم نمونه بهینه (N-K) را می‌دهد. در جایی‌که SR^2 بالاترین مقدار بوده، حجم نمونه بعدی ایجاد شده SR^2 بالاتر از۵ درصد نسبت به ارزش قبلی است، روند محاسبه رگرسیون، متوقف می‌شود. حذف نمونه‌های پرت به خارج از محدوده محاسبات، روند اصلاح نمونه‌های پرت را امکان‌پذیر می‌سازد. (برای مثال، ۵ درصد نمونه‌های اضافی).

به‌عنوان مثال محاسبه به این صورت است که Xn ,..... X1 متغیرهای تصادفی مستقل و هم توزیع با مقادیر حقیقی از یک توزیع نامعلوم F باشند و آماره‌ی برآوردگری برای پارامتر نامعلوم بوده که از روی نمونه‌ی اصلی محاسبه می‌شود. برآوردگری برای پارامتر نامعلوم براساس نمونه‌ای به اندازه‌ی n-1 است که بعد از حذف i امین واحد نمونه به دست می‌آید. آنگاه برآورد جک نایف این نمونه عبارت است از:

$$\theta J = (n-1)\sum_{i=1}^{n}[\mathrm{n}\theta - (\mathrm{n}-1)\,\theta i]$$

برآورد واریانس جک نایف برای نمونه بالا به‌صورت زیر است:

$$uJ(\theta) = \mathrm{n}\,(\mathrm{n}-1) + \sum_{i=1}^{n}(\theta_i - \theta)2$$

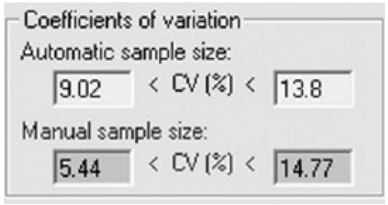
همانطورکه در فرمول فوق ملاحظه می‌شود روش جک نایف به فرضیات مدل بستگی کمتری داشته و نیازی به فرمول‌های نظری که در روش سنتی به‌کار گرفته می‌شود، ندارد و در مجموع به‌عنوان یک روش ناپارامتری در تحلیل‌های آماری شناخته می‌شود. با این حال، جک نایف نیاز به محاسبه‌ی مکرر آماره به تعداد n مرتبه دارد که واقعا این کار در قدیم امکان‌پذیر نبوده است (۴).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

۲-۲ تعیین دستی حجم نمونه

کاربر با تنظیم دستی می‌تواند حجم بهینه نمونه به کمک روش نرم‌افزار مجدد را محاسبه کرده و این بدین معناست که به کمک روش دستی اگر حجم نمونه اولیه محاسبه شود و میزان ضریب تغییرات به‌دست آمده پایین باشد حجم نمونه محدود از نظر محققان قابل‌قبول است و اگر این میزان تغییرات بالا باشد آنقدر کاربر به کمک پیکان مربوط به تنظیمات دستی تغییر انجام می‌دهد تا ضریب تغییرات پایین آمده و مورد قبول محققان شود. شکل ۱ نمونه‌ای از مقایسه ضریب تغییرات به کمک دو روش دستی و خودکار را نشان می‌دهد.



شکل ۱- حجم نمونه دستی و اتوماتیک: مقایسه بین ضریب تغییرات

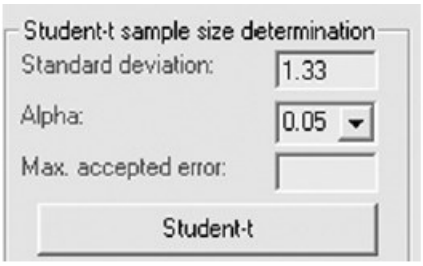
۲-۳ تعیین حجم نمونه براساس آزمون t-student

روش دیگر برای تعیین حجم بهینه‌ی نمونه‌برداری به کمک روش خودکار است که با روش معمولی t-student مقایسه می‌شود. زمان تعیین تقریبی میانگین نمونه‌های برداشته شده از یک متغیر تصادفی با توزیع t-student انجام می شود. این توزیع اساس آزمونی به نام "تی تست یا آزمون تی" است که مقدار اطمینان از تفاوت دو متغیر تصادفی را از روی نمونه‌هایشان اعلام می‌کند.

