كاربرد آمار در علم باستان شناسي

مهندس محمدعلي الهياری[2]

چكيده

بايد پذيرفت كه درجه علمي هر تخصصي به ميزان بهره گيري آن علم از رياضيات و به خصوص آمار بستگي دارد.

تا سال ۱۹۵۰ ميلادي باستان شناسان اغلب به روش هاي سنتي گرايش داشتند و استفاده از علوم رياضي و طبيعي به طور كلي در پژوهش هاي آنان نقشي نداشت تا اين كه كشف پروفسور "ليبي" (Libby) در زمينه تاريخ گذاري به روش كربن ١٤ نشان داد كه باستان شناسان براي يافته ها و تفسير داده هاي خود مي بايست به علوم ديگر نيز بپردازند. همواره تحليل مواد فرهنگي، طبقه بندي و نام گذاري از موضوعات مورد توجه باستان شناسان بوده است. در اين مقاله، هدف تدوين تاريخچه اين فعاليت ها نيست، بلكه ارائه و معرفي روش ها و طرح هاي پژوهشي آماري در حوزه باستان شناسي وتلاش براي پياده كردن الگوهاي لازم موارد مشابه براي طبقه بندي و نام گذاري مواد فرهنگي است. مواد فرهنگي كه در اين مقاله بدان خواهيم پرداخت از محوطه "كوكوبوداي" (Kokobudai) ژاپن جمع آوري، طبقه بندي و مورد مطالعه قرار گرفته است و به دوران كهن سنگي تعلق دارد.

مقدمه

[1] عضو هيأت علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد ابهر (فوق ليسانس آمار)

مراجعه به کتابها، مقاله ها و پژوهش های باستان شناسی نشان مي دهد که در زمينه کاربرد آمار و رياضيات در علم باستان شناسي به ندرت گامي برداشته شده است، حال آن که همواره استقرار، تحليل و تفسير مواد فرهنگي، طبقه بندي و نام گذاري از جمله موضوعات مورد توجه آنها است.

باستان شناسان سنتي از طريق مقايسه شکل دست سازها به طبقه بندي و تاريخ گذاري مواد فرهنگي مي پردازند ولي تجربه ثابت کرده است که چشم باستان شناسي، ابزار دقيقي براي انجام چنين کاري نيست و وجه تمايزهاي بسيار کوچك همواره از ديد آنها پوشيده مي ماند و اينجاست که روش هاي آماري در طبقه بندي و نام گذاري مواد اهميت پيدا مي کنند.

در طبقه بندي دست سازها دو عامل مورد تأکيدند: ۱. تکنيك و ساخت ۲. شکل يا فرم.

شکل يا فرم دست سازها هدف اصلي طبقه بندي به کمك روش هاي آماري را شامل مي شود، زيرا از ديدگاه رياضي و آمار[۳] هر شکل، اندازه ونسبت هاي خاص خود را دارد که اين اندازه ها و نسبت ها به مانند شناسنامه آنرا از ديگر نمونه ها متمايز مي سازد و شاخص خوبي براي شناخت و معرفي آن نمونه قلمداد مي گردد.

در اين مقاله تلاش می شود که با ارائه و معرفي روش هاي آماري، باستان شناسان در کنار ديگر متخصصان بتوانند با استفاده از ابزار پژوهش هاي مشترك توانايي لازم براي کسب دانش هاي نوين را بدست آورند؛ نيز بتوانند گام هايي براي تفسير و نتيجه گيري بهتر از داده ها، مشاهدات و يافته هاي بدست آمده بردارند و با طرح مسائل پژوهشي و کاربرد آمار در علم باستان شناسي کوشش می شود تا الگوهاي لازم براي پياده کردن موارد مشابه براي طبقه بندي مواد فرهنگي آماده شود.

جمع آوري، اندازه گيري ومحاسبات آماري مواد فرهنگي

مواد فرهنگي که در اين مقاله بدان خواهيم پرداخت از محوطه کوکوبوداي ژاپن (Kokobudai) جمع آوري، طبقه بندي و مورد مطالعه قرار گرفته است.

[۲] کاربرد رياضيات و آمار در تبيين وتفسير داده هاي باستان شناسي با کار مشترك يك باستان شناسي (Brainard, ۱۹۵۱) و يك رياضي دان (Robinson, ۱۹۵۱) و براساس مطالعات کروب (Krobe, ۱۹٤۰) مشخص کرد که مي توان با استفاده از رياضيات و آمار مي توان تاريخ گذاري نسبي براساس تسلسل ابزار را در علم باستان شناسي فرمول بندي و تفسير و نتيجه گيري کرد.

