

کاربرد آمار در علم باستان شناسی

مهندس محمدعلی الهیاری^۲

چکیده

باید پذیرفت که درجه علمی هر تخصصی به میزان بهره گیری آن علم از ریاضیات و به خصوص آمار بستگی دارد.

تا سال ۱۹۵۰ میلادی باستان شناسان اغلب به روش های سنتی گرایش داشتند و استفاده از علوم ریاضی و طبیعی به طور کلی در پژوهش های آنان نقشی نداشت تا این که کشف پروفیسور "لیبی" (Libby) در زمینه تاریخ گذاری به روش کربن ۱۴ نشان داد که باستان شناسان برای یافته ها و تفسیر داده های خود می بایست به علوم دیگر نیز بپردازند. همواره تحلیل مواد فرهنگی، طبقه بندی و نام گذاری از موضوعات مورد توجه باستان شناسان بوده است. در این مقاله، هدف تدوین تاریخچه این فعالیت ها نیست، بلکه ارائه و معرفی روش ها و طرح های پژوهشی آماری در حوزه باستان شناسی و تلاش برای پیاده کردن الگوهای لازم موارد مشابه برای طبقه بندی و نام گذاری مواد فرهنگی است. مواد فرهنگی که در این مقاله بدان خواهیم پرداخت از محوطه "کوکوبودای" (Kokobudai) ژاپن جمع آوری، طبقه بندی و مورد مطالعه قرار گرفته است و به دوران کهن سنگی تعلق دارد.

مقدمه

^۱ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر (فوق لیسانس آمار)

مراجعه به کتابها، مقاله ها و پژوهش های باستان شناسی نشان می دهد که در زمینه کاربرد آمار و ریاضیات در علم باستان شناسی به ندرت گامی برداشته شده است، حال آن که همواره استقرار، تحلیل و تفسیر مواد فرهنگی، طبقه بندی و نام گذاری از جمله موضوعات مورد توجه آنها است.

باستان شناسان سنتی از طریق مقایسه شکل دست سازها به طبقه بندی و تاریخ گذاری مواد فرهنگی می پردازند ولی تجربه ثابت کرده است که چشم باستان شناسی، ابزار دقیقی برای انجام چنین کاری نیست و وجه تمایزهای بسیار کوچک همواره از دید آنها پوشیده می ماند و اینجاست که روش های آماری در طبقه بندی و نام گذاری مواد اهمیت پیدا می کنند.

در طبقه بندی دست سازها دو عامل مورد تأکیدند: ۱. تکنیک و ساخت ۲. شکل یا فرم.

شکل یا فرم دست سازها هدف اصلی طبقه بندی به کمک روش های آماری را شامل می شود، زیرا از دیدگاه ریاضی و آمار^۲ هر شکل، اندازه و نسبت های خاص خود را دارد که این اندازه ها و نسبت ها به مانند شناسنامه آنها از دیگر نمونه ها متمایز می سازد و شاخص خوبی برای شناخت و معرفی آن نمونه قلمداد می گردد.

در این مقاله تلاش می شود که با ارائه و معرفی روش های آماری، باستان شناسان در کنار دیگر متخصصان بتوانند با استفاده از ابزار پژوهش های مشترک توانایی لازم برای کسب دانش های نوین را بدست آورند؛ نیز بتوانند گام هایی برای تفسیر و نتیجه گیری بهتر از داده ها، مشاهدات و یافته های بدست آمده بردارند و با طرح مسائل پژوهشی و کاربرد آمار در علم باستان شناسی کوشش می شود تا الگوهای لازم برای پیاده کردن موارد مشابه برای طبقه بندی مواد فرهنگی آماده شود.

جمع آوری، اندازه گیری و محاسبات آماری مواد فرهنگی

مواد فرهنگی که در این مقاله بدان خواهیم پرداخت از محوطه کوكوبوداي ژاپن (Kokobudai) جمع آوری، طبقه بندی و مورد مطالعه قرار گرفته است.

^۲ کاربرد ریاضیات و آمار در تبیین و تفسیر داده های باستان شناسی با کار مشترک یک باستان شناسی (Brainard, ۱۹۵۱) و یک ریاضی دان (Robinson, ۱۹۵۱) و براساس مطالعات کروب (Krobe, ۱۹۴۰) مشخص کرد که می توان با استفاده از ریاضیات و آمار می توان تاریخ گذاری نسبی براساس تسلسل ابزار را در علم باستان شناسی فرمول بندی و تفسیر و نتیجه گیری کرد.

