

یک، دو، سه: چگونه دست‌ساخته‌های سنگی را بشماریم؟
مطالعه روش‌های شمارش دست‌ساخته‌های سنگی شکسته با استفاده از بازسازی تجربی الگوهای
شکستگی

مژگان جایز*

پژوهشگر پسادکتری دانشگاه تربیت مدرس

حامد وحدتی نسب

دانشیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

(از ص ۴۷ تا ۶۳)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۸/۲۸؛ تاریخ پذیرش قطعی: ۹۳/۰۹/۱۵

چکیده

مجموعه دست‌ساخته‌های سنگی را پیش از آن که باستان‌شناسان کشف و گردآوری کنند، همچون سایر داده‌های باستان‌شناسی در طی زمان و در بستر خود دچار تغییراتی می‌شوند که یکی از عمده‌ترین آن‌ها شکستگی است. گرچه واضح است که دست‌ساخته‌های سنگی دچار شکستگی می‌شوند، یافتن روشی برای تخمین ترکیب‌بندی اولیه مجموعه دست‌ساخته‌ها پیش از شکستگی دشوار است. در این نوشتار به این مسئله پرداخته شده است که برای شمارش دست‌ساخته‌های سنگی باید از روش‌های خاصی پیروی کرد و روش‌های کنونی شمارش دست‌ساخته‌های سنگی توضیح داده شده و علاوه بر آن، روش جدیدی برای شمارش تراشه‌های شکسته معرفی شده است. با استفاده از مطالعات تجربی، هفت مجموعه دست‌ساخته‌های سنگی در معرض عوامل شکستگی قرار گرفته‌اند و سپس روش‌های مختلف شمارشی برای شمارش قطعات شکسته آن‌ها استفاده شده است تا مشخص شود کدام روش‌ها در شمارش مجموعه دست‌ساخته‌های سنگی شکسته و تخمین تعداد دست‌ساخته‌ها پیش از آن که دچار شکستگی شوند، دقت بیشتری دارند.

واژه‌های کلیدی: دست‌ساخته‌های سنگی شکسته، تافانومی، روش‌های شمارش

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.jayez@modares.ac.ir

۱- مقدمه

شمارش دست‌ساخته‌های سنگی شاید در نگاه نخست بسیار ساده به نظر برسد، اما باید دانست که این شمارش بدون استفاده از روش‌های علمی و آزمون شده امکان‌پذیر و دقیق نیست. معمولاً برای ارائه آمار دست‌ساخته‌های سنگی در بخش‌های مختلف مطالعاتی، این دست‌ساخته‌ها صرف‌نظر از ویژگی‌های گونه‌شناختی‌شان، با استفاده از اعداد طبیعی (۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و...) یک‌به‌یک شمارش می‌شوند و عدد حاصل، نه‌تنها برای نشان دادن فراوانی انواع گونه‌شناختی، بلکه حتی در آمارهای تفسیری نیز به کار می‌رود. آنچه در این نوشتار به آن پرداخته شده، این است که چنین شمارشی در بسیاری از مواقع دارای خطاست و بنا به دلایل تافونومیک (Taphonomic) که در ادامه به آن‌ها پرداخته خواهد شد، برای شمارش دست‌ساخته‌های سنگی باید از روش‌های خاصی پیروی نمود. این پژوهش‌ها به‌ویژه در مطالعات باستان‌شناختی که دربارهٔ دوران پیش از تاریخ صورت می‌گیرد، مهم است؛ زیرا شمارش دست‌ساخته‌های سنگی اساس مطالعات توصیفی و تفسیری است؛ بنابراین، اگر در ابتدا تخمین غلطی از فراوانی دست‌ساخته‌های سنگی وجود داشته باشد، تفسیری که بر اساس آن ارائه می‌شود بالطبع قابل استناد نخواهد بود. در این نوشتار کوشش شده است تا روش‌های شمارش دست‌ساخته‌های سنگی که پیش‌تر ارائه شده‌اند، بررسی شوند و روش جدیدی علاوه بر روش‌های قبلی ارائه شود.

متخصصان بقایای جانوری در یافته‌های باستان‌شناسی مدت‌هاست نیاز به احتساب فرآیندهای تافونومیک را درک کرده‌اند و روش‌های فراوانی برای محاسبهٔ قطعات جانوری در حالت شکسته، سوخته و هوازده ارائه داده‌اند (ر.ک: Ringrose 1993; Fieller and Turner, 1982; Casteel, 1977)، حتی در زمینهٔ شمارش قطعات سفال و شیشه نیز تلاش‌هایی صورت گرفته است (ر.ک: Orton, 1993; Cool and Baxter, 1996)، اما در زمینهٔ دست‌ساخته‌های سنگی در بسیاری از مواقع روش‌هایی برای شمارش وجود ندارد. نکتهٔ مورد بحث مربوط به شمارش دست‌ساخته‌های سنگی مجموعه‌ها با نگاه به وضعیتی است که قبل از تغییر یافتن به واسطهٔ عوامل فرسایشی و گذشت زمان داشته‌اند. گرچه واضح است که دست‌ساخته‌های سنگی نیز شکسته، سوخته و هوازده می‌شوند و هر یک از این عوامل بر تخریب یا شناسایی آن‌ها تأثیر می‌گذارد، یافتن روش‌هایی برای تخمین ترکیب‌بندی اولیهٔ مجموعهٔ دست‌ساخته‌ها پیش از آسیب‌دیدگی دشوار است و به جای آن، بیشتر به موارد استفادهٔ دست‌ساخته‌ها و تاریخ‌گذاری آن‌ها پرداخته می‌شود، بدون آن که به پیچیدگی‌های فراوانی کمی آن‌ها توجه شود.

دانش تافونومی در معنای تخصصی زمین‌شناسی آن، فرآیندهای فسیل شدن را بررسی می‌کند؛ در واقع فرآیندهایی که باعث تغییرات بقایای موجودات می‌شوند، از زمانی که از چرخهٔ حیات خارج می‌شوند و تا کنون باقی مانده‌اند (دانشیان و اکرمی، ۱۳۹۱). دربارهٔ بقایای باستان‌شناختی، تافونومی درک فرآیندهایی است که بر بقایای استخوانی گذشته است؛ از زمانی که از چرخهٔ حیات خارج می‌شوند تا زمانی که باستان‌شناسان آن‌ها را کشف می‌کنند (Renfrew and Bahn, 1991: 246-247). برخی از باستان‌شناسان این تعریف را از استخوان‌ها به دست‌ساخته‌های سنگی نیز تعمیم داده‌اند و در واقع، مجموعه فرآیندهایی که بر این اشیاء پس

از خارج شدن از چرخه مصرف طی شده است، جزء تافونومی می‌دانند (ر.ک: Eren, et al., 1985; Hiscock, 2011).

فرآیندی که در این نوشتار بیش از همه به آن پرداخته شده است، شکستگی دست‌ساخته‌های سنگی است. این شکستگی به جز در مواردی که عامدانه برای استفاده خاصی از دست‌ساخته‌ها به عنوان ابزار در زمان تولید اتفاق می‌افتاده است، در بیشتر موارد، به‌ویژه در مجموعه‌هایی که از سطح محوطه‌ها گردآوری می‌شوند، ناشی از هوازگی، لگدمال شدن (trampling)، حرارت‌دیدگی و... است. در اثر این شکستگی دست‌ساخته‌های سنگی به قطعاتی تقسیم می‌شوند که الگوی ثابتی برای نحوه شکستن آن‌ها وجود ندارد؛ به عبارت ساده‌تر، یک تراشه ممکن است به دو، سه، چهار یا تعداد زیادی قطعه تبدیل شود که ارزش کمی مجموع آن‌ها برابر با آن تراشه است، اما اگر تعداد قطعات را شمارش کنیم، ممکن است عددی بین دو و بیشتر از آن به دست آوریم. تصور کنید با مجموعه‌ای روبه‌رو هستید که تعداد فراوانی قطعات شکسته تراشه در آن وجود دارد که به دلیل جابه‌جایی فراوان دست‌ساخته‌ها جورکردن (refitting) قطعات شکسته و بازسازی تراشه‌های کامل نیز در بیشتر مواقع امکان‌پذیر نیست، حالا چطور می‌توانید بفهمید این قطعات قبل از شکسته شدن چند تراشه بوده‌اند؟ آیا اگر همین تعداد شکسته را تک‌به‌تک شمارش و در آمارهای خود لحاظ کنیم صحیح است؟

می‌دانیم که فراوانی انواع گونه‌شناختی در مباحث آماری و مقایسه‌ای مطالعات دست‌ساخته‌های سنگی، اساس شکل‌گیری جدول‌ها و نمودارها هستند. در واقع، برخی از مهم‌ترین اطلاعات در زمینه دست‌ساخته‌های سنگی از روابط و همبستگی نسبی انواع گونه‌های مختلف با هم استخراج می‌شود. در اینجا مثال‌هایی از مطالعات دست‌ساخته‌های سنگی می‌آوریم که مبتنی بر کمیت آن‌هاست و در آن‌ها شمارش صحیح تراشه‌ها نقش اساسی دارد.

