INSO
18227
1st. Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۸۲۲۷
چاپ اول
۱۳۹۳

شیوه‌های نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی

Random sampling and randomization Procedures

ICS: 03.120.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود .پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته رویه و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه میکنند درکمیتهٔ ملی رویه و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO) [1]کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) [2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی(OIML) [3]است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC) [5]در کشور فعالیت میکند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی میکند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت میکند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1-International organization for Standardization
2-International Electro technical Commission
3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legale)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" شیوه‌های نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی "

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
عبداله‌زاده، سهراب (دکترای صنایع- صنایع)	هیات علمی دانشگاه صنعتی ارومیه
دبیر:	
نیازی، علیرضا (فوق‌لیسانس مدیریت اجرایی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفباء)	
اسلامی فرد، فریده (دانشجوی فوق‌لیسانس مدیت منابع انسانی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
اقبال‌جو، هادی (لیسانس صنایع غذایی)	شرکت تراکتورسازی ارومیه
بداق‌زاده، علی (فوق‌لیسانس مدیریت دولتی)	استانداری استان آذربایجان غربی
جهانگشای رضائی، مصطفی (دکترای مهندسی صنایع - سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی)	هیات علمی دانشگاه صنعتی ارومیه
صفدری، توحید (دانشجوی فوق‌لیسانس مدیریت آموزشی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان غربی
لطفی مغانجوقی، آرزو (لیسانس مدیریت آموزشی)	اداره کل آموزش و پرورش استان آذربایجان غربی
مرادی، محسن (فوق لیسانس فیزیک حالت جامدات)	شرکت دی‌ای‌اس
هوشیار قهرمانلو، خیرالله (دکترای آمار کاربردی)	هیات علمی دانشگاه ارومیه

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	ه
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف و نمادها	۲
۴ نمادها و اختصارات	۵
۵ کلیات	۵
۶ نمونه‌گیری تصادفی-روش‌های ابزار مکانیکی	۷
۷ نمونه‌گیری تصادفی مستقل ساختگی-روش جدول	۸
۸ نمونه‌گیری تصادفی مستقل ساختگی- روش رایانه‌ای	۹
۹ کاربردهایی برای شرایط نمونه‌برداری مشترک	۱۳
پیوست الف (اطلاعاتی) جداول اعداد تصادفی	۲۱
پیوست ب (اطلاعاتی) کد رایانه‌ای الگوریتم ایجاد عدد تصادفی	۲۶
پیوست پ (اطلاعاتی) کد رایانه‌ای نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی	۳۰
پیوست ت (اطلاعاتی) کتابنامه	۳۶

پیش گفتار

استاندارد" شیوه‌های نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی" که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در سیصد و چهل و ششمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد رایانه و فرآوری داده‌ها مورخ ۱۳۹۳/۳/۱۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته، به شرح زیر است:

ISO 24153:2009, Random sampling and randomizationProcedures

شیوه‌های نمونه‌گیری تصادفی وتصادفی‌سازی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین شیوه‌هایی برای نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی است.

یادآوری-روش‌های متعددی از جمله رویکردهای مبتنی بر روش‌های ابزار مکانیکی، جداول عدد تصادفی و الگوریتم‌های رایانه‌ای ایجاد شده‌اند.

این استاندارد در هر مقررات[1]، قرارداد یا استاندارد دیگری که لازم است از نمونه‌گیری تصادفی و یا تصادفی‌سازی در آن‌ها استفاده شود، به کار می‌رود.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

الف- نمونه‌گیری پذیرشی واحدهای مجزای ارائه‌شده برای بازرسی در نمونه‌های بزرگتر[2].

ب- نمونه‌گیری برای اهداف آماری.

پ- ممیزی نتایج نظام مدیریت کیفیت.

ت- انتخاب واحدهای آزمایشی، تخصیص تیمارها[3] به آن‌ها و تعیین رتبه ارزیابی در برخورد با آزمایش‌های تصادفی طراحی‌شده.

یادآوری- اطلاعاتی هم برای تسهیل ممیزی‌ها یا سایربازنگری‌های خارجی نتایج تصادفی‌سازی یا نمونه‌گیری تصادفی در مواقعی که مورد نیاز پرسنل سیستم مدیریت کیفیت و یا نهادهای نظارتی است، ارائه شده است.

این استاندارد به عنوان راهنما درباره شیوه‌های نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی که قرار است در هر وضعیت آزمایشی و تجربی خاص مورد استفاده قرار گیرد و همین طور در انتخاب راهبرد نمونه‌گیری محتمل یا تعیین اندازه نمونه کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

1-Regulation
2-Lot
3-Treatment

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۹۸۱۹، کمیت‌ها و یکاها - قسمت ۲ : علائم و نمادهای ریاضی مورد استفاده در علوم طبیعی و فناوری

۲-۲ واژه‌ها و اصطلاحات آماری، ویرایش سوم، پژوهشکده آمار، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲

2-3 ISO 3534-1, Statistics -Vocabulary and symbols -part1: General statistical terms and terms used in probability

2-4 ISO 3534 -2, Statistics -Vocabulary and symbols-part2: Applied statistics

2-5 ISO 3534 -3, Statistics -Vocabulary and symbols -part3: Design of experiments

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

برای اهداف این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ISO 3534-1, ISO 3534-2, ISO 3534-3، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱-۱ خوشه[1]

بخشی از جامعه (بند۳-۱-۶) است که به گروه‌های انحصاری متقابلی از واحدهای نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۳) که به روش خاصی به هم مرتبط شده‌اند، تقسیم می‌شوند.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۲

نمونه‌گیری خوشه‌ای

نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۲) که توسط آن یک نمونه تصادفی (بند ۳-۱-۸) از خوشه‌ها انتخاب می‌شود و همه واحدهای نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۳) که خوشه‌ها را تشکیل می‌دهند، در نمونه (بند ۳-۱-۱۳) گنجانده می‌شوند.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۳

اختلال[2]

جایگشت کامل[3]

جایگشت عناصر وقتی که هیچ عنصری در جایگاه اصلی خود دریک مجموعه قرارنگیرد، اختلال نامیده می‌شود.

مثال: مجموعه {۲،۱،۳،} یک اختلال برای مجموعه {۳،۲،۱،}است.

۳-۱-۴

بهر

1- Cluster

2-Derangment

3-Complete Permutation

بخش مشخصی از جامعه (بند ۳-۱-۶) تشکیل‌شده، تحت شرایط کاملا همسان با توجه به اهداف نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۲)، بهر نامیده می‌شود.

یادآوری- هدف نمونه‌گیری می‌تواند، برای تعیین قابل قبول بودن بهر، یا تخمین مقدار میانگین یک مشخصه خاص باشد.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۵

نمونه‌گیری چندمرحله‌ای[1]

نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۲) که در آن نمونه (بند ۳-۱-۱۱) طی مراحلی انتخاب می‌شود، واحدهای نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۳) که در هر مرحله از واحدهای نمونه‌گیری بزرگ‌تری که درمرحله قبلی انتخاب شده‌اند، نمونه‌گیری می‌شوند.

یادآوری- نمونه‌گیری چند مرحله‌ای از نمونه‌گیری چندگانه[2] متفاوت است، نمونه‌گیری چندگانه عبارت است از نمونه‌گیری با ملاک‌های مختلف در یک زمان.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۶

جامعه

کلیت اقلام مورد بررسی، جامعه نامیده می‌شود.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۷

نمونه گیری تصادفی مستقل – ساختگی[3]

نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۲) که در آن نمونه (بند۳-۱-۱۱) از n یک نمونه‌گیری از جامعه (بند ۳-۱-۶)، مطابق جدول اعداد تصادفی یا الگوریتم رایانه‌ای طراحی‌شده گرفته شده است، به طوری که هر کدام از ترکیبات ممکن n یک نمونه گیری، احتمال مشخص انتخاب شدن را داشته باشد (به بند ۴-۴ مراجعه کنید).

۳-۱-۸

نمونه تصادفی[4]

نمونه‌ای (بند ۳-۱-۱۱) که توسط روش نمونه‌گیری تصادفی (بند ۳-۱-۹) انتخاب شده باشد.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۹

نمونه‌گیری تصادفی

نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۲) که در آن یک نمونه (بند ۳-۱-۱۱) از n یک نمونه‌گیری (بند ۳-۱۳) از جامعه (بند ۳-۱-۶)، به گونه‌ای صورت گیرد که هریک از ترکیبات ممکن از n یک نمونه‌گیری، احتمال یکسانی برای انتخاب شدن را داشته باشد.

[ISO 3534-2:2006]

1-Multistage sample
2-Multiple sampling
3- Pseudo-independent random sampling
4 -Random Sample

۳-۱-۱۰

تصادفی‌سازی

فرآیندی که درآن یک سری اقلام، در یک ترتیب تصادفی قرارمی‌گیرند.

یادآوری- اگر از یک جامعه (بند ۳-۱-۶) شامل اعداد طبیعی از ۱تا n ، اعداد به طور تصادفی (یعنی طوری که همه اعداد شانس یکسانی برای انتخاب شدن داشته باشند، یک به یک، متناوبا و بدون جایگزینی، تا تمام شدن همه جامعه) بیرون کشیده شود، گفته می‌شود که اعداد به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند.

اگراین n عدد با n واحده مجزا، یا n تیمار مجزا به هم مربوط شده باشند و در ترتیبی بازآرایی شوند که اعداد انتخاب شده‌اند، در این صورت گفته می‌شود که ترتیب واحد یا تیمارها، تصادفی بوده است.

۳-۱-۱۱

نمونه

زیرمجموعه‌ای از یک جامعه (بند ۳-۱-۶) که از یک یا چند واحد نمونه‌گیری (بند ۳-۱-۱۳) تشکیل شده باشد.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۱۲

نمونه‌گیری

عمل انتخاب یا تشکیل یک نمونه (بند۳-۱-۱۱)، نمونه‌گیری نامیده می‌شود.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۱۳

یک نمونه‌گیری

واحد

هر کدام از بخش‌های انفرادی، که جامعه (بند۳-۱-۶) به آن تقسیم می‌شود.

یادآوری۱- یک نمونه‌گیری می‌تواند شامل یک قلم یا تعداد بیشتری اقلام باشد.

مثال: یک جعبه از مواد مشابه یک نتیجه آزمایش به دست خواهد داد.

یادآوری۲- یک واحد نمونه‌گیری می‌تواند، شامل اقلام مجزا یا تعداد معین از مواد فله[1] باشد.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۱۴

نمونه‌گیری با جایگزینی[2]

نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۲) که درآن هر یک نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۳) انتخاب و بعد از مشاهده مجددا قبل از نمونه‌گیری بعدی به جامعه (بند۳-۱-۶) بازگردانده می‌شود.

[ISO 3534-2:2006]

۳-۱-۱۵

نمونه‌گیری بدون جایگزینی

1-Bulk material

2 -Sampling WithReplacement

نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۲) که در آن هر یک نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۳) تنها یک بار از جامعه (بند۳-۱-۶) انتخاب می‌شود، بدون این که مجددا به جامعه باز گردانده شود.

[ISO 3534-2:2006]

۱۶-۱-۳

هسته[1]

مقدار عددی یا مجموعه‌ای از مقادیر مورد استفاده برای شروع الگوریتم تصادفی شبه مستقل (بند۳-۱-۷) یا ایجاد یک نقطه شروع درجدولی از اعداد تصادفی است.

۱۷-۱-۳

نمونه تصادفی ساده

نمونه (بند۳-۱-۱۱) انتخاب‌شده با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده (بند۳-۱-۱۸)، نمونه تصادفی ساده نامیده می‌شود.

[ISO 3534-2:2006]

۱۸-۱-۳

نمونه‌گیری تصادفی ساده

نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۲) که نمونه (بند۳-۱-۱۱) از n واحد نمونه‌گیری، از بین جامعه (بند۳-۱-۶) انتخاب می‌شود، به طریقی که همهٔ ترکیبات ممکن از n واحد نمونه‌گیری، شانس یکسانی برای انتخاب شدن داشته باشند.

[ISO 3534-2:2006]

۱۹-۱-۳

نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده [2]

نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۲) به طریقی که اجزای نمونه از رده‌های مختلف انتخاب شده و هر رده با حداقل یک واحد نمونه‌گیری (بند۳-۱-۱۳)، نمونه‌گیری شود.

[ISO 3534-2:2006]

۲۰-۱-۳

نمونه‌گیری تصادفی ساده طبقه‌بندی شده

نمونه‌گیری تصادفی ساده (بند ۳-۱-۱۸) که از هر طبقه، (بند ۳-۱-۲۱) به طور مجزا و تصادفی نمونه‌گیری می‌شود.

[ISO 3534-2:2006]

۲۱-۱-۳

طبقه

زیرمجموعه‌ای است کاملا انحصاری و جامع که با توجه به ویژگی بررسی‌شده، نسبت به جامعه (بند ۳-۱-۶) همگون‌تر باشد.

[ISO 3534-2:2006]

1-Seed

2 - Stratum

۳-۲ نمادها و اختصارات

نمادها

در این استاندارد، علاوه بر علایم و نمادهای ریاضی مذکور در استاندارد ۲-۹۸۱۹، علائم و نمادهای زیر نیز به کار می‌رود:

d_i فاصله رقم i ام یا مقدار ظاهری یک سکه[1] یا تاس[2]

N اندازه بهر

n اندازه نمونه

n_i اندازه نمونه i ام

U متغیر واقعی تصادفی با توزیع یکنواخت بر روی یک بازه باز (صفر، یک)

x_i مقدار i ام متغیر x

j! فاکتوریل j

$[z]$ تابع سقف Z (کوچک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر یا مساوی عدد حقیقی Z)

$\lfloor z \rfloor$ تابع کف z (به جزء صحیح عدد حقیقی z)

۴ کلیات

۴-۱ نمونه‌گیری تصادفی، پیش‌شرط لازم به کارگیری صحیح رویه‌های نمونه‌گیری، در کاربردهای صنعتی است. تصادفی‌سازی نیز به همین گونه که از اصول نمونه‌گیری تصادفی بهره می‌برد، در انجام آزمایش‌های طراحی‌شده، ضروری است، زیرا اعتبار داخلی آزمایش‌ها را افزایش داده و اجازه می‌دهد، روش‌های آماری، در تفسیر نتایج آزمایش‌ها به کار رود. هدف از نمونه‌گیری تصادفی فراهم کردن ابزاری جهت کاربرد نتایج تئوری احتمالی برای مسائل علمی، با اجتناب از هر گونه جانبداری است، به طوری که، این هدف با استفاده از سایر انواع نمونه‌گیری دست‌یافتنی نیست.