آزمون t، توزیع یا مجموعه‌ای از توزیع‌هاست که با استفاده از آن‌ها فرضیه‌هایی درباره نمونه در شرایط جامعه ناشناخته، مورد بررسی قرار می‌گیرد. اهمیت این آزمون (توزیع) زمانی است که پژوهشگر می‌تواند با نمونه‌های کوچکتر (حداقل ۲ نفر) اطلاعاتی درباره جامعه به‌دست آورد. در این روش کاربر حداکثر خطای قابل‌قبول که مورد پذیرش محققان است را برای حجم نمونه موردنظر توسط نرم‌افزار در نظر گرفته (تفاوت بین نمونه و میانگین جمعیت) و واریانسی را که وابسته با روند مورد مطالعه است، تخمین می‌زند (شکل۲). تعیین آزمون تی با روش خودکار مقایسه شده که اعتبار آن تابع زمانی است که توزیع داده نرمال باشد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]



شکل۲- تعیین حجم نمونه مبتنی بر t-student

۲-۴ مثالی از نحوه کارکرد و مشخصات این نرم‌افزار

۲-۴-۱ داده ورودی برای نرم‌افزار SISSI

داده‌های ورودی در یک صفحه Excel آماده و ورودی عددی در یک ستون منفرد تشکیل شده است. خروجی‌های نرم‌افزار به‌صورت عددی و بصری نمایش داده شده است. نتایج و تنظیمات در مورد روش محاسباتی خروجی‌ها به‌صورت فایل‌های متنی نیز به‌دست می‌آید.

مثال عددی با هدف درک چگونگی پیوستگی روش جک نایف با قابلیت‌های بصری ازSISSI را نشان می‌دهد.

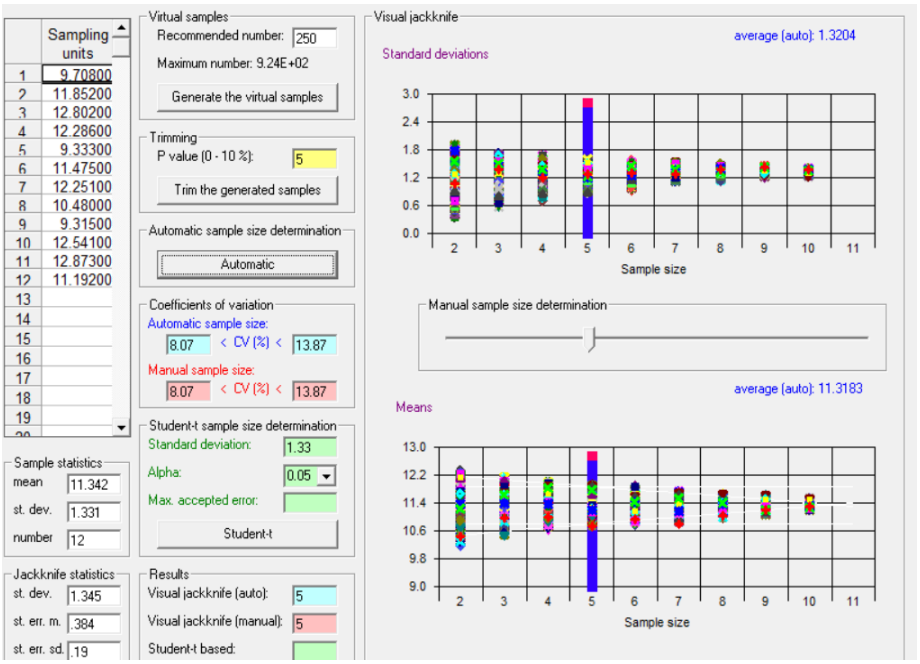
شکل (۳) بیانگر تعیین بهترین حجم نمونه با استفاده از روش خودکار با وجود ضریب جک نایف تعیین شد و بهترین حجم نمونه در این روش نمونه ۵ که در قسمت مربوط به Results (Visual jackknife (auto)) است که به کمک روش جک نایف به زیرجمعیت‌هایی تقسیم‌بندی شدند.