معمولاً تخمین نسبت برداشته‌های ساده (Blank Flake) به سنگ‌مادرها می‌تواند به ما کمک کند تا حدس بزنیم که تولید دست‌ساخته‌ها در محوطه یا در جای دیگری صورت می‌گرفته است و اینکه برداشته‌هایی که از سنگ‌مادرها تولید شده‌اند، در محوطه استفاده شده‌اند یا به جای دیگری انتقال یافته‌اند. اگر نسبت سنگ‌مادرها بسیار زیاد باشد، بخش مورد کاوش به احتمال قوی کارگاه تولید دست‌ساخته‌ها بوده است، برعکس اگر تعداد سنگ‌مادرها بسیار کمتر از تراشه‌ها باشد، این احتمال مطرح است که دست‌ساخته‌ها در جای دیگری تولید شده‌اند. اکنون تصور کنید با توجه به اینکه میزان شکستگی در سنگ‌مادرها به دلیل قطور بودن در اغلب موارد بسیار کمتر از تراشه‌هاست، شمارش قطعات شکسته تراشه عددی به ما می‌دهد که چندین برابر تعداد واقعی تراشه‌های کاملی است که از سنگ‌مادر جدا شده‌اند. در این صورت، نسبت تراشه‌ها به سنگ‌مادرها بسیار بیشتر از حد واقعی تخمین زده می‌شود و نتیجه‌گیری از آن، مبنی بر این که تراشه‌ها بسیار بیشتر از سنگ‌مادرها هستند و احتمال دارد در مکان دیگری تولید و به محوطه منتقل شده باشند، نادرست خواهد بود. از طرف دیگر، اگر به طور کلی قطعات شکسته را از جامعه آماری حذف کنیم، همچنان تخمین تعداد تراشه‌های کامل بسیار کمتر از تعداد واقعی آن‌ها که شکسته شده‌اند خواهد بود و این خود، خطای دیگری محسوب می‌شود.

مثال دیگری که در این زمینه می‌توان بیان کرد، محاسبه نسبت برداشته‌های ساده به ابزارهاست. این نسبت از طریق تقسیم تعداد تراشه‌ها بر تعداد ابزارها به دست می‌آید. اگر عدد حاصل نشان‌دهنده نسبت پایینی باشد، می‌تواند تأکید بر استفاده از ابزارها را در محوطه نشان دهد که یا نتیجه تبدیل برداشته‌های ساده به ابزارها در محوطه یا نتیجه تولید برداشته‌های ساده در جای دیگر است. در مقابل، اگر عدد حاصل نسبت بالایی را نشان دهد، می‌توان آن را این گونه تفسیر کرد که تولید تراشه‌ها در محل صورت گرفته است یا به صورت برداشته‌های ساده از جای دیگری منتقل شده‌اند (نمونه مشابهی از چنین تفاسیری در Binford and Binford, 1966: 265 ارائه شده است که در بخشی از مطالعه مجموعه‌های لوالوا به آن اشاره شده است). در این محاسبات نیز اگر تعداد برداشته‌های ساده بیشتر یا کمتر از تعداد واقعی آن‌ها باشد، نسبت‌های حاصل از مقایسه آن‌ها خطا خواهد داشت. در ادامه توضیح داده شده است که استفاده از برخی روش‌های شمارشی نامعتبر، به تخمین نادرست تعداد تراشه‌ها (بسیار بیشتر یا بسیار کمتر از تعداد واقعی آن‌ها) منجر خواهد شد. نمونه‌های فراوان دیگری می‌توان مثال زد که در آن‌ها شمارش دست‌ساخته‌ها، بدون توجه به قطعات شکسته و اینکه ارزش کمی آن‌ها برابر با یک تراشه کامل نیست، می‌تواند به خطاهای جدی منجر شود؛ به همین دلیل معتقدیم بررسی روش‌های صحیح شمارشی دست‌ساخته‌های سنگی که شکستگی را در نظر بگیرند، از اساسی‌ترین بخش‌های مطالعاتی دست‌ساخته‌های سنگی محسوب می‌شود. در این نوشتار تلاش ما بر شمارش صحیح تراشه‌های ساده در مجموعه دست‌ساخته‌های سنگی متمرکز است. در ادامه روش‌هایی که در این زمینه وجود دارند، بررسی می‌شوند.

۲- پیشینه مطالعات

تاکنون مطالعات تجربی مفیدی در زمینه الگوهای شکستگی ناشی از عوامل گوناگون صورت گرفته است؛ برای مثال، دوگلاس و وندشایدنر (2012) در زمینه تأثیر لگدمال کردن گله احشام بر دست‌ساخته‌ها و پردی (۱۹۷۵) درباره خردشدگی ناشی از حرارت دست‌ساخته‌ها پژوهش‌هایی انجام داده‌اند، اما در زمینه روش‌های محاسباتی قطعات شکسته دست‌ساخته‌های سنگی مطالعات فراوانی انجام نشده است. نخستین کسی که در تحلیل دست‌ساخته‌های سنگی شمارش را در نظر گرفت، پورتنوی بود (Portnoy, 1987). او در ۱۹۸۷ و در پنجاه و دومین گردهمایی انجمن باستان‌شناسان آمریکا در تورنتو، مقاله‌ای در زمینه نحوه شمارش تعداد حداقل دست‌ساخته‌های سنگی ارائه داد که در آن فرمولی برای محاسبه دست‌ساخته‌های سنگی تبیین کرده بود. در این فرمول، تراشه‌های کامل با بیشترین تعداد از میان قطعات انتهایی پروکسیمال، مدیال و دیستال جمع و عدد حاصل به عنوان تعداد تراشه‌ها لحاظ می‌شد (Portnoy, 1987). وی این روش را در مطالعات خود در زمینه فرهنگ‌های سرخ‌پوستان اکوادور نیز به کار برد (Mayer-Oakes and Portnoy, 1993).

پس از پورتنوی، شات از دانشگاه ایالتی آیووا شمالی که به فرمول محاسباتی پورتنوی انتقادهایی داشت، تلاش کرد تا رهیافتی را که اورتون (۱۹۹۳) در زمینه شمارش قطعات شکسته سفال ارائه داده بود، گسترش دهد و برای شمارش دست‌ساخته‌های سنگی به کار برد (Shott, 2000). در واقع آنچه شات ارائه داد، مبتنی بر این مفهوم بود که هر قطعه شکسته‌ای بسته به این که کدام بخش از تراشه سالم باشد، ارزش

محاسباتی خاصی دارد که درصد مشخصی از کل تراشه است. سپس با محاسبه نسبت این درصد با ۱۰۰ تلاش کرد تا ارزش مجموعه قطعات شکسته را نسبت به ارزش قطعات کامل بسنجد.

در سال ۲۰۰۲ پیتر هیسکاک (Peter Hiscock) از دانشگاه سیدنی استرالیا، با تکیه بر تفکیک گونه‌شناختی انواع قطعات شکسته، بسته به این که کدام بخش از تراشه کامل را تشکیل می‌دهند، فرمول جدیدی ارائه داد که در آن تعداد تراشه‌های کامل با بیشترین تعداد هر دسته از انواع شکستگی‌ها جمع می‌شدند.

از میان روش‌های مذکور، به روش شات کمتر توجه شده است؛ زیرا اولاً، بیشتر بر ابزارها و دووجهی‌ها متمرکز است؛ ثانیاً، مفهوم آن برگرفته از شمارش قطعات سفال است و ماهیت این قطعات با دست‌ساخته‌های سنگی متفاوت است و ثالثاً، روش محاسباتی وی بسیار پیچیده و وقت‌گیر است. اما روش‌های پورتنوی و هیسکاک کاربردی هستند و بیشتر مورد استقبال واقع شدند. در ادامه برای آن که بتوانیم فرمول‌های محاسباتی آن‌ها را بررسی کنیم، ابتدا برخی مفاهیم را تعریف می‌کنیم.

