۷-۶ ریسک یا خطر شکست

ریسک (Risk) به مفهوم احتمال وقوع حداقل یک رخداد در طی یک دوره زمانی مشخص است. چون این دوره زمانی می تواند عمر مفید یک پروژه (سازه آبی) باشد از اقلیم به عنوان خطر شکست سازه نیز تعبیر می شود. برآورد آن به این شرح است. اگر احتمال وقوع افزایشی حادثه ای در هر سال p باشد، احتمال عدم وقوع آن در هر سال $(1-p)$ و احتمال عدم وقوع آن طی n سال آینده برابر با $(1-p)^n$ است (با فرض استقلال وقایع از یکدیگر که در مورد سیلاب های حداکثر سالانه فرض درستی است). پس نهایتا ریسک (خطر شکست) یا احتمال وقوع حادثه در طی n سال آینده برابر است با:

$$R = 1-(1-p)^n \qquad (۵۷-۷)$$

دوره برگشت عکس احتمال افزایشی وقایع است $(T_r = \frac{1}{p})$، لذا مقدار ریسک بر حسب دوره برگشت برابر است با:

$$R = 1-(1-\frac{1}{T_r})^n \qquad (۵۸-۷)$$

اگر هدف محاسبه ریسک به معنای احتمال وقوع تعداد معینی (m بار) از رخدادهای مشخص (با احتمال افزایشی p در هر سال، یعنی حادثه ای دوره بازگشت T_r) در طول دورهٔ زمانی مشخص (n سال آینده) باشد، مقدار این ریسک برابر است با (توزیع دو جمله ای Binomial Distribution):

$$R = \frac{n!}{m!(n-m)!}(1-\frac{1}{T_r})^{n-m}(\frac{1}{T_r})^m \quad \text{or} \quad R = \frac{n!}{m!(n-m)!}(1-p)^{n-m}(p)^m \qquad (۵۹-۷)$$

همان طور که اشاره شد، عموما n مفهوم عمر مفید سازه هیدرولیکی نظیر سد، بند انحرافی، کالورت و دیگر سازه های هیدرولیکی گرفته می شود (کاربرد در طراحی های سازه های آبی) که برای سیلاب های با احتمال مشخص یا بطور متناظر با دوره بازگشت های معلومی طراحی می شوند. لذا اگر عمر مفید سازه هیدرولیکی با دورهٔ بازگشت طراحی برابر فرض شود، $(T_r = n)$ آنگاه:

$$R = 1-(1-\frac{1}{T_r})^n \approx 1-e^{-(\frac{n}{T_r})} = 1-e^{-1} = 0.632 \qquad (۶۱-۷)$$

لذا ریسک یک پروژه با دوره بازگشت معادل با عمر مفید آن برابر ۶۳/۲% است. به عنوان مثال ریسک وقوع سیلاب ۵۰ ساله برای سازه ای که عمر مفید آن نیز برابر ۵۰ سال است، حدود ۶۳ درصد است.

مثال ۷-۲۰: مخزن یک سد خاکی پس از ۵۰ سال پر از رسوب می شود. ریسک وقوع سیلاب لحظه ای با دورهٔ بازگشت ۱۰۰ سال در طول عمر مفید است سد چقدر است؟

n=50, $T_r = 100$ $R = 1-(1-\frac{1}{100})^{50} = 0.395$

مثال ۷-۲۱: کالورتی برای عمر مفید ۱۰ ساله طراحی شده است. اگر ریسک مجاز طراحی این کالورت ۱۰ درصد باشد، این کالورت بر اساس دبی با دورهٔ بازگشت چند ساله بایستی طراحی شود؟

حل: $R = 0.1$ سال $n = 10$ درنتیجه: $0.1 = 1-(1-\frac{1}{T_r})^{10}$ که می شود $T_r = 95.4 \approx 95$ (سال)

مسایل

۷-۱ تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی به صورت $f(x) = kx^2 \ (0 \le x \le 3)$ است. مطلوب است الف) محاسبه مقدار k، احتمال اینکه این متغیر ب) کمتر یا مساوی یک باشد، ج) بزرگتر یا مساوی ۲ باشد و د) بین ۱/۵ تا ۲/۵ باشد.