مثال: نمونه‌گیری بر اساس مفاهیمی چون بینش یا قضاوت فردی، تصادفی بودن، یا دستیابی – سهمیه[3] ، به طور ذاتی جانبدارانه بوده و درنتیجه می‌تواند، منجر به خطاهای جدی در فرآیند تصمیم‌گیری بدون هیچ شرطی جهت تعیین خطاها گردد. احتمالاً در شرایط مساوی، نمونه‌گیری تصادفی در پی حذف چنین جانبداری، می‌تواند با تضمین این که هر یک در بهر احتمال یکسانی برای انتخاب شدن (نمونه‌گیری با جایگزینی) داشته باشد، یا به طور متناوب هر نمونه احتمالی، با اندازهٔ داده شده از بهر، احتمال برابر، برای انتخاب شدن داشته باشد (نمونه‌گیری بدون جایگزینی).

1-Coin
2-Die
3- Quota-achievement

۲-۴ نمونه‌گیری‌تصادفی با احتمال برابر همراه با جایگزینی، احتمال این که یک واحد خاص در بخشی از N واحد، با هر رویه مشخصی، انتخاب می‌شود همواره $\frac{1}{N}$ است. N^{n} نمونه تصادفی مرتب ممکن با N و، به‌طورکلی $\frac{(\mathrm{N}+n-1)!}{[n!(N-1)]}$ نمونه تصادفی بدون ترتیب متفاوت ممکن، با n واحد از N است.

یادآوری۱- در نمونه‌گیری تصادفی ساده بدون جایگزینی احتمال این که یک واحد از بهر در قرعه داده شده برای اولین قرعه $\frac{1}{N}$ بوده، $\frac{1}{(N-1)}$ برای دومین قرعه، $\frac{1}{(N-2)}$ برای سومین قرعه و همین‌طور تا آخر ادامه داد. اگر n واحد به‌طور تصادفی از جامعه N واحدی بدون جایگزینی انتخاب شود، آنگاه هرترکیبی از n واحد، مثل هرترکیبn واحدی از N دریک زمان، احتمال برابری برای انتخاب شدن دارد. تعدادنمونه‌های تصادفی نامنظم مختلف شامل n واحد از یک بهر N واحدی برابر $\frac{\mathrm{N}!}{[n!(N-n)]}$ است، که تعداد ترکیب‌هایی n واحدی انتخاب شده از N دریک زمان است. قابل توجه، این که تعداد نمونه‌های تصادفی منظم ممکن، از n واحد انتخاب شده، بدون جایگزینی از بهر N واحدی برابر $\frac{N!}{[n!(N-n)!]}$ باشد، که با تعداد جایگشت‌های احتمالیn واحد انتخاب‌شده، از N ، در یک زمان برابراست. باید توجه شود، که نمونه‌گیری تصادفی بدون جایگزینی، متداول‌ترین روش مورد استفاده در کاربردهای نمونه‌گیری است.

یادآوری۲- براساس نمونه‌گیری، با جایگزینی مثلا نمونه‌های ۳ واحد ازجامعه ۵ واحدی، لیست مجموعه‌های $\{۱،۱،۲\}$، $\{۱،۲،۱\}$ و $\{۲،۱،۱\}$ زمانی که ترتیب مطرح شده است، متفاوت‌اند که در اصطلاح چند مجموعه‌ای یا کیسه‌ای عنوان می‌شود، ولی زمانی که ترتیب مطرح نشده باشد، یکسان‌اند.

۳-۴ اهداف نمونه‌گیری تصادفی، تنها به وسیله شیوه‌های دقیق‌که برای رسیدن به هدف‌های تعریف شده، به دقت طراحی شده‌اند، به دست می‌آید. روش‌های متعددی در این استاندارد وجود دارد تا این هدف را اجرایی کند. روش‌هایی مانند وسایل مکانیکی، به ویژه با فرض این‌که سکه‌ها و تاس‌ها، نااریب هستند، طوری طراحی شده‌اند، که هر طرف احتمال برابر برای رخ دادن، دریک پرتاب و یا انداختن داشته باشد، و روش پرتاب کردن و انداختن، تاثیری درنتیجه نداشته باشد. همین طور به دلیل کمبودهای متعدد در اجرای ذاتی روش‌های نمونه‌گیری تصادفی در ماشین حساب‌ها، سیستم‌های رایانه‌ای ، زبان‌های برنامه‌ریزی‌شده، نرم افزار، این استاندارد، با یک‌روش ساده و آزمایش‌شده، برای تولید نمونه‌های تصادفی به وسیلهٔ رایانه سازگار شده‌اند. به علاوه باید توجه شود که همهٔ روش‌های زیر مستلزم این است که هر واحد مجزایی در یک بهر به طور کامل با یک عدد مجزا از۱تا N مرتبط بوده است، بنابر این واحدهای نمونه‌گیری، که به عنوان نتیجه‌ای از روش نمونه‌گیری تصادفی معرفی شده‌اند، می‌تواند بدون ابهام از بهر به دست آید.

۴-۴ سرانجام در ارائه، صفت "مستقل ساختگی" زمانی که به فرآیند و یا روشی مانند نمونه‌گیری تصادفی استناد می‌شود، تداخل کاهش خواهد یافت. علاوه بر این صفت"تصادفی" اغلب در مواردی که آن اسم، متغیر خروجی فرآیندی که به صورت تصادفی تولید می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند یک عدد یا جایگشت. زمانی که نمونه‌ها فراهم می‌شوند، اندازه نمونه درگیر شده به طور ساختگی برای ساده نشان دادن مفهوم درگیری‌ها،کوچک‌تر نگه داشته می‌شوند.

۵ نمونه‌گیری تصادفی – روش های ابزار مکانیکی

۵-۱ روش گلدانی[1]

۵-۱-۱ N شی با شماره‌های مجزا، اما یکسان از نظر فیزیکی (مثل بلیط‌ها، مهره‌ها، توپ‌ها) را درون یک ظرف قرار دهید و هر کدام از N واحد را، بدون ابهام در یک بهر، نمایش و به طورکامل اشیاء را مخلوط کنید.

۵-۱-۲ برای نمونه‌گیری بدون جایگزینی، چشم بسته اشیاء را از ظرف انتخاب کنید، یکی، یکی، بدون برگرداندن آن‌ها به ظرف، این کار را ادامه دهید و به طور اختیاری، اشیاء را در بین قرعه‌های متوالی، دوباره به هم بزنید، تا شماره مورد نظر n، از واحدهای نمونه‌گیری به دست آید.

یادآوری– این روش، معمولا توسط موسسات قرعه‌کشی استفاده می‌شود.

۵-۱-۳ برای نمونه‌گیری با جایگزینی، چشم بسته اشیاء را از ظرف انتخاب کنید، یکی، یکی، بعد از هر قرعه، هر شی را به ظرف برگردانید و به طور کامل، اشیاء را بین قرعه‌های متوالی به هم بزنید، تا n شی مورد نظر از واحدهای نمونه‌گیری به دست آید. با استفاده از این روش، ممکن است واحد یکسان، بیش از یک بار در نمونه رخ دهد.

۵-۲ روش سکه یا تاس

۵-۲-۱ تعیین شماره m از سکه یا تاس (پرتاب سکه یا تاس)، مورد نیاز وقتی که N اندازه بهر و k شمار ابعاد وسیلهٔ مورد استفاده باشد، از معادله (۱) به دست می‌آید:

$$m = \left\lceil \log_e N \Big/ \log_e K \right\rceil \qquad (۱)$$

۵-۲-۲ وقتی که چند تا سکه یا تاس را به کار می‌برید، به وضوح یک موقعیت خاصی ازتوالی ارقام d_i ، را به هر سکه یا تاس اختصاص دهید. وقتی که یک سکه یا تاس به کار می‌رود، در نتیجهٔ مهم‌ترین رقم d_m ، را به اولین پرتاب یا بالا انداختن اختصاص دهید، دومین پرتاب، یا بالا انداختن را با دومین رقم مهم d_{m-1} و همین طور الی آخر مشخص کنید.

۵-۲-۳ سکه را بالا بیاندازید و یا تاس را پرتاب‌کنید و نتایج d_i را با توالی m ثبت کنید. نتایج را به اعداد صحیح اعشاری، به وسیلهٔ معادله (۲) تبدیل کنید:

$$y = 1 + \sum_{i=1}^{m} (d_i - 1) k^{m-i} \qquad (۲)$$

۵-۲-۴ مرحله ۵-۲-۳ را تکرار کنید، مقادیری را که بیشتر از N هستند، کنار بگذارید و در مورد نمونه‌گیری بدون جایگزینی، همهٔ مقادیری که اکنون انتخاب شده‌اند، تا زمانی ادامه می‌یابد، که شماره مورد نظر از n واحد نمونه‌گیری، به دست آید.

مثال ۱: یک بازرس می‌خواهد، یک نمونه تصادفی شامل ۴ واحد از یک بهر، حاوی ۲۰ واحد را به دست آورد و یک سکه دارد . از مرحله ۵-۲-۱ ، مشخص شد که m=5 پرتاب سکه نیاز است تا هر شمارهٔ تصادفی به دست آید . قبلا تصمیم گرفته شده است که عدد ۱ به شیر و عدد۲ به خط اختصاص داده شود. از اولین توالی پرتاب‌های {۲،۲،۱،۲،۱} حاصل می‌شود که از

1 -Urn Method

معادله مرحله ۵-۲-۳ برابر می‌شود با $1+(0)2^4+(1)2^3+(0)2^2+(1)2^1+(1)2^0=12$ از سه پرتاب متوالی ، مجموعه‌های زیر حاصل می‌شود، {۱،۲،۲،۲،۱}،{۱،۲،۲،۱،۱}و{۲،۲،۱،۲،۲}، که به ترتیب برابر می‌شود با ۱۵و۷و۲۸ از آنجایی که ۲۸ بیشتر از اندازه بهر است، لازم است، که کنار گذاشته شود و برای کامل شدن نمونه تصادفی، باید یک پرتاب دیگر انجام شود تا شماره ٔ معتبر دیگر به دست آید.

مثال ۲ : برای یک نمونه تصادفی شامل ۴ یک، بهری حاوی ۵۰ ، واحد لازم است و بازرس، چندین تاس ۶ بعدی با رنگ‌های مختلف دارد. از مرحله ۵-۲-۱، تعیین شد که $m=3$ تاس لازم است، تا هر شماره تصادفی به دست آید. بازرس یک مهره آبی ، یک مهره سبز و یک مهره قرمز انتخاب کرده و آن‌ها را از مهم‌ترین، تا کم اهمیت‌ترین در یک توالی مشابه، رتبه بندی می‌کند به هر حال، از بررسی معادله ۵-۲-۳ ، مشخص است که شماره‌های درون دامنه ٔ معتبر از۱ تا ۵۰، تنها زمانی حاصل می‌شوند که اولین روی مهره ۱یا ۲ باشد. بنابر این، یک سری بازدهی می‌تواند با ترسیم مقادیر وجه بالاتر مهره آبی، به صورت ۱یا ۲ بدون نادیده گرفتن احتمالات برون ده، حاصل شود. بازرس تصمیم می‌گیرد که مقادیر وجه را به مهره آبی اضافه کند، تا ۱ را به دست آورد و مقادیر سایر وجه‌ها را ۲ به دست آورد. رول‌اول، {۴،۳،۳}را به دست می‌دهد، که از طریق معادله مرحله ۵-۲-۳ $1(2)6^2+(2)6^1+(3)6^0=88$، که خیلی بزرگ است، اما وقتی به{ ۴،۳،۱} تبدیل شود ، برابر ۱۶ می‌شود . سه رول، بیشتر مقادیر{۳،۱،۶} را به دست می‌دهد (که تبدیل می‌شود به{۳،۱،۲}، { ۶،۶،۵} ، (که تبدیل می‌شود به {۶، ۱،۶}و {۵،۵،۲}، که به ترتیب برابر می‌شود با ۳۹ ،۳۶ و۶۵ ، از آن جایی که مقدار ۶۵ بیشتر از اندازه بهر است، لازم است‌که کنار گذاشته شود و یک پرتاب اضافه، لازم است تا یک شماره ٔ معتبر بیشتری به دست آمده و نمونه تصادفی کامل گردد.

مثال۳ : سناریوی مشابهی از مثال ۲ وجود دارد اما در این زمان بازرس مشاهده می کند که سه تاس، شماره‌هایی با دامنه از ۱ تا $6^3=216$ ، تولید می‌نماید ولی اندازه ٔ بهر فقط ۵۰ است. بازرس، تصمیم می‌گیرد همه ٔ احتمالات خروجی را ترسیم کند . چهار رول مشابه از مثال قبلی تحت، این رویه ترسیمی محاسبه شده‌اند. گروه‌های { ۳،۳، ۴ } , { ۳،۱،۶ },{ ۶،۶،۵ } و{ ۵،۵،۲ } برابرند با ۸۸،۱۸۳،۱۸۰ و۶۵ مضرب‌های ۵۰ از این شماره‌ها کم می‌گردد تا هر کدام از آن‌ها، درون دامنه‌ای از ۱ تا ۵۰ قرار گیرند . اگر صفر به دست آمد، آن را به صورت n بیان کنید که مقادیر نمونه، برابر ۳۸،۳۳،۳۰و۱۵ به دست می‌آید. اندازه ٔ نمونه با ۴ واحد طوری به دست می‌آید که پرتاب‌های بیشتر لازم نیست. توجه کنید که از نظر ریاضی، این فرایند ترسیمی برابر است، با کاربرد معادله $v_2=1+(v_1-1)$ به پیمانه N، زمانی که v_1 مقدار اولیه و v_2 مقدار ترسیم شده، در دامنه ٔ مطلوب باشد.

۶ نمونه‌گیری تصادفی مستقل ساختگی-روش جدول

۶-۱ جداول اعداد تصادفی

دو جدول از شماره‌های اعداد تصادفی، درپیوست الف آورده شده است، هرجدول شامل ۳۶۰۰ رقم تصادفی از صفر تا ۹، مرتب شده در ۶۰ سطر و ۶۰ ستون است. کاربرد آن ها به طور مختصر در زیر توضیح داده شده و به طور مفصل‌تر در پیوست الف آمده است.

یادآوری- رقم‌های موجود در جدول، به طور مستقیم با مقادیر یک وجه از یک تاس ۱۰وجهی که به طور مکرر پرتاب و ثبت شده‌اند، مشابه است. شمار ارقام m برای یک کاربرد نمونه‌گیری مرتبط با شمار پرتاب‌های تاس مورد نیاز است. تعداد ارقام m مورد نیاز از نمونه گیری به کار برده شده، متناسب با تعداد پرتاب‌های تاس می‌باشد.

۶-۲ روش پایه

۶-۲-۱ تعداد m رقم لازم رابرای نشان دادن اندازه ٔ n بهر، مشخص کنید. در این جا اندازه ٔ بهر، توان صحیحی از ۱۰ است، رقم ابتدایی را در اندازه ٔ انباشته نادیده بگیرید و صفرهای باقیمانده را برابر مقدار اندازه ٔ بهر بگیرید (مثلا اگر N=1000 ، مقدار ۰۰۰ را به صورت ۱۰۰۰ در نظر بگیرید).

۶-۲-۲ به صورت تصادفی، یک نقطهٔ شروع (یعنی مقدار سطر و ستون) را در جدول، با استفاده از روش توضیح داده شده در بند الف-۲-۲ انتخاب کنید.

۶-۲-۳ رقم به دست آمده، در رابطه با ارقام m-1، به سمت راست را به صورت یک شماره یک بخوانید و مقدار را یادداشت کنید. وقتی که ارقام طرف راست، بیشتر از ۶۰ امین ستون شد ، ستون‌های ۲،۱ الی آخر را به ترتیب، به صورت ستون‌های ۶۱ ،۶۲ و الی آخر، در نظر بگیرید.

۶-۲-۴ عدد سطر را یکی افزایش دهید، مرحلهٔ ۳-۲۶ را تکرار و مقدار را یادداشت کنید وقتی این مقدار سطر، بیشتر از ۶۰ امین سطر شد، سطر را به صورت ۶۱ امین سطر در نظر گرفته و مقادیر ستون را با m رقم افزایش دهید.

۶-۲-۵ مرحله ۶-۲-۴ را تکرارکنید همه مقادیری را که از مقدار n بیشتر هستند، دور بیندازید، در مورد نمونه‌گیری بدون‌جایگزینی، همه مقادیری را که قبلا انتخاب شده‌اند، تا زمانی که به مقدار یک نمونه‌گیری n رسیده باشند، به دست آورید.

مثال: یک حسابرس می‌خواهد، یک نمونه تصادفی شامل ۵ واحد را از انباشته‌ای حاوی ۲۰۰ واحد انتخاب نماید. نقطه شروع تصادفی با پرتاب سکه تعیین می‌شود تا سطر ۵۷ و ستون ۵۹ باشد و تصمیم گیرد که جدول الف۱ را به کار برد. از آنجایی که N در مقایسه با مقدار احتمالی حداکثر ارائه شده با ۳ رقم (یعنی ۱۰۰۰)، کوچک است حسابرس تصمیم می‌گیرد که نتایج دامنه‌ای، از ۱ تا ۱۰۰۰ را بر دامنه ای از ۱ تا ۲۰۰ ترسیم نماید . ۵ شمارهٔ زیر حاصل می‌شود ۰۳۴، ۹۰۲، ۶۷۰، ۸۴۸ و ۵۱۸ مقادیر نمونه تفسیر شده ۳۴،۱۰۲،۷۰، ۴۸و ۱۱۸ به دست می‌آید .

۷ نمونه‌گیری تصادفی مستقل ساختگی – روش رایانه‌ای

۷-۱ بررسی کلی

۷-۱-۱ این استاندارد، با یک سیستم الگوریتم ویژه مطابقت دارد.

یادآوری- برای آگاهی از سیستم مذکور به مراجع شماره ۱، ۷ و ۱۳ کتابنامه مراجعه کنید.

الگوریتم‌ها به منظور دارا بودن خواص ریاضی و آماری لازم برای نمونه‌گیری تصادفی، مثلا قابل انتقال بودن، با توجه به اجرا در زبان‌های برنامه نویسی مختلف، بر پایگاه‌های رایانه‌ای مختلف و برای تسهیل تائید و محاسبهٔ مقادیر نمونه انتخاب شده،که ممکن است برای اهداف مقرراتی لازم باشد، طراحی شده‌اند.

۷-۱-۲ سیستم الگوریتم شامل دو زیر سیستم اصلی زیر است:

۷-۱-۲-۱ یک الگوریتم با مدل اختیاری، که به طور اتوماتیک یک عدد صحیح شبه تصادفی را بر اساس زمان طی شده، از تاریخ مرجع تولید می‌کند.

۷-۱-۲-۲ یک تولیدکننده عدد تصادفی

۷-۱-۳ به منظور تائید یا بررسی الگوریتم با فرمت اختیاری طبق بند ۷-۱-۲-۱ و توضیح داده شده در بند ۷-۲ با مقدار داده شده به صورت دستی، بای‌پس[1] خواهد شد. لازم است این مقدار درون دامنه عدد صحیح از ۱و ۲۱۴۷۴۸۳۳۹۸ را شامل شود. کپی از این دادهٔ ورودی به منظور ثبت رکودی‌ها برای مواقع مورد نیاز، ذخیره شده است. به هر حال در استفاده عمومی برای کنترل کیفیت و کاربردهای آزمایش طراحی‌شده،

1-By-pass

احتمالا نیاز کمی برای بای‌پس انتخاب تولید تصادفی اتوماتیک وجود دارد که باید درعمل، انتخاب قرار دادی باشد.

یادآوری – ارائه مراحل الگوریتم‌ها، در این بند در اشکال ریاضی بیشتری رعایت شده تا به برنامه نویسی کمک نماید.کد برنامه نویسی در پیوست ب ذکر شده است.

۷-۲ الگوریتم‌دهی اولیه

۷-۲-۱ الگوریتم‌دهی اولیه شامل موارد زیر است:

۷-۲-۱-۱ الگوریتم‌های با محاسبهٔ زمان سپری شده ،که به یک تاریخ و زمان ثابت‌گذشته، برمی‌گردد.

۷-۲-۱-۲ الگوریتم‌های یکی بر اساس توزیع یکنواخت، اعداد تصادفی تولید می‌کنند، که به آن عدد تصادفی اولیه در آیتم‌های بالا گفته می‌شود (برای به دست آوردن دانه‌های تصادفی وابسته به ورودی‌های اولیه).

۷-۲-۲ الگوریتم زیر شمارثانیه‌هایی را مشخص می کندکه سپری شده‌اند از 2000-01-0100:00:00 تا تاریخ و زمان‌کنونی.

۷-۲-۲-۱ تاریخ و زمان سیستم رایانه‌ای را بر واحد متغیر رشته‌ای ثبت کنید. واحد کپی از متغیر را برای داشته رکوردها، ذخیره کنید و سپس رشته را به اجزای زمانی آن (سال، ماه، روز، ساعت، دقیقه و ثانیه) تجزیه نمایید.

۷-۲-۲-۲ تعداد تمام روزهای سپری شدهd_e، را از نقطه زمانی مرجع محاسبه کنید، با استفاده از چهار رقم‌کامل تاریخ جاری، شامل مقادیرعددی سال y، ماه m_1و روز d ،که به صورت زیر پردازش می‌شوند:

اگر $m_1 \le 3$ آنگاه، $m_1 = m_1 + 12$ و $y = y - 1$

$$d_e = d + \left[(153m_1 - 457)/5\right] + 365y + [y/4] - [y/100] + [y/400] - 730426$$

یادآوری- تساوی d_eبرای سال‌های تقویمی شامل ۲۰۹۹ یا بالاتر ازآن با جایگزینی 730441- به جای فاکتور $[y/4]$ ممکن است، ساده‌ترگردد.

۷-۲-۲-۳ شمارکل ثانیه‌های S_e سپری‌شده از تاریخ مرجع را با استفاده از مقدار به دست آمده، در مرحله ۷-۲-۲-۲ محاسبه کنید و زمان روز (در۲۴ ساعت hh:mm:ss)، درتفسیر رشته‌ای، مرحلهٔ ۷-۲-۲-۱ ثبت شده است، مطابقت که در آن :

$$s_e = 86400d_e + 3600h + 60m_2 + s$$

یادآوری ۱- وقتی h ، m_2وs به ترتیب، ساعت، دقیقه، و ثانیه هستند.

یادآوری ۲- برخی از زبان‌های برنامه‌نویسی توابع خود ساخته‌ای، برای برای محاسبه مستقیم S_e دارند. توابع ذاتی، قبل از استفاده، باید معتبرسازی شوند تا اطمینان حاصل شود، که اثرات سال‌های کبیسه و زمان ذخیره روشنایی روز به درستی اعمال شده‌اند.

یادآوری ۳- در پیاده سازی۲ بیتی این الگوریتم، مقدار S_e با گذشت زمان از نقطه ایجاد طغیان محاسبه‌ای افزایش خواهد یافت. در برنامه‌نویسی، برای اطمینان از این که مقدارخروجئ آن همیشه روی دامنه‌ای از ۱ تا ۲۱۴۷۴۸۳۳۹۸ است، باید مراتب احتیاط رعایت شود.

۷-۲-۲-۴ مقدار به دست‌آمده از مرحلهٔ ۷-۲-۲-۳، اولین نمونه از نمونه‌های تصادفی تولید شده است و برای به دست آوردن دانه پایانی به کار می‌رود. یک رونوشت از این مقادیر، به صورت جداگانه برای‌ثبت هدف، در صورت نیاز ذخیره می‌شود.

۷-۲-۲-۵ عدد زمانی j که به آن مولد عدد تصادفی ثانوی، نیزگفته می‌شود واحد عدد صحیح تصادفی بین ۱ و ۱۰۰۰ است که بسته به حداقل، دو تا از مهم‌ترین اعداد به دست آمده از مقادیر مرحله C، بایک واحد افزایش می‌یابد که به صورت زیر به دست می‌آید.

$$j = s_e - 100\left[s_e/100\right]+1$$

۷-۲-۳ مولد اعداد تصادفی، برای تولید هسته اتوماتیک الگوریتم به صورت خطی از روابط زیر حاصل می‌گردد:

$$x_i + 1 = 40692 x_i \bmod 2\,147\,483\,399 \qquad \textbf{۷-۳-۲-۱}$$

یاد آوری- هر کدام از مراحل زیر را ، می‌توان به وسیله رایانه‌ای با ۳۲ بیت ، عدد صحیح اجرا کرد.

$$k = \left[x_i/52774\right] \qquad \textbf{۷-۳-۲-۲}$$

$$x_i + 1 = 40692\left(x_i - 52774k\right) - 3791k \qquad \textbf{۷-۳-۲-۳}$$

$$\text{اگر } x_i + 1 \le 0 \text{ ، آنگاه } x_i + 1 = x_i + 1 + 2147483399 \qquad \textbf{۷-۳-۲-۴}$$

۷-۲-۴ استناد به نتیجه طبق بند ۷-۲-۲-۳ ، یا x_i ، هسته را به الگوریتم نمونه گیری تصادفی، تعمیم دهید. سپس j را دربند ۷-۲-۳ برحسب مرجع طبق ۷-۲-۲-۵ تعریف کنید، در هر بار x_i را با $x_i + 1$ ، تا زمانی که عدد مورد نیاز ایجاد شود، جایگزین کنید.

۷-۲-۵ مقادیر نهایی $x_i + 1$، به دست آمده از مرحله ۷-۲-۴ ، یک عدد صحیح تصادفی بین ۱ و ۲۱۴۷۴۸۳۳۹۸ را شامل می‌شوند و کاری مانند هسته اولیهٔ توصیف‌شده در الگوریتم نمونه‌گیری تصادفی موجود در ۳-۷ را ارائه می‌دهد[منحصر به ارزش y_i در مرحله۷-۳-۶-۲]، واحد رونوشت از این مقادیر به صورت جداگانه برای ثبت هدف، در صورت نیاز، ذخیره می‌شود.

۷-۳ الگوریتم تولید عدد تصادفی

۷-۳-۱ الگوریتم تولیدعدد تصادفی شامل:

۷-۳-۱-۱ یک‌سری ترکیبات ساکنی هستند، که با استفاده از الگوریتم مولد اعداد تصادفی‌ای که به صورت یکنواخت توزیع شده‌اند، جمع و ساکن می‌گردند.

۷-۳-۱-۲ الگوریتم مولد اعداد تصادفی، توزیع یکنواخت واحد ترکیب.

۷-۳-۲ اجرای ۳۲ عناصر آرایه‌ای الف برای رفع به هم آمیخته در خارج از الگوریتم نمونه‌گیری تصادفی.

۷-۳-۳ مولد اعداد تصادفی زیر، برای ساکن و تجمیع کردن صفوفی که به هم خورده‌اند، استفاده می‌شود.

$$x_i + 1 = 40014 x_i / 2147483563 \qquad \textbf{۷-۳-۳-۱}$$

یاد آوری- هر کدام از مراحل زیر را می‌توان به وسیله رایانه‌ای با ۳۲ بیت اجرای کرد .

$$k = \left[x_i/53668\right] \qquad \textbf{۷-۳-۳-۲}$$

$x_i + 1 = 40014\left(x_i - 53668k\right) - 12211k$ **۳-۳-۳-۷**

اگر $x_i + 1 \le 0$ ، آنگاه $x_i + 1 = x_i + 1 + 2147583563$ **۴-۳-۳-۷**

۴-۳-۷ مقدار اولیه آرایه الف، بر اساس مقادیر حاصل از مراحل ۷-۱-۳ یا ۷-۲-۵ برای مقدار اختصاص یافته و سپس در گام بعدی (بند ۷-۳-۳-۱) مولد طی ۴۰ مرتبه، فراخوانی مقادیر x_i را با $x_i + 1$ حول ۸ مقدار اولیه در هر فراخوان جایگزین می‌کند و سپس برای ۳۲ خروجی باقی مانده از مقادیر $x_i + 1$ در آرایه، فرمان اجرای معکوس می‌دهد (به عنوان مثال از عنصر ۳۲ به عنصر ۱ کاهش می‌دهد).

۵-۳-۷ اختصاص عنصر۱ به آرایهA (به عنوان مثال[A[1]) ، به عنوان مقدار اولیه از K تا عدد تصادفی مرکب از الگوریتم مولد.

۶-۳-۷ مولد عدد تصادفی، ترکیبی برای تولید نمونه تصادفی، ترکیبی از روابط بازگشتی سازگار به صورت زیر ایجاد می‌کند که مراحل ترتیب آن به صورت زیر تعیین می‌گردد:

$x_i + 1 = 40014 x_i \bmod 2147483563$ **۱-۶-۳-۷**

$y_i + 1 = 40692 y_i \bmod 2147483399$ **۲-۶-۳-۷**

$j = \left[32k / 2147483563\right] + 1$ **۳-۶-۳-۷**

$k = A\left[J\right] - y_i + 1$ **۴-۶-۳-۷**

$A\left[J\right] = x_i + 1$ **۵-۶-۳-۷**

If k<1, then let k= k+2 147 483 562 **۶-۶-۳-۷**

یادآوری - دو مولد عدد تصادفی بالا، آن‌هایی هستند که در بندهای ۷-۲-۳ و ۷-۳-۳ توضیح داده شدند (اگر انجام معادله‌ای۳۲ بیت لازم است، به این دو بند مراجعه نمایید).

۷-۳-۷ الگوریتم موجود در بند ۷-۳-۶ قرار دادن x_i به مقدار نهایی $x_i + 1$ از بند ۷-۳-۴ و قرار دادن y_i به مقدار ارجاع داده شده در بند ۷-۲-۵ مقدار دهی شده است. مقادیر $x_i + 1$ و $y_i + 1$ به عنوان مقادیر بعدی x_i و y_i برای همهٔ مراجعات به الگوریتم، در نظر گرفته می‌شود.

شاخص تصادفی J برای آرایهٔ مخلوط A، با استفاده از مقدار K (ابتدا از بند ۷-۳-۵) محاسبه شده است و تفاوت بین A[J] و $y_i + 1$ به K اختصاص داده شده ، در حالی که A[J]، بالاخره با $x_i + 1$ به روز شده است، و در نهایت مقدارk، در صورت نیاز تغییر داده می‌شود تا یک مقدار مثبت ایجاد شود.

۸-۳-۷ K مقدار خروجی الگوریتم نمونه‌گیری تصادفی است که یک عدد تصادفی بین ۱ و ۲۱۴۷۴۸۳۵۶۲ را شامل شده، به عنوان یک متغیرU واقعی استاندارد با توزیع یکنواخت در دامنه‌ای از ۰تا ۱، تنها به مقادیر پایانی این دامنه مقیاس‌دهی می‌شود، به صورت زیر است: $U = k / 2\ 147\ 483\ 563$

۹-۳-۷ خروجی از بند ۷-۳-۸ ممکن است به صورت یک متغیر L عدد صحیح با توزیع یکنواخت در دامنه ای از ۱تا N مقیاس‌دهی شود، به صورت زیر در می‌آید : $L = \left[NU\right] + 1$

۱۰-۳-۷ برای تولید یک نمونهٔ تصادفی، مراحل ۷-۳-۶ تا ۷-۳-۹ تکرار می‌شوند، تا اعداد مورد نظر از مقادیر تصادفی به دست آیند.

۴-۷ سوابق ممیزی

زمانی که لازم است، سوابق برای اهداف ممیزی نگه داری شوند، توسط یک ممیزی مسئول یا عضو نظارتی ، اندازه بهر و نمونه را ثبت می‌کنند . به علاوه، با توجه به الگوریتم‌ها، مقادیری که در بند ۷-۱-۳ بـه صـورت دستی وارد شده‌اند و یا در صورتی که از مولد نمونه تصادفی استفاده می کنید، موارد زیر را ثبت کنید:

۷-۴-۱ تاریخ و زمان سیستم رایانه‌ای و به کار رفته، برای محاسبه این هسته اولیه؛

۷-۴-۱ هسته اولیه، طبق بند ۷-۲-۲-۴ ؛

۷-۴-۳ هسته نهایی، طبق بند ۷-۲-۵؛

۸ کاربردهایی برای شرایط نمونه گیری مشترک

۸-۱ کلیات

۸-۱-۱ این قسمت الگوریتم‌هایی را برای راهبردهای متعدد نمونه‌گیری تصادفی با توجه به شرایط عملی متفاوت فراهم می‌آورد.

۸-۱-۲ طبق این بند، U به عنوان یک متغیر تصادفی واقعی تعریف می‌شود، که به صورت یکنواخت در دامنه‌ای از صفر تا یک، توزیع می‌شود، شامل مقادیر نقطه پایانی دامنه، که توسط الگوریتم در بند ۷-۳ فراهم شده است. اگر منبع دیگری برای U استفاده می‌شود، پذیرفتنی است که خروجی شامل یک باشد نه صفر که به عنوان نقطه پایانی دامنه است، در این صورت، U را مساوی U- ۱ در نظر بگیرید. اگر منبع جایگزین U شامل صفر و یک به عنوان مقادیر نقطه پایانی می‌شود ، نیاز است که مقدار یک گرفته شده و کنار گذاشته شود.

۸-۲ عدد صحیح تصادفی در دامنه

عدد صحیح k، در دامنه از M تا N را شامل شده، می‌تواند طبق الگوریتم زیر تولید شده باشد:

۸-۲-۱ یک مقدار U واقعی تصادفی تولید کنید،

۸-۲-۲ k را برابر با $M+\lfloor U(N-M+1) \rfloor$ در نظر بگیرید.

۸-۳ جایگشت تصادفی

برای یک آرایهٔ A با N عنصر مجزا ، جایگشت تصادفی یک N، که از تعداد n ها ایجاد شده است، می‌تواند طبق الگوریتم مخلوط زیر تولید شده باشد:

۸-۳-۱ مقادیر شاخص N، عنصر مجزا را در ترتیب اصلی به A[1:N] اختصاص دهید.

۸-۳-۲ J را برابر یک بگیرید.

۸-۳-۳ یک متغیر صحیح k شامل محدوده‌ای از j تا N تولید کنید.

۸-۳-۴ A[J] و A[K] را جایگزین کنید.

۸-۳-۵ J را با یک افزایش دهید.

۸-۳-۶ اگر J کمتر یا مساوی n است، به مرحله c بروید.

۸-۳-۷ جایگشت تصادفی از مقدار اولیه ارزشn، از آرایه A رابه دست آورید.

۸-۴ اختلال تصادفی

برای آرایه‌های A با N عنصر مجزا، یک اختلال تصادفی از N یک ممکن است، از الگوریتم زیر تولید شود:

۸-۴-۱ مقادیر شاخص N عنصر مجزا، را در ترتیب اصلی اختصاص دهید و یک کپی در آرایهٔ B[1:N] تهیه کنید.A [1:N]

۸-۴-۲ با استفاده از آرایهٔ B، یک جایگشت، از یک N گرفته شده از N (یعنی همه)در یک زمان، تولید کنید. برای این کار از روش داده شده در بند ۸-۳ استفاده کنید.

۸-۴-۳ عناصر از ۱ تا N، از آرایه‌های A و B را برای برابری مقایسه کنید.

۸-۴-۴ اگر هر عنصری از آرایه B با همتای خود در آرایهٔ A برابر است، مقایسه را متوقف کرده، به مرحلهٔ بعدی بروید.

۸-۴-۵ اختلال تصادفی را از آرایهB به دست آورید.

یادآوری- این الگوریتم می‌تواند در مراحل ۸-۴-۲ و ۸-۴-۳ کار آمد تر شود، با مقایسه عنصر A[J] با عنصر B[J] به محض این که[B[J تعیین شد، به جای انتظار، بهتر است به جایگشت کامل آرایه B بروید.

۸-۵ نمونه‌گیری تصادفی با جایگزینی

یک نمونه تصادفی مربوط به n یک متمایز از بخش N یکی، به همراه جایگشت ممکن است مانند روش زیر ایجاد شود.

۸-۵-۱ یک عدد تصادفی k را در دامنه‌ای از یک تا N تولید کنید.

۸-۵-۲ مرحله ۸-۵-۱ را تکرار کرده، تا n مقدار k، به دست آید.

یاد آوری- این روش ممکن است دو باره به کار رود، تا هر تعداد از نمونه ، با هر اندازه‌ای به دست آید . اگر مقادیر حاصله از یک نمونهٔ یک، طبقه‌بندی نشده باشد، نمونه ممکن است، برای بررسی نمونه‌گیری متوالی به کار رود.

۸-۶ نمونه‌گیری تصادفی بدون جایگزینی

یک نمونه تصادفی مربوط به n یک متمایز از بحر N واحدی، ممکن است، با توجه به الگوریتم های زیر ایجاد شود:

۸-۶-۱ روش اول

۸-۶-۱-۱ یک عدد صحیح تصادفی k را در دامنه‌ای از ۱ تا N تولید کنید.

۸-۶-۱-۲ بررسی کنید که مقدار k قبلا تولید نشده باشد، اگر متمایز است، مقدار را ذخیره کنید، در غیر این صورت آن را نادیده بگیرید.

۸-۶-۱- ۳ مراحل ۸-۶-۱-۱ و ۸-۶-۱-۲ را تکرار کنید، تا n مقدار مختلف از k به دست آید.

۸-۶-۲ روش دوم

۸-۶-۲-۱ یک جایگشت تصادفی از N یک گرفته شده از n در یک زمان ، طبق بند ۸-۳ ایجاد کنید.

۸-۶-۲-۲ n مقدار اول را در آرایهٔ A خروجی به عنوان نمونه تصادفی به کار ببرید.

یادآوری- هر کدام از این روش‌ها ممکن است، به کار رود تا هر تعداد نمونه با هر اندازه‌ای (برای چنین اهدافی مثل نمونه‌گیری دو گانه یا چند گانه) به دست آید، با استفاده از n_t اندازه‌های n_i نمونه فردی به عنوان مقدار ورودی n به الگوریتم، مقادیر را به ترتیب خروجی اصلی باقی گذاشته، سپس مقادیر اولیه n_1 حاصله را به عنوان نمونه اول، مقادیر بعدی

n_2 حاصل را به عنوان نمونه دوم و همین طور الی آخر ، بگیرید. بنابراین اگر نتایج یک نمونهٔ یک مرتب نشده‌اند، آن نمونه ممکن است، برای بررسی نمونه‌گیری متوالی با بررسی هر یک در ترتیب انتخاب شده، به کار رود.

۸-۷ نمونه‌گیری تصادفی برای رویه‌های نمونه‌گیری مداوم (csp)

یک csp رویه نمونه‌گیری مداوم، برای کاربرد کنترل کیفیت یک خط تولید جایگزینی‌ها بین دوره‌های زمانی تعیین کیفیت برای بررسی ٪۱۰۰ یک پذیرفته شدهٔ متعاقب است، قبل از این که با دوره‌های زمانی بررسی نمونه با احتمال f، دنبال شود، با رجوع مجدد به بررسی ٪۱۰۰ براساس یافتن یک واحد غیر قابل قبول. در طول دوره‌های زمانی بررسی نمونه، واحدها از خط تولید، ممکن است برای بررسی مطابق یکی از روش‌های زیر، انتخاب گردد:

۸-۷-۱ روش سوم

۸-۷-۱-۱ برای هر واحد تولید، واحد مقدار تصادفی حقیقی U تولید کنید.

۸-۷-۱-۲ اگر U کمتر یا مساوی f باشد،آن واحد را برای بررسی نمونه انتخاب کنید.

۸-۷-۱-۳ مراحل ۸-۷-۱-۱ و ۸-۷-۱-۲ را تکرار کنید، تا واحدی غیر قابل قبول به دست آید.

۸-۷-۲ روش چهارم

۸-۷-۲-۱ برای هر بخش تولیدی از n یک، وقتی n برابر باشد با 1/f، عدد صحیح k را از دامنه‌ای از ۱ تا n انتخاب کنید.

۸-۷-۲-۲ واحد مرتبط با k را به عنوان واحد نمونه‌گیری برای بازرسی، ا نتخاب کنید.

۸-۷-۲-۳ مراحل ۸-۷-۲-۱ و ۸-۷-۲-۸ را تکرار کنید، تا وقتی که واحد غیر قابل قبول به دست آید.

یادآوری- برای رویه‌های CSP-1 ، مقدار f به عنوان عدد متقابل واحد عدد صحیح، مشخص شده است.

۸-۸ نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده

برای بهری متشکل از دو یا تعداد بیشتری طبقه با ا ندازهٔ N_i، واحد نمونه تصادفی با اندازهٔ n_i از هر طبقهٔ i ، با استفاده از روش‌های عنوان شده در بندهای ۸-۳ و ۸-۶ و زمانی که نمونه‌گیری بدون جایگزینی و یا طبق بخش ۸-۵ یک نمونه‌گیر با همراه با جایگزینی باشد.

۸-۹ نمونه‌گیری تصادفی منفرد از یک بهری با حجم نامشخص

یک نمونه تصادفی ساده، با n یک متفاوت از بهری با اندازهٔ نامشخص، اما حداقل برابر n، می‌توان از روش زیر استفاده کرد:

۸-۹-۱ واحد اولیه از انباشته را به آرایه A[1:n] نمونه، اختصاص دهید.

۸-۹-۲ اگر واحد دیگری در فهرست انباشته موجود است، N را برابر با تعداد واحد بعدی بگیرید، در غیر این صورت به مرحلهٔ f بروید.

۸-۹-۳ واحد عدد صحیح تصادفیk را در دامنه‌ای از ۱ تا N تولید کنید.

۸-۹-۴ اگر k کمتر یا مساوی n باشد، در این صورت A[K] را مساوی N قراردهید.

۸-۹-۵ به مرحلهٔ ۸-۹-۲ بروید.

۸-۹-۶ نمونه تصادفی را از آرایهٔ A واندازهٔ بهر را از مقدار N به دست آورید.

یاد آوری – این روش ممکن است وقتی که اندازهٔ بهر مشخص باشد، هم به کار رود .

۸-۱۰ نمونه‌گیری تصادفی منفرد منظم بدون جایگزینی

واحد نمونه تصادفی یک، با n واحد مجزا از انباشته‌ای حاوی N واحد، ممکن است، مستقیما در ترتیبی صعودی با هر کدام از روش‌های زیر تولید شود.

۸-۱۰-۱ روش اول

۸-۱۰-۱-۱ متغیرهای زیر را مقدار دهی کنید.

۸-۱۰-۱-۱-۱ i آرایهٔ A[1:n] را ایجاد کنید.

۸-۱۰-۱-۱-۲ L -ii را برابرN ، k را برابر N-n و J را برابر صفر در نظر بگیرید.

۸-۱۰-۱-۲ j را با یک افزایش دهید.

۸-۱۰-۱-۳ اگر j بزرگ‌تر از n است، به مرحلهٔ ۸ بروید.

۸-۱۰-۱-۴ یک مقدار تصادفی حقیقی U، تولید کرده و P را برابر با یک بگیرید.

۸-۱۰-۱-۵ P را برابر با Pk/k بگیرید.

۸-۱۰-۱-۶ اگر P کوچک‌تر یا مساوی U است.

۸-۱۰-۱-۶-۱ A[J]I را برابر N-L+1 گرفته، سپس یکی، یکی کاهش دهید.

۸-۱۰-۱-۶-۲ به مرحلهٔ ۸-۱۰-۱-۲ بروید.

۸-۱۰-۱-۷ اگر P بزرگ‌تر ازU است.

۸-۱۰-۱-۷-۱ L1 را با واحد وk را با واحد کاهش دهید.

۸-۱۰-۱-۷-۲ به مرحله ۸-۱۰-۱ بروید.

۸-۱۰-۱-۸ نمونه تصادفی را در ترتیبی صعودی از آرایهٔ A بگیرید.

۸-۱۰-۲ روش دوم

۸-۱۰-۲-۱ c را به عنوان تابعی در نظر بگیرید، که ترکیباتی از a یک گرفته شده از b در یک زمان را ایجاد می‌کند هم چنین به عنوان ضریب دو جمله‌ای شناخته می‌شود و برابر است با $a!/[(a-b)!b!]$

۸-۱۰-۲-۲ عدد صحیح تصادفی L را در دامنه‌ای از ۱ تا c (N,n) ایجاد کنید.

۸-۱۰-۲-۳ آرایهٔ A[1:n] را ایجاد کنید.

۸-۱۰-۲-۴ K را برابر صفر، J را برابر1 و m را برابر n-1 بگیرید.

۸-۱۰-۲-۵ A[J] را برابر صفر بگیرید.

۸-۱۰-۲-۶ اگر J برابر یک نیست، A[J] را برابر با A[J-1] بگیرید.

۸-۱۰-۲-۷ A[J] را برابر با A[J]+1 بگیرید.

۸-۱۰-۲-۸ R را برابر با c(N-A[J],n-J) بگیرید.

۸-۱۰-۲-۹ k را با R افزایش دهید.

۸-۱۰-۲-۱۰ اگر k کمتر از L است، به مرحلهٔ ۷ بروید.

۸-۱۰-۲-۱۱ k را با R کاهش دهید.

۸-۱۰-۲-۱۲ J را با یک افزایش دهید.

۸-۱۰-۲-۱۳ اگرJ کمتر یا مساوی N است، به مرحله ۵ بروید.

۸-۱۰-۲-۱۴ A[n] را برابر با A[m]+L-K بگیرید.

۸-۱۰-۲-۱۵ نمونه تصادفی را در ترتیبی صعودی، از آرایهٔ A به دست آورید.

یاد آوری- به خاطر محدودیت‌های نمایش رایانه‌ای اعداد صحیح بزرگ و همچنین محدودیت‌هایی در تمایز مولدهای اعداد تصادفی، لازم است اطمینان حاصل شود که روش ۸-۱۰-۲ از نظر محاسباتی، امکان پذیر بوده و مولد مورد استفاده، برای تولید عدد تصادفی جهت گیری نداشته باشد.

مثال: یک نمونه تصادفی از ۵ یک مرتب شده از بهری با ۲۵ یک، مورد نیاز است. 25!/(20!5!) =5130 ترکیب با ۵ یک از ۲۵ یک ممکن است، ایجاد شود که از نظر محاسباتی با استفاده از رایانه‌های مدرن امکان پذیر است. به علاوه ایجاد عدد تصادفی توضیح داده شده در بند ۸-۱۰-۲-۷ برای این هدف نمونه‌گیری، انتخاب شده است . حداکثر مقدار خروجی آن از۲۱۴۷۴۸۳۵۶۲ کمی بیشتر از ۴۰۴۱۹ مرتبه بزرگ‌تر از دامنهٔ مورد نیاز است، بنابراین جهت گیری حاصله در روش برای اهداف عملی ناچیز است. یک عدد صحیح تصادفی از ۱ تا ۵۳۱۳۰ به صورت ۷۳۱۹ تولید شده است. مجموعهٔ نمونهٔ حاصله عبارت است از (۱۹، ۱۸، ۱۳، ۷، ۱).

۸-۱۱ نمونه‌گیری خوشه‌ای

برای یک جامعه یا بهری متشکل از خوشه‌هایی از واحد های مرتبط، خوشه را در یک لیست جز به جز نوشته و یک نمونه تصادقی از این لیست، با استفاده از روش‌های داده شده در بند ۸-۳ یا ۸-۶ وقتی که نمونه‌گیری بدون جایگزینی مورد نیاز است و یا روش داده شده در بند ۸-۵، وقتی که نمونه‌گیری با جایگزینی مورد نیاز است، انتخاب کنید. نمونه حاصله از تعدادکل واحد ها در خوشه‌ای انتخاب شده، تشکیل شده است.

۸-۱۲ نمونه‌گیری تصادفی با احتمال تناسب با اندازه

برای جامعه متشکل از اندازه‌های صحیح متفاوت، یک نمونه تصادفی از واحدهای انتخاب شده متناسب با اندازه ممکن است با استفاده از هر کدام از روش‌های زیر به دست آید:

۸-۱۲-۱ روش سوم

۸-۱۲-۱-۱ در لیستی از N واحد با اندازه مختلف، اندازه‌های تجمعی s_i ، واحدها را در کنار یک متوالی ثبت می کند.

۸-۱۲-۱-۲ یک عدد صحیح تصادفی K را در دامنهٔ ۱تا S_N ، وقتی که S_N اندازه تجمعی کل جامعه باشد، را انتخاب کنید.

۸-۱۲-۱-۳ از لیست، یک مرتبط با بزرگ‌ترین اندازه تجمعی، نه بیشتر از K را به عنوان یک عضو تصادفی انتخاب کنید.

۸-۱۲-۱-۴ مراحل۸-۱۲-۱-۲ و ۸-۱۲-۱-۳ را تکرار کنید، تا n عدد مورد نظر از واحد های نمونه‌گیری (با یا بدون جایگزینی) به دست آید .

۸-۱۲-۲ روش چهارم

۸-۱۲-۲-۱ از لیست N واحد با اندازه‌های مختلف، اندازه بزرگ‌ترین واحد M را تعیین کنید.

۸-۱۲-۲-۲ واحد جفت از اعداد صحیح تصادفی (K,L) ایجاد کنید، که K در دامنه ۱ تا N و L در دامنه ۱ تا M باشد.

۸-۱۲-۲-۳ اگر اندازه واحد K از M بیشتر نباشد، واحد K را به عنوان عضوی از نمونه انتخاب کنید.

۸-۱۲-۲-۴ مراحل ۸-۱۲-۲-۲و ۸-۱۲-۲-۳ را تکرار کنید تا n عدد مورد نظر از واحدهای نمونه‌گیری (با یا بدون جایگزینی) به دست آید.

مثال: یک شرکت بازاریابی، قصد دارد یک بررسی از خانواده‌ها انجام دهد، با یک انتخاب متناسب با اندازه خانوار (یعنی شمار ساکنین). لیستی از ۱۰ خانوار که به ترتیب اندازه رتبه‌بندی شده‌اند، به دست آمده و اندازه‌ها عبارت‌اند از{۲،۲،۳،۳،۳،۴،۴،۵،۶،۷}، اندازه‌های تجمعی برای این لیست عبارت‌اند از {۲،۴،۷،۱۰،۱۳،۱۷،۲۱،۲۶،۳۲،۳۹}، یک نمونه تصادفی از ۴ خانوار بدون جایگزینی مورد نیاز است، که از اعداد صحیح بین ۱و ۳ مورد نیاز است ومقادیر { ۷،۳۳،۲،۱۱} به دست آمد. واحدهای نمونه‌گیری مرتبط خانوارهای با این رتبه‌های لیست شده هستند {۳،۱۰،۱،۵} .

۸-۱۳ نمونه‌گیری چند مرحله‌ای

برای واحد جامعه یا بهر که در واحد ترتیبی منطقی از گروه‌بندی‌های کوچکتر و متوالی از واحدها سازمان یافته است، واحد نمونه تصادفی از بزرگ‌ترین گروه‌بندی‌ها انتخاب کنید سپس گروه‌های کوچک‌تر از هر گروه انتخاب شدهٔ قبلی را انتخاب کنید و با این روند ادامه دهید تا سطح واحد فردی در ترتیب (سلسه مراتب) به دست آید. در هر مرحله از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی داده شده در ۸-۳ یا ۸-۶ وقتی که نمونه‌گیری بدون جایگزینی مورد نیاز است، استفاده کنید. یا روش داده شده در ۸-۵ زمانی که نمونه‌گیری با جایگزینی نیاز است. شمار واحدها در نمونه محصول، تعداد نمونه‌های گرفته شده در هر مرحله است.

مثال: بهری از ۲۰ پالت با ۲۰ جعبه در هر پالت تشکیل شده است. هر جعبه حاوی ۱۰ واحد است. خریدار می‌خواهد محصول را با استفاده از واحد روش نمونه‌گیری چند مرحله ای بررسی نماید. واحد نمونه تصادفی با ۴ پالت انتخاب شده است، سپس از هر پالت انتخاب شده واحد نمونه تصادفی با ۴ جعبه انتخاب شده است . بالاخره از هر جعبهٔ انتخاب شده واحد نمونه تصادفی با ۳ واحد انتخاب شده است . این فرآیند واحد نمونه با ۴۸ واحد از ۴۰۰۰ واحد موجود در بهر حاصل می‌شود .

۸-۱۴ تصادفی‌سازی در آزمایش‌های طراحی شده

در کاربردها یـا آزمایش طراحی شده، تصادفی‌سازی برای انجام فعالیت‌هایی مثل تخصیص تیمار تجربی به واحدها یا افراد و ایجاد نظم در ارزیابی واحدها، شامل نظم‌های ارزیابی، برای رویه‌های تکرار شده استفاده می‌شود. هر کدام از روش‌های تصادفی‌سازی زیر ممکن است به کار رود:

۸-۱۴-۱- ۱ روش اول

۸-۱۴-۱-۱ واحد عدد صحیح متمایز از ۱ تا n به هرعنصری که در گروه موجود در لیست n باشد یا رفتار آن‌ها را در هر موردی داشته باشد، اختصاص دهید.

۸-۱۴-۱-۲ واحد جایگشت تصادفی از n عدد صحیح گرفته شده از n (یعنی همه) در واحد زمان ایجاد کنید

۸-۱۴-۱-۳ فعالیت تجربی را طبق توالی حاصل از مرحله ۸-۱۴-۱-۲ اجراکنید.

۸-۱۴-۲ روش دوم

۸-۱۴-۲-۱ n متغیر حقیقی تصادفی u_p ایجاد کنید و هر مقدار، در ترتیب ایجاد شده را به عنصر متوالی در لیست رفتارها یا واحدها، در هر مورد ممکن، اختصاص دهید.

۸-۱۴-۲-۲ لیست رفتارها (اعمال) یا واحدها را در ترتیبی صعودی، طبق ترتیب مقادیرآن ها، بچینید.

۸-۱۴-۲-۳ فعالیت تجربی یا آزمایشی را طبق توالی منتج از مرحله۸-۱۴-۲-۲ انجام دهید.

مثال۱: یک محقق پزشکی قصد دارد، داروی جدیدی را در مقایسهٔ با درمان معمول مورد استفاده، برای یک وضعیت پزشکی ویژه امتحان کند .۱۲ فرد داوطلب که به آن‌ها شماره‌هایی از ۱ تا ۱۲ اختصاص داده شده، برای مشارکت در آزمایش پزشکی به این آزمایش پیوسته محقق تصمیم می‌گیرد که درمان A (داروی جدید) را به ۶ فرد و درمان B (داروی حاضر) را به ۶ نفر دیگر اختصاص دهد به عنوان یک مرحلهٔ اضافه برای کاهش جهت گیری‌ها، محقق تصمیم می‌گیرد که ابتدا ترتیب ۱۲ درمان را تصادفی‌سازی کند قبل از اختصاص آنها به لیست تصادفی‌سازی شده ۱۲ فرد شماره شاخص‌های درمان‌ها و افراد هر کدام به صورت جداگانه با استفاده از روش‌تصادفی‌سازی شده‌اند لیست تصادفی‌سازی شده حاصل از درمان{A،B،A ،B،B،A،B،A،B،A،B،A،B،A،B،A،B،B،B}و لیست تصادفی‌سازی شدهٔ افراد{ A ،B،B،A،A،B،A،A،B،A،B،B ،1، 4،6،9،10،12} و درمان B . به افراد {۱۱،۸،۷،۵،۳،۲} اختصاص داده شده است . درمان A به افراد {

مثال ۲: یک محقق می خواهد یک آزمایش تکراری، آزمایش هر ۵ یک در ترتیب تصادفی را در سه زمان مختلف انجام دهد . ترتیب {۵،۴،۳،۲،۱ } به طور تصادفی با روش ۱ تغییر داده شده، سه لیست منظم شدهٔ زیر حاصل می‌شود: {۳،۴،۵،۱،۲}و {۴،۳،۲،۵،۱} و {۱،۲،۵،۳،۴} سه لیست به ترتیب برای زمان‌های آزمایش ۳-۲-۱ اختصاص یافته اند و محقق، واحدها را طبق ترتیب اختصاص یافته در لیست مرتبط با هر زمان آزمایش، می‌آزماید.

۸-۱۵ مربع لاتین تصادقی

واحد مربع لاتین با ترتیب n ، یک آرایه ی n×n حاوی نمادهایی از تعدادی حروف الفبا به اندازه ٔn است، که طوری آرایش یافته‌اند، که هر نماد دقیقا یک بار در هر ردیف و یک بار در هر ستون ظاهر می‌شودو در طراحی برخی انواع آزمایش‌های طراحی شده مفید است. واحد مربع لاتین با ترتیب n ممکن است با روش زیر ایجاد گردد.

۸-۱۵-۱ آرایه‌های [1: n , 1:N] , A [1 :n] c را ایجاد کند.

۸-۱۵-۲ R را برابر ۱ بگیرید.

۸-۱۵-۳ اعداد صحیح ۱ تا n را به آرایه [1: n] c اختصاص دهید.

۸-۱۵-۴ J را برابر N بگیرید.

۸-۱۵-۵ c را برابر ۱ بگیرید.