۳۰ نمونه کارد مانند (شامل کاردهاي کولدار) تشکيل يك مجموعه را داده اند. اندازه گيري ها يا صفات موردنظر در طرح شماره ۱ نشان داده شده است.

براي هر کارد پنج صفت اندازه گيري شده است که توضيح چگونگي اين اندازه ها به شرح زير مى باشند:

۱) L طول نمونه

۲) $\frac{B}{L}$ (نسبت عرض نمونه به طول)

۳) $\frac{T_h}{B}$ (نسبت بيشترين ضخامت نمونه به عرض آن)

٤) $\frac{B_1}{B_2}$ (نسبت عرض نمونه در $1/5$ طول از انتهاي ابزار)

٥) $\frac{T_1}{L}$ (نسبت ضخامت ابزار در $1/5$ طول از نوك ابزار به طول نمونه)

اندازه گيري اصلي و اوليه نمونه بدست آمده در جدول شماره (۱) آورده شده است.

اين اندازه ها در عدد ۱۰۰ ضرب و عدد ۰/۱ بدان افزوده و لگاريتم نپرين (طبيعي) گرفته شده و براي انجام عمليات رياضي و آماري مهيا گرديده است.[٤]

جدول شماره ۱: اندازه گيري اوليه و اصلي ۳۰ نمونه کارد از محوطه کوکوبوداي ژاپن (Kokobudai)

$\frac{T_1}{L}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B}{L}$	L طول	رديف
/۱۰	/۸٥	/۳۱	/٤۳	٦/٥	۱
/۱۹	/۸٦	/٥۳	/٥۷	٤/۲	۲
/۱۰	/۹۱	/٥٦	/۳۹	٥/٦	۳
/۱۲	/٥۸	/٤۱	/٤۲	٥/۲	٤
/۱٥	/۹۳	/٦٤	/۳۸	٦/۳	٥

[۳] بجز صفت اول يعني طول نمونه که اندازه گيري ساده اي است که مستقيماً از ابزار بدست آمده است، بقيه صفات را آقايان رو (Roe, ۱۹٦٤)، گراهام (Graham, ۱۹۷۰) و هودسون (Hodson, ۱۹۷۱) پيشنهاد و مورد تأكيد قرار داده اند.

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

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

۲۷	٤/٣	/٥٨	/٤٠	/٧٤	/١٦
۲۸	٤/٤	/٤٨	/٤٣	/٧٤	/٢٠
۲۹	٥	/٤٩	/٣٩	/٧٨	/١٣

براي هر صفت مجموع داده ها $\sum x_i$ ، ميانگين $\bar{x}=\frac{\sum x_i}{n}$ و واريانس $\delta^2=\frac{\sum (x_i-\bar{x})^2}{n}$ و انحراف معيار كه برابر جذر واريانس مي باشد محاسبه و نتيجه در جدول شماره (٢) مشاهده مي گردد.

جدول شماره (٢) : اندازه گيري ثانويه نمونه (اندازه ها در ١٠٠ ضرب، بعلاوه ١/٠ شده و از آنها لگاريتم نپرين گرفته شده)

و همچنين محاسبه ميانگين، واريانس و انحراف معيار براي هرصفت بكار رفته در پژوهش

رديف	L	$\frac{B}{L}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_1}{L}$	جمع $\sum x_i$	$\bar{x}=\frac{\sum x_i}{n}$ ميانگين هر رديف
١	٦/٤٧	٣/٧٦	٣/٤٣	٤/٤٤	٢/٣١	٢٠/٤١	٤/٠٨٢
٢	٦/٠٤	٤/٠٤	٣/٩٧	٤/٤٥	٢/٩٤	٢١/٤٤	٤/٢٩٨
٣	٦/٣٢	٣/٦٦	٤/٠٣	٤/٥١	٢/٣١	٢٠/٨٣	٤/١٦٦
٤	٦/٢٥	٣/٧٤	٣/٧١	٤/٠٦	٢/٤٩	٢٠/٢٥	٤/٠٥
٥	٦/٦٤	٣/٦٤	٤/١٦	٤/٥٣	٢/٧١	٢١/٤٨	٤/٢٩٦
٦	٦/٣٢	٤	٣/٦٩	٤/٥٩	٢/٨٣	٢١/٤٣	٤/٢٨٦
٧	٦/٣٣	٣/٩	٣/٧١	٤/٣٤	٢/٢	٢٠/٤٩	٤/١٠

۸	٦	٤/۳۸	۲/۸۹	٤/٤۳	۱/۸	۱۹/٥	۳/۹
۹	٦/٤٦	۳/۹۷	۳/٦۱	٤/۰۹	۲/۸۹	۲۱/۰۲	٤/۲۰٤
۱۰	٦/۲٥	۳/۸۷	٤/۰۳	٤/٤	۲/٦٤	۲۱/۱۹	٤/۲٤
۱۱	٦/٦٤	۳/۷٤	۳/۷٦	٤/۱۳	۲/٥۷	۲۰/۸٤	٤/۱٦۸

ردیف	L	$\frac{B}{L}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_1}{L}$	$\sum x_i$ جمع	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ میانگین هر ردیف
۱۲	٦/٤٤	٤/۰٤	۳/٥۸	٤/۱۷	۲/٥۷	۲۰/۸	٤/۱٦
۱۳	۷	۳/۹۷	۳/٤۳	٤/٤۲	۲/۳۱	۲۱/۱۳	٤/۲۲٦
۱٤	٦/۰۸	۳/٥۸	۳/۱۳	٤/٤٦	۲/۳۱	۱۹/٥٦	۳/۹۱۲
۱٥	٥/۹۷	۳/۹۳	٤/۰۳	٤/٤۲	۲/٦٤	۲۰/۹۹	٤/۱۹۸
۱٦	٦/۲٥	۳/٥۲	٤/۰٦	٤/٦٥	۲/٦٤	۲۱/۱۲	٤/۲۲٤
۱۷	٦/۰٦	۳/۸۳	۳/۹٥	٤/۰٦	۲/۷۷	۲۰/٦۷	٤/۱۳٤
۱۸	٦/٤٤	٤	۳/٥۸	٤/۲٤	۲/٤	۲۰/٦٦	٤/۱۳۲
۱۹	٦/٦۳	۳/۷۸	۳/٥٥	٤/۳۸	۲/٤	۲۰/۷٤	٤/۱٤۸
۲۰	٦/۳٦	۳/۸۷	۳/۹۷	٤/۱۱	۲/٤	۲۰/۷۱	٤/۱٤۲
۲۱	٦/۰٦	٤/۱۲	۳/۸	۳/۹۷	۲/٤	۲۰/۳٥	٤/۰۷
۲۲	٦/٥۳	۳/۳۷	٤/۱٤	٤/٦	۲/۷۱	۲۱/۳٥	٤/۲۷
۲۳	٦/۲۷	۳/۸٥	۳/۷٦	۳/۷٦	۲/٦٤	۲۰/۲۸	٤/۰٥٦
ردیف	L	$\frac{B}{L}$	$\frac{T_n}{B}$	$\frac{B_1}{B_2}$	$\frac{T_1}{L}$	$\sum x_i$ جمع	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ میانگین هر ردیف

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

همبستگي وارتباط بين صفات

براي بررسي و ميزان ارتباط و همبستگي بين صفات مورد بحث ابتدا طبق شرح زير ضريب همبستگي r را محاسبه نموده و اگر r=۱ باشد گوييم همبستگي بين دو صفت، كامل و مستقيم است و اگر r=-۱ باشد رابطه بين دو صفت كامل و معكوس، واگر r=۰ بدست آيد گوييم بين دو صفت همبستگي و ارتباطي وجود ندارد. پس همواره $-1 \le r \le 1$ مي باشد و مثبت بودن r نشان مي دهد كه يك رابطه مستقيم و منفي بودن نشانگر رابطه معكوس بين دو صفت است و هر چقدرr به ۱ يا ۱- نزديكتر شود همبستگي قويتر و اگر r به صفر نزديك شود همبستگي ضعيف خواهد بود.

اگر دو صفت x و y از واحدهاي اندازه گيري تبعيت نمايند همبستگي را مي توان از ضريب همبستگي پيرسن طبق فرمول $r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - n\bar{x}^2\right]\left[\sum y^2 - n\bar{y}^2\right]}}$ كه $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ و $\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$ بدست آورد.

براي اينكه r از واحدهاي اندازه گيري تبعيت نكند مقاديرx و y را طبق فرمول هاي $Z_x = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta_x}$ و $Z_y = \frac{y_i - \bar{y}}{\delta_y}$ استاندارد مي كنيم و در اين حالت معادله خط رگرسيون y=ax+b بصورت $z_y = az_x$ تبديل وبنابراين مقدار r از فرمول $r = a\frac{\delta_x}{\delta_y}$ كه δ_x و δ_y انحراف معيار x و y مي باشند بدست مي آيد.

دراين پژوهش مقدار ضريب همبستگي r بين صفات مورد بحث را از فرمول فوق محاسبه و در جدول (۳) آورده ايم و براي مشخص شدن نحوه محاسبه، بطور نمونه محاسبه ضريب همبستگي بين دوصفت L و $\frac{B}{L}$ را با استفاده از داده هاي جدول (۲) نشان می دهيم.

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

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

كه اين مقدار نشان مي دهد كه يك رابطه و همبستگي مستقيم و قوي بين دو صفت L و $\frac{B}{L}$ وجود دارد.

يا به عنوان مثال ديگر رابطه بين دوصفت $\frac{B}{L}$ و $\frac{B_1}{B_2}$ را مشاهده مي نماييد.

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

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

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

r = ۰/۸۲ نشان مي دهد كه يك رابطه مستقيم و قوي بين دو صفت B/L و B۱/B۲ وجود دارد كه ضريب همبستگي بين صفات به كار گرفته شده در پروژه به همين ترتيب محاسبه و نتيجه در جدول زيرآورده شده است.

جدول شماره (۳) محاسبه ضريب همبستگي r بين صفات به كارگرفته شده در اين 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) كه ضريب همبستگي بين صفات بكارگرفته شده در اين پژوهش را نشان مي دهد درمي يابيم كه روابط مستقيمي بين صفات مورد بررسي ۳۰ نمونه كارد موجود است واعداد بدست آمده ميزان و درجه همبستگي را بين صفات به نمايش مي گذارد.

حال با استفاده از جدول آناليز واريانس و آزمون F (فيشر) مي خواهيم به پاسخ اين سئوال بپردازيم كه آيا مي توان ۳۰ نمونه كارد را از ديدگاه شكل طبقه بندي نمود؟يا خير؟

آزمون F

براي آزمون اينكه آيا در مجموعه مورد مطالعه تمايز واختلاف معني داري وجود دارد و اينكه آيا مي توان تمامي نمونه ها را در يك گروه قرار داد؟ يا خير؟

بدين منظور ابتدا F محاسبه شده را به كمك جدول آناليز واريانس به صورت زير بدست مي آوريم.

F محاسبه شده	ميانگين مجذورات MS	درجه آزادي df	مجموع مجذورات SS	منبع تغييرات
$F=\frac{MS\alpha}{MSe}$	$MS_{\alpha}=\frac{SS\alpha}{k-1}$	k-۱	SS_{α}	بين گروهها α
	$MS_{e}=\frac{SSe}{N-k}$	N-k	SS_{e}	داخل گروهها e
		N-۱	SS_{T}	كلT

SSها از فرمول هاي زير بدست مي آيند:

$$SS_{T}=\sum_{i=1}^{N}x_{i}^{2}-\frac{\left(\sum x_{i}\right)^{2}}{N}$$

$$SS_{\alpha}=\frac{\left(\sum x_{i}\right)^{2}}{n_{i}}-\frac{\left(\sum x_{i}\right)^{2}}{N}.$$

$$SS_{e}=SS_{T}-SS_{\alpha}$$

پس از محاسبه SSها جدول آناليز واريانس را تشكيل مي دهيم و از آنجا F محاسبه شده بدست مي آيد و آنرا با F_{α} جدول با درجه آزادي N-k و N-۱ مقايسه مي كنيم (F جدول در پايان هر كتاب آماري وجود دارد) اگر F محاسبه شده از F_{α} كمتر باشد مي توان نتيجه گرفت كه در مجموعه مورد مطالعه اختلاف معني داري وجود ندارد ومي توان تمام نمونه ها را در يك گروه قرار داد در غير اين صورت تصميم مي گيريم كه امكان گروه بندي جامعه مورد مطالعه وجود دارد.