در شکل (۴) بهترین حجم نمونه به کمک روش t-student تعیین شد. در این شکل نمونه ۷ که در قسمت مربوط به Results (Student-t based) است بهترین حجم نمونه را برآورد می‌کند.

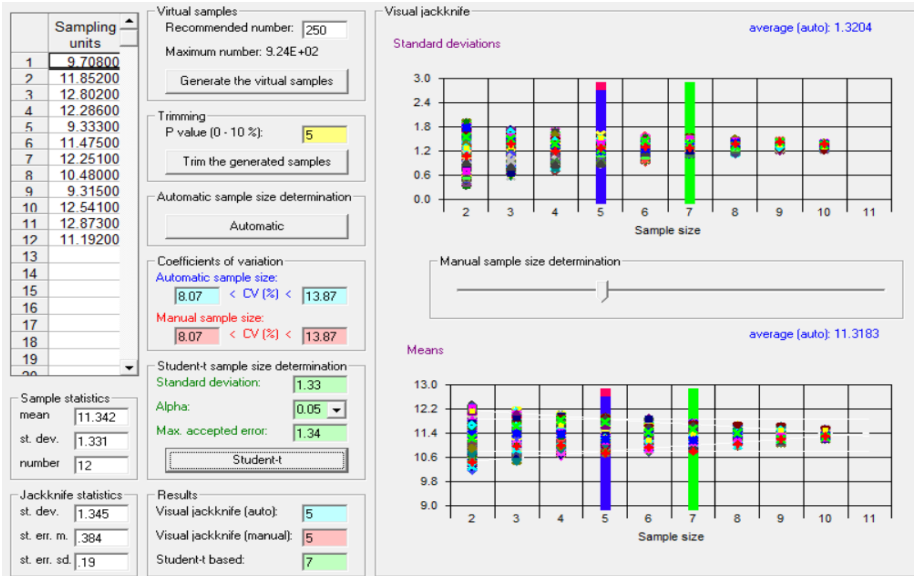
براساس روش دستی که کاربر با کمک تغییر جهت پیکان به سمت بهترین حجم نمونه به‌دست می‌آورد، می‌توان ضریب تغییرات نزدیک یا کمتر از نمونه به روش خودکار را به‌دست آورد و در این شکل نمونه ۶ مربوط به بخش Results (Visual jackknife (manual))) بهترین حجم نمونه با استفاده از این روش تخمین‌زده شده است (شکل۵).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]



شکل ۳- نمایش تصویری از بهترین حجم نمونه به‌روش خودکار و دستی (با استفاده ازمیانگین و واریانس جک نایف حجم نمونه ۵ با استفاده از روش خودکار تعیین شده است که در ستون اول (۹/۳۳) به‌عنوان حجم مناسب نرم‌افزار در نظر گرفته شد).



شکل ۴- تعیین حجم نمونه به‌روش t-student (با استفاده از میانگین و واریانس جک نایف حجم نمونه ۷ با استفاده از روش t-student تعیین شده است دستی که در ستون اول (۱۲/۲۵) به‌عنوان حجم مناسب نرم‌افزار در نظر گرفته شد).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

این نرم‌افزار از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است. Sampling units، فایل ورودی است که به‌صورت اکسل آماده می‌شود و از این قسمت می‌توان وارد نرم‌افزار شد. Virtual samples، در این بخش زیرنمونه‌ها به کمک روش جک نایف با توجه به فایل ورودی برآورد می‌شوند. Triming، پیرایش داده‌ها با استفاده از دو گزینه دستی و خودکار انجام می‌شود و به این معناست که داده‌هایی که بیش از حد از میانگین داده اصلی (بالاترین و پایین‌ترین) فاصله داشتند به کمک p-value که ۰ درصد (اغماض زیاد) و ۱۰ درصد (اغماض کمتر) حذف می‌شود و ۵ درصد به‌عنوان p-value مناسب در نظر گرفته و بیشتر محاسبات به کمک ۵ درصد محاسبه می‌شود.

Manual ،Student-t ،Automatic sample size determination به‌ترتیب گزینه خودکار، روش t-student و روش دستی است. نرم‌افزار به کمک این سه گزینه حجم بهینه نمونه‌برداری را محاسبه می‌کند. گراف بالایی (Standard deviations) براساس انحراف معیار استاندارد حجم بهینه را براساس سه روش فوق محاسبه کرده و گراف پایین که در قسمت مربوط به (Mean) مبتنی بر تغییرات میانگین است که توسط سه روش گفته شده، میانگین را محاسبه می‌کند و در قسمت Results، به کمک دو روش دستی و خودکار که هر دو مبتنی بر ضریب جک نایف است حجم بهینه نمونه را برآورد کرده و روش سوم نیز که با استفاده از t-student است در قسمت پایین شکل آورده شده و حجم نمونه را محاسبه می‌کند. براساس نتایجی که از سه روش (خودکار،t-student و دستی) به‌دست آمد، می‌توان نتیجه گرفت که بهترین حجم نمونه براساس این روش‌ها به ترتیب ۵، ۷ و ۵ هستند و می‌توان چنین استدلال کرد که روشی که کمترین ضریب تغییرات را داشته یعنی از نظر آماری گزینه‌ای که کمترین خطا را دارد به‌عنوان بهترین روش برای تعیین حجم بهینه نمونه در نظر گرفته شود و با توجه به نتایجی که به کمک این دو روش دستی و خودکار به‌دست می‌آید و همچنین

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

کمترین ضریب تغییرات نسبت به روش t-student وجود دارد که روش t-student برای نمونه‌های با حجم کم کاربرد داشته و کارایی برای نمونه‌هایی با حجم بالا نداشته است و می‌توان این دو روش را برای آنالیز داده‌ها استفاده کرد.

۲-۵ مثال عملی برای سویا

کشورهای مختلف از جمله کشورهای اروپایی که حساسیت بسیار بالایی برای وجود محصولات تراریخته در محموله وارداتی و یا در بسته غذایی دارند برای تعیین میزان وجود یا عدم وجود این محصولات تراریخته در محموله وارداتی باید از نرم‌افزارها یا روش‌های مختلف نمونه‌گیری مناسب برای تعیین این میزان اختلاط استفاده کنند. این نرم‌افزار به خوبی می‌تواند اطمینان از نمونه‌گیری را برای محققان فراهم کند. به‌عنوان مثال برای برآورد مقدار تراریخته در محموله وارداتی ابتدا باید حجم مناسب نرم‌افزار تعیین شود که نماینده مناسبی از جامعه آماری باشد و برای این کار از نرم‌افزار SISSI استفاده شده و داده ورودی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱- میزان بذر برای تعیین حجم بهینه نمونه برای نرم‌افزار SISSI.