۸-۱۵-۶ I را برابر صفر بگیرید.

۸-۱۵-۷ یک عدد صحیح x را در دامنه ای از ۱ تا J ایجاد کنید.

۸-۱۵- ۸ H را برابر ۱ بگیرید.

۸-۱۵- ۹ اگر I بزرگ‌تر از ۵۰ است به مرحله۸-۵-۱-۳ برود.

۸-۱۵-۱۰ اگر A [H,C] برابر با c [x] است ، I را با واحد افزایش دهید و به مرحله۸-۱۵-۷ بروید.

۸-۱۵-۱۱ H را به وسیله ۱ افزایش دهید.

۸-۱۵-۱۲ اگر H کمتر است پس مساوی است با R-1 ، به مرحله۸-۵-۱ بروید.

۸-۱۵-۱۳ مجموعه A[RC] مساوی با C[X] و J رابا ۱کاهش دهید.

۸-۱۵-۱۴ اگر X بزرگ‌تر است از J ، پس به مرحله ۸-۱۵-۸ بروید.

۸-۱۵-۱۵ مجموعه K مساوی با X است.

۸-۱۵-۱۶ مجموعه C[K] مساوی با C[K+1]

۸-۱۵-۱۷ افزایش دهید K با ۱ اگر K کمتر است یا مساوی با J ، به مرحله ۸-۱۵-۱۶ بروید.

۸-۱۵-۱۸ افزایش دهید C با ۱ اگر C کمتر است یا مساوی با n ، به مرحله۸-۱۵-۶ بروید.

۸-۱۵-۱۹ افزایش دهید R با ۱ اگر R کمتر است یا مساوی با n ، به مرحله ۸-۱۵-۳ بروید.

۸-۱۵-۲۰ انتخاب تصادفی آرایه A از مربع لاتین

یادآوری - برای ایجاد واحد مربع لاتین - تصادفی توزیع شده، می‌توان الگوریتم آن را در مرجع ۵ پیدا کرد. علاوه بر این باید توجه داشت که بین مربع لاتین- تصادفی و مولد اختلالات تصادفی مربوط به جایگشت یک رابطه است (به هم وصل‌اند)، به عنوان مثال همهٔ سطرها و ستون‌های مربع لاتین به عنوان اختلال همهٔ سطرها و ستون‌های قبل خودشان هستند.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
جداول اعداد تصادفی

الف -۱ توضیحات

در این پیوست دو جدول اعداد تصادفی ارائه شده است که وقتی دسترسی به اجرای رایانه‌ای الگوریتم‌های تولید اعداد تصادفی امکان پذیر نباشد، کاربرد می‌یابند. هر جدول حاوی ۳۶۰۰ رقم تصادفی از صفر تا ۹ است، که هر کدام با فراوانی یکسانی رخ می‌دهد. هر کدام از جداول به شکل ۶۰ ستون در ۶۰ ردیف آرایش یافته‌اند تا استفاده از زمان روز را برای ایجاد به عنوان واحد نقطهٔ شروع، تسهیل نماید. جداول با استفاده از الگوریتم‌های توصیف شده در بند ۷، تولید شده‌اند.

الف-۲ کاربرد

الف -۲-۱ شمار ارقام و تفسیر

الف-۲-۱-۱ شمار ارقام m لازم، برای نشان دادن اندازهٔ بهر N را تعیین کنید . شمار ارقام برابر شمار ارقام در اندازهٔ بهر است، مگر زمانی که اندازهٔ انباشته ضریب صحیحی از ۱۰ باشد . در این مورد رقم اولیه در اندازهٔ بهر را نادیده گرفته و صفرهای باقی مانده را به عنوان شمار ارقام مورد نیاز، تفسیر کنید و مساوی مقدار اندازه بهر بگیرید. (مثلا اگر N =۱۰۰ ، مقدار ۰۰ را به عنوان ۱۰۰تفسیر کنید).

الف-۲-۱-۲ زمانی که اندازهٔ بهر کمتر یا مساوی نیمی از ۱۰m باشد، ورودی‌های جدول ممکن است، بر اساس نقشه برداری از مقدار مشاهده شده از دامنه ای از ۱ تا N ، تفسیر شود، که باعث می‌شود جهت‌گیری در فرآیند نباشد، این ممکن است با نادیده گرفتن همهٔ مقادیری که از KN بیشترند، انجام گیرد، وقتی K= $\lfloor 10^m/N \rfloor$، قبل از نقشه برداری، مقدار بر طبق معادلهٔ $v_2 = 1+(v_1-1)$ به پیمانهٔ N وقتی v_1 مقدار اولیه و v_2 مقدار نقشه برداری شده به داخل دامنهٔ مورد نظر باشد.

الف-۲-۲ نقطه یا نقاط شروع

الف-۲-۲-۱ قبل از اینکه بتوان شماره‌ها را از جداول به دست آورد، یک راهبرد برای انتخاب نقطهٔ شروع، اتخاذ گردد. جداول طوری طراحی شده‌اند که به آسانی اجازه می‌دهد که زمان روز از یک ساعت دیواری یا مچی که قادر به نمایش زمان با دقت ثانیه باشد، برای این منظور به کار رود . یک روش ممکن ، در زیر آمده است :

الف- زمان جاری را به شکل hh:mm:ss ثبت کنید.

ب- مقادیر ثانیه‌ها را برای تعیین مقدار سطر، به کار ببرید، ۰۰ را به عنوان ۶۰ تفسیر کنید.

پ- مقدار دقایق را برای تعیین ستون، به کار ببرید، ۰۰ را به عنوان ۶۰ تفسیر نمایید .

ت- مقدار ساعت را برای تعیین این که آیا جدول الف ۱ یا جدول الف-۲ باید استفاده شود، به کار ببرید، بر اساس این که مقدار زوج باشد یا فرد.

مثال: یک آزمایش گر می‌خواهد واحد نقطه شروع در جداول، برای انتخاب یک نمونهٔ تصادفی از واحد بهری حاوی ۱۰۰ واحد، انتخاب نماید. زمان جاری به صورت 10:35:13 ثبت می‌شود. بنابر این مختصات ورودی برای جداول عبارت است از ردیف ۱۳ و ستون ۳۵، جدول الف -۲ (چون ۱۰ زوج است) . رقم موجود در آن مکان، ۶ است، اما از آنجایی که دو رقم برای انتخاب واحد نمونه از ۱۰۰ واحد، لازم است ، مقدار ستون ۳۶ هم برای تعیین نخستین واحد نمونه‌گیری به صورت ۶۶ به کار می‌رود .

الف-۲-۲-۲ هر روش دیگری که واحد منبع تصادفی از اعداد صحیح با توزیع یکنواخت در دامنه ۱ تا فراهم می‌کند، مثل روش سکه یا تاس در بند ۵-۲ یا الگوریتم رایانه‌ای در بند ۷ (که ممکن است برای تولید واحد لیست طولانی از مختصات ورودی تصادفی برای استفاده در موقعیت‌های متوالی، به کار برود) هم ممکن است به کار برده شود. به علاوه، در نتیجهٔ انتخاب واحد نمونه از جدول در واحد موقعیت خاص، مختصات ورودی بعدی ممکن است، ثبت شود و سپس به عنوان نقطهٔ شروع برای موقعیت بعدی نمونه‌گیری به کار رود.

مثال: در ادامهٔ مثال الف -۲-۲-۱، فرض کنید که واحد نمونهٔ تصادفی با جایگزینی شامل ۱۰ واحد مورد نیاز است و جهت مورد استفاده برای انتخاب این اعداد رو به پایین است. نمونهٔ حاصله عبارت است از {۶۶،۱۳،۱۰،۴۵،۳۲،۲۲،۴۱،۴۹،۲۲،۹۹} مختصات مقدار بعدی، ردیف ۲۳ و ستون ۳۵ است . این مقادیر می‌تواند ثبت گردد و به عنوان نقطهٔ وروردی برای دفعهٔ بعدی که واحد نمونه لازم است، به کار رود.

الف-۲-۲-۳ مختصات ورودی، همچنین می‌تواند با ایجاد یک رقم اولیه بر اساس مقادیر ردیف و ستون از الف-۲-۲- ۱یا الف-۲-۲-۲ تعیین شود و ارقام اضافی براساس ردیف فعلی و مقادیر ستون اضافی بر اساس شماره‌هایی که به طور تصادفی، بدون جایگزینی در دامنه ای از ۱ تا ۶۰ برای m-1 رقم مورد نیاز باقیمانده، تولید شده‌اند. اعداد چند رقمی حاصله با ترتیبی که در آن ورودی‌های ستون تولیدی شده‌اند، شکل خواهد گرفت .

مثال: یک نمونه تصادفی از بهری با ۱۰۰۰ مورد نیاز است . ردیف و ستون اولیه به ترتیب، به صورت ۵ و ۱۱ در جدول الف۱ تعیین می‌شود. دو رقم اضافه مورد نیاز، به صورت خارجی، ۱ و ۳۰ تولید می‌شوند، مختصات زیر به ترتیب، برای ارقام اول، دوم و سوم حاصل می‌شود : (۵،۱۱) ، (۵،۱) ، (۵،۳۰) تصمیم چنین است که جهت انتخاب شده در جدول ، رو به پایین باشد. بنابر این عدد اول ۵۱۱ است و بقیه ۲۰۹عبارت‌اند ، ۸۹۹، ۴۱۳، ۴۱۹ ، ۹۴۳ و غیره

الف- ۲-۳ پرداختن به مرزهای جدول

الف- ۲-۳-۱ زمانی که واحد عدد متشکل از m رقم را می‌خوانید و ارقام سمت راست رقم اول، بیشتر از ۶۰ امین ستون باشد، ستون‌های ۱، ۲ ،۳ و... را به ترتیب به عنوان ستون‌های ۶۱ ، ۶۲ و.... در نظر بگیرید. این قانون ممکن است در جدول موجود به کار گرفته شود و با در نظر گرفتن سایر ارقام تصادفی برای توسعه یا بسط جدول اولیه به کار رود.

الف ۲-۶۳-۲ قانون معمول به دست آوردن اعداد تصادفی بعدی با افزایش مقدار ردیف با واحد و خواندن m رقم از اعداد بر اساس مقادیر ستون از پیش تعیین شده و ترتیب آن‌ها است . وقتی این مقدار ردیف از ۶۰ امین ردیف بیشتر شود، ردیف ۱ را به عنوان ردیف ۶۱ در نظر گرفته و مقادیر ستون را با m افزایش دهید در موارد ستون‌های به کار رفتهٔ متوالی، را با ۱ افزایش دهید، وقتی که الف- ۲-۲-۳ برای ایجاد ستون و

شماره‌های به دست آمدهٔ بعدی، به کار رفته باشد. این قانون ممکن است در جدول موجود به کار رود یا با ایجاد جدول دیگری از اعداد تصادفی با بسط جدول اولیه، مانند الف -۲-۳-۱ به کار برود.

الف- ۲-۴ سوابق ممیزی

زمانی که سوابق برای اهداف ممیزی لازم‌اند که توسط یک مقام مسئول یا عضو نظارتی نگه‌داری شوند، اندازهٔ بهری و اندازهٔ نمونه را ثبت کنید. به علاوه، با توجه به جداول و کاربرد آن ها ، موارد زیر را ثبت کنید:

الف- ۲-۴-۱ ردیف اولیه

الف- ۲-۴-۲ ستون‌های اولیه و ترتیب توالی آن‌ها

الف- ۲-۴-۳ جهت به کار رفته در جدول

الف- ۲-۴-۴ جدول اولیهٔ به کار رفته و شیوه‌ای که با آن، با جدول دیگری بسط داده شده، اگر کاربردی باشد .

الف- ۲-۴-۵ نقشه برداری (رویه) به کار رفته.

جدول الف ۱ – اعداد تصادفی (برای ارقام فرد)