۳- نگاهی به روش‌ها و مفاهیم شمارش دست‌ساخته‌های سنگی

تاکنون به چهار روش کاربردی برای شمارش تراشه‌های شکسته اشاره کردیم؛ این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱. **شمارش NAS:** این روش شامل شمارش تک‌به‌تک تراشه‌ها و قطعات، صرف‌نظر از سالم بودن یا شکسته بودن آنهاست. عدد حاصل از این شمارش را که شامل تمام تراشه‌ها و قطعات می‌شود NAS می‌نامند^۱ (Hiscock, 2002: 252). این روش با وجود خطای آماری جدی که قبلاً به آن اشاره شد، به دلیل آن که آسان‌ترین روش است، بسیار استفاده می‌شود.

۲. **روش شمارش تراشه‌های سالم:** این روش، شامل شمارش تراشه‌های سالم به تنهایی و حذف قطعات شکسته از آمار است. خطای این روش نیز بسیار جدی است؛ زیرا همان‌قدر که شمارش NAS تعداد تراشه‌ها را بیشتر از تعداد واقعی ارزیابی می‌کند، این روش تعداد تراشه‌ها را کمتر از حد واقعی تخمین می‌زند، اما این روش نیز به دلیل آسان بودن و با وجود خطای فراوان بسیار استفاده می‌شود.

۳. **روش پورتنوی:** این روش از فرمول $MNF = C + T$ به دست می‌آید. در این فرمول MNF نشان‌دهنده حداقل تعداد تراشه‌هاست^۲، C نشان‌دهنده تراشه‌های کامل و T بیشترین تعداد را در میان قطعات پروکسیمال، مدیال و دیستال نشان می‌دهد (برای تشخیص این قطعات به تصویر ۱ نگاه کنید). قابل ذکر است که در مطالعات پس از پورتنوی، قطعات مدیال را در این محاسبه حذف کردند؛ زیرا هر قطعه تراشه تنها یک عدد پروکسیمال یا دیستال دارد، اما می‌تواند بی‌نهایت مدیال داشته باشد.

۴. **روش هیسکاک:** روش هیسکاک از فرمول $MNF = C + T + L$ حاصل می‌شود. در این فرمول MNF نشان‌دهنده حداقل تعداد تراشه‌هاست، C نشان‌دهنده تراشه‌های کامل است، T بیشترین تعداد از میان قطعات پروکسیمال و دیستال است و L از فرمول $L = CL + BL$ به دست می‌آید که در آن CL بیشترین تعداد قطعات طولی چپ یا راست است و BL نیز بیشترین تعداد از میان چهار دسته قطعات طولی/عرضی (پروکسیمال راست، پروکسیمال چپ، دیستال راست و دیستال چپ) است. این قطعات در ادامه پژوهش توصیف می‌شوند (و نیز ن.ک: تصویر ۱ و ۲؛ Hiscock 2002: 254).

بررسی اجمالی این روش‌ها نشان می‌دهد که هر سه روش مذکور، بر شمارش قطعات و نیز تشخیص این که قطعه شکسته به کدام بخش از تراشه کامل تعلق دارد، مبتنی هستند. برای درک بهتر این روش‌ها لازم است توصیفی کلی از قطعات شکسته تراشه بیان شود (برای آگاهی از جزئیات کامل اصطلاحات توصیفی قطعات شکسته ن.ک: Crabtree, 1972).

در تصویر ۱، هیساکاک الگوهایی در شکستگی تبیین کرده که در دست‌ساخته‌های سنگی تشخیص داده و در فرمول‌های فوق‌الذکر نیز تشخیص آن‌ها لازم است. بر اساس این تصویر، تراشه کامل به صورت طولی، عرضی، طولی/عرضی و حاشیه‌ای شکسته می‌شود. قطعات حاصل از شکستگی عرضی عبارت‌اند از:

۱. **انتهای پروکسیمال**^۲: این قطعه قسمت ابتدای تراشه را نشان می‌دهد که دربرگیرنده حباب ضربه و سکوی ضربه است. با توجه به این که تراشه‌ها در اغلب موارد تنها یک حباب ضربه دارند، به ازای هر تراشه تنها یک عدد انتهای پروکسیمال وجود دارد.

۲. **انتهای دیستال**: این قطعه قسمت انتهای تراشه (termination) را دربر می‌گیرد و نشان‌دهنده آخرین بخش تراشه است که از سنگ مادر جدا شده است. به ازای هر تراشه ۱ عدد انتهای دیستال وجود دارد.

۳. **بخش میانی یا مدیال**: این قطعه حداقل انتهای پروکسیمال و دیستال است. واضح است که چون این فاصله اندازه ثابتی ندارد، تعداد بخش‌های میانی نیز همیشه ثابت نیست و هر تراشه می‌تواند به صورت فرضی ۱ تا چندین بخش میانی داشته باشد. قابل ذکر است که قطعه، تنها در صورتی بخش میانی محسوب می‌شود که هر دو لبه چپ و راست تراشه در آن قابل تشخیص باشند. در غیر این صورت، طبق روشی که در ادامه این نوشتار توضیح داده شده است، طبقه‌بندی می‌شود.

قطعات حاصل از شکستگی طولی عبارت‌اند از:

۱. **نیمه راست (CL Right)**: با توجه به تصویر ۱ آن نیمه‌ای که در نمای سطح شکمی تراشه (ventral) در راست قرار می‌گیرد، در حالی که سکوی ضربه در بالا و انتهای دیستال پایین است، نیمه راست محسوب می‌شود که شکستگی، سراسر طول آن را از سکوی ضربه تا انتها دربر می‌گیرد.

۲. **نیمه چپ (CL left)**: نیمه‌ای که در نمای سطح شکمی در چپ و مقابل نیمه راست قرار می‌گیرد و شکستگی طولی سراسری را نشان می‌دهد.

بر این اساس، قطعاتی که در عرض و طول شکسته شده‌اند؛ عبارت‌اند از: پروکسیمال راست، پروکسیمال چپ، دیستال راست و دیستال چپ. درباره این قطعات نیز نمای سطح شکمی در حالتی که سکوی ضربه (حتی اگر وجود نداشته باشد) در بالا قرار گیرد، معیار چپ و راست محسوب می‌شود. بدیهی است تشخیص این قطعات بسته به تشخیص حباب ضربه، سکوی ضربه و جهت ضربه بر اساس قوس‌های سطح شکمی است. قطعه حاشیه‌ای (marginal) در این تصویر، نشان‌دهنده قطعه‌ای است که از یکی از لبه‌ها جدا شده است و معمولاً تشخیص موقعیت دقیق آن در تراشه کامل امکان‌پذیر نیست؛ به همین دلیل نیز در محاسبات، تعداد آن حذف می‌شود.

هر یک از روش‌هایی که ذکر آن گذشت، محدودیت‌های خاصی دارند؛ روش نخست، همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم، باعث می‌شود تعداد تراشه‌ها گاه تا چندین برابر اندازه واقعی محاسبه شوند. روش دوم، برعکس روش قبلی، باعث می‌شود که تعداد تراشه‌ها بسیار کمتر از اندازه واقعی محاسبه شود؛ زیرا در صورتی که به

هم پیوند زدن تراشه‌های شکسته امکان‌پذیر نباشد، تعداد زیادی از آن‌ها با حذف قطعات شکسته از آمار حذف می‌شوند؛ بنابراین، دو روش اول و دوم به کلی مردود هستند، گرچه روش‌های سوم و چهارم به لحاظ آماری دقیق‌تر محسوب می‌شوند، اما آن‌ها نیز محدودیت‌های خاص خود را دارند. با توجه به این که هیسکاک در ارائه روش چهارم، روش پورتنوی را اساس کار خود قرار داده و تنها آن را تکمیل کرده است، بیان محدودیت‌های روش هیسکاک می‌تواند محدودیت‌های روش پورتنوی را نیز آشکار کند.