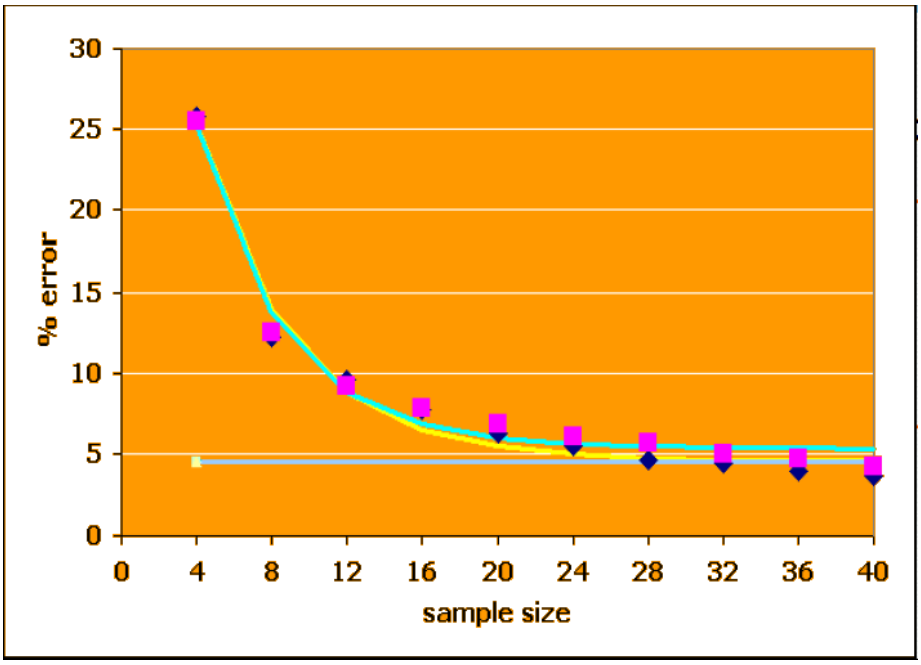
تعداد	اندازه بذر (تن)
۱۰	۵۰
۲۰	۱۰۰
۵۰	۲۵۰
۱۰۰	۵۰۰

مثالی ازمحموله‌ای که حاوی بذر سویا است و برای تعیین مقدار سویای تراریخته با استفاده از تعهدنامه اروپا ۷۸۷/۲۰۰۴ در محموله وارداتی به کمک نرم‌افزار SISSI انجام شده و حجم بهینه نمونه‌برداری با استفاده از این نرم‌افزار برآورد شده است که

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

تعداد ۴۰۰ بذر در هر نمونه به‌عنوان مناسبترین تعداد بذر معین شد و همانطور که در شکل ۵ مشخص شده است، با کمترین میـزان ضـریب تغییرات، این تعداد بذر به‌عنوان حجم مناسب نمونه‌برداری باید در نظر گرفته شود (۱۸).



شکل ۵- تعیین حجم بهینه محموله سویا

بحث و نتیجه‌گیری

قوانین و روش‌های مختلفـی بـرای وجـود موجـودات تراریختـه در محصـولات زراعـی، غذاها و مواد تشکیل‌دهنده آن به اجرا در آمده است که استفاده از روش های قابـل اعتمـاد و دقیق بـرای تشـخیص ایـن موجـودات لازم و مهم تلقی می‌شود. نرم‌افـزار مطلـوب بـه‌عنوان روشـی قابـل اعتمـاد بـرای تشـخیص ایـن تراریخته در نظر گرفته‌شـده اسـت. اسـتراتژی مناسب نمونه‌برداری، تعادلی بـین حساسـیت، هزینه و اطمینان را برقرار می‌کند (۸). نرم‌افزار SISSI برای تعیین حجم نمونه در پژوهش‌هـا آزمایشـی بـه‌عنوان نرم‌افـزاری مناسـب بـرای نمونه‌هایی کـه از پیچیـدگی‌هـای مختلفـی از جمله حجم متغیر و غیر یکنواخت بودن نمونه و سایر موارد برخوردار هستند، مورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیـرد. SISSI در درجـه اول بـرای حمایـت از آزمـایش‌هـا در حـوزه زراعـی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

گسترش یافته اما پس از آن این نرم‌افزار برای نمونه‌گیری محموله‌های وارداتی به کمک ضریب جک نایف تحولی بزرگ در تعیین حجم بهینه نمونه را فراهم ساخت. این نرم‌افزار از همه زمینه‌های آماری برای تعیین بهینه حجم نمونه استفاده می‌کند . نرم‌افزار مذکور دارای انعطاف پذیری و سهولت در حین انجام کار است. از ویژگی‌های خوب و قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌توان مستقل بودن از فرض‌های آماری و نیاز به نرم‌افزار مجدد توسط کاربر که مرحله‌ای هزینه‌بر و زمان‌بر است، را کاهش داده و نمایش آماره به‌صورت بصری برای کاربر و محققان فراهم می‌کند. SISSI نرم‌افزاری جالب و مطلوب برای تعیین حجم بهینه نمونه‌های تراریخته است که اطلاع از پراکنش مواد در محموله نداشته وهمچنین برای نمونه‌هایی که در شرایط مزرعه‌ای با حجم بسیار متغیر هستند کارایی بسیار بالایی دارد. این نرم‌افزار روش جدیدی برای تعیین حجم بهینه نرم‌افزار به کمک روش نرم‌افزار مجدد ارائه می‌کند. این روش میانگین و انحراف استانداردی را برای هر زیرنمونه محاسبه کرده و نیازی به فرضیات آماری ندارد. همچنین تفسیر نتایج به شیوه‌ایی گویا و گرافیکی برای کاربر فراهم می‌شود. تغییرات میانگین و انحراف استاندارد با افزایش نمونه به خوبی در شکل مشاهده می‌شود. نرم‌افزار فوق به خوبی چالش‌های مربوط به نمونه‌گیری و همچنین مشکلات مربوط به تهیه نمونه را نیز برطرف کرده و به‌عنوان نرم‌افزاری مناسب جهت کار برای دانشمندان در حوزه بیوتکنولوژی معرفی می‌شود.

فهرست منابع

References

۱. رهنما، ح. (۱۳۸۷). اخلاق زیستی و تولید محصولات تراریخته. شماره۲. صص ۱-۱۴.

۲. نورینی، م. (۱۳۹۱). برآورد واریانس به‌روش جک نایف در آمارگیری‌های دوچارچوبی. مجله بررسی‌های آمار رسمی ایران. شماره۱، صص ۱۰۳-۱۲۷.

۳. عدالت سروستانی، م. ر.، شهرکی، م. ر. (۱۳۹۲). ارائه ی مدلی برای رتبه‌بندی ریسک پروژه‌ها به روش نمونه گیری مجدد جک نایف همراه با تحلیل بازه‌ای. دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، دانشگاه تهران، ۷ و ۸ بهمن ماه.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

4. Skinner C.J., Rao J.N.K. (1996). Estimation in dual frame survey with complex design, Journal of the American Statistical Association. 91, 349-356.

5. Gilbert J. (1999). Sampling of raw materials and processed foods for the presence of GMOs. Food Control. 10:363–365.

6. Borenstein M., Rothstein H. and Cohen J. (2001). Power and Precision. Biostatistics, Englewood NJ, USA.

7. Zoubir A.M. and Boashash B. (1998). The Bootstrap and Its Application in Signal Processing. IEEE Signal Processing Magazine.15:56-76.

8. Hu¨bner P., Walblinger H.U., Pietsch K. and Brodman P. (2001). Validation of PCR methods for quantitation of genetically modified plants in food. Journal of AOAC International. 84:1855–1864.

9. Ancel V., Bellocchi G., Berben G., Bertheau Y., Brera C., De_Giacomo M., Janssen E., Kobilinsky A., Kozjak P., Macarthur R., Miraglia M., Onori R., Pla M., Papazova N., Rutar R., Taverniers I. and Šuštar Vozlic J. (2009). International conference. France.

10. Atkinson D. (1998). Genetically modified organisms. Available from http://www.sac.ac.uk/info/External? Publications/Gmo.asp., Scottish Agricultural College.

11. Zhou H.B. and Zhang, H. (2010). Dynamic risk management system for large project construction in china. Proc. Geo. Florida Conf. Adv. Anal. Model Des.