۳۰ نمونه کارد مانند (شامل کاردهای کولدار) تشکیل یک مجموعه را داده اند. اندازه گیری ها یا صفات موردنظر در طرح شماره ۱ نشان داده شده است.

برای هر کارد پنج صفت اندازه گیری شده است که توضیح چگونگی این اندازه ها به شرح زیر می باشند:

- (۱) طول نمونه L
- (۲) $\frac{B}{L}$ (نسبت عرض نمونه به طول)
- (۳) $\frac{T_h}{B}$ (نسبت بیشترین ضخامت نمونه به عرض آن)
- (۴) $\frac{B_1}{B_2}$ (نسبت عرض نمونه در $\frac{1}{5}$ طول از انتهای ابزار)
- (۵) $\frac{T_1}{L}$ (نسبت ضخامت ابزار در $\frac{1}{5}$ طول از نوک ابزار به طول نمونه)

اندازه گیری اصلی و اولیه نمونه بدست آمده در جدول شماره (۱) آورده شده است.

این اندازه ها در عدد ۱۰۰ ضرب و عدد ۰/۱ بدان افزوده و لگاریتم نپرین (طبیعی) گرفته شده و برای انجام عملیات ریاضی و آماری مهیا گردیده است.^۴

جدول شماره ۱: اندازه گیری اولیه و اصلی ۳۰ نمونه کارد از محوطه کوكوبوداي ژاپن (Kokobudai)

$\frac{T_1}{L}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B}{L}$	L طول	شماره
/۱۰	/۸۵	/۳۱	/۴۳	۶/۵	۱
/۱۹	/۸۶	/۵۳	/۵۷	۴/۲	۲
/۱۰	/۹۱	/۵۶	/۳۹	۵/۶	۳
/۱۲	/۵۸	/۴۱	/۴۲	۵/۲	۴
/۱۵	/۹۳	/۶۴	/۳۸	۶/۳	۵

^۴ بجز صفت اول یعنی طول نمونه که اندازه گیری ساده ای است که مستقیماً از ابزار بدست آمده است، بقیه صفات را آقایان رو (Roe, ۱۹۶۴)، گراهام (Graham, ۱۹۷۰) و هودسون (Hodson, ۱۹۷۱) پیشنهاد و مورد تأکید قرار داده اند.

/١٧	/٩٩	/٤٠	/٥٥	٥/٦	٦
/٠٩	/٧٧	/٤١	/٥٠	٥/٧	٧
/٠٦	/٨٤	/١٨	/٨٠	٤/١	٨
/١٨	/٦٠	/٣٧	/٥٣	٦/٤	٩
/١٤	/٨٢	/٥٦	/٤٨	٥/٢	١٠
/١٣	/٦٢	/٤٣	/٤٢	٧/٧	١١
/١٣	/٦٥	/٣٦	/٥٧	٦/٣	١٢
/١٠	/٨٣	/٣١	/٥٣	٨/١	١٣
/١٠	/٨٧	/٢٣	/٣٦	٤/٤	١٤
/١٤	/٨٣	/٥٦	/٥١	٣/٩	١٥
/١٤	١/٠٥	/٥٨	/٣٤	٥/٢	١٦
/١٦	/٥٨	/٥٢	/٤٦	٤/٣	١٧
/١١	/٧٠	/٣٦	/٥٥	٦/٣	١٨
/١١	/٨٠	/٣٥	/٤٤	٧/٦	١٩

$\frac{T_1}{L}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B}{L}$	L طول	ردیف
/١١	/٥٣	/٤٥	/٦٢	٤/٣	٢٠
/١٥	١	/٦٣	/٢٩	٦/٩	٢١
/١٤	/٤٣	/٤٣	/٤٧	٥/٣	٢٢
/٢٧	/٦٥	/٥٤	/٥١	٦/٨	٢٣
/١٥	١/١٨	/٥٧	/٣٨	٦/٧	٢٤
/١٥	١/٠٣	/٤٩	/٣٦	٥/٥	٢٥
/١٤	/٤٩	/٢٩	/٥٤	٥/٩	٢٦

۲۷	۴/۳	/۵۸	/۴۰	/۷۴	/۱۶
۲۸	۴/۴	/۴۸	/۴۳	/۷۴	/۲۰
۲۹	۵	/۴۹	/۳۹	/۷۸	/۱۳

برای هر صفت مجموع داده ها $\sum x_i$ ، میانگین $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ و واریانس $\delta^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$ و انحراف معیار که برابر جذر واریانس می باشد محاسبه و نتیجه در جدول شماره (۲) مشاهده می گردد.