محدودیت‌های روش هیسکاک شامل پیچیدگی، وقت‌گیر بودن و وجود ایراد در فرضیه این روش است. همان‌طور که قبلاً شرح دادیم، در این روش فرض شده است که تراشه یا به صورت طولی شکسته می‌شود (که در این صورت یک نیمه راست و یک نیمه چپ خواهد داشت؛ بنابراین به ازای هر تراشه تنها یک نیمه راست و یک نیمه چپ وجود دارد، پس بیشترین تعداد از میان این دو نیمه می‌تواند نمایانگر تعداد تراشه‌های اولیه باشد و تعداد کمتر، از آمار حذف می‌شود). یا به صورت عرضی (که در این صورت به ازای هر تراشه تنها یک انتهای پروکسیمال، یک انتهای دیستال و بی‌نهایت بخش میانی وجود دارد؛ پس تعداد قطعات میانی حذف می‌شود و بیشترین تعداد از میان دو انتهای پروکسیمال و دیستال می‌تواند نمایانگر تعداد تراشه‌های اولیه باشد و تعداد کمتر از آمار حذف می‌شود). و یا دچار شکستگی طولی-عرضی (که در این صورت به ازای هر تراشه یک انتهای دیستال راست، یک انتهای دیستال چپ، یک انتهای پروکسیمال راست و یک انتهای پروکسیمال چپ وجود دارد؛ پس بیشترین تعداد از میان این چهار قطعه می‌تواند نمایانگر تعداد تراشه‌های اولیه باشد و تعداد کمتر، از آمار حذف می‌شود). حال آن که در واقعیت الگوهای شکستگی به هیچ‌وجه به این سادگی نیستند.

تصویر ۲ تراشه‌ای فرضی را نشان می‌دهد که می‌تواند به چندین طریق مختلف شکسته شود. برخی از قطعاتی که در این تصویر نشان داده شده‌اند، همچون تراشه ۳ در هیچ‌یک از تقسیم‌بندی‌های هیسکاک قرار نمی‌گیرند. در واقع در پژوهش هیسکاک (۲۰۰۲) تنها به قطعاتی پرداخته شده است که شکستگی آن‌ها کاملاً الگوی منظمی دارد، حال آن که می‌دانیم در واقعیت، شکستگی تراشه‌ها از هیچ الگوی خاصی تبعیت نمی‌کند؛ بنابراین، افرادی که در حال مطالعه مجموعه‌های دست‌ساخته‌های سنگی هستند ممکن است با قطعاتی مواجه شوند که نمی‌توانند آن‌ها را در فرمول هیسکاک لحاظ کنند؛ برای مثال، همان‌طور که در تراشه ۵ تصویر ۲ مشاهده می‌کنید، یک قطعه پروکسیمال خود ممکن است دچار شکستگی طولی شده باشد. در صورتی که تنها یک قطعه از این شکستگی طولی به دست آید، در عین حال که می‌توان حساب و سکوی ضربه را تشخیص داد، باز هم یک قطعه کامل انتهای پروکسیمال بر طبق روش هیسکاک قابل تشخیص نیست. در تصویر ۲ تلاش شده است علاوه بر حل این مشکل، الگوی جامعی برای طبقه‌بندی قطعات شکسته ارائه شود. در این الگو، علاوه بر قطعاتی که قبلاً توصیف شد، قطعه دیگری نیز اضافه شده (بخش میانی چپ/راست) و تلاش شده است جایگاه انواع قطعات شکسته نیز که الگوی شکستگی منظمی ندارند، مشخص شود. در تشخیص این قطعات، رعایت قراردادهای زیر می‌تواند گونه‌شناسی دقیقی را بدون اشتباه در تشخیص به دنبال داشته باشد:

- قطعاتی که تمام بخش پروکسیمال و دیستال در آن‌ها حفظ شده است، به رغم شکستگی‌های جانبی تراشه کامل محسوب می‌شوند (مثل تراشه ۴).

- اگر در قطعه‌ای نیمی از بخش پروکسیمال یا دیستال از بین رفته باشد؛ به گونه‌ای که قطعه تکمیل‌کننده آن را بتوان جزء شکستگی‌های طولی- عرضی انگاشت، آن قطعه در محاسبات به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که کل بخش پروکسیمال یا دیستال خود را از دست داده باشد (تراشه ۲ و ۳)؛ برای مثال در تراشه ۲ قطعه‌ای که تمام قسمت دیستال و بخشی از پروکسیمال آن نیز شکسته است، جزء بخش میانی لحاظ می‌شود، اگرچه قسمتی از پروکسیمال آن باقی مانده باشد.

- برای آن که قطعه‌ای را جزء پروکسیمال راست یا چپ لحاظ کنیم، تشخیص تنها بخشی از حباب ضربه کفایت می‌کند، اما اگر حباب ضربه به طور کامل حفظ شده باشد، دیگر جزء قطعات طولی- عرضی نیست و باید پروکسیمال کامل محسوب شود، حتی اگر سمت راست یا چپ آن شکسته باشد (مثل تراشه ۵).

- قطعات غیرقابل انتساب قطعاتی با مشخصات زیر هستند:

الف) تشخیص موقعیت آن‌ها در تراشه پیش از شکستگی امکان‌پذیر نیست (مثل قطعات لبه‌ای، تراشه‌های شماره ۴، ۶ و ۷)؛

ب) با وجود این که تشخیص موقعیت آن‌ها در تراشه امکان‌پذیر است، نمی‌توان با اطمینان تشخیص داد که متعلق به تراشه، تیغه یا ریزتیغه هستند. قطعات میانی که در طول و عرض شکسته شده‌اند، جزء این دسته هستند (تراشه‌های شماره ۵ و ۶)؛

ج) به صورت چپ در ابعاد بسیار کوچک (کمتر از ۲ سانتی‌متر) هستند که از سطح تراشه‌ها جدا شده‌اند و تنها بخشی از قطر بین سطح شکمی و سطح کمری در آن‌ها باقی مانده است، حتی اگر شاخصه‌هایی مثل حباب ضربه در آن‌ها قابل تشخیص باشد، باز جزء همین دسته محسوب می‌شوند؛

د) قطعات شکسته‌ای که آن‌قدر سائیده شده‌اند که اگرچه سطح شکمی در آن‌ها قابل تشخیص است، نمی‌توان قوس‌ها و در نتیجه جهت ضربه را در آن‌ها تشخیص داد.

مشکل دیگر روش هیسکاک این است که در برخی از انواع شکستگی‌ها، از یک تراشه به صورت هم‌زمان قطعات طولی، عرضی و طولی- عرضی ایجاد می‌شود؛ برای مثال، در تصویر ۲ تراشه ۷ شکستگی باعث شده است از یک تراشه، یک عدد نیمه راست و یک عدد انتهای پروکسیمال چپ تولید شود. حال اگر در مجموعه‌ای که امکان سر هم کردن قطعات وجود ندارد، این دو قطعه جدا از هم یافت شوند، در آمار هیسکاک یک بار نیمه راست و بار دیگر انتهای پروکسیمال چپ محاسبه می‌شود؛ این بدان معناست که دو قطعه شکسته‌ای که هر دو متعلق به یک تراشه هستند، در آمار دو بار محاسبه می‌شوند. این گونه آمارگیری در مجموعه‌هایی با شکستگی فراوان، می‌تواند باعث ایجاد خطا شود.

۴- روش متوسط وزن

با توجه به محدودیت‌هایی که در روش‌های مورد اشاره تشخیص دادیم، به نظر می‌رسد محاسبه آمار تراشه‌ها بر مبنای وزن آن‌ها، روش جدیدی در شمارش قطعات شکسته باشد. در این روش تخمین تعداد تراشه‌ها از طریق فرمول زیر صورت می‌گیرد:

$$N = C + \frac{\sum f}{\bar{X}}$$

حروف استفاده شده در این فرمول مشابه حروف فرمول هیسکاک هستند؛ یعنی در این فرمول نیز N تعداد تراشه‌ها و C تعداد تراشه‌های کامل است، f وزن تراشه‌های شکسته و \bar{X} متوسط وزن تراشه‌های سالم است؛ به عبارت دیگر:

$$\text{مجموع وزن قطعات شکسته تراشه} + \text{تعداد تراشه‌های سالم} = \text{تعداد تراشه‌ها} \\ \text{متوسط وزن تراشه‌های سالم}$$

برای استفاده از این روش، ابتدا باید تراشه‌های کامل را جدا کنیم و وزن متوسط آن‌ها را از طریق تقسیم وزن کل آن‌ها بر تعدادشان به دست آوریم. سپس قطعات شکسته تراشه را وزن و بر وزن متوسط تراشه‌های کامل تقسیم کنیم. عدد حاصل به طور نسبی نشان‌دهنده تعداد آماری تراشه‌ها پیش از شکستگی است. با توجه به اینکه این عدد باید با تعداد تراشه‌های کامل جمع شود و حاصل آن به عنوان تعداد واقعی تراشه‌ها پیش از آن که شکسته شوند در نظر گرفته شود، عدد حاصل باید جزء اعداد طبیعی و فاقد اعشار باشد؛ به همین دلیل در صورتی که عدد به دست آمده اعشاری باشد، باید آن را گرد کنیم؛ یعنی اعدادی که اعشار آنها بیش از ۰/۵ باشد، ۱ عدد حساب می‌شوند و اگر کمتر باشد، صفر حساب می‌شود.

محاسبه تعداد آماری تراشه‌ها با استفاده از روش وزنی دو مزیت نسبت به روش‌های شمارشی دارد: اولاً، در این روش تنها تشخیص این که قطعه‌ای متعلق به تراشه است کافی است تا وزنش برای آن تراشه محاسبه شود و لذا به تفکیک‌های پیچیده انواع قطعات شکستگی که پیش از این توضیح داده شد، نیاز نیست. دوم اینکه در این روش تمام قطعات شکسته تراشه (شامل بخش‌های میانی)، به جز قطعات غیر قابل انتساب، در آمار محاسبه می‌شوند و لذا حذف قطعات به حداقل می‌رسد.

در ادامه تلاش کرده‌ایم تا با استفاده از روش تجربی دقت روش‌های شمارشی و روش وزنی را در تخمین تعداد واقعی تراشه‌ها پیش از شکستگی بررسی کنیم.

۵- آزمایش تجربی روش‌های شمارش دست‌ساخته‌های سنگی

برای بررسی میزان دقت هر یک از روش‌های شمارشی، تعداد ۱۴۰ عدد تراشه در هفت گروه ۲۰ تایی آزمایش شدند. دو گروه از این تراشه‌ها به صورت تجربی ساخته شدند و پنج گروه دیگر تراشه‌هایی بودند که از محوطه‌های باستانی گردآوری شدند. هر یک از هفت گروه به صورت جداگانه و تجربی تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گرفتند که ممکن است در تراشه‌ها شکستگی ایجاد کنند. مشخصات هر دسته از تراشه‌ها و اینکه در معرض کدام دسته از عواملی قرار گرفتند که به شکستگی منجر شد، در جدول ۱ آمده است.

شرایطی که تراشه‌ها تحت تأثیر آن‌ها در بستر باستان‌شناختی می‌شکنند، بسیار متنوع است. برای آن که مجموعه‌های تراشه‌های سالم مورد آزمایش، به مجموعه‌ای تبدیل شود که قطعاتی از آن شکسته شود، بایستی در معرض عواملی مشابهی قرار داده می‌شدند که باعث شکستگی دست‌ساخته‌های سنگی باستانی می‌شوند. برخی از این عوامل قابل بازسازی هستند؛ مثل حرارت‌دهی، راه رفتن حیوانات، راه رفتن انسان‌ها، له شدن زیر سقوط اجسام سنگین، اما برخی نیز قابل بازسازی نیستند؛ مانند آسیب ناشی از فرسودگی در گذر زمان طی چندین هزاره. تراشه‌های باستانی در طی زمان طولانی در معرض آسیب‌های محیطی هستند، اما در آزمایش

حاضر گرچه تلاش شد عوامل شکستگی دست‌ساخته‌های باستانی بازسازی شوند، مشمولیت زمان که در برخی مواقع به چندین هزاره می‌رسد، قابل بازسازی نبود.

تمام تراشه‌ها در شرایطی قرار گرفتند که تا حد ممکن شبیه شرایطی بود که تراشه‌های باستانی در آن شرایط شکسته می‌شوند و سپس تمام قطعات آن‌ها گردآوری شد. درباره تراشه‌هایی که در معرض له‌شدگی ناشی از سقوط قلوه‌سنگ‌ها قرار گرفتند، ابتدا تراشه‌ها در داخل مقداری خاک الک شده قرار داده شدند و سپس ۵۰ عدد قلوه‌سنگ با وزن بین ۴ تا ۵ کیلوگرم از ارتفاع چهار متری مستقیم روی آن‌ها انداخته شد. تراشه‌های حرارت‌دیده در شرایط کنترل‌نشده‌ای روی آتش اجاق باز به مدت نیم‌ساعت قرار داده شدند. تراشه‌هایی که در معرض راه رفتن انسان قرار گرفتند، ابتدا با مقداری خاک الک‌شده مخلوط شدند و سپس به منظور بررسی تأثیر عامل انسانی در شکسته شدن آن‌ها، هر بار به مدت نیم‌ساعت با کفش و بدون کفش، بر روی آن‌ها راه رفته شد. تراشه‌هایی که در معرض راه رفتن حیوانات واقع شدند، در مسیر حرکت هشتاد گاو به مدت دو ساعت در یک گاوداری قرار گرفتند. قابل ذکر است که مشخصات تراشه‌ها (شامل طول، عرض، ضخامت و وزن) پیش از آن که در معرض عوامل شکستگی قرار گیرند، ثبت و عکاسی شده‌اند. در این آزمایش تلاش شده است از تراشه‌های مواد خام مختلف و تحت شرایط مختلف استفاده شود تا نتیجه آزمایش محدود به ماده مشخصی نباشد.

پس از گردآوری تراشه‌ها و قطعات آن‌ها، قطعات شکسته طبق روش گونه‌شناسی که قبلاً بیان شد، تفکیک شدند و سپس بر اساس هر یک از روش‌های شمارشی پیش‌گفته تعداد آن‌ها محاسبه شد. جدول ۲ انواع گونه‌شناختی قطعات در هر دسته از تراشه‌ها، جدول ۳ وزن انواع گونه‌شناختی قطعات و جدول ۴ نتیجه محاسبه تعداد تراشه‌ها را بر طبق هر یک از روش‌های شمارشی نشان می‌دهد.

در جدول ۲ قطعات غیرقابل انتساب، همان قطعاتی هستند که قبلاً درباره آن‌ها توضیح داده شد و در این جدول، تنها آمار چپ‌ها از آن‌ها تفکیک شده است. در این جدول درصد شکستگی مجموعه، نشان‌دهنده درصد تراشه‌های شکسته شده نسبت به تعداد کامل تراشه‌هاست که در ابتدا ۲۰ عدد بوده‌اند؛ برای مثال، در دسته اول ۱۲ تراشه، سالم مانده و ۸ تراشه شکسته شده‌اند. ۸ تراشه شکسته شده ۴۰ درصد تعداد واقعی تراشه‌ها، یعنی ۲۰ عدد را تشکیل می‌دهند. درصد تراشه‌های سالم در این جدول، نسبت به جمع تراشه‌های سالم و قطعات شکسته و نیز قطعات غیر قابل انتساب محاسبه شده است؛ برای مثال در دسته اول، محاسبه ۱۲ عدد تراشه کامل به نسبت ۴۸ عدد جمع تراشه‌های کامل و قطعات شکسته و غیر قابل انتساب، ۲۵ درصد می‌شود. چپ‌ها به این دلیل از محاسبه حذف شده‌اند که خود در واقع تراشه‌های کاملی محسوب می‌شوند، اما اندازه آن‌ها بسیار کوچک‌تر از آن است که به لحاظ ساختار تکنولوژیکی جزء تراشه‌ها محسوب شوند و بیشتر جزء دورریزها به حساب می‌آیند.

۶- بحث

از بررسی جدول‌های ۲، ۳ و ۴ می‌توان تحلیل‌های گوناگونی ارائه داد. آزمایش‌های ما نشان می‌دهد از بین عواملی که به شکستگی دست‌ساخته‌های باستانی منجر می‌شود، حرارت‌دهی مخرب‌ترین تأثیر را دارد. این عامل بر دست‌ساخته‌های سنگی مورد مطالعه نیز بیشترین تأثیر تخریبی را داشته است؛ زیرا هم بالاترین

درصد شکستگی در مجموعه‌ها و هم بیشترین پدیدگی در سطح تراشه‌ها که به شکل‌گیری چپ‌ها منجر می‌شود، به مجموعه‌هایی تعلق دارد که در معرض حرارت آتش قرار گرفته‌اند (مجموعه‌های ۲ و ۶). این موضوع از این نظر اهمیت دارد که بسیاری از محوطه‌های باستانی، به‌ویژه در ایران که دست‌ساخته‌های سنگی دارند، به شکل غارها و پناهگاه‌های صخره‌ای هستند که در بسیاری از مواقع در دوران معاصر، از آن‌ها به عنوان آغل یا تفرجگاه استفاده می‌کنند که در این حین، اجاق‌های موقتی در آن‌ها برپا می‌کنند. آزمایش ما نشان می‌دهد که حتی در معرض آتش قرار گرفتن دست‌ساخته‌های سنگی به مدت ۲ ساعت، شکستگی زیادی را در تراشه‌ها سبب شده است. از این لحاظ به باستان‌شناسانی که مجموعه‌های سطحی در این محوطه‌ها را بررسی می‌کنند، توصیه می‌شود از روش‌های شمارشی مذکور استفاده کنند.

نکته دیگری که در جدول ۲ مشخص است، تأثیر و اهمیت جنس دست‌ساخته‌های سنگی در مطالعات آماری آن‌هاست. در آزمایش ما تلاش شده است که انواع مختلفی از دست‌ساخته‌های سنگی از دو جنس مختلف در معرض عوامل تخریبی یکسانی قرار گیرند؛ چنان‌که جدول ۲ نشان می‌دهد، تأثیر عامل یکسان در شکستگی دو نوع مختلف مواد خام یکسان نیست. دسته‌های سوم و چهارم مورد آزمایش از دو جنس متفاوت چرت هستند که منبع یکی در کرمان و دیگری در زاگرس است و هر دو تحت تأثیر راه رفتن حیوانات با شرایط یکسان قرار گرفته‌اند، اما مجموعه‌ای که از جنس چرت زاگرس بوده، ۴۰ درصد و مجموعه چرت کرمان تنها ۱۰ درصد شکسته شده است. این مسئله نشان می‌دهد که در مطالعه آماری دست‌ساخته‌های سنگی باید حتماً آن‌ها را بر اساس ماده خامشان تفکیک و سپس قطعات آن‌ها را جداگانه مطالعه کرد.

نتیجه آزمایش تجربی میزان دقت روش‌های شمارشی پیش‌گفته، در جدول ۴ و نمودار ۱ آورده شده است. در جدول ۴ در هر دسته از دست‌ساخته‌ها، میزان خطای روشی که کمترین درصد خطا را داشته است، به صورت ضخیم نمایش داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که هر قدر میزان شکستگی مجموعه دست‌ساخته‌های سنگی بیشتر باشد، به روش‌های دقیق‌تری برای شمارش آن‌ها نیاز است. همان‌طور که قبلاً نیز مطرح شد، روش اول (NAS) همواره تعداد بسیار بیشتری نسبت به تعداد واقعی تراشه‌ها نشان می‌دهد. در آزمایش ما این روش، به جز در دسته چهارم که تنها ۱۰ درصد شکستگی داشت، آماری بین ۳۰ تا ۹۰ درصد بیشتر از تعداد واقعی تراشه‌ها به ما نشان داد. برعکس این روش، روش دوم که عبارت از شمارش تراشه‌های سالم است، به طور متوسط تعداد تراشه‌ها را بین ۲۰ تا ۶۰ درصد کمتر از تعداد واقعی آن‌ها نشان داد. روش پورتنوی نیز میزان متوسطی از خطا در شمارش تراشه‌ها نشان می‌دهد و تنها در مجموعه‌هایی که میزان شکستگی آن‌ها بین ۱۰ تا ۲۰ درصد بود، آمار نسبتاً قابل‌قبولی ارائه داده است.

جدول ۴ نشان می‌دهد روش هیسکاک از دقت نسبتاً زیادی در محاسبه تعداد واقعی تراشه‌ها برخوردار است. این روش در شمارش تراشه‌های شش مجموعه از هفت مجموعه مورد آزمایش، دقیق‌ترین و نزدیک‌ترین عدد را به تعداد واقعی تراشه‌ها نشان داد. روش متوسط وزن نیز در جدول ۴ نشان‌دهنده میزان خطای بسیار کمتری نسبت به سایر روش‌های شمارشی است و در چهار مجموعه از هفت مجموعه، کمترین خطا را در شمارش تراشه‌ها داشته است. متوسط خطای روش هیسکاک در شمارش تراشه‌ها در جدول ۴، ۴/۲۸ درصد و متوسط خطای روش متوسط وزن ۶/۴۲٪ است. به این ترتیب، به نظر می‌رسد روش‌های هیسکاک و متوسط وزن، روش‌های نسبتاً مناسبی برای آمارگیری و شمارش تراشه‌ها در مجموعه‌هایی باشند که شکستگی فراوان دارند.

۷- نتیجه

در نوشتار حاضر نشان داده شد که به طور کلی شمارش صحیح یافته‌های باستانی و به‌ویژه دست‌ساخته‌های سنگی منوط به درک فرآیندهای تافونومیک و درک ارزش آماری دست‌ساخته‌های سنگی در تحلیل‌های باستان‌شناختی است. باستان‌شناسان نمی‌توانند بدون توجه به تغییراتی که دست‌ساخته‌های سنگی پس از نهشته شدن به آن‌ها دچار شده‌اند، به تحلیل‌های صحیحی در این زمینه دست یابند. در این میان شکستگی تغییری است که در این مقاله روش صحیح برخورد با تراشه‌هایی که در معرض آن قرار گرفته‌اند، بررسی شده است. باید توجه کرد که تراشه‌ها تنها دست‌ساخته‌هایی نیستند که در معرض شکستگی قرار می‌گیرند، بلکه سایر انواع گونه‌شناختی همچون سنگ‌مادرها نیز دچار شکستگی می‌شوند که بررسی روش تحلیل آن‌ها خود به نوشتار دیگری نیاز دارد.

از میان روش‌های گوناگونی که برای استخراج آمار تراشه‌ها پیش از آن که شکسته شوند، معرفی شد، واضح است که شمارش تک‌به‌تک دست‌ساخته‌ها، بدون توجه به سالم بودن یا شکستگی، آمارسازی‌های کمی بسیار بیشتر از آنچه که در واقعیت وجود دارد، را سبب می‌شود. مطالعات تجربی ما نشان داد که این روش برای مطالعه کمی دست‌ساخته‌های سنگی به‌هیچ‌وجه مناسب نیست. در مقابل این دیدگاه، روشی است که در آن تمام قطعات شکسته را از آمار حذف و تنها به شمارش تراشه‌های سالم و کامل اکتفا می‌کنند. همان‌طور که به وضوح در مطالعات تجربی آشکار شد، این کار تخمین تراشه‌ها در تعداد بسیار کمتر از تعداد واقعی آن‌ها را سبب می‌شود و به نوبه خود بر نتیجه‌گیری مطالعات دست‌ساخته‌های سنگی تأثیرات مخربی خواهد گذاشت.

سه روش دیگر، شامل روش پورتنوی، روش هیسکاک و روش متوسط وزن است. روش هیسکاک، در واقع همان روش پورتنوی است که خطای آن برطرف شده است. به این ترتیب، دو روش هیسکاک و روش متوسط وزن، به عنوان بهترین روش‌ها برای محاسبه آماری تراشه‌ها در مجموعه‌هایی معرفی می‌شوند که شکستگی فراوان دارند. در بین این دو روش، روش هیسکاک به نظر می‌رسد از دقت آماری بیشتری برخوردار باشد. نکته اینجاست که استفاده از روش هیسکاک مستلزم توانایی و تبحر کافی در تشخیص جایگاه قطعات شکسته است؛ این بدان معناست که برای آن که بتوان از این روش استفاده کرد، پژوهشگر باید این توانایی را داشته باشد که بتواند تشخیص دهد هر قطعه شکسته‌ای، پیش از آن که تراشه تشکیل‌دهنده آن شکسته شود، در کدام بخش از تراشه قرار داشته است. تشخیص این مسئله با دقت در تشخیص جایگاه حباب ضربه، انتهای تراشه، لبه‌ها و تشخیص جهت ضربه بر اساس قوس‌های ناشی از ضربه امکان‌پذیر است. بدیهی است به کاربردن این روش مستلزم صرف وقت و دقت فراوان است؛ به همین دلیل به نظر می‌رسد روش متوسط وزن در مجموعه‌هایی که درصد شکستگی آن‌ها متوسط باشد، از نظر صرف وقت و هزینه بر روش هیسکاک ارجحیت دارد، گرچه به لحاظ دقت آماری با فاصله اندکی پس از آن شناخته می‌شود. نکته دیگری که باید در استفاده از روش متوسط وزن در نظر گرفت این است که چون میانگین وزن تراشه‌های سالم، مبنای این روش محسوب می‌شود، باید به توزیع ارقام وزنی تراشه‌های سالم توجه کرد. اگر در این توزیع، وزن یک یا دو عدد از تراشه‌ها بسیار بیشتر یا کمتر از وزن سایر تراشه‌ها باشد، بر ارزش میانگین وزن آن‌ها تأثیر شدیدی خواهد

گذاشت (به این مسئله اصطلاحاً چولگی در توزیع ارقام می‌گویند)، در این موارد یا باید حتماً از روش هیسکاک استفاده کرد یا اگر موارد دارای چولگی به یک یا دو نمونه محدود می‌شود، باید آن‌ها را از آمار حذف کرد. نکته‌ای که بیش از همه باید مورد تأکید قرار گیرد، لزوم استفاده از روش‌های شمارشی مذکور است که در بسیاری از موارد در مقالات پژوهشی، اصل لزوم شمارش صحیح قطعات شکسته نادیده انگاشته می‌شود. امید می‌رود نوشتار حاضر به پژوهشگرانی که مجموعه‌های دست‌ساخته‌های سنگی را مطالعه می‌کنند، کمک کند تا نزدیک‌ترین آمار به واقعیت را اساس تحلیل و تفسیرهای باستان‌شناختی خود قرار دهند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح پژوهش پسادکتری یکی از نگارندگان (م. جایز) است که با حمایت بنیاد ملی نخبگان و در قالب «جایزه علمی شهید چمران» انجام شده است؛ لذا از حمایت این بنیاد سپاسگزاریم. دکتر کوروش روستایی ماده خام مورد نیاز را برای تولید تجربی بخشی از مصنوعات سنگی (توسط ح. وحدتی‌نسب) در اختیار نگارندگان قراردادده است که بدین‌خاطر از ایشان سپاسگزاریم. اجرای مراحل آزمایش‌های تجربی، بدون کمک آقای محمدرضا عبدالعلی امکان‌پذیر نبود که زحمات ایشان را نیز قدر می‌نهیم. بخشی از مطالعات تجربی پژوهش حاضر در گاوداری حومه تهران انجام شد که قدردانی خود را از مدیریت گاوداری، آقای استاد کاظمی و تمامی کارکنان محترم آن اعلام می‌داریم. راهنمایی‌های داور ناشناس این مقاله به ارتقاء سطح نوشتار حاضر کمک فراوانی کرده است که از وی نیز سپاسگزاریم. بدیهی است مسئولیت هرگونه نقص و خطا در این مقاله بر عهده نویسندگان است.

پی‌نوشت

1. Number of Artifactual Specimen.
2. Minimum Number of Flakes

۳. معادل فارسی انتهای پروکسیمال «قطعه سری» و انتهای دیستال «قطعه انتهایی» ترجمه شده است، اما با توجه به این که استفاده از این معادلات مصطلح نیست، در این نوشتار از همان اصطلاحات پروکسیمال و دیستال استفاده شده است.

ضمائم

جدول ۱. مشخصات تراشه‌های مورد آزمایش تجربی

دسته	تعداد	ماده خام	منبع	عامل شکستگی تجربی
۱	۲۰	چرت بهشهر	لایه مضطرب غار کمیشان	له‌شدگی ناشی از سقوط قله‌سنگ‌ها روی تراشه‌ها
۲	۲۰	چرت بهشهر	لایه مضطرب غار کمیشان	حرارت‌دهی روی آتش باز
۳	۲۰	چرت زاگرس	تولید تجربی با ضربه مستقیم چکش سخت	راه رفتن حیوانات
۴	۲۰	چرت کرمان	سطحی محوطه تل آتشی	راه رفتن حیوانات
۵	۲۰	توف سمنان	سطحی محوطه میرک	له‌شدگی ناشی از سقوط قله‌سنگ‌ها روی تراشه‌ها
۶	۲۰	توف سمنان	سطحی محوطه میرک	حرارت‌دهی روی آتش باز
۷	۲۰	توف ارتفاعات شمال تهران	تولید تجربی با ضربه مستقیم چکش سخت	راه رفتن انسان

جدول ۲. تعداد انواع گونه‌شناختی قطعات شکسته تراشه پس از آزمایش (C تراشه کامل، P انتهای پروکسیمال، M بخش میانی، D انتهای دیستال، LD انتهای دیستال چپ، RD انتهای دیستال راست، LP انتهای پروکسیمال چپ، RP انتهای پروکسیمال راست، LCL شکستگی طولی چپ، RCL شکستگی طولی راست، R/L M بخش میانی چپ یا راست، Chp چپ، Indt، غیرقابل انتساب) * بخشی از قطعات پروکسیمال در مجموعه، مربوط به تراشه‌هایی هستند که در جریان راه رفتن حیوانات روی آن‌ها خود از تراشه‌های ضخیم قبلی جدا شده و سپس باز شکسته شده‌اند

درصد تراشه‌های سالم	درصد شکستگی مجموعه	جمع	Indt	Chp	R/L M	RCL	LCL	RP	LP	RD	LD	D	M	P	C	دسته
۲۵	٪۴۰	۵۸	۲۰	۱۰	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۳	۴	۱	۴	۱۲	۱
۸/۴۲	٪۶۰	۹۵	۶۵	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۲	۴	۳	۱	۹	۸	۲
۲۷/۳	٪۴۰	۴۹	۲۴	۵	۴	۰	۰	۱	۰	۲	۰	۱	۰	*۱۰	۱۲	۳
۷۸/۳	٪۱۰	۲۳	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱۸	۴
۱۸/۱	٪۳۵	۷۹	۴۳	۷	۳	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۵	۰	۴	۱۳	۵
۲۳/۲	٪۳۵	۷۸	۲۳	۲۲	۶	۰	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۴	۱۳	۶
۳۰/۸	٪۲۰	۵۳	۲۷	۱	۲	۰	۰	۱	۱	۲	۰	۰	۰	۳	۱۶	۷

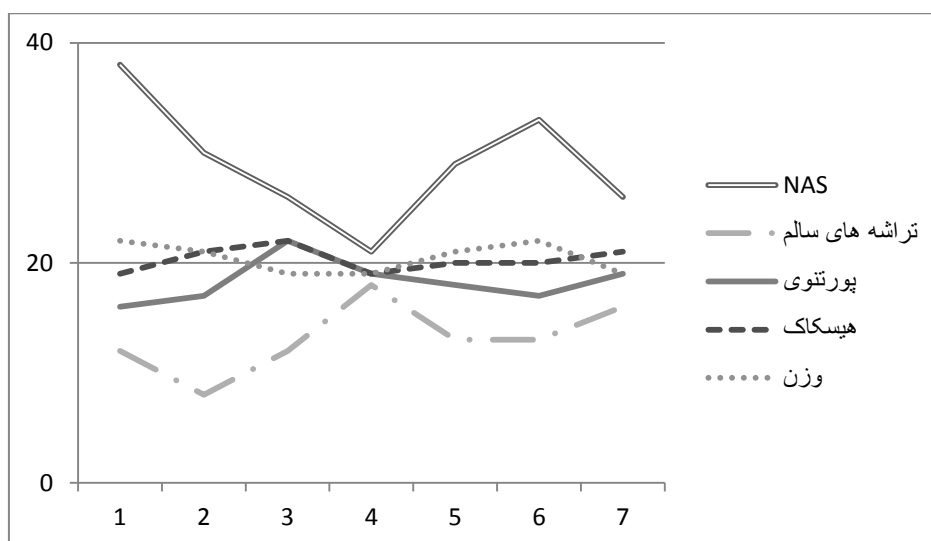
جدول ۳. وزن انواع گونه‌شناختی قطعات شکسته تراشه پس از آزمایش

جمع وزن قطعات شکسته / متوسط وزن تراشه‌های سالم	جمع وزن تراشه‌های سالم	جمع وزن تراشه‌های سالم	R/L M	RCL	LCL	RP	LP	RD	LD	D	M	P	C	دسته
۹,۶۵۸ (۱۰)	۷,۵۵۸	۷۳	۵,۶	۰	۰	۰	۰	۰,۸	۷,۸	۲۷,۷	۳,۹	۲۷,۲	۹۰,۷	۱
۱۳,۱۲۹ (۱۳)	۶,۲	۸۱,۴	۲,۴	۰	۰	۰	۰	۱,۹	۶,۸	۲۱,۸	۱۳,۱	۳۵,۴	۴۹,۶	۲
۶,۹۱۵ (۷)	۴,۳۰۹	۲۹,۸	۱,۸	۰	۰	۱,۳	۰	۲,۳	۰	۵,۷	۰	۱۷,۴	۶۹,۹	۳
۱,۰۰۱ (۱)	۵,۹۹	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۲,۵	۲,۵	۱۰۷,۹	۴
۷,۷۸۳ (۸)	۵,۹۶۱	۴۶,۴	۸,۸	۴,۱	۴,۸	۰	۰	۴,۴	۱,۶	۱۳,۴	۰	۹,۳	۷۷,۵	۵
۹,۰۰۴ (۹)	۵,۴۳	۴۹,۱	۱۰,۷	۰	۶,۳	۴,۲	۱,۷	۲,۵	۰,۸	۶,۵	۴,۶	۱۱,۸	۷۰,۶	۶
۲,۸۱ (۳)	۱۰,۸۴۳	۳۰,۵	۱,۷	۰	۰	۰,۶	۱,۲	۲,۷	۰	۰	۰	۲۴,۳	۱۷۳,۵	۷

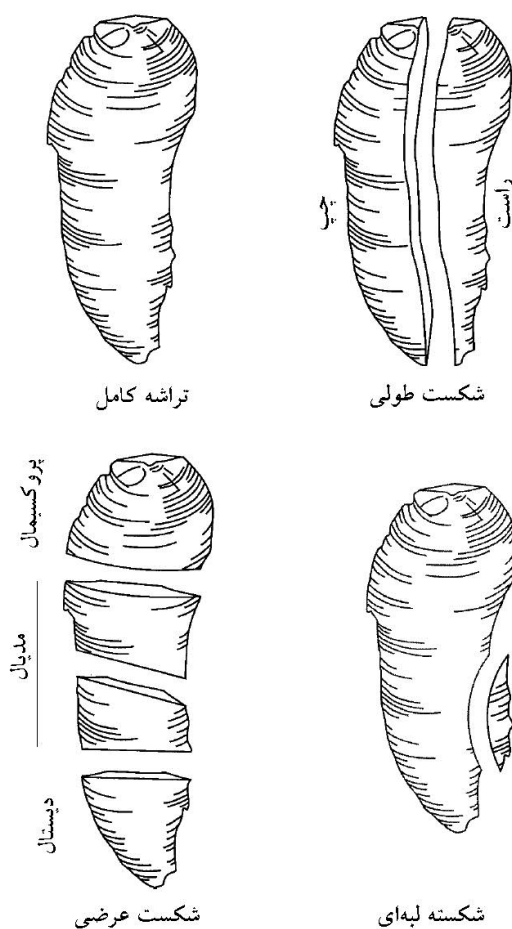
جدول ۴. محاسبه تعداد تراشه‌ها بر اساس فرمول‌های شمارشی

میزان خطا	روش وزن	میزان خطا	روش هیساکاک	میزان خطا	روش پورتنوی	میزان خطا	تراشه‌های سالم	میزان خطا	NAS	دسته
٪۱۰+	۲۲	٪۵-	۱۹	٪۲۰-	۱۶	٪۴۰-	۱۲	٪۹۰+	۳۸	۱
٪۵+	۲۱	٪۵+	۲۱	٪۱۵-	۱۷	٪۶۰-	۸	٪۵۰+	۳۰	۲
٪۵-	۱۹	٪۱۰+	۲۲	٪۱۰+	۲۲	٪۴۰-	۱۲	٪۳۰+	۲۶	۳
٪۵-	۱۹	٪۵-	۱۹	٪۵-	۱۹	٪۱۰-	۱۸	٪۵+	۲۱	۴
٪۵+	۲۱	۰	۲۰	٪۱۰-	۱۸	٪۳۵-	۱۳	٪۴۵+	۲۹	۵
٪۱۰+	۲۲	۰	۲۰	٪۱۵-	۱۷	٪۳۵-	۱۳	٪۶۵+	۳۳	۶
٪۵-	۱۹	٪۵+	۲۱	٪۵-	۱۹	٪۲۰-	۱۶	٪۳۰+	۲۶	۷

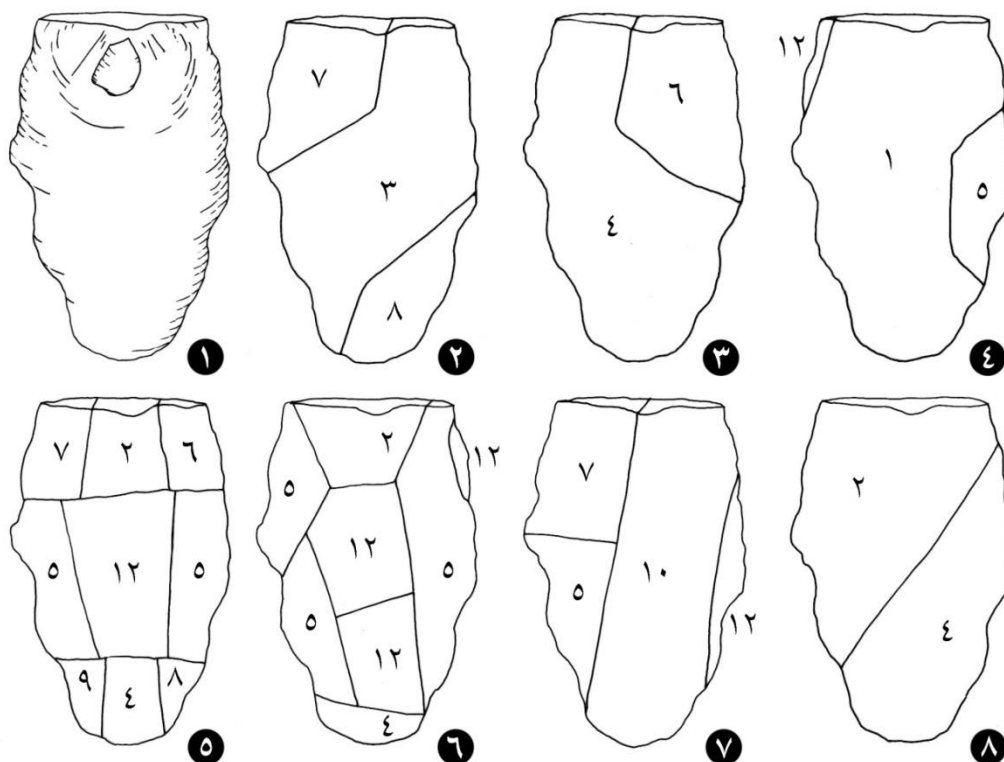
یک، دو، سه: چگونه دست‌ساخته‌های سنگی را بشماریم؟ مطالعه روش‌های شمارش دست‌ساخته‌های سنگی شکسته با استفاده از بازسازی تجربی الگوهای شکستگی ۶۱



نمودار ۱. دقت روش‌های مختلف در شمارش تعداد واقعی تراشه‌ها (۲۰ عدد). هر چقدر خطوط به خط افقی نمودار که نشان‌دهنده ۲۰ است نزدیک‌تر باشد، دقت بیشتری را نشان می‌دهد.



تصویر ۱. طبقه‌بندی انواع قطعات شکسته توسط هیسکاک (Hiscock 2002: 253)



تصویر ۲. تراشه فرضی با انواع مختلف الگوهای شکستگی. اعداد روی تراشه‌ها نشان‌دهنده نوع قطعه شکسته هستند (۱). تراشه کامل، ۲. انتهای پروکسیمال، ۳. بخش میانی، ۴. انتهای دیستال، ۵. بخش میانی چپ/راست، ۶. انتهای پروکسیمال راست، ۷. انتهای پروکسیمال چپ، ۸. انتهای دیستال راست، ۹. انتهای دیستال چپ، ۱۰. شکستگی طولی راست، ۱۱. شکستگی طولی چپ، ۱۲. شکستگی غیرقابل انتساب)

منابع

- دانشیان، جهانبخش و زهرا اکرمی (۱۳۹۱)، «علم تافونومی»، آموزش زمین‌شناسی، دوره هجدهم، شماره دوم، ۱۴-۱۹.
- Binford, Lