



تدریس آمار و احتمال در مدارس*

علی رجالی[†]

آمار چیست؟ علم داده‌ها

آمار علم به دست آوردن اطلاعات از داده‌هاست، داده‌ها معمولاً اعداد با مفهوم اند^۱ مثلاً ۳/۵۰ یک عدد است ولی اگر گفته شود وزن نوزادی ۳/۵۰ کیلوگرم است، این یک داده بوده و مثلاً نشان می‌دهد که نوزاد سالم است. اگر حتی به تمام نقشهای آمار توجه نشود، حداقل، اطلاعات به دست آمده از داده‌ها دقیقتر از اطلاعات حاصل از تجربه‌ها، شایعات و غیره هستند، و لذا در برخورد و تجزیه و تحلیل آنها نتایج دقیقتری حاصل می‌شود. ابزار آمار اکنون در دست دولتمردان، برنامه‌ریزان، منتقدان به عنوان وسیله‌ای کارآمد مطرح است و حتی در جوامعی که هنوز فرهنگ آماری نفوذ نکرده، از آمار استفاده می‌شود. به مثالهای زیر توجه کنید:

- (۱) اعلام شده که درصد بیکاری در مدت زمانی به طور مثال ۶/۵ بوده است. چگونه این اطلاعات به دست آمده‌اند؟ کسی از من سؤال ننموده است! (مگر من جزو این جمعیت نیستم؟! با چه دقتی این عدد محاسبه شده است؟
- (۲) گفته می‌شود در اثر سیگار کشیدن شانس بیماری سرطان بیشتر می‌شود و علاوه بر آن گفته شده مدارک این ادعا، آماری هستند. یعنی چه؟
- (۳) یک گزارش پزشکی می‌گوید، یک آزمایش نشان داده که شانس حمله قلبی در اثر مصرف مرتب اسپیرین کم می‌شود، چه آزمایشی باید طرح‌ریزی کرد که این گزارش را تایید کند؟

اکنون که از طرفی با تغییر نظام آموزش و پرورش مواجه بوده و از طرف دیگر نقش آمار و اطلاعات در کلیه رشته‌های علمی و حتی در زندگی روزمره بیش از پیش مشخص شده است، جا دارد که پیشنهادها می‌زگرد نخستین کنفرانس آمار ایران مورد عنایت قرار گیرد. بر این مبنای، قصد بر این است که در این مختصر ضمن استفاده از استانداردهای جدید و برنامه‌های آمار و احتمال برخی از کشورها، مقدماتی را جهت برنامه‌ریزی به منظور گنجاندن صحیح دروس آمار و احتمال در مدارس آغاز کنیم. در این مقاله با هدف فوق، اشاراتی نیز به نحوه تدریس آمار و احتمال شده است. موارد زیر در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است:

- (۱) آمار و احتمال چیست؟
- (۲) آمار و احتمال مقدماتی چگونه و توسط چه کسانی باید تدریس شود؟
- (۳) چرا آمار و احتمال باید قبل از دانشگاه تدریس شود؟
- (۴) چارچوب برنامه‌های کالیفرنیا
- (۵) برنامه‌های کانبرای استرالیا
- (۶) خلاصه بحثهای هفتمین کنگره بین‌المللی آموزش ریاضی در مورد آمار و احتمال
- (۷) پیشنهاد

* بخشی از این مقاله در دومین کنفرانس آمار ایران در سال ۱۳۷۳، در دانشگاه فردوسی مشهد ارائه گردید.

† دکتر علی رجالی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲) خط رگرسیون (حاصل از روش کمترین مربعات) برای تخمین نمره آزمون از روی سن کودک در زمان بیان اولین حرف، خط پر است.

۳) نقاط، ارتباط ضعیف خطی را نشان می‌دهند.

۴) موارد ۱۸ و ۱۹، نقاط پرت^۲ هستند.

۵) حذف مورد ۱۹ تأثیر عمده‌ای روی داده‌ها نمی‌گذارد.

۶) اما مورد ۱۸، بسیار مؤثر است با حذف آن $r = -0,335$ و خط رگرسیون به صورت خط نقطه‌چین است.