Row *i*	Column *j*											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	95183	14683	96585	84761	65044	65183	55567	28734	19802	56410	79127	02879
	08509	97009	47525	88791	93751	70490	17749	32927	65085	94970	55541	89466
	45448	66819	86936	95349	08657	75106	97487	85268	59208	43206	14898	29083
	02230	00022	46390	76658	91934	64676	42429	96812	30560	99913	72809	66736
5	13275	96798	51425	67147	15216	71831	16229	25862	22090	91420	24352	03550
	44439	33385	95151	92374	14683	00323	57667	78341	09004	80139	81182	87552
	17629	80967	42144	58190	24550	62189	94525	44967	15860	85739	93323	87043
	14328	77127	40397	78105	75031	99553	84296	01482	25738	32761	85035	68873
	96896	02466	86706	09507	66840	68509	38033	90785	75831	98886	00905	48343
10	09725	80938	27971	01243	29232	28799	88456	99618	20071	79865	63584	69087
	55021	37184	69480	56317	19944	56756	37514	86439	69831	15172	81398	69574
	06492	95014	54908	21591	13771	35967	78637	29918	47923	61404	63378	72394
	20604	54145	27781	35157	50127	61025	57344	36615	07766	83959	34546	67011
	20202	58870	67569	71756	76284	30909	87763	21951	67756	82597	15210	04291
15	27160	01595	64831	07126	25821	81524	12585	76273	36256	41879	33287	84361
	95089	78572	87167	65888	93358	23879	84496	16147	31130	96978	80361	85195
	74825	21529	24660	33314	64512	80550	51712	23057	53841	32470	36790	60455
	80338	94074	65731	39470	03807	72355	40407	86049	81583	06786	16673	06017
	16596	43179	42026	94264	28301	29514	60657	21732	21548	28693	15241	68944
20	34134	42056	40153	00994	14179	44447	99399	86963	71862	01306	15489	00515
	01118	98623	33695	49221	97197	21424	91691	09365	62483	98893	22106	45399
	67371	71659	30505	71239	56944	35898	02207	93274	40142	98319	41218	43739
	03485	55173	68477	12348	76971	64800	86498	42059	08942	32931	73896	27772
	33328	74045	25331	37635	39081	28786	20843	32565	24316	17888	47626	69199
25	84302	10060	25334	84920	30270	09722	61706	52863	03417	95658	74490	00143
	94775	52191	94552	99265	55079	64517	16803	13037	50984	14886	04385	67907
	51700	63604	96771	34444	30002	67975	93167	16746	97842	25589	12568	81785
	75920	13260	44283	27735	31134	97100	36706	24404	56970	44575	68832	42374
	32385	28423	46784	59222	17776	57726	56449	32109	11825	57995	91217	12802
30	13424	00587	12231	44543	62984	58391	22054	16134	73790	59050	24893	62342
	90896	00608	31377	53338	84813	76825	92192	24937	81481	01866	22641	21817
	60682	38700	34039	93512	38596	40004	71447	97193	52407	44146	77116	99965
	38746	34667	84499	70915	91391	25660	12328	35273	08135	04799	14489	19984
	51658	18422	05732	91001	98070	13591	44468	88460	66964	24038	93987	66335
35	49174	12449	97583	85835	82313	96349	92721	64617	06030	22312	94263	80291
	44215	21953	21844	44114	93162	51028	29551	66121	63959	97789	44259	90865
	33877	94654	10025	84935	94630	49660	23473	89644	67212	75851	83767	45647
	83411	43288	47832	40488	89085	69731	00790	60182	71358	22571	94204	64211
	27135	82404	52031	44648	97600	72166	70830	27701	01755	00523	01837	31304
40	29475	31431	46863	70098	98659	72035	21538	12923	76963	78288	59083	18839
	56886	38711	66126	16504	87900	74055	46028	84821	83323	35962	27522	87875
	55061	35916	15955	28228	36994	73167	17137	36572	48592	60721	97714	61215
	01646	62126	37253	24997	53016	96515	40536	39311	64151	93960	24053	87645
	41789	28167	90577	84499	25059	90583	09422	87357	55416	81135	41286	92320
45	26066	80119	44259	94514	21211	44302	29023	28138	03693	50650	38450	61118
	63559	20927	12881	25582	07872	28073	59006	55666	68690	59772	25162	87924
	35054	84077	02504	10800	75293	86466	92406	56289	79807	55271	73177	70568
	32826	26937	75563	14290	30078	70820	58639	64900	61699	34974	11738	64065
	07860	90064	91220	46786	45994	47375	70140	35592	05990	58470	82014	05265
50	79276	72512	19525	27397	88975	77137	40032	06205	06997	53504	07760	62546
	41093	04332	68677	27073	94104	58532	53616	32156	66153	00264	36374	15230
	27382	27938	91695	64013	46719	61629	33668	32391	35411	68209	33885	64050
	38984	47230	59448	97802	37987	22733	52199	12325	18625	01271	84870	10911
	51411	44221	93363	48654	42656	99464	08481	98128	66677	89441	66019	75095
55	80310	18848	23722	30788	27435	03780	85737	05561	57203	07316	98597	73621
	40082	39571	89790	65382	01447	15984	60854	72833	87320	95245	40678	89785
	86922	84354	81939	32180	32891	52704	84659	95442	86204	44040	51613	15984
	07932	69932	18796	87070	82202	05372	93506	60697	48535	89027	45719	51567
	20383	07288	50265	48321	63056	35861	80864	86357	51567	68151	11723	06990
60	45471	31340	30187	23899	36361	96780	55823	37743	06957	77884	78061	36603

جدول الف۲- اعداد تصادفی (برای ارقام زوج)

Row i	Column j											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	51326	91644	88971	00664	10776	90888	97107	00930	87438	23714	33246	72109
	96821	43647	41707	91062	20037	47660	34652	82087	29652	51614	11015	66187
	67104	67934	95662	85259	08546	77032	28958	26815	66683	50539	65189	22993
	93315	93110	01022	16079	74364	97582	34309	18699	24437	12839	48005	46478
5	45823	44862	86472	77354	95916	36599	52350	89866	98532	69704	33735	13696
	32573	58513	70797	53560	23115	38325	74380	99917	21721	00323	29402	27080
	74553	41700	25357	17428	66708	83630	42360	16842	40782	21345	88668	95845
	06794	48960	75160	18552	00424	25976	69852	35837	69810	64014	03045	53378
	75606	34848	74458	71100	01512	89662	01391	49140	18048	59282	77344	72419
10	97535	55169	47044	81940	16507	12220	16375	65306	38691	75019	55186	47269
	89809	48811	09494	06576	58258	73155	46712	11106	38382	70893	39503	42937
	88095	48475	07399	02165	98038	97247	48441	93066	20276	72169	49706	56553
	48854	75803	34089	45335	13056	44509	77886	65036	42619	95564	66315	49084
	97951	73015	36585	89007	12069	96858	17241	37189	44193	28270	81624	75256
15	48953	47945	81153	10121	69935	60894	23151	00113	40597	71164	61331	10930
	83334	44992	30210	99370	60425	87391	63244	54828	12155	64082	43773	66172
	31105	74546	74875	51747	41021	22338	49403	20173	75454	62122	37227	35790
	94245	19396	03648	28548	42987	78668	09292	23073	21116	07199	21398	18770
	19221	70541	58195	21383	57877	27812	06504	18289	18606	17680	09218	58984
20	33503	45776	88514	10094	28589	47548	64714	96174	10026	87111	29333	77885
	03602	99374	41918	43875	11258	83646	46042	26986	11003	94756	89972	00805
	43277	65791	12217	23767	09833	66504	82359	95754	40249	71472	61588	04428
	31966	42142	71410	28139	60147	68496	89021	01615	36565	85598	18048	32584
	19193	31952	87947	89521	65225	97987	14794	90695	69314	10359	27881	38183
25	98935	48606	27475	73462	66692	11151	21709	32836	92997	33682	12722	38906
	21880	10506	78478	85067	30375	82944	06660	40750	84252	20463	37184	27248
	81695	06183	08147	01241	16278	54886	36468	21315	49106	10291	16837	40481
	68883	60266	66180	05680	38799	40481	73524	73255	79950	42007	56334	54332
	59547	60741	56065	71467	07193	38784	08169	07389	64049	21355	86589	06583
30	91709	73154	86898	20234	05773	47157	72305	20819	57301	89018	74851	50560
	57195	97283	25156	59277	33608	73937	19341	17262	63955	41678	36229	54204
	03657	71909	82018	83110	21722	03455	30654	57890	18530	60458	57145	08764
	93373	88795	11353	44726	66989	24389	93445	53752	98703	55276	18391	53513
	35158	50868	45055	12180	29993	69555	69613	69358	96861	01667	47738	11964
35	38056	14298	10431	53147	76843	32128	46844	23407	62423	01712	46033	64425
	49152	05010	84942	25483	52825	17485	67614	12493	88626	39589	56044	21968
	80000	90734	70131	19986	34949	76990	48325	39323	66921	89134	21853	18973
	53597	22379	94302	15425	62185	27894	37281	38876	97902	34008	45051	05607
	09151	34061	64751	96631	50373	61603	84917	56084	57647	80898	55489	24602
40	99734	68144	63963	73011	22832	98145	31523	60195	34172	40637	60940	51237
	84547	89655	53120	95599	04602	07968	85748	74914	76227	07158	24432	22963
	18815	26665	25301	67754	88457	19913	96787	71084	14867	03077	89575	66834
	14169	38336	41192	56208	29069	87045	32135	25975	71643	74200	52556	30213
	90528	60501	73201	72999	30355	86428	39401	72077	48056	17853	24894	19838
45	99055	42696	14376	24907	06082	61789	03963	64664	09132	87218	64755	46107
	62530	10183	38149	70004	74983	02092	40704	01062	17000	61170	99026	24025
	74196	77214	89483	43933	80953	81268	46485	23647	98173	55947	96727	86378
	27293	56047	73998	19996	94427	09157	62999	88803	81272	22315	92708	07343
	94220	93209	32369	82003	82433	85790	47632	36285	68771	06006	37556	51601
50	68430	23169	58879	97812	39399	71469	40835	04924	30336	59222	06350	45656
	61949	23031	50698	85772	85990	36942	11098	06636	57547	73247	46229	52551
	57248	90383	23502	22642	80722	38164	12160	51707	22075	20624	91644	08780
	10777	53979	65288	39116	80635	49653	36903	33854	79873	67823	23256	31643
	06717	92287	42775	79274	90874	44006	27312	15909	25276	59863	75607	22277
55	09519	67689	13829	30992	44921	67375	94754	95322	25501	78486	99059	62524
	57335	48704	79426	49770	32989	22640	88230	66598	27685	29719	99930	26181
	14911	08271	21662	40886	53783	76430	41233	44057	28385	21751	51476	64387
	04837	08929	81607	33210	61894	17240	37617	56753	61251	49433	65644	63758
	14430	20139	15027	52208	16440	59911	57566	22227	60109	95260	21388	96686
60	68896	64599	91227	55882	60220	70202	73354	34776	55530	20599	45720	75145

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کد رایانه‌ای الگوریتم ایجاد عدد تصادفی

ب-۱ بررسی اجمال در زیرکدهای در زبان برنامه نویسی C نوشته شده است و این الگوریتم‌های توضیح داده شده در عبارت ۷ واحد پیاده‌سازی را فراهم می‌کند، قسمت‌های مربوط مرجعی هستند، برای عبارت ۷ که به طور مستقیم شامل اظهارات، نوشته‌ها، کد برنامه‌ها و ترجمه، که به دیگر زبان‌های برنامه نویسی کمک می کند.

ب-۲ نمایش برنامه

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <math.h>

/* Function prototypes */
int    SeedGen(void);
double U(void);

/* Global variables */
long  ij, Seed, Seed2, S2k;
char  str[20];
const long  m1=2147483563, m2=2147483399, mm1=2147483562,
      a1=40014, a2=40692, q1=53668, q2=52774, r1=12211, r2=3791;
const double ufac=4.6566130573917691e-10;

/* Demonstration program */
int main(void)
{
  long i, nn, n, Seed1, *A, *ptr;
  char yn[4];
  time_t tnow;

  system("CLS");
  printf("Demonstration program for ISO 24153-1: Random sampling procedures -\n");
  printf("Part 1: Quality control and designed experiment applications (Clause 7)\n");
  printf("\nRandom number and seed algorithms used in a single sampling application\n");

  printf("Lot size:    ");
  scanf("%d", &nn);
  printf("Sample size: ");
  scanf("%d", &n);
  printf("\nManual seed (Y/N): ");
  scanf("%s", yn);
  if (yn[0] == 'Y' || yn[0] == 'y') {         /* manual seed option */
    printf("\nEnter an integer between 1 and 2147483398 inclusive: ");
    scanf("%d", &Seed);
    Seed1 = Seed;                             /* 7.1.3 save copy of seed              */
    S2k = 0;
    tnow = time(NULL);
    strftime(str, 20, "%Y-%m-%d %H:%M:%S", localtime(&tnow));
    }
  else {
    Seed = SeedGen();                         /* call automatic seed function of 7.2   */
```

```
    Seed1 = Seed;                                /* 7.2.5 save copy of seed               */
    }
  Seed2 = Seed;                                  /* RNG function seed parameters          */
  ij = -1;                                       /* RNG function initialization parameter */

  /* Create holding array for sample values */
  A = (long *) calloc(n, sizeof(long));
  if (A == NULL) {
     printf("Array allocation failed\n");
     exit(1);
  }

  /* Select a random sample (with replacement) */
  ptr = A;
  for (i = 0; i < n; i++)
    *(ptr++) = 1 + (long)floor(U() * nn);      /* 7.3.9 scaled output over (1;nn)       */

  /* 7.4 Program output with audit details */
  printf("\nLot size:        %d\n", nn);
  printf("Sample size:     %d\n", n);
  printf("Date and time:   %s\n", str);
  printf("Elapsed seconds: %d\n", S2k);
  printf("Seed:            %d\n", Seed1);
  printf("Selected sample:\n");
  for (i = 0; i < n; i++) printf("%8d", A[i]);
  printf("\n");
  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

ب-۳ مولد برنامه کاربردی هسته تصادفی اتوماتیک

وقتی که هسته مورد نیاز به صورت دستی وارد می‌شود، برای تحقیق یا فرآیند ممیزی اشاره به بند۷-۱-۳، این تابع فراخوانی نمی‌شود.

```
int SeedGen(void)
{
/* B.1.3 Automatic random seed generator function  */
/* 7.2.2 a) computer system date and time capture  */
  long   i, j, k;
  struct tm t, *ptr;
  time_t tnow, tref;

  /* Reference time: 2000-01-01 00:00:00 */
  t.tm_year = 2000 - 1900;
  t.tm_mon = 0; t.tm_mday = 1; t.tm_hour = 0;
  t.tm_min = 0; t.tm_sec = 0; t.tm_isdst = 0;

  tref = mktime(&t);
  tnow = time(NULL);
  ptr  = localtime(&tnow);
  strftime(str, 20, "%Y-%m-%d %H:%M:%S", ptr);

/* 7.2.2 b) number of complete days since 2000-01-01 00:00:00 */
/* 7.2.2 c) number of seconds since 2000-01-01 00:00:00       */
  S2k = (long)difftime(tnow, tref);

/* quasi-random seed generator */
  Seed = S2k;                                 /* 7.2.2 d) initial seed  */
  j = S2k - (S2k / 100) * 100 + 1;            /* 7.2.2 e) warm-up value */
  for (i = 1; i <= j; i++) {                  /* 7.2.4                  */
    k = Seed / q2;                            /* 7.2.3 b) RNG #2        */
    Seed = a2 * (Seed - k * q2) - k * r2;     /* 7.2.3 c) RNG #2        */
    if (Seed < 0) Seed += m2;                 /* 7.2.3 d) RNG #2        */
```

```
  }
  return Seed;                              /* 7.2.5 output seed      */
/* function additionally modifies global variables str[] and S2k */
}
```

ب-۴ تابع مولد برنامه کاربردی شمارش تصادفی: وقتی که گزینه ای برای ثبت دستی هسته طبق بند ۷-۱-۳ انتخاب می‌شود، مقدار هسته مجموعه‌ای است، برابر با ارزش ثبت دستی قبل از اینکه آن تابع باشد.

```
double U(void)
{
/* B.1.4 Random number generation function */
  int j, k, i1;
  static long k1, Shuffle[32];

  if (ij < 0) {                              /* 7.3.1 a) initialize shuffling array */
    for (j = 39; j >= 0; j--) {              /* 7.3.4 fill shuffling array          */
      k = Seed / q1;                         /* 7.3.3 b) RNG #1                     */
      Seed = a1 * (Seed - k * q1) - k * r1;  /* 7.3.3 c) RNG #1                     */
      if (Seed < 0) Seed += m1;              /* 7.3.3 d) RNG #1                     */
      if (j <= 31) Shuffle[j] = Seed;        /* 7.3.4                               */
    }                                        /* final Seed value; input to 7.3.6 a) */
    ij = 0;                                  /* disable further initialization      */
    k1 = Shuffle[0];                         /* input to 7.3.6 c)                   */
  }
/* 7.3.6 combined random number generator (CRNG) */
  k = Seed / q1;                             /* 7.3.6 a) RNG #1; input from 7.3.4   */
  Seed = a1 * (Seed - k * q1) - k * r1;      /* 7.3.6 a) RNG #1                     */
  if (Seed < 0) Seed += m1;                  /* 7.3.6 a) RNG #1                     */
  k = Seed2 / q2;                            /* 7.3.6 b) RNG #2; input from 7.2.5   */
  Seed2 = a2 * (Seed2 - k * q2) - k * r2;    /* 7.3.6 b) RNG #1                     */
  if (Seed2 < 0) Seed2 += m2;                /* 7.3.6 b) RNG #1                     */
  i1 = floor(32.0 * k1 / m1);                /* 7.3.6 c) array index calculation    */
  k1 = Shuffle[i1] - Seed2;                  /* 7.3.6 d) unscaled temporary output  */
  Shuffle[i1] = Seed;                        /* 7.3.6 e) update shuffling array     */
  if (k1 < 1) k1 += mm1;                     /* 7.3.6 f) unscaled integer output    */
  return (k1*ufac);                          /* 7.3.8 scaled real output over (0;1) */
}
```

پیوست پ
(اطلاعاتی)
کد رایانه‌ای نمونه‌گیری تصادفی و تصادفی‌سازی

پ-۱ مقدمه

درمرجع ۶، جزئیات زبان را مشاهده کنید این پیوست زبان برنامه پیاده‌سازی در بند ۸ الگوریتم انتخابی را توضیح می‌دهد، کدهای موجود در این برنامه، در این پیوست نوشته شده و نمایش داده می‌شوند. توضیحات که در بند ۸، لزوما نمی‌تواند ساختار مطلوبی باشد.