۷-۲ تابع چگالی احتمال یک متغیر تصادفی به صورت $f(x) = kx$ و برای $0 \le x \le 9$ است. مطلوب است محاسبه مقادیر k، میانگین، انحراف معیار و ضریب چولیگی این توزیع.

۷-۳ دبی میانگین سالانه رودخانه ای دارای توزیع نرمال با میانگین $۵۰(m^۳/s)$ و انحراف معیار $۲۰(m^۳/s)$ است. احمتال اینکه دبی میانگین $۴۰(m^۳/s)$ در یک سال اتفاق بیافتد چقدر است؟

۷-۴ بارش میانگین در حوضه آبریزی از توزیع نرمال با میانگین ۸۰ سانتیمتر و انحراف معیار ۱۰ سانتیمتر تبعیت می کند. احتمال اینکه بارش سالانه از ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر شود، چقدر است؟ بارش با احتمال ۷۵٪ در این حوضه چقدر است؟ مقدار بارش میانگینبا احتمال بیشتر از ۰/۰۵ چقدر است؟

۷-۵ اگر سیلابی با دبی مشخص با احتمال ۰/۰۲ در هر سال اتفاق بیافتد، احتمال اینکه، این سیلاب دو سال متوالی اتفاق بیفتد چقدر است؟ احتمال اینکه در طی یک دورهٔ ۵ ساله اتفاق نیفتد چقدر است؟ احتمال اینکه بیش از ۲ بار در طی یک دوره ۱۰ ساله اتفاق نیافتد چقدر است؟

۷-۶ با فرض تبعیت نرخ تبخیر E از سطح آزاد دریاچه ای در تیرماه از توزیع نرمال با میانگین ۵ mm/day و انحراف معیار ۱ mm/day، مطلوب است احتمال اینکه الف) $E > ۶(mm/day)$، ب) $E > ۲/۵(mm/day)$ و ج) $۳/۸ \le E \le ۶/۳(mm/day)$ باشد.

۷-۷ دبی اوج سالانه رودخانه ای در طول ۲۰ سال متوالی به ترتیب ۱۹۰، ۱۵۵، ۲۹۸، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۱، ۱۴۰، ۹۱، ۱۵۴، ۱۰۹، ۲۶۹، ۱۶۴، ۲۷۰، ۱۴۲، ۷۲، ۱۳۰، ۱۱۱ متر مکعب در ثانیه اندازه گیری شده است. مطلوب است محاسبه میانگین، انحراف معیار، ضریب چولگی و ضریب رعنایی این داده های مشاهداتی.

۷-۸ دبی اوج سالانه رودخانه ای برای مدت ۲۰ سال موالی به ترتیب ۱۳۴۰، ۱۳۸۰، ۱۴۵۰،۶۱۸، ۵۲۳، ۱۲۲۰، ۱۷۸۰، ۱۰۶۰، ۴۱۲، ۱۸۴، ۱۴۸۰، ۸۷۶، ۱۱۳، ۵۱۶، ۱۰۹۰، ۹۴۴، ۳۹۷، ۲۸۲،۳۵۳ متر مکعب در ثانیه اندازه گیری شده است. ضمن محاسبه مقادیر میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی این داده ها، با فرض اینکه توزیع حدی گامبل برای این داده ها مناسب باشد، مطلوب است محاسبهٔ احتمال اینکه دبی حداکثر رودخانه از (m^3/s) ۲۰۰۰ بیشتر شود.

۷-۹ دبی رودخانه ای از توزیع حدی گامبل با میانگین (m^3/s) ۵۲۰ و انحراف معیار (m^3/s) ۲۸۰ تبعیت می کند. احتمال اینکه دبی رودخانه از (m^3/s) ۸۰۰ بیشتر شود، چقدر است؟ مقدار دبی با احتمال بیش از ۰/۰۱ چقدر است؟ دبی با دوره بازگشت ۵۰ سال چقدر است؟

۷-۱۰یک متغیر تصادفی با احتمال ۰/۰۲ دارای مقدار ۲۴۰ یا بیشتر خواهد بود و به احتمال ۰/۰۱ درای مقدار ۲۸۰ یا بیشتر است. با فرض اینکه تابع توزیع این متغیر از نوع حدی گامبل باشد، مقادیر میانگین و انحراف معیار این متغیر چقدر است؟ به ازائ احتمال تجاوز ۰/۰۰۵ مقدار متغیر چقدر خواهد بود؟

۷-۱۱ مقادیر دبی حداکثر سالانه رودخانه ای در طی ۲۰ سال اندازه گیری به ترتیب، ۱۹۰، ۱۵۵، ۲۹۸، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۱، ۱۴۰، ۱۲۴، ۱۸۵، ۱۰۴، ۹۱، ۱۵۴، ۱۰۹، ۲۶۹، ۱۶۴، ۲۰۷، ۱۴۲، ۷۲، ۱۳۰، ۱۱۰ متر مکعب در ثانیه اندازه گیری شده است. مطلوب است برازش تابع پیرسون نوع سوم با دبی های حداکثر این رودخانه و پیش بینی دبی اوج این رودخانه با دوره بازگشت های ۵، ۲۰،۲۵،۵۰، و ۱۰۰ سال.

۷-۱۲ دبی اوج سالانه رودخانه ای برای ۹ سال متوالی به ترتیب ۴۵/۳، ۲۷/۵، ۱۶/۹، ۴۱/۱، ۳۱/۲، ۱۹/۹، ۲۲/۷، ۵۹، ۳۵/۴ m^3/s اندازه گیری شده. با استفاده از توزیع لاگ نرمال مطلوبست: (الف) احتمال اینکه دبی اوج سالانه بیشتر از (m^3/s) ۴۲/۵ نشود، (ب) دوره بازگشت دبی (m^3/s) ۴۲/۵ و (ج) مقدار دبی اوج با دوره بازگشت ۲۰ سال.

۷-۱۳ میانگین انحراف معیار و ضریب چولگی لگاریتم دبی ها ی رودخانه ای با آمار ۲۴ ساله به ترتیب ۰/۳،۲۴۵۶/۳۶۴۸، ۰/۷۳ است مطلوب است: الف) تعیین دبی سیلابی با دوره بازگشت های ۱۰۰،۲۰، ۲ ساله با استفاده از توزیع لاگ نرمال ب) تعیین دبی سیلابی با همان دوره بازگشت ها با استفاده از توزیع لاگ پیرسون نوع سوم و مقایسه با نتایج قسمت الف.

۷-۱۴ دبی حداکثر سالانه رودخانه ای مطابق جدول ۷-۳۰ برای ۱۶ سال متوالی اندازه گیری شده است مطلوب است دبی سیلابی این رودخانه با استفاده از توزیع لاگ پیرسون نوع سوم برای دوره بازگشت های ۲،۵،۱۰،۲۵،۵۰ و۱۰۰ سال وسپس محاسبه خدود اطمینان ۹۵ درصد برای دوره بازگشت های فوق.

۷-۱۵ دبی حداکثر سالانه ی رودخانه ای برای مدت ۴۰ سال مطابق جدول ۷-۳۱ ثبت گردیده است. مطلوب است برازش توزیع لاگ پیرسون نوع سوم بر این داده ها ی ۴۰ ساله،همچنین آزمون نیکوئی برازش به روش کای مربع با سطح اعتماد ۹۵ درصد برای توضیع لاگ پیرسون نوع سوم. آیا این توضیع خوب پردازش شده است؟

۷-۱۶ سازه ای برای عمر مفید ۱۵ سال طراحی شده است اگر ریسک ۲۰ درصد را برای شکست این سازه بپذیریم دوره بازگشت طرح چقدر است؟

۷-۱۷ سازه های کنترل سیلابی بر اساس سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال طراحی گردیده است ریسک اینکه این سازه ها در طی ۱۰ سال سیل گیر شود چقدر است؟ ریسک پروژه چقدر بایستی کاهش یابد تا سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله سازه را سیل گیر نماید.

۷-۱۸ طرح هیدرولوژیکی با ر گذاری با میانگین ۱۰ واحد و انحراف معیار ۲ واحد است. اگر ظرفیت ۱۲ واحد باشد ریسک شکست طرح چقدر است ؟فرض کنید توضیع بارگذاری نرمال است.

۷-۱۹ در مسئله ی ۷-۱۸ اگر توضیع بار گذاری لاگ نرمال باشد ریسک چقدر است؟

۷-۲۰ در مسئله ۷-۱۸ فرض کنید ظرفیت دارای توضیع نرمال با میانگین ۱۲ و انحراف معیار یک واحد است ریسک شکست طرح اگر بار گذاری دارای توزیع نرمال باشد چقدر است؟

۷-۲۱ اگر توزیع های بار گذاری و ظرفیت لاگ نرمال باشد نشان ددهید که ریسک از رابطه زیر به دست می آید:

$$R = F_t\left(\frac{-\mathrm{Ln}\left[\frac{\mu_C}{\mu_L}\left(\frac{1+CV_L^2}{1+CV_C^2}\right)\right]}{\left\{\mathrm{Ln}\left[(1+CV_C^2)(1+CV_L^2)\right]\right\}^{\frac{1}{2}}}\right)$$

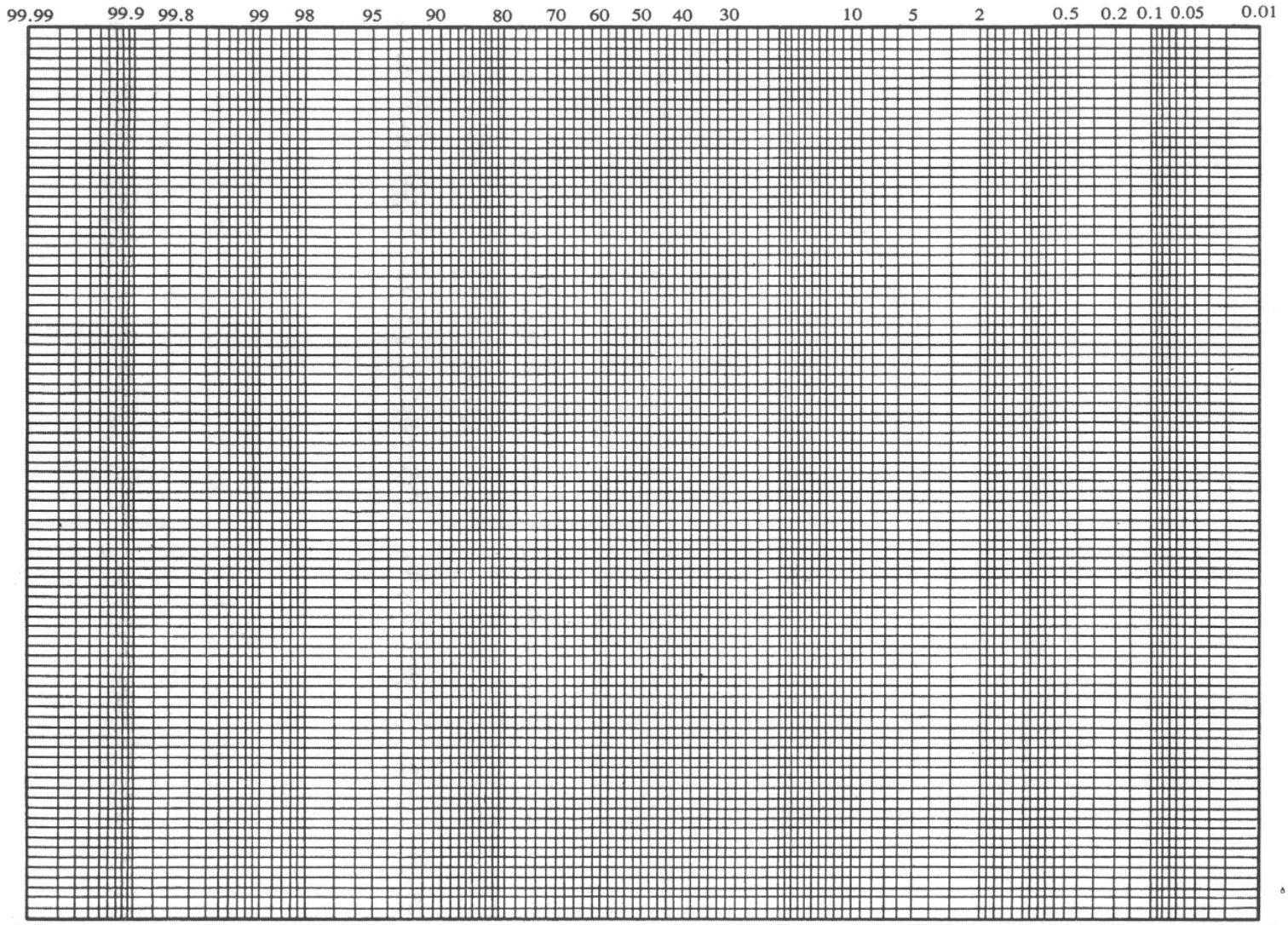
۷-۲۲ اگر بارگذاری و ظرفیت دارای توضیع لوگ نرمال باشد نشان دهید ریسک از رابطه تقریبی زیر نیز به دست می آید:

$$R = F_t\left(\frac{-\mathrm{Ln}\left[\frac{\mu_L}{\mu_C}\right]}{(CV_L^2+CV_C^2)^{\frac{1}{2}}}\right)$$

که در آن F_t نشانگر تابع توزیع نرمال استاندارد است.