طبق داده هاي جدول شماره (۲) در مجموعه مورد پژوهش داريم:

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

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

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

جدول شماره ٥ : نتيجه محاسبات انجام يافته (جدول آناليز واريانس)

F محاسبه	MS	d.f	SSها	منبع تغييرات
$F=\frac{MS\alpha}{MSe}=2/61$	$MS_\alpha=\frac{91/3}{29}=3/11$	k-١=٣٠-١=٢٩	$SS_\alpha=90/3$	بين گروهها α
	$MS_e=\frac{143/7}{120}=1/19$	N-n=١٢٠	$SS_e=143/7$	داخل گروهها e
		N-١=١٥٠-١=١٤٩	$SS_T=234$	كل T

با مقايسه مقدار بدست آمده F=٢/٦١ با $F_{\%5,29,120}=1/5$ و $F_{\%1,29,120}=1\,8$ جدول در مي يابيم كه امكان گروه بندي مجموعه مورد پژوهش وجود دارد.

گروه بندي مجموعه مورد پژوهش

هدف از گروه بندي جامعه مورد مطالعه يافتن تمايزها بين يك مجموعه از آثار فرهنگي به نام "كارد" مي باشد ومي خواهيم نمونه ها را طوري كنار هم قرار دهيم كه ميزان تمايز آنها به حداقل برسد و براي انجام اين كار از كميت L.S.D[٤] "كوچكترين تفاوت معني داري" استفاده مي كنيم كه از فرمول زير بدست مي آيد:

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

كه در مجموعه مورد پژوهش طبق نتايجي كه قبلاً در جدول آناليز واريانس بدست آورده ايم $MS_e=1/19$ ، $df_1=N-n=150-30=120$ و t از جدول t استودنت برابر $t_{\%5,120}=1/960$ بدست مي آيد، پس داريم:

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

---

[٤] كوچكترين تفاوت معني داري L.S.D=Least Significant difference

سپس میانگین ۳۰ نمونه کارد را که براي ٥ صفت محاسبه و در جدول (۲) آورده ایم به صورت نزولي مرتب مي کنیم و براي سهولت در انجام محاسبات میانگین ها را در ۱۰ ضرب و بطور نزولي مرتب کرده و نتیجه را در جدول (٤) مشاهده مي نمایید.

جدول (٤) تنظیم نزولي میانگین ۳۰ نمونه کارد

شماره نمونه	۲٤	۲٥	٥	۲	٦	۲۲	۱۰	۱۳	۱٦	۲٦
$\bar{x} \times 10$	٤۳/۸	٤۳/۳۲	٤۲/۹٦	٤۲/۸۸	٤۲/۸٦	٤۲/۷	٤۲/٤	٤۲/۲٦	٤۲/۲٤	٤۲/۲۲
شماره نمونه	۹	۲۹	۱٥	۲۸	۱۱	۳	۱۲	۱۹	۲۰	۳۰
$\bar{x} \times 10$	٤۲/۰٤	٤۲/۰۲	٤۱/۷٦	٤۱/۷٦	٤۱/٦۸	٤۱/٦٦	٤۱/٦	٤۱/٤۸	٤۱/٤۲	٤۱/۳٦
شماره نمونه	۱۷	۱۸	۷	۱	۲۱	۲۷	۲۳	٤	۱٤	۸
$\bar{x} \times 10$	٤۱/۳٤	٤۱/۳۲	٤۱	٤۰/۸۲	٤۰/۷	٤۰/٥٦	٤۰/٥٦	٤۰/٥	۳۹/۱۲	۳۹

بعداز مرتب شدن میانگین ها، مقدار L.S.D را از بزرگترین میانگین کسر مي کنیم. $\bar{x}_m - L.S.D$

هرمیانگین که از نتیجه بدست آمده بزرگتر و یا مساوي باشد در یك گروه قرار مي گیرد و سپس عملیات را براي تعیین گروه هاي بعدي تکرار مي کنیم.

چون هدف یافتن تمایزها بین یك مجموعه از آثار فرهنگي بنام کارد مي باشد براي تعیین گروه هاي مقدماتي، باید حد بالا و پایین را نیز مشخص کنیم؛ یعني حدود اعتماد را بدست آوریم که براي این منظور از تعداد میانگین هایي که در یك گروه قرار مي گیرند میانگین مي

گيريم و آنرا با $\bar{z}$ نشان مي دهيم $\left(\bar{z} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}\right)$ سپس حدود اعتماد را از فرمول زير بدست مي آوريم : $\bar{z} \pm t_{(n_1,\%5)}\sqrt{\frac{MS_\alpha}{m.n}}$

MS_α ميانگين مجذورات بين گروه ها مي باشد كه از جدول آناليز واريانس استخراج مي شود و m تعداد ميانگين هايی است كه در يك گروه قرار مي گيرند و n تعداد صفت مورد بحث براي هر نمونه (n=٥) مي باشد و t از جدول t استخراج مي شود. كه درجه آزادي n_1 برابر تعداد نمونه كارد مورد آزمايش منهاي يك مي باشد. $\left(t_{\%5,29} = 2/045\ , n_1 = 30-1 = 29\right)$

مراحل انجام محاسبات و گروه بندي را در زير مشاهده مي نماييد كه نتايج كلي آن در جدول (٦) خلاصه شده است.

گروه اوّل :

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

با توجه به جدول (٤) نمونه هايي كه ميانگين آنها از ٤٢/٤٥ بزرگتر يا مساوي است. ٦ نمونه به قرار زير مي باشد:

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

حدود اعتماد براي گروه ١ بصورت زير است:

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

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

گروه دوم :

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

كه با مراجعه به جدول ٤ مشاهده مي شود ١٦ نمونه داراي ميانگين بيشتر يا مساوي ٤١/٠٥ مي باشند.

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

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

$$\Rightarrow 41_/79 \pm 0_/403 \quad \Rightarrow (41_/37, 42_/193)$$ حدوداع تما د

گروه سوّم :

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

طبق جدول (٤) تعداد ٦ نمونه كارد مشاهده مي شود كه ميانگين آنها از ٣٩/٦٥ بزرگتر يا مساوي مي باشند كه گروه (٣) را تشكيل مي دهند.

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

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

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

گروه چهارم :

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

4) 14 , 8

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

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

جدول (٦) گروه بندي ٣٠ نمونه كارد

گروه	درصد	تعداد	نمونه هاي موجود در هر گروه	حدود اعتماد ميانگين ها
١	%٢٠	٦	٢٤,٢٥,٥,٢,٦,٢٢	٤٢/٤٣-٤٣/٧٣
٢	%٥٣/٣	١٦	١٠,١٣,١٦,٢٦,٩,٢٩,١٥,٢٨,١١,٣	٤١/٣٧-٤٢/١٩٣

	,۱۲,۱۹,۲۰,۳۰,۱۷,۱۸			
٤۰/۰٤-٤۱/۳٤	۷,۱,۲۱,۲۷,۲۳,٤	٦	%۲۰	۳
۳۷/۹۲-٤۰	۱٤,۸	۲	%٦/۷	٤

نتيجه گيري

در مقاله حاضر سعي شد گوشه اي از كاربردهاي آمار در علم باستان شناسي نشان داده شود. همانطور كه مشاهده گرديد با استفاده از تكنيك هاي آماري مجموعه اي مركب از ۳۰ نمونه كارد جمع آوري شده از محوطه كوكوبوداي ژاپن طبقه بندي وگروه بندي شد كه اساس اين گروه بندي بر شكل كاردها استوار بود. از روي اطلاعات بدست آمده و با طبقه بندي كاردها مي توان به نتايجي از جمله نحوه استفاده، عملكرد وشيوه مصرف كاردها دست يافت. همچنين طبقه بندي براساس شكل ابزار و اشياء باستاني ما را به نامگذاري دقيق واستاندارد پژوهش هاي باستانشناسي هدايت مي كند كه كاربرد رياضيات وآمار امكان نامگذاري و استانداردكردن برخي از واژه ها را فراهم مي سازد واين موضوع اهميت هرچه بيشتر استفاده از آمار و رياضيات را آشكار مي سازد.

پس هدف از ارائه اين پژوهش اين بود كه پژوهشگران باستانشناسي بتوانند با بهره گيري از علوم ديگر در تبيين وتفسير داده ها و كاوش هاي خود گام هايي جديد در جهت پيشبرد اهداف خود بردارند.

كتابنامه

رابرت ب.اش، *نظريه اساسي احتمال*، ترجمه نوروز ايزد دوستدار، تهران انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳٦۹.

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, ۱٦, 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, ۱۹۷٥.

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

Using canonical varieties", world archaeology, ۱(۳), ۱۹۷۰, ۳۲۰-۳٤۲.