با دقت بیشتر روی این نمودار نتایج دیگری را نیز می‌توان به دست آورد. اما نتایج حاصل از کار با این مثال را می‌توان خلاصه کرد، که تجزیه و تحلیل داده‌ها فقط ارائه یک سری نمایش طرح جعبه‌ای و ساقه و برگ^۳ نیست، استراتژی عمومی برای بررسی داده‌ها را ارائه می‌دهد و اهمیت پیشنهاد بودن آن قبل از انجام هر نتیجه‌گیری رسمی واضح است. علاوه بر آن دو راهبرد اصلی در مثال به کار رفته است:

۱) از نمودار استفاده کرده و به جمع‌بندی عددی رسیده‌ایم (نمودار پراکنش، داده‌ها را به طور کل نمایش می‌دهد و بعد ضریب همبستگی و رگرسیون خلاصه‌های عددی‌اند).

۲) باید همواره در جستجو برای پیدا کردن یک قالب و طرح باشیم (ارتباط ضعیف خطی و سپس موارد مؤثر مانند موارد ۱۸ و ۱۹ در این رابطه اهمیت دارند).

به قول ولمن و هولین^۵، تجزیه و تحلیل داده‌ها در خط مقدم تبدیل داده‌ها به اطلاعات و دانش مفید هستند [۳] و لذا آنها تدریس تجزیه و تحلیل تشریحی داده‌ها^۶ را توصیه می‌کنند. تیسند و ولمن^۷ می‌گویند، در هنگام تدریس، ما آمار را به عنوان شاخه‌ای از ریاضی در نظر گرفته و دانش‌آموزان و دانشجویان را برای درک ارتباط بین نظریه و کاربردهای عملی به حال خود رها می‌کنیم [۳]. این یکی از مشکلات ما در تدریس آمار است.

احتمال چیست؟

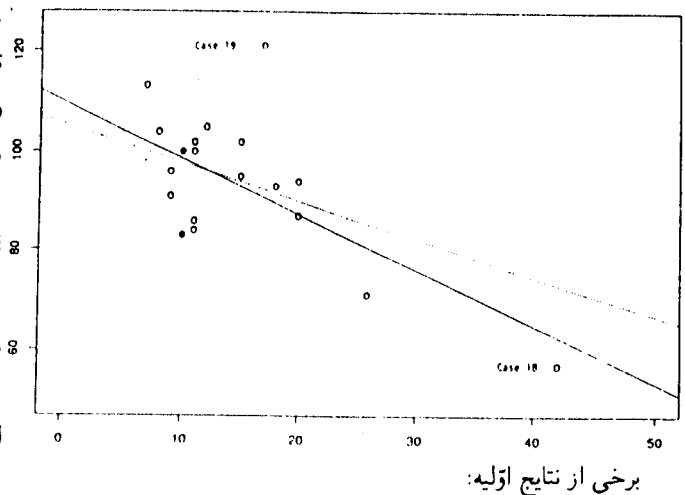
تاریخچه: ظهور رسمی احتمال، از قرن هفدهم به عنوان روشی برای محاسبه شانس در بازیهای قمار بوده است. پاسکال^۸، فرما^۹ و هویگنس^{۱۰} جزو اولین کسانی بودند که در بازیهای شانس تجسس و مطالعه می‌کردند. اما ویت^{۱۱} و هلی^{۱۲} منجم، این روشها را در مسائل اجتماعی نیز به کار می‌بردند. هلی اولین جداول مرگ و میر را انتشار داد. اولین نقطه اوج این علم در زمان برنولی^{۱۳} بود، که در اثری^{۱۴}، تعریف ریاضی احتمال کلاسیک

۴) یک مقام رسمی اعلام می‌کند که فقط ده درصد از نیازهای ما از خارج تأمین می‌شود، چگونه این ادعا را می‌توان ثابت کرد؟

بسیاری از نویسندگان از آن جمله دیوید مور^۲ ادعا می‌کنند که متأسفانه این نوع سؤالات در کلاسهای درس مطرح نمی‌شوند، اگر چه مثالهای عملی و مفیدی هستند. آنها می‌گویند دانشجویان و دانش‌آموزان ما آماده نمی‌شوند تا به این سؤالات جواب گویند [۱]. با طرح این گونه مثالها، نه تنها انگیزه لازم در دانش‌آموز به وجود می‌آید، بلکه درک لازم و ارتباط علم آمار با زندگی روزمره [۲] بیشتر روشن می‌شود.

علم داده‌ها را به سه قسمت تقسیم می‌کنند: تولید داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و استنباط از داده‌ها. در حال حاضر، تدریس آمار بیشتر تکیه بر استنباط آماری دارد که پایه آن بر «نظریه احتمال» است و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تحت عنوان آمار توصیفی توجه کمتری را جلب می‌کند و طرحهای آماری برای تولید داده‌ها، فقط به عنوان آموزشهای تخصصی مورد نظر هستند. در حالی که در عمل غیر از این است و لذا توصیه می‌شود که تدریس آمار با تجزیه و تحلیل داده‌ها شروع شود ولی به تولید داده‌ها هم توجه گردد.

عصاره تجزیه و تحلیل داده‌ها این است که، به داده‌ها اجازه دهیم صحبت کنند، دنبال قالب و طرحی^۱ در میان داده‌ها باشیم، قبل از اینکه فکر کنیم داده‌ها نمایشگر جامعه بزرگتری هستند. به مثال زیر توجه کنید: شکل نمایشگر یک نمودار پراکنش^۲ برای ۲۱ کودک است، اولین متغیر سن آنها به ماه در زمانی است که اولین حرف را بیان کرده‌اند و دومین متغیر، نمره آنها در یک آزمون است. (نقطه پر، نشانه تکرار است).



برخی از نتایج اولیه:

۱) $r = -0,640$ (ضریب همبستگی).

- 1) Pattern 2) Scatter Diagram 3) Outliers 4) boxplots & stem and leaf 5) Paul F. Velleman and David C. Hoaglin
6) EDA, Expository Data Analysis 7) Ronald A. Thisted and Paul F. Vellman 8) Blaise Pascal 9) Pierre de Fermat
10) Huygens 11) Jan de Witt 12) Halley 13) Jacob Bernoulli 14) Ars conjectandi

$$\left\{ \begin{array}{l} P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_1}{n} \quad \text{با تکرار آزمایش} \\ n_1 = A \quad \text{تعداد مشاهدات} \\ n = \quad \text{تعداد تکرارهای آزمایش} \end{array} \right. \text{ فراوانی نسبی}$$

را به عنوان حالتی خاص از «قانون اعداد بزرگ» مطرح و کاربردهای آن را در آمار اجتماعی مطرح می‌کند:

$$S = \text{فضای نمونه‌ای}, \quad |S| = n < \infty$$

$$S = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$$

a_i ها همشانس. در این حالت برای $A \subseteq S$ داریم

$$P(A) = \frac{|A|}{|S|}$$

البته شروع این ایده توسط لاپلاس در سال ۱۸۷۳ بود. برخی از ایرادات به این روش هم باعث به وجود آمدن فلسفه بیزی شد.

نکته مهم اینکه، حتی «قانون اعداد بزرگ» با استفاده از ریاضیات ساده، قبل از اصول کولموگوروف^{۱۱} کشف شده است، اگر چه اصول کولموگوروف یک غنای علمی به احتمال داد، ولی نظریه وی نمی‌تواند مبنای تدریس آمار و احتمال مقدماتی باشد. یادآوری می‌شود که اصول کولموگوروف عبارت‌اند از:

در قرن هجدهم، اندیشمندان زیادی چون دموآور^۱، دالامبر^۲، اویلر^۳، لاگرانژ^۴، بیز^۵، لاپلاس^۶ و گاوس^۷ تا حدی با این علم تا حدودی اشتغال خاطر داشتند. بیز در سال ۱۷۶۳ قانون بیز را که یک قانون افراز برای محاسبه احتمال است، ارائه داد:

$$P(B_i|A) = \frac{P(A|B_i)P(B_i)}{\sum_j P(A|B_j)P(B_j)}$$

$$S = \cup_j B_j \quad B_j \cap B_l = \phi, j \neq l$$

$$A \subseteq p(S) \left\{ \begin{array}{l} S \in \mathcal{A} \\ A \in \mathcal{A} \implies A^c \in \mathcal{A}, \\ A_1, A_2, \dots \in \mathcal{A} \implies \cup_i A_i \in \mathcal{A}, \end{array} \right.$$

و تابع احتمال:

$$P: \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$0 \leq P(A) \leq 1, \quad \forall A \in \mathcal{A}$$

$$P(S) = 1$$

$$P(\cup_i A_i) = \sum_i P(A_i) \quad A_i \cap A_j = \phi \quad i \neq j$$

شیفر^{۱۲} سؤال می‌کند! [۵] وقتی می‌گوییم احتمال پیشامدی ۰/۷۵ است یعنی چه؟

آیا این فراوانی نسبی ظاهر شدن این پیشامد است؟ (تعبیر فراوانی). آیا این میزان باور ما یا دیگری نسبت به اتفاق افتادن این پیشامد است؟ (تعبیر بیزی^{۱۳}). این مطالب صدها سال مورد بحث بوده است. معلمان احتمال و آمار باید احساسی نسبت به این مسائل داشته باشند، تا توان تدریس صحیح آن را پیدا کنند.

اصول کولموگوروف برای هر دو تعبیر بالا صادق است، و حتی در موارد کلاسیک هم صدق می‌کند. ولی اگر قوانین کولموگوروف را بررسی کنیم کار ما «ریاضی محض» است. اما اگر یکی از این تفاسیر را قبول کرده و از قوانین کولموگوروف استفاده کنیم «قسمتی از آمار و یا احتمال کاربردی است».

سرانجام لاپلاس مجموعه‌ای^۸ از تمام مسائل این موضوع تا آن زمان را در سال ۱۸۱۲ انتشار داد. در این مجموعه، علاوه بر مسائل ریاضی این علم، مهمترین قضایا در رابطه با مقادیر حدی در محاسبات احتمالی ارائه شده و تأثیر احتمال روی مسائل ریاضی، فیزیک، علوم طبیعی، آمار، فلسفه و جامعه‌شناسی ذکر شده است.

پس از مرگ لاپلاس، وقفه‌ای در این پیشرفت به وجود آمد. و علی‌رغم تلاشهای فردی برخی که منجر به طرح قانون اعداد بزرگ پواسون و نظریه خطاهای گاوس شد، ارتباط احتمال کلاسیک با مسائل عملی کمتر و در نتیجه کم و بیش پیشرفت آن متوقف گردید. در کنار آن، مخصوصاً در فرانسه و روسیه نظریه آمار به عنوان کاربردی از احتمال مخصوصاً در رابطه با کارکردن با مسائل اجتماعی از قبیل رکوردهای آماری و مطالعه جمعیت و بیمه به وجود آمد، و در انگلستان ایده تربیت متخصص آمار در زمینه‌های اقتصاد و ریاضی که در مسائل جمعیت و بیمه تجربه داشته باشد^۹ به وجود آمد. ولی در همه اینها همان مدل کلاسیک به کار می‌رفت. تا اینکه سرانجام به دلیل انتقاداتی که از مدل کلاسیک می‌شد (همشانسی در همه حالتها وجود ندارد یا اطمینان به همشانسی نیست و یا اینکه این شرایط فقط برای حالات خاص می‌تواند وجود داشته باشد) فون میزس^{۱۰}، نظریه عملی احتمال (فراوانی) را مطرح ساخت.

1) de Moivre 2) d'Alembert 3) Euler 4) Lagrange 5) Thomas Bayes 6) Laplace 7) Gauss 8) Theorei analytique des probabilités 9) Actuary 10) R. Von Mises 11) Kolmogrov's Axioms 12) Glenn Shafer 13) Bayesian interpretation

پیرامون مسائل و آزمایشهای کشاورزی و مسائل ژنتیکی تحقیق می‌کرده است. اکنون هم بسیاری از پیشرفتهای آمار در اثر تحقیقات روی مسائل آمار حیاتی، مخصوصاً بیماریهای سرطان و ایدز به وجود می‌آیند.

از طرف دیگر کسی که به ریاضی علاقه دارد، به طور مثال در بیان مثالهای احتمال از توزیع کوشی^۵ که به عنوان یک مثال نقض خوب در احتمالات مطرح است، استفاده می‌کند، در حالی که یک آمارگر، توزیع وایبل^۶ را که در مسائل قابلیت اعتماد کاربرد دارد بیشتر مطرح می‌سازد. تجربه نیز نشان داده است که دانش‌آموزان و دانشجویانی که از طریق نظری با آمار آشنا می‌شوند، زیبایی و کارایی آن را درک نمی‌کنند. (اما فراموش نکنیم در تحقیقات پیشرفته آمار آن چنان که موستلر^۷ نیز اعتقاد دارد [۷]، نظریه‌های ریاضی کاربرد فراوان دارند، و اگر ریاضیدانی کار آماری انجام دهد، در زمینه‌های تحقیقاتی به پیشرفتهایی عمده می‌رسد. به عنوان مثال کارهای افران^۸ در زمینه خانواده‌های نمایی تکیه بر مسائل هندسی پیشرفته دارد که خود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.) به طور کلی، نظریه ریاضی آمار در تدریس آمار نقش دوم را بازی می‌کند و اگر در اولین درس تکیه بر مسائل نظری و دستورالعملها باشد، دانشجو یا دانش‌آموز آمار را لمس و درک نمی‌کند. در نتیجه اولین درس آمار باید بیشتر کارهای عملی را در برگیرد. پس اجازه دهید نظر فوق را تعدیل کرده و بگوییم: «آمار مقدماتی نباید توسط ریاضیدانها تدریس شود»^۹ و البته این به وحدت ریاضی هیچ لطمه‌ای نمی‌زند.

چرا آمار و احتمال باید قبل از دانشگاه تدریس شود.

- ۱) آمار و احتمال کاربردهای ساده‌ای دارند و در زندگی روزمره به کار می‌روند.
- ۲) جامعه و مراکز آماری کشور به آشنایان با آمار در سطح قبل از دانشگاه نیاز دارند.
- ۳) فرهنگ آماری از سطح مدارس بیشتر قابل گسترش است.
- ۴) زمان کافی برای درک و تفکر و به دست آوردن تجربه در مورد مسائل آماری در مدارس وجود دارد.
- ۵) سطح دروس آمار و احتمال مقدماتی با دروس دبیرستانی قابل مقایسه است.
- ۶) تدریس دروس پیشرفته آمار و احتمال در دانشگاهها ساده‌تر شده و دانشجویان بهتری با آشنایی قبلی به رشته آمار خواهند آمد.
- ۷) دروس آمار برای همه دانش‌آموزان قابل تدریس است.
- ۸) هدف «عمومی کردن ریاضی» برای آمادگی برای سال جهانی ریاضیات (سال ۲۰۰۰)، با تدریس آمار در مدارس قابل دسترس‌تر خواهد شد.

اما آنچه که در تدریس آمار و احتمال اهمیت دارد این است که بدانیم احتمال، موضوعی پیچیده است و تنها مجموعه‌ای از قوانین و اصول نیست. احتمال فقط با یک تعبیر قابل توجه نیست. ما باید با همه جنبه‌های احتمال برخورد داشته باشیم، تا قادر باشیم آن را تدریس کنیم (جنبه فراوانی آن را باید درک کنیم تا بفهمیم که چرا می‌توان از قانون جمع در احتمال استفاده کرد و یا اینکه مفهوم امید ریاضی متغیرهای تصادفی احساس شود، با جنبه باوری احتمال باید آشنا باشیم تا بتوانیم ایده احتمال شرطی یا لزوم به کارگیری ایده‌های احتمالی در آنالیز داده‌ها را درک کنیم). معلم باید این مفاهیم را درک کند، ولی نه به صورت سطری و نه به صورت فلسفی، بلکه به صورت عملی و باید با انتخاب مثالهای مناسب آنها را به دانشجویان عرضه کند.

اما ما چه می‌کنیم؟

دانش‌آموزان در دبیرستان آمار و احتمال را به طور مناسب نمی‌خوانند، در دانشگاه آنها را با ایده‌های ساده تجزیه و تحلیل (آمار توصیفی) آشنا می‌کنیم. چون احساس می‌کنیم این مفاهیم و نیز احتمالات کلاسیک در این سن بسیار ساده و با سایر دروس قابل مقایسه نیستند، سعی می‌کنیم با چاشنی مسائل شمارش مشکل و یا استنباط آماری (آن هم با فرمولهای نظری) کمی درس را پیچیده کنیم و در نتیجه دانشجو مسلط به کار آماری نمی‌شود، آمار را علم ندانسته و از آن گریزان می‌شود. احتمال را درک نکرده و به عنوان شاخه بسیار ساده‌ای از ریاضیات عالی می‌داند.

این مشکلات در برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاهها مطرح بود و منجر به این شد که حتماً دروس آمار و احتمال مقدماتی برای رشته‌های ریاضی و آمار تدریس شود، ولی هنوز این اشکالات برطرف نشده است. و حتی بر اساس نیاز و یا به دلیل عدم توانایی در تدریس خوب و مناسب، آمار و احتمال مقدماتی در بسیاری از دانشگاهها به صورتی کاملاً نظری تدریس می‌شود.

برخی معتقدند که «ریاضیدانها نباید آمار تدریس کنند»^{۱۰} به عنوان مثال موریسون در این باره تأکید فراوان دارد [۶]. آنها اعتقاد دارند، که گرچه ریاضی در آمار کاربردهای فراوان دارد، ولی آمار را به طور کامل نمی‌توان یکی از شاخه‌های ریاضی دانست، همان طوری که فیزیک و اقتصاد هم ریاضی نیستند. باید به این نکته تاریخی توجه کرد که ریشه آمار در ریاضی نبوده است. آمار ابتدا برای جمع‌آوری داده‌ها در سرشماریها، جمع‌آوری مالیاتها و پیدا کردن جداول مرگ و میر مطرح شده است. و علاوه بر آن بنیان انجمن آمار لندن^{۱۱} و اتحادیه آمار آمریکا^{۱۲} به منظور جمع‌آوری صحیح و جدولبندی داده‌ها بوده است. فیشر^{۱۳} بزرگترین نایفه آمار قرن بیستم

1) David S. Moore, David L. Hansen, Blanton Godfrey, R. Gnanadesikan, J. R. Kettnering and S. L. Morrison 2) LSA
3) ASA 4) R. A. Fisher 5) Cauchy 6) Weibull 7) Frederick Mosteller 8) Bradley Efron

چارچوب برنامه‌های کالیفرنیا

مرکز ملی معلمان ریاضی^۲ در سال ۱۹۸۹، استانداردهای برنامه و ارزیابیها را برای ریاضیات دبیرستانی^۳ تهیه کرده است [۱۰]. بر اساس این استانداردها معمولاً ایالتها چارچوبی را تهیه می‌کنند. چارچوب برنامه‌های کالیفرنیا^۴ بر اساس تغییرات اساسی زیر، در سال ۱۹۹۲، به رشته تحریر درآمده است [۱۱]:

- ۱) تغییر در مطالب ریاضی: برای درک عمیقتر از ایده‌های اصلی و مطالعه وسیعتر تمام موضوعات ریاضی است.
 - ۲) تغییر در نحوه تدریس: هدایت و راهبری دانش‌آموزان توسط معلمان و اینکه معلم متکلم وحده نباشد.
 - ۳) تغییر در مخاطبین: ریاضی برای همه (شعار جهانی ۱۹۹۰) نه تنها برای قشر خاصی از دانش‌آموزان.
- برخی از این استانداردها عبارت‌اند از:

استاندارد ۱۱: از آمادگی تا چهارم دبستان:

دانش‌آموزان باید با تجزیه و تحلیل داده‌ها و احتمال تاحدی آشنا شوند که بتوانند:

- ۱) داده‌ها را جمع‌آوری، جدولبندی و تشریح کنند.
- ۲) نمایشهای مختلف داده‌ها را بسازند، بخوانند و تفسیر کنند.
- ۳) مسائلی را که شامل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها باشند، فرمولبندی و حل کنند.
- ۴) ایده شانس را کشف و درک کنند.

پیشنهادهای برنامه‌های کالیفرنیا:

در آمادگی - دانش‌آموزان لازم است تفاوتها را تشخیص دهند، بشمارند و کوچک و بزرگ را در حد مقایسه دوشیء تشخیص دهند،
در سال اول - بشمارند، دسته‌بندی کنند، چارت و گراف بکشند،
در سال دوم - مقایسه کنند، مرتب کنند، دسته بندی کرده و تعداد هر دسته را بشمارند، با استفاده از چارتهای، دسته‌ها را جداگانه نمایش دهند،
در سال سوم - روشهای مختلف نمایش داده‌ها را تحقیق و بررسی کنند، روشهای مختلف را با هم بحث کنند (کدام روش برای دسته‌بندی داده‌های مفروض بهتر است؟). فواید روشهای مختلف و مضرات هر کدام را بتوانند

ورجوز می‌گوید: «دلایل خوبی که برای تدریس آمار در سطح مدارس وجود داشت، با مرور زمان از بین نرفته‌اند» آمار احساس خوبی برای درک اعداد در دانش‌آموز ایجاد می‌کند. کارکردن با کارهای آماری، درک ساختاری و تغییر انواع نمودارها و جداول را فراهم می‌آورد و نیز کارهای محاسباتی با کامپیوتر و ماشین حساب را یاد می‌دهد. کار کردن با داده‌های آماری احساس و درک لازم برای تأثیر انحرافات را که بسیار مهم و مشکل است و به عنوان یکی از محورهای اصلی اندیشه آماری است، در دانش‌آموز به وجود می‌آورد. علاوه بر آن، یک فرد عادی باید در رابطه با نقش اطلاعات آماری در تصمیم‌گیریها و برنامه‌ریزیهای اقتصادی و اجتماعی درک لازم را داشته باشد و استفاده بجا و نابجا از آمار در رسانه‌های گروهی و سخنان سیاستمداران را درک کند.

استفاده وسیع از روشهای آماری در بسیاری از حرفه‌ها، داد و ستد و مسائل اجتماعی و اقتصادی و در سایر علوم بسیار اهمیت دارد و لذا هر فارغ‌التحصیل دبیرستان باید با آنها آشنا باشد. علاوه بر آن نباید فراموش کرد که آمار و احتمال دو ساختارهای جالب ریاضی هستند و مطالعه آنها به این دلیل نیز مفید است [۸].

تجزیه تدریس آمار در مدارس کشورهای مختلف نشان داده که این درس می‌تواند به عنوان درسی برای عموم دانش‌آموزان باشد و جهت آموزش ریاضی را برای «فقط نخبگان» از بین می‌برد، که در راستای عمومی‌کردن ریاضی اهمیت فراوان دارد [۹]. حتی در برخی از گزارشها، نقش علاقه کمتر زنان به آموزش ریاضی را کم‌رنگتر نشان داده و آموزش آمار به جای دروس ریاضی در این رابطه مؤثر گزارش شده است. [۸].

البته برخی از صاحب‌نظران مشکل طرح سؤال و مشارکت آمار را در انجام مسابقات عنوان کرده‌اند. ولی باید توجه داشت که آموزش آمار برای کارهای گروهی و انجام پروژه‌ها که یکی از ضروریات جامعه ماست بسیار مفید است و نحوه امتحان گرفتن از این موضوع درسی را باید با اجرای پروژه‌های مشترک دانش‌آموزی از روش سنتی امتحان گرفتن جدا ساخت.

نکته دیگر این است که می‌توان آمار را به عنوان یک درس ریاضی در نظر گرفت و یا حتی به عنوان یک درس عمومیت در میان سایر دروس و برای تمام دانش‌آموزان ارائه داد، که با توجه به نیازهای فارغ‌التحصیلان دبیرستانها در رشته‌های مختلف و نیز عموم شهروندان، تدریس آن برای تمام رشته‌های دبیرستانی توصیه می‌گردد.

در ادامه بحث با توجه به مشاهده نزدیک برنامه‌های کالیفرنیا و کانبرا توسط نویسنده، شمه‌ای از این برنامه‌ها برای استفاده احتمالی در برنامه‌های آینده ایران مطرح خواهد شد:

1) David Vere-Jones

2) National Center for Teachers of Mathematics (NCTM)

3) Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics

4) Mathematics Framework for California Public Schools, Kindergarten through grade twelve

بحث کنند.

و در سال چهارم - اولین قدمها را برای تجربه تجزیه و تحلیل داده‌ها بردارند. (از انتخاب سؤال شروع کرده و راساً به جمع‌آوری داده‌های مربوط، تجزیه و تحلیل آنها به وسیله نمایشهای مختلف و تفسیر نمایشها بپردازند.)

استاندارد ۱۰: آمار در سالهای ۹ تا ۱۲

برنامه ریاضی باید شامل ادامه مطالعه روی تجزیه و تحلیل داده‌ها باشد، به طوری که تمام دانش‌آموزان بتوانند:

- ۱) از روی چارتهای، جدولها و نمودارها، استنباطهایی را به دست آورند و داده‌های دنیای واقعی را خلاصه کنند.
- ۲) با استفاده از برازاندن منحنی بر داده‌ها^۱ پیش‌بینی کنند.
- ۳) اندازه‌های کمیتهای مرکزی، انحرافات و همبستگی را درک کنند و به کار برند.
- ۴) نحوه نمونه‌گیری را بفهمند و به نقش ادعاهای آماری توجه کنند.
- ۵) برای اجرای آزمایشهای آماری، طرح‌ریزی کرده و آنها را به انجام برسانند و نتایج و برآمدها^۲ را به دیگران نشان دهند.
- ۶) تأثیر انتقال اطلاعات روی اندازه‌های کمیتهای مرکزی و انحرافات را تجزیه و تحلیل کنند.

و دانش‌آموزانی که قصد ادامه تحصیل دارند:

- ۱) برای تفسیر داده‌ها و تخمین زدن، بتوانند نتایج داده‌ها را با دیگران مبادله کنند.
- ۲) بتوانند آزمون فرض انجام داده و آماره‌های مناسب را به کار گیرند.

استاندارد ۱۱: احتمال در سالهای ۹ تا ۱۲

برنامه باید شامل ادامه مطالعات احتمالاتی باشد به طوری که تمام دانش‌آموزان بتوانند:

- ۱) برای نمایش و حل مسائلی که حاوی عدم حتمیت^۳ هستند، از احتمال تجربی و قوانین مناسب استفاده کنند.
 - ۲) با استفاده از شبیه‌سازی، احتمال را تخمین بزنند.
 - ۳) ایده متغیر تصادفی را درک کنند.
 - ۴) توزیعهای احتمالی گسسته را ساخته و تفسیر کنند.
 - ۵) منحنی نرمال را به طور کلی توضیح دهند و با استفاده از خواص آن، به سؤالاتی که در مورد مجموعه داده‌هایی مطرح می‌شوند که ادعا شده خاصیت نرمال دارند، پاسخ گویند.
- و علاوه بر آن، دانش‌آموزانی که قصد ادامه تحصیل دارند بتوانند ایده متغیر

استاندارد ۱۰: آمار در سالهای پنجم تا هشتم

برنامه باید شامل کشف آمار در مسائل واقعی باشد به طوری که دانش‌آموزان بتوانند:

- ۱) به طور منظم و اصولی داده‌ها را جمع‌آوری، دسته‌بندی و تفسیر کنند.
- ۲) جداول، چارتهای و نمودارها را بسازند، بخوانند و توصیف کنند.
- ۳) گزارشهای استنباطی و قانع‌کننده بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها ارائه دهند.
- ۴) گزاره‌های داده شده بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها را ارزیابی کنند.
- ۵) درک لازم برای روشهای آماری را به عنوان ابزارهای قوی برای تصمیم‌گیری به دست آورند.

استاندارد ۱۱: احتمال در سالهای پنجم تا هشتم:

برنامه باید شامل کشف و درک احتمال در مسائل واقعی باشد به طوری که دانش‌آموزان بتوانند:

- ۱) حالتی را به وسیله طرح‌ریزی، انجام آزمایشها و شبیه‌سازی مدلبندی کرده و به کمک آن احتمالها را محاسبه کنند.
 - ۲) با ساختن فضای نمونه‌ای، مدل‌هایی بسازند که منجر به محاسبه احتمال شود.
 - ۳) قدرت استفاده از مدل‌های احتمال را با مقایسه نتایج تجربی با امید ریاضی به دست آورند.
 - ۴) بر اساس احتمالات عملی و یا کلاسیک پیش‌بینی کنند.
 - ۵) نقش نافذ احتمال در دنیای واقعی را لمس کنند.
- و به طور مثال در سال پنجم: از آمارهای موجود در جراید استفاده کرده و در مورد راههای جمع‌آوری آنها و یا نمونه‌گیری بحث کنند.
- آزمایشهای مکعبهای داخل کیسه و یا داخل ظرف را انجام دهند و از این راه با مفاهیم جمعیت و نمونه آشنا شوند. لزوم نمونه‌گیری را با هم بحث کنند. در مورد یک مسئله واقعی، نمونه‌ای تصادفی انتخاب کنند و نتایج به دست آمده در مورد یک مسئله را با هم بحث کنند.

1) fitting 2) outcomes 3) Uncertainty

- [3] Velleman, Paul F. and Hoaglin, David C., Data Analysis, in Perspectives on Contemporary Statistics, MAA (1992).
- [4] Thisted, Ronald A. and Vellman, Paul F., Computers and Modern Statistics, in Perspectives on Contemporary Statistics, MAA (1992).
- [5] Shafer, Glenn, What is Probability, in Perspectives on Contemporary Statistics, MAA (1992).
- [6] Morrison S. J., How (Not) to Teach Statistics, Quality Forum, Volume 18, No. 1, pp. 5-12 (1992).
- [7] Moore, David S., A Generation of Statistics Education: An Interview with Fredrick Mosteller, Journal of Statistics Education, Volume 1, No. 1 (1993).
- [8] Vere-Jones, David, Statistical Education in the Next Ten Years: Past Perspectives and Future Prospects, The New Zealand Statistician, Vol. 31, No. 1, pp. 2-12 (1996).
- [9] Vere-Jones, David, The Coming of Age of Statistical Education, International Statistical Review, 63, No.1, pp. 3-23 (1995).
- [10] Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, (1989).
- [11] Mathematics Framework for California Public Schools, Kindergarten Through Grade Twelve, California Department of Education, Sacramento, (1992).
- [12] Mathematics Curriculum Framework, Australian Capital Territory, Department of Education, Australian Capital Territory Government, (1992).
- [13] Jolliffe, Flavia, Probability and Statistics for the Future Citizen, Working Group 12, ICME-7 proceedings, (1992), Les Presses de l'Universite Laval, Canada, pp. 168-173 (1994).
- [14] Schaeffer, Richard, Statistics in the School and College Curriculum, Topic Group 15, ICME-7 proceedings, (1992), Les Presses de l'Universite Laval, Canada, pp. 286-288 (1994).
- [۱۵] رجالی، علی، نامه‌ای سرگشاده به دبیر انجمن آمار ایران، خبرنامه انجمن آمار ایران شماره ۳ - صفحه ۶، تابستان ۱۳۷۳.