12. Berg P., Baltimore D., Boyer H.W., Cohen S.N., Davis R.W., Hogness D.S., Nathans D., Roblin R., Watson J.D., Weissman S. and Zinder N.D. (1974). "Letter: Potential biohazards of recombinant DNA molecules". Science. 185 (4148): 303.

13. Mousavi S.M., Tavakkoli-Moghaddam R., Hashemi H. and Mojtahedi S.M.H. (2011). A Novel approach based on non-parametric resampling with interval analysis for large engineering project risks. Safety Science. 49:340-1348.

14. Codex. (2009). Joint FAO=WHO food standards program –codex committee on methods of analysis and sampling, thirtieth session (9-13 March 2009). Proposed draft guidelines on criteria for methods for the detection and identification of foods derived from biotechnology. ftp://ftp.fao.org/codex/xxmas30/ma30_08e.pdf.

15. Council Regulation (EC). (2000). No 49/2000. Off. J. Euro. Comm. L6:13–14.

16. Efron B. (1981). Nonparametric estimates of standard error: the jackknife, the bootstrap and other methods. Biometrika. 68, 589e599.

17. Bellocchi G., Confalonieri R., Acutis M. and Genovese G. (2006). SISSI: a resampling based Software for sample size determination. Proc. 9th European Society for Agronomy Congress, 4-6 September, Warsaw, Poland. 741-742.

18. CBD Secretariat. (2011). Central and Eastern European Regional Training of Trainers'. http://www.nib.si/eng/index.php/novice/296-central-and-eastern-european-regional-training-of-trainers-workshop-on-the-identification-and-documentation-of-living-modified-organisms-under-the-cartagena-protocol-on-biosafety.11-15.

19. Tsegaye T. and Hill R.L. (1998). Intensive tillage effects on spatial variability of soil physical properties. Soil Science. 163:143-154.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]

20. Efron B. and Tibshirani R. (1991). Statistical data analysis in the computer age. Science. 253, 390e395.

21. Kobilinsky A. and Bertheau Y. (2005). Minimum cost acceptance sampling plans for grain control, with application to GMO detection. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 75: 189–200.

22. Paoletti C., Donatelli M., Kay S. and Van den Eede G. (2003). Simulating kernel lot sampling: the effect of heterogeneity on the detection of GMO contaminations. Seed Science and Technology. 31, 629e638.

23. Ramachandran K.M. and Tsokos C.P. (2009). Mathematical Statistics with Applications. Amsterdam; Boston: Academic Press.

24. Remund K., Dixon D., Wright D. and Holden L. (2001). Statistical considerations in seed purity testing for transgenic traits. Seed Science Research. 11:101-119.

Software SISSI to Determine the Optimum Sample Size of GM

Zahra Hajibarat[1], Masoud Tohidfar[2*]

1- Ph.D student of Agriculture Biotechnology Department, Faculty of Life Science, University of Shahid Beheshti, G.C Iran.

2- Associate Profeesor, Agriculture Biotechnology Department, Faculty of Life Science, University of Shahid Beheshti, G.C, Iran

gtohidfar@yahoo.com

Abstract:

Since the advent of genetic engineering in the 1970s, concerns arose about risks of this technology that led to enforce labeling of transgenic crops. Therefore, it seems, it is necessary to use valid methods to identify transgenic crops to reduce or minimize relative potential errors. The validity of such methods depends on the sampling and the uniformity of distribution of transgenic crop under study. In most cases, the sampling is a source of error. Therefore, some software such as SISSI is designed to reduce sampling errors. This software which works based on Jackknife method is a new tool to determine optimum sample size for the experimental data set. The method estimates the population variance when there is little information about the population. The software graphically displays results as also changes in the mean and standard deviation of the population. Moreover, it has the option to determine the sample size automatically. One of its applications of this is to determine optimal sample size for transgenic shipments that are not uniform. The detection of transgenic material in commercial samples with high sensitivity in the international trade is another instance of its applications.

Keywords: SISSI, Jackknife, Re-sampling, Average, Non-Parametric.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1398.12.3.1.8]