جدول شماره (۲) : اندازه گیری ثانویه نمونه (اندازه ها در ۱۰۰ ضرب، بعلاوه ۰/۱ شده و از آنها لگاریتم نپرین گرفته شده)

و همچنین محاسبه میانگین، واریانس و انحراف معیار برای هرصفت بکار رفته در پژوهش

ردیف	L	$\frac{B}{L}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_1}{L}$	جمع $\sum x_i$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ میانگین هر ردیف
۱	۶/۴۷	۳/۷۶	۳/۴۳	۴/۴۴	۲/۳۱	۲۰/۴۱	۴/۰۸۲
۲	۶/۰۴	۴/۰۴	۳/۹۷	۴/۴۵	۲/۹۴	۲۱/۴۴	۴/۲۹۸
۳	۶/۳۲	۳/۶۶	۴/۰۳	۴/۵۱	۲/۳۱	۲۰/۸۳	۴/۱۶۶
۴	۶/۲۵	۳/۷۴	۳/۷۱	۴/۰۶	۲/۴۹	۲۰/۲۵	۴/۰۵
۵	۶/۶۴	۳/۶۴	۴/۱۶	۴/۵۳	۲/۷۱	۲۱/۴۸	۴/۲۹۶
۶	۶/۳۲	۴	۳/۶۹	۴/۵۹	۲/۸۳	۲۱/۴۳	۴/۲۸۶
۷	۶/۳۳	۳/۹	۳/۷۱	۴/۳۴	۲/۲	۲۰/۴۹	۴/۱۰

۳/۹	۱۹/۵	۱/۸	۴/۴۳	۲/۸۹	۴/۳۸	۶	۸
۴/۲۰۴	۲۱/۰۲	۲/۸۹	۴/۰۹	۳/۶۱	۳/۹۷	۶/۴۶	۹
۴/۲۴	۲۱/۱۹	۲/۶۴	۴/۴	۴/۰۳	۳/۸۷	۶/۲۵	۱۰
۴/۱۶۸	۲۰/۸۴	۲/۵۷	۴/۱۳	۳/۷۶	۳/۷۴	۶/۶۴	۱۱

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ میانگین هر ردیف	$\sum x_i$ جمع	$\frac{T_1}{L}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B}{L}$	L	ردیف
۴/۱۶	۲۰/۸	۲/۵۷	۴/۱۷	۳/۵۸	۴/۰۴	۶/۴۴	۱۲
۴/۲۲۶	۲۱/۱۳	۲/۳۱	۴/۴۲	۳/۴۳	۳/۹۷	۷	۱۳
۳/۹۱۲	۱۹/۵۶	۲/۳۱	۴/۴۶	۳/۱۳	۳/۵۸	۶/۰۸	۱۴
۴/۱۹۸	۲۰/۹۹	۲/۶۴	۴/۴۲	۴/۰۳	۳/۹۳	۵/۹۷	۱۵
۴/۲۲۴	۲۱/۱۲	۲/۶۴	۴/۶۵	۴/۰۶	۳/۵۲	۶/۲۵	۱۶
۴/۱۳۴	۲۰/۶۷	۲/۷۷	۴/۰۶	۳/۹۵	۳/۸۳	۶/۰۶	۱۷
۴/۱۳۲	۲۰/۶۶	۲/۴	۴/۲۴	۳/۵۸	۴	۶/۴۴	۱۸
۴/۱۴۸	۲۰/۷۴	۲/۴	۴/۳۸	۳/۵۵	۳/۷۸	۶/۶۳	۱۹
۴/۱۴۲	۲۰/۷۱	۲/۴	۴/۱۱	۳/۹۷	۳/۸۷	۶/۳۶	۲۰
۴/۰۷	۲۰/۳۵	۲/۴	۳/۹۷	۳/۸	۴/۱۲	۶/۰۶	۲۱
۴/۲۷	۲۱/۳۵	۲/۷۱	۴/۶	۴/۱۴	۳/۳۷	۶/۵۳	۲۲
۴/۰۵۶	۲۰/۲۸	۲/۶۴	۳/۷۶	۳/۷۶	۳/۸۵	۶/۲۷	۲۳
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ میانگین هر ردیف	$\sum x_i$ جمع	$\frac{T_1}{L}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B}{L}$	L	ردیف