پ-۲ برنامه نمایش

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

/* Function prototypes */
void   RandPermNM(long m, long n, long A[]);
void   RandPermN(long n, long A[]);
void   RandDerang(long n, long A[], long B[]);
void   RSWOR(long n, long m, long A[]);
void   SRSWORIULS(long n, long m, long B[], long A[]);
void   OSRSWORA(long n, long m, long A[]);
void   OSRSWORB(long n, long m, long 1, long A[]);
void   RLS(long n, long A[][]);
long   RandIntMN(long m, long n);
long   RandInt1N(long n);
long   C(long m, long n);
double U(void);

/* Global variables */
long  Seed;
const long ka = 16807, kq = 127773, kr = 2836, km = 2147483647;

/* Demonstration program */
int main(void)
{
  long  i, j, m, n;
  system("CLS");
  printf("Clause 8 demonstration program\n\n");

  Seed = 543210; m = 1; n = 100;
  printf("8.2 Random integer between m and n\n");
  printf("m, n, i:  %d  %d  %d\n", m, n, RandIntMN(m, n));
  system("PAUSE"); printf("\n");

  Seed = 543210; n = 100;
  printf("8.2 Random integer between 1 and n\n");
  printf("n, i:  %d  %d\n", n, RandInt1N(n));
  system("PAUSE"); printf("\n");

  Seed = 543210; m = 5; n = 10;
  long A[n];
  for (i = 0; i < n; i++) A[i] = i+1;
  printf("8.3 Random permutation of n items taken m at a time\n");
  RandPermNM(m, n, A);
  printf("m, n:  %d  %d\n", m, n);
  for (i = 0; i < m; i++) printf("%d ", A[i]);
```

```
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 10;
long A1[n];
for (i = 0; i < n; i++) A1[i] = i+1;
printf("8.3 Random permutation of n items taken all at a time\n");
RandPermN(n, A1);
printf("n:  %d\n", n);
for (i = 0; i < n; i++) printf("%d ", A1[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

n = 10;
long A2[n];
printf("8.4 Random derangement\n");
RandDerang(n, A1, A2);
for (i = 0; i < n; i++) printf("%d ", A2[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 5; m = 20;
long A3[n];
printf("8.6 Random sampling without replacement\n");
RSWOR(n, m, A3);
printf("m, n:  %d  %d\n", m, n);
for (i = 0; i < n; i++) printf("%d ", A3[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 5; m = 20;
long A4[n], A5[m + 2];
for (i = 0; i < m+2; i++) A5[i] = 0;
for (i = 0; i < m; i++) A5[i] = i+1;
printf("8.9 Single random sampling from an initially unknown lot size\n");
SRSWORIULS(n, m, A5, A4);
printf("m, n:  %d  %d\n", m, n);
for (i = 0; i < n; i++) printf("%d ", A4[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 5; m = 20;
long A6[n];
printf("8.10 Method A: ordered single random sampling without replacement\n");
OSRSWORA(n, m, A6);
printf("m, n:  %d  %d\n", m, n);
for (i = 0; i < n; i++) printf("%d ", A6[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 5; m = 20;
long A7[n+1], b, d;
b = C(m, n); d = RandInt1N(b);
printf("8.10 Method B: ordered single random sampling without replacement\n");
OSRSWORB(n, m, d, A7);
printf("m, n, d, C(m,n):  %d  %d  %d  %d\n", m, n, d, b);
for (i = 1; i <= n; i++) printf("%d ", A7[i]);
printf("\n");
system("PAUSE"); printf("\n");

Seed = 543210; n = 8;
long A8[n+1][n+1];
printf("8.15 Random Latin square\n");
RLS(n, A8);
printf("Order: %d\n", n);
for (i = 1; i <= n; i++) {
  for (j = 1; j <= n; j++) {
    printf("%3d ", A8[i][j]);
```

```
      }
    printf("\n");
  }
  printf("\n");
  system("PAUSE");

  return 0;
}
```

پ-۳

```
/*************************************************************************/
long RandInt1N(n)
long n;
{
/* 8.2 Random integer in a range (1 to n inclusive) */
  return (1 + (long)floor(U() * n));
}

/*************************************************************************/
long RandIntMN(m, n)
long m, n;
{
/* 8.2 Random integer in a range (m to n inclusive; m < n) */
  return (m + (long)floor(U() * (n - m + 1)));
}

/*************************************************************************/
void RandPermN (n, A)
long n, A[];
{
/* 8.3 Random permutation of N items taken all at a time */
/* A[] is both the input and output array; output in A[] */
  long j, k, temp;
  for (j = 0; j < n-1; j++) {
    k = RandIntMN(j, n-1);
    temp = A[j]; A[j] = A[k]; A[k] = temp;
    }
  return;
}

/*************************************************************************/
void RandPermNM (m, n, A)
long m, n, A[];
{
/* 8.3 Random permutation of n items taken m at a time        */
/* A[] is both the input and output array; output in A[0:m-1] */
  long j, k, temp;
  if (m == n) {m = n - 1;}
  for (j = 0; j < m; j++) {
    k = RandIntMN(j, n-1);
    temp = A[j]; A[j] = A[k]; A[k] = temp;
    }
  return;
}

/*************************************************************************/
void RandDerang (n, A1, A2)
long n, A1[], A2[];
{
/* 8.4 Random derangement                              */
/* A1[] is the input array; A2[] is the output array */
  long i, iFlag, n1;
  for (i = 0; i < n; i++)
```

```
    A2[i] = A1[i];      /* make a copy */
  iFlag = 1; n1 = n;
  for (;;) {
    RandPermN(n1, A2);
    for (i = 0; i < n1; i++) {
      if (A2[i] == A1[i]) {iFlag = 0; break;}
      }
    if (iFlag == 0) iFlag = 1;
    else break;
  }
return;
}

/*************************************************************************/
void RSWOR (n, m, A)
long n, m, A[];
{
/* 8.6 Random sampling without replacement */
/* n = sample size; m = lot size           */
/* A[] is the sample output array          */
  long i, k;
  long B[m];  /* array to keep track of units chosen */
  for (i = 0; i < m; i++) B[i] = 0;
  i = -1;
  do {
    k = RandInt1N(m);
    if (B[k] == 0) {
      B[k] = 1; i = i + 1; A[i] = k;
      }
  } while (i < n);
  return;
}

/*************************************************************************/
void SRSWORIULS (n, m, B, A)
long n, m, B[], A[];
{
/* 8.9 Single random sampling from an initially unknown lot size   */
/* n = sample size; m = lot size; (n < m)                          */
/* A[] is the sample output array                                  */
/* B[] simulates a lot of unknown size (0 indicates lot concluded) */
  long k, v;
  m = 0;        /* lot size counter */
  for (;;) {
    m = m + 1;
    v = B[m-1];
    if (v == 0) {m = m - 1; break;}
    if (m <= n) A[m-1] = v;
    else {
      k = RandInt1N(m);
      if (k <= n) A[k-1] = v;
    }
  }
  return;
}

/*************************************************************************/
void OSRSWORA (n, m, A)
long n, m, A[];
{
/* 8.10 a) Method A: ordered single random sampling without replacement */
/* n = sample size; m = lot size; (n < m)                               */
/* A[] is the sample output array                                       */
  long   j, k, k1;
  double p, x;
  k = m - n; k1 = m; j = 0;
OsrsworA1:
  j = j + 1;
```

```
  if (j > n) goto OsrsworA3;
  x = U(); p = 1.0;
OsrsworA2:
  p = p * k / k1;
  if (p <= x) {
    A[j-1] = m - k1 + 1; k1 = k1 - 1;
    goto OsrsworA1;
    }
  else {
    k1 = k1 - 1; k = k - 1;
    goto OsrsworA2;
    }
OsrsworA3:
  return;
}

/*************************************************************************/
void OSRSWORB (n, m, lx, A)
long n, m, lx, A[];
{
/* 8.10 b) Method B: ordered single random sampling without replacement */
/* Finds the combination set of m things taken n at a time              */
/* for a given lexicographical index.                                   */
/* n = sample size; m = lot size; (n < m)                               */
/* lx = lexicographical index of combination sought [1 <= lx <= C(m,n)] */
/* A[] is the sample output array                                       */
  long i, k, n1, r;
  k = 0; n1 = n - 1;
  for (i = 1; i < n; i++) {
    A[i] = 0;
    if (i != 1) A[i] = A[i-1];
OsrsworB1:
    A[i] = A[i] + 1;
    r = C(m - A[i], n - i);
    k = k + r;
    if (k < lx) goto OsrsworB1;
    k = k - r;
  }
  A[n] = A[n1] + lx - k;
  return;
}

/*************************************************************************/
void RLS (n, A)
long n, A[n+1][n+1];
{
/* 8.15 Random Latin square                          */
/* n = order; A[][] is the output random Latin square */
  long B[n+1], h, i, j, k, r, c, x;
  for (r = 1; r <= n; r++) {
Rls1:
    for (i = 1; i <= n; i++) B[i] = i;
    j = n;
    for (c = 1; c <= n; c++) {
      i = 0;
Rls2:
      x = floor(U() * j + 1);
      for (h = 1; h <= r-1; h++) {
        if (i > 50) goto Rls1;        /* row no good    */
        if (A[h][c] == B[x]) {
          i = i + 1; goto Rls2;       /* column no good */
          }
      }
      A[r][c] = B[x]; j = j - 1;
      for (k = x; k <= j; k++) B[k] = B[k + 1];
    }
  }
  return;
```

```
}

/*************************************************************************/
long C(m, n)
long m, n;
{
/* 8.10 b) Method B: auxiliary function                                  */
/* Calculates the number of combinations of m things taken n at a time. */
  long i, k, x, n1;
  n1 = n; k = m - n1;
  if (n1 < k) {k = n1; n1 = m - k;}
  x = n1 + 1;
  if (k == 0) {x = 1;}
  if (k >= 2) {
     for (i = 2; i <= k; i++)
         x = (x * (n1 + i)) / i;
  }
  return x;
}

/*************************************************************************/
double U(void)
{
/* Source: bibliographic reference [12]                */
/* RNG based on:  x[i+1] = 16807 * x[i] mod 2147483647 */
/* Included for illustration purposes only             */
  long k;
  k = Seed / kq;
  Seed = ka * (Seed - k * kq) - kr * k;
  if (Seed < 0) {Seed = Seed + km;}
  return (1.0 * Seed / km);
}
```

پیوست ت
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[1] BAYS, C. and DURHAM, S.D. Improving a Poor Random Number Generator. ACM Transactions on Mathematical Software, 2 (1), 1976, pp. 59-64

[2] BISSELL, A.F. Ordered random selection without replacement. Applied Statistics, 35, 1986, pp. 73-75

[3] BUCKLES, B.P. and LYBANON, M. Algorithm 515, Generation of a Vector from the Lexicographical Index. ACM Transactions on Mathematical Software, 3 (2), 1977, pp. 180-182

[4] BYERS, J.A. Random selection algorithms for spatial and temporal sampling. Computers in Biology and Medicine, 26, 1996, pp. 41-52

[5] JACOBSON, M.T. and MATTHEWS, P. Generating uniformly distributed random Latin squares. Journal of Combinatorial Design, 4, 1996, pp. 405-437

[6] ISO/IEC 9899:1999, Programming languages — C

[7] L'ECUYER, P. An Efficient and Portable Combined Random Number Generator. Communications of the ACM, 31 (6), 1988, pp. 742-749, 774

[8] MARSAGLIA, G. Random Number Generators. Journal of Modern Applied Statistical Methods, 2 (1), 2003, pp. 2-13

[9] MCCULLOUGH, B.D. Assessing the Reliability of Statistical Software: Part II. The American Statistician, Vol. 53, No. 2 (May), 1999, pp. 149-159

[10] MCCULLOUGH, B.D. and WILSON, B.On the Accuracy of Statistical Procedures in Microsoft EXCEL 97. Computational Statistics and Data Analysis, 31 (1), 1999, pp. 27-37

[11] MCLEOD, A.I. and BELLHOUSE, D.R. Aconvenient algorithm for drawing a simple random sample. Applied Statistics, 32, 1983, pp. 182-184

[12] PARK, S.K. and MILLER, K.W. Random Number Generators: Good Ones are hard to Find. Communications of the ACM, 31 (10), 1988, pp. 1192-1201

[13] PRESS, W.H. Teukolsky, S.A. Vetterling, W.T. and Flannery, B.P. Numerical Recipes in FORTRAN 77: The Art of Scientific Computing, Second Edition (Volume 1 of FORTRAN Numerical Recipes), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1992, 2001

[14] SOM, R.K. A Manual of Sampling Techniques. Heinemann Educational Books Ltd. London, 1973

۱۵- واژه‌ها و اصطلاحات آماری، ویرایش سوم، پژوهشکده آمار، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