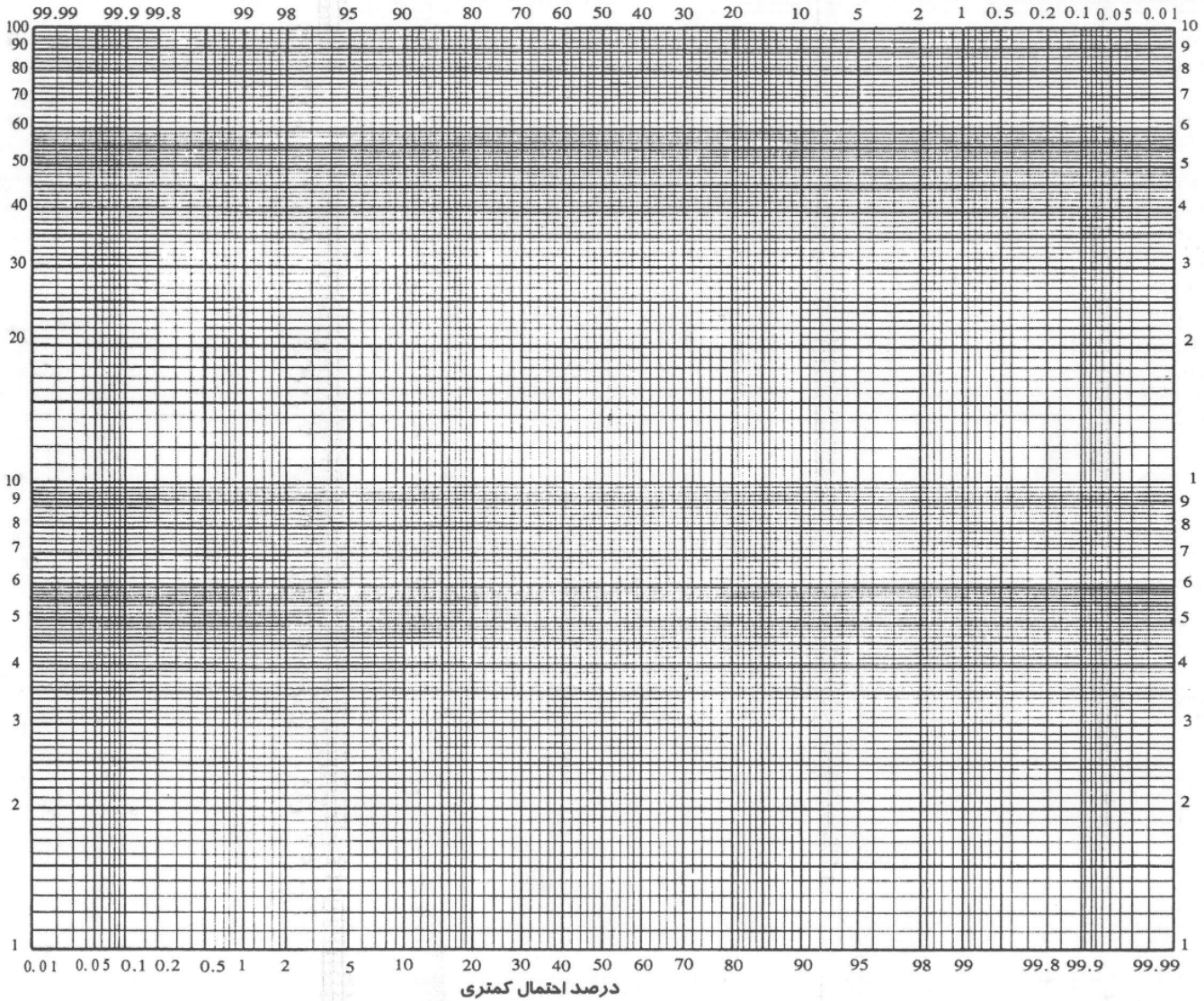
کاغذ احتمال نرمال

درصد احتمال کمتری

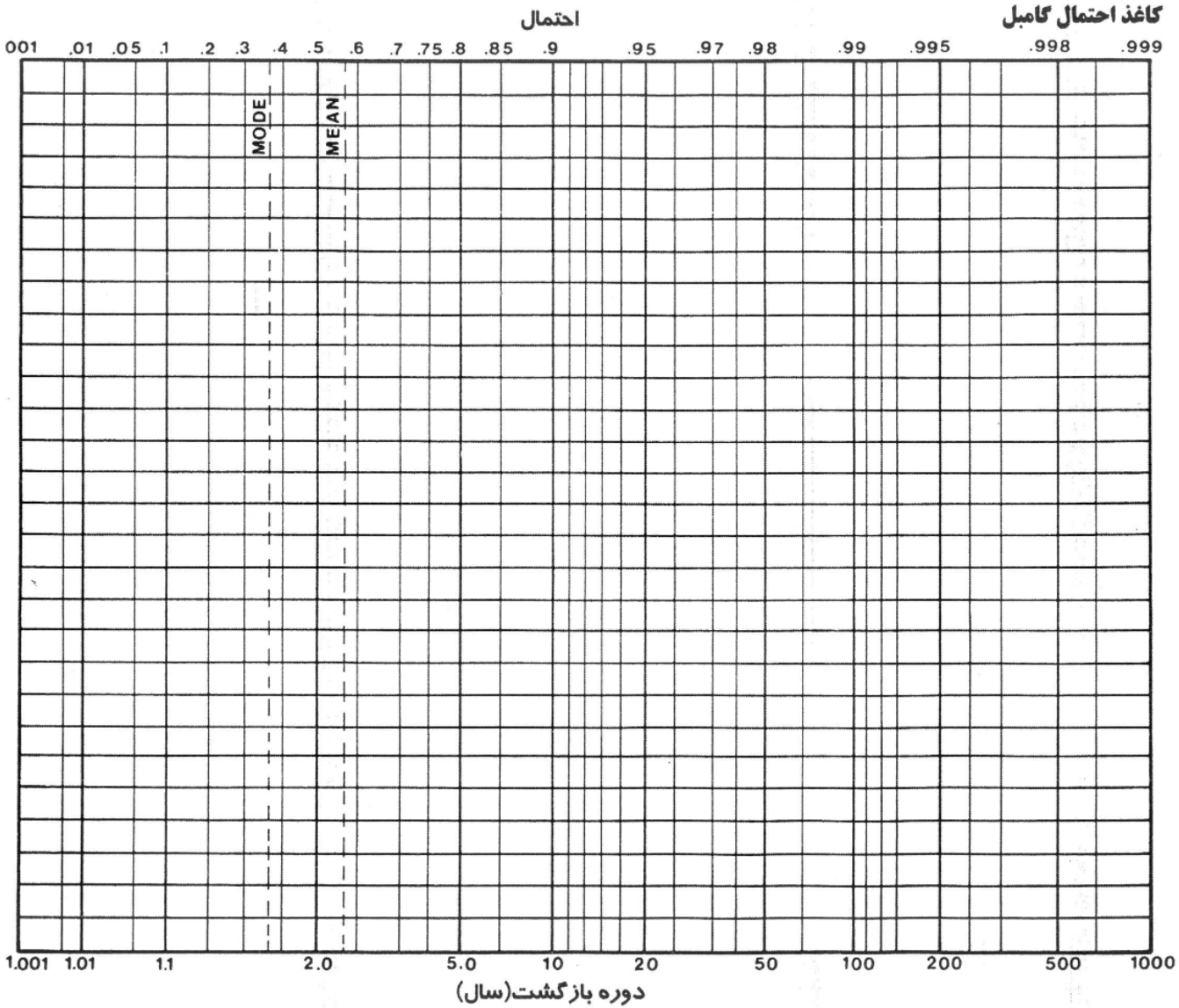


درصد احتمال بیشتری

کاغذ احتمال نرمال لگاریتمی



کاغذ احتمال گامبل



کاغذ احتمال لگاریتمی گامبل