٤/٣٨	٢١/٩	٣/٢٩	٤/١٧	٣/٩٩	٣/٩٣	٦/٥٢	٢٤
٤/٣٣٢	٢١/٦٦	٢/٧١	٤/٧٧	٤/٠٤	٣/٦٤	٦/٥	٢٥
٤/٢٢٢	٢١/١١	٢/٧١	٤/٦٣	٣/٨٩	٣/٥٨	٦/٣	٢٦
٤/٠٥٦	٢٠/٢٨	٢/٦٤	٣/٨٩	٣/٣٧	٤	٦/٣٨	٢٧
٤/١٧٦	٢٠/٨٨	٢/٧٧	٤/٣	٣/٦٩	٤/٠٦	٦/٠٦	٢٨
٤/٢٠٢	٢١/٠١	٣	٤/٣	٣/٧٦	٣/٨٧	٦/٠٨	٢٩
٤/١٣٦	٢٠/٦٨	٢/٥٧	٤/٣٥	٣/٦٦	٣/٨٩	٦/٢١	٣٠
مجموع كل 624,76	$\sum \bar{x}_i = 77,57$ $\bar{x} = 2,58$ $\delta = 0,277$	$\sum \bar{x}_i = 129,62$ $\bar{x} = 4,32$ $\delta = 0,236$	$\sum \bar{x}_i = 112,37$ $\bar{x} = 3,74$ $\delta = 0,292$	$\sum \bar{x}_i = 115,53$ $\bar{x} = 3,85$ $\delta = 0,225$	$\sum \bar{x}_i = 189,67$ $\bar{x} = 6,32$ $\delta = 0,225$		

پروپشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

همبستگی و ارتباط بین صفات

برای بررسی و میزان ارتباط و همبستگی بین صفات مورد بحث ابتدا طبق شرح زیر ضریب همبستگی r را محاسبه نموده و اگر $r=1$ باشد گوییم همبستگی بین دو صفت، کامل و مستقیم است و اگر $r=-1$ باشد رابطه بین دو صفت کامل و معکوس، و اگر $r=0$ بدست آید گوییم بین دو صفت همبستگی و ارتباطی وجود ندارد. پس همواره $-1 \leq r \leq 1$ می باشد و مثبت بودن r نشان می دهد که یک رابطه مستقیم و منفی بودن نشانگر رابطه معکوس بین دو صفت است و هر چقدر r به 1 یا -1 نزدیکتر شود همبستگی قویتر و اگر r به صفر نزدیک شود همبستگی ضعیف خواهد بود.

اگر دو صفت x و y از واحدهای اندازه گیری تبعیت نمایند همبستگی را می توان از ضریب همبستگی پیرسن طبق فرمول

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{[\sum x^2 - n\bar{x}^2][\sum y^2 - n\bar{y}^2]}}$$

که $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ و $\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$ بدست آورد.

برای اینکه r از واحدهای اندازه گیری تبعیت نکند مقادیر x و y را طبق فرمول های $Z_x = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta_x}$ و $Z_y = \frac{y_i - \bar{y}}{\delta_y}$ استاندارد می کنیم و در این حالت معادله خط رگرسیون $y = ax + b$ بصورت $z_y = az_x$ تبدیل و بنابراین مقدار r از فرمول $r = a \frac{\delta_x}{\delta_y}$ که δ_x و δ_y انحراف معیار x و y می باشند بدست می آید.

در این پژوهش مقدار ضریب همبستگی r بین صفات مورد بحث را از فرمول فوق محاسبه و در جدول (۳) آورده ایم و برای مشخص شدن نحوه محاسبه، بطور نمونه محاسبه ضریب همبستگی بین دو صفت L و $\frac{B}{L}$ را با استفاده از داده های جدول (۲) نشان می دهیم.

$$z_x = \frac{189,67 - 6,32}{0,225} = 814,89 \quad , \quad z_y = \frac{115,53 - 3,85}{0,202} = 552,87$$

$$a = \frac{z_y}{z_x} = \frac{552,87}{814,89} = 0,678 \Rightarrow r = a \cdot \frac{\delta_x}{\delta_y} = (0,678) \left(\frac{0,225}{0,202} \right) = 0,755$$

که این مقدار نشان می دهد که یک رابطه و همبستگی مستقیم و قوی بین دو صفت L و $\frac{B}{L}$ وجود دارد.

یا به عنوان مثال دیگر رابطه بین دو صفت $\frac{B_1}{B_2}$ و $\frac{B}{L}$ را مشاهده می نمایید.

$$z_x = \frac{115,53 - 3,85}{0,202} = 552,87$$

$$\Rightarrow a = \frac{530,93}{552,87} = 0,96 \Rightarrow r = 0,82$$

$$z_y = \frac{129,62 - 4,32}{0,236} = 530,93$$

$r = 0,82$ نشان می دهد که یک رابطه مستقیم و قوی بین دو صفت B/L و B₁/B₂ وجود دارد که ضریب همبستگی بین صفات به کار گرفته شده در پروژه به همین ترتیب محاسبه و نتیجه در جدول زیر آورده شده است.

جدول شماره (۳) محاسبه ضریب همبستگی r بین صفات به کار گرفته شده در این پژوهش

صفات	L	$\frac{B}{L}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_1}{L}$
L	۱	۰/۷۵۵	۰/۳۵۵	۰/۶۲۰	۰/۲۶۹
$\frac{B}{L}$	۰/۷۵۵	۱	۰/۴۶۵	۰/۸۲	۰/۳۵۶
$\frac{T_h}{B}$	۰/۳۵۵	۰/۴۶۵	۱	۰/۵۶۵	۰/۷۶۶
$\frac{B_1}{B_2}$	۰/۶۲۰	۰/۸۲	۰/۵۶۵	۱	۰/۴۳۳
$\frac{T_1}{L}$	۰/۲۶۹	۰/۳۵۶	۰/۷۶۶	۰/۴۳۳	۱

با مراجعه به جدول شماره (۳) که ضریب همبستگی بین صفات بکار گرفته شده در این پژوهش را نشان می دهد درمی یابیم که روابط مستقیمی بین صفات مورد بررسی ۳۰ نمونه کارد موجود است و اعداد بدست آمده میزان و درجه همبستگی را بین صفات به نمایش می گذارد.

حال با استفاده از جدول آنالیز واریانس و آزمون F (فیشر) می خواهیم به پاسخ این سؤال پردازیم که آیا می توان ۳۰ نمونه کارد را از دیدگاه شکل طبقه بندی نمود؟ یا خیر؟

آزمون F

برای آزمون اینکه آیا در مجموعه مورد مطالعه تمایز و اختلاف معنی داری وجود دارد و اینکه آیا می توان تمامی نمونه ها را در یک گروه قرار داد؟ یا خیر؟

بدین منظور ابتدا F محاسبه شده را به کمک جدول آنالیز واریانس به صورت زیر بدست می آوریم.

منبع تغییرات	مجموع مجزورات SS	درجه آزادی df	میانگین مجزورات MS	F محاسبه شده
بین گروهها α	SS_{α}	$k-1$	$MS_{\alpha} = \frac{SS_{\alpha}}{k-1}$	$F = \frac{MS_{\alpha}}{MSe}$
داخل گروهها e	SS_e	$N-k$	$MS_e = \frac{SS_e}{N-k}$	
کل T	SS_T	$N-1$		

SS ها از فرمول های زیر بدست می آیند:

$$SS_T = \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

$$SS_{\alpha} = \frac{(\sum x_i)^2}{n_i} - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

$$SS_e = SS_T - SS_{\alpha}$$

پس از محاسبه SS ها جدول آنالیز واریانس را تشکیل می دهیم و از آنجا F محاسبه شده بدست می آید و آنرا با F_{α} جدول با درجه آزادی $N-k$ و $N-1$ مقایسه می کنیم (F جدول در پایان هر کتاب آماری وجود دارد) اگر F محاسبه شده از F_{α} کمتر باشد می توان نتیجه گرفت که در مجموعه مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود ندارد و می توان تمام نمونه ها را در یک گروه قرار داد در غیر این صورت تصمیم می گیریم که امکان گروه بندی جامعه مورد مطالعه وجود دارد.

طبق داده های جدول شماره (۲) در مجموعه مورد پژوهش داریم:

$$SS_T = \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 - \frac{\left(\sum x_i \right)^2}{N} = 2835 - \frac{(624,7)^2}{150} = 2835 - 2601 = 234$$

$$SS_\alpha = \frac{\left(\sum x_i \right)^2}{n_i} - \frac{\left(\sum x_i \right)^2}{N} = 2691,3 - 2601 = 90,3$$

$$SS_e = 234 - 90,3 = 143,7$$

جدول شماره ۵ : نتیجه محاسبات انجام یافته (جدول آنالیز واریانس)

محاسبه F	MS	d.f	SSها	منبع تغییرات
$F = \frac{MS_\alpha}{MSe} = 2,61$	$MS_\alpha = \frac{91,3}{29} = 3,11$	$k-1=30-1=29$	$SS_\alpha = 90,3$	بین گروهها α
	$MS_e = \frac{143,7}{120} = 1,19$	$N-n=120$	$SS_e = 143,7$	داخل گروهها e
		$N-1=150-1=149$	$SS_T = 234$	کل T

با مقایسه مقدار بدست آمده $F=2/61$ با $F_{\%5,29,120}=1,5$ و $F_{\%1,29,120}=1,86$ جدول در می یابیم که امکان گروه بندی مجموعه مورد پژوهش وجود دارد.

گروه بندی مجموعه مورد پژوهش

هدف از گروه بندی جامعه مورد مطالعه یافتن تمایزها بین یک مجموعه از آثار فرهنگی به نام "کارد" می باشد و می خواهیم نمونه ها را طوری کنار هم قرار دهیم که میزان تمایز آنها به حداقل برسد و برای انجام این کار از کمیت $L.S.D$ "کوچکترین تفاوت معنی داری" استفاده می کنیم که از فرمول زیر بدست می آید:

$$L.S.D = t_{(5,df_1)} \sqrt{\frac{2MS_e}{n}}$$

که در مجموعه مورد پژوهش طبق نتایجی که قبلاً در جدول آنالیز واریانس بدست آورده ایم $MS_e=1,19$ ، $df_1=N-n=150-30=120$ و t از جدول t استودنت برابر $t_{\%5,120}=1/960$ بدست می آید، پس داریم:

$$L.S.D = 1,96 \sqrt{\frac{2(1,19)}{5}} = 1,35$$

^۴ L.S.D=Least Significant difference کوچکترین تفاوت معنی داری

سپس میانگین ۳۰ نمونه کارد را که برای ۵ صفت محاسبه و در جدول (۲) آورده ایم به صورت نزولی مرتب می‌کنیم و برای سهولت در انجام محاسبات میانگین‌ها را در ۱۰ ضرب و بطور نزولی مرتب کرده و نتیجه را در جدول (۴) مشاهده می‌نمایید.

جدول (۴) تنظیم نزولی میانگین ۳۰ نمونه کارد

۲۶	۱۶	۱۳	۱۰	۲۲	۶	۲	۵	۲۵	۲۴	شمار نمونه
$\frac{42}{2}$ ۲	$\frac{42}{2}$ ۴	$\frac{42}{2}$ ۶	$\frac{42}{4}$	$\frac{42}{7}$	$\frac{42}{6}$	$\frac{42}{8}$ ۸	$\frac{42}{9}$ ۶	$\frac{43}{3}$ ۲	$\frac{43}{8}$	$\bar{x} \times 10$
۳۰	۲۰	۱۹	۱۲	۳	۱۱	۲۸	۱۵	۲۹	۹	شمار نمونه
$\frac{41}{3}$ ۶	$\frac{41}{4}$ ۲	$\frac{41}{4}$ ۸	$\frac{41}{6}$	$\frac{41}{6}$ ۶	$\frac{41}{6}$ ۸	$\frac{41}{7}$ ۶	$\frac{41}{7}$ ۶	$\frac{42}{0}$ ۲	$\frac{42}{0}$ ۴	$\bar{x} \times 10$
۸	۱۴	۴	۲۳	۲۷	۲۱	۱	۷	۱۸	۱۷	شمار نمونه
۳۹	$\frac{39}{1}$ ۲	$\frac{40}{5}$	$\frac{40}{5}$ ۶	$\frac{40}{5}$ ۶	$\frac{40}{7}$	$\frac{40}{8}$ ۲	۴۱	$\frac{41}{3}$ ۲	$\frac{41}{3}$ ۴	$\bar{x} \times 10$

بعد از مرتب شدن میانگین‌ها، مقدار L.S.D را از بزرگترین میانگین کسر می‌کنیم. $\bar{x}_m - L.S.D$

هر میانگین که از نتیجه بدست آمده بزرگتر و یا مساوی باشد در یک گروه قرار می‌گیرد و سپس عملیات را برای تعیین گروه‌های بعدی تکرار می‌کنیم.

چون هدف یافتن تمایزها بین یک مجموعه از آثار فرهنگی بنام کارد می‌باشد برای تعیین گروه‌های مقدماتی، باید حد بالا و پایین را نیز مشخص کنیم؛ یعنی حدود اعتماد را بدست آوریم که برای این منظور از تعداد میانگین‌هایی که در یک گروه قرار می‌گیرند میانگین می‌

گیریم و آنرا با \bar{z} نشان می دهیم $\left(\bar{z} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}\right)$ سپس حدود اعتماد را از

$$\bar{z} \pm t_{(n_1, \%5)} \sqrt{\frac{MS_\alpha}{m.n}}$$

فرمول زیر بدست می آوریم:

MS_α میانگین مجزورات بین گروه ها می باشد که از جدول آنالیز واریانس استخراج می شود و m تعداد میانگین هایی است که در یک گروه قرار می گیرند و n تعداد صفت مورد بحث برای هر نمونه ($n=5$) می باشد و t از جدول t استخراج می شود. که درجه آزادی n_1 برابر تعداد نمونه کارد مورد آزمایش منهای یک می باشد. ($t_{\%5,29} = 2,045, n_1 = 30 - 1 = 29$)

مراحل انجام محاسبات و گروه بندی را در زیر مشاهده می نمایید که نتایج کلی آن در جدول (۶) خلاصه شده است.

گروه اول:

$$\bar{x}_m - L.S.D = 43,8 - 1,35 = 42,45$$

با توجه به جدول (۴) نمونه هایی که میانگین آنها از $42/45$ بزرگتر یا مساوی است. ۶ نمونه به قرار زیر می باشد:

$$1) 24, 25, 5, 2, 6, 22 \Rightarrow \bar{z} = 43,08$$

حدود اعتماد برای گروه ۱ بصورت زیر است:

$$\bar{z} \pm t_{(\%5, n_1)} \sqrt{\frac{MS_\alpha}{m.n}} \Rightarrow 43,08 \pm 2,045 \sqrt{\frac{3,11}{6 \times 5}}$$

$$\Rightarrow 43,08 \pm 0,65 \Rightarrow (42,43, 43,73)$$

گروه دوم:

$$\bar{x}_m - L.S.D = 42,4 - 1,35 = 41,05$$

که با مراجعه به جدول ۴ مشاهده می شود ۱۶ نمونه دارای میانگین بیشتر یا مساوی $41/05$ می باشند.

2) 10 , 13 , 16 , 26 , 9 , 29 , 15 , 28 , 11 , 3 , 12 , 19 , 20 , 30 , 17 , 18

$$\bar{z} = 41,79 \Rightarrow \bar{z} \pm t \sqrt{\frac{MS_{\alpha}}{m.n}} \Rightarrow 41,79 \pm 2,045 \sqrt{\frac{3,11}{16 \times 5}}$$

$$\Rightarrow 41,79 \pm 0,403 \Rightarrow (41,37,42,193) \text{ د حدوداء تما}$$

گروه سوم :

$$\bar{x}_m - L.S.D = 41 - 1,35 = 39,65$$

طبق جدول (۴) تعداد ۶ نمونه کارد مشاهده می شود که میانگین آنها از ۳۹/۶۵ بزرگتر یا مساوی می باشند که گروه (۳) را تشکیل می دهند.

3) 7 , 1 , 21 , 27 , 23 , 4

$$\bar{z} = 40,69 \Rightarrow \bar{z} \pm t \sqrt{\frac{MS_{\alpha}}{m.n}} \Rightarrow 40,69 \pm 2,045 \sqrt{\frac{3,11}{6 \times 5}}$$

$$\Rightarrow 40,69 \pm 0,65 \Rightarrow (40,04,41,34)$$

گروه چهارم :

$$\bar{x}_m - L.S.D = 39,12 - 1,35 = 37,77$$

4) 14 , 8

$$\Rightarrow \bar{z} = \frac{39,12 + 39}{2} = 39,06 \Rightarrow \bar{z} \pm t \sqrt{\frac{MS_{\alpha}}{m.n}} \Rightarrow 39,06 \pm 2,045 \sqrt{\frac{3,11}{2 \times 5}}$$

$$\Rightarrow (37,92,40)$$

جدول (۶) گروه بندی ۳۰ نمونه کارد

گروه	درصد	تعداد	نمونه های موجود در هر گروه	حدود اعتماد میانگین ها
۱	۲۰٪	۶	۲۴, ۲۵, ۵, ۲, ۶, ۲۲	۴۲/۴۳-۴۳/۷۳
۲	۵۳/۳٪	۱۶	۱۰, ۱۳, ۱۶, ۲۶, ۹, ۲۹, ۱۵, ۲۸, ۱۱, ۳	۴۱/۳۷-۴۲/۱۹۳

	, ۱۲, ۱۹, ۲۰, ۳۰, ۱۷, ۱۸			
۴۰/۰۴-۴۱/۳۴	۷, ۱, ۲۱, ۲۷, ۲۳, ۴	۶	٪۲۰	۳
۳۷/۹۲-۴۰	۱۴, ۸	۲	٪۶/۷	۴

نتیجه گیری

در مقاله حاضر سعی شد گوشه ای از کاربردهای آمار در علم باستان شناسی نشان داده شود. همانطور که مشاهده گردید با استفاده از تکنیک های آماری مجموعه ای مرکب از ۳۰ نمونه کارد جمع آوری شده از محوطه کوکوبودای ژاپن طبقه بندی و گروه بندی شد که اساس این گروه بندی بر شکل کاردها استوار بود. از روی اطلاعات بدست آمده و با طبقه بندی کاردها می توان به نتایجی از جمله نحوه استفاده، عملکرد و شیوه مصرف کاردها دست یافت. همچنین طبقه بندی براساس شکل ابزار و اشیاء باستانی ما را به نامگذاری دقیق و استاندارد پژوهش های باستان شناسی هدایت می کند که کاربرد ریاضیات و آمار امکان نامگذاری و استاندارد کردن برخی از واژه ها را فراهم می سازد و این موضوع اهمیت هرچه بیشتر استفاده از آمار و ریاضیات را آشکار می سازد.

پس هدف از ارائه این پژوهش این بود که پژوهشگران باستان شناسی بتوانند با بهره گیری از علوم دیگر در تبیین و تفسیر داده ها و کاوش های خود گام هایی جدید در جهت پیشبرد اهداف خود بردارند.

کتابنامه

رابرت ب. اش، نظریه اساسی احتمال، ترجمه نوزاد ایزد دوستدار، تهران انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

Amirloo, E. *Palaeolithic period in Japan with special reference to Kokuldai and kanmuri sites*, unpublished M.A. thesis, Hiroshima university ۱۹۷۹.

Brainard, G.W. "The place of Chronological ordering in archaeological analysis", *American Antiquity*, ۱۶, ۱۹۱, ۲۹۳-۳۰۱.

Butzer, K.W. *environment and archaeology*, Second edition, New york, Aldin, ۱۹۷۹.

Doran, J.E. and F.R. Hodson, *Mathematics and computers in archaeology*, Edinburg, Edinburg university press, ۱۹۷۵.

Graham, J.M. (with a note by Derek roe). "Discrimination of British lower and middle palaeolithic handaxe group

Using canonical varieties", world archaeology, ۱(۳), ۱۹۷۰, ۳۲۰-۳۴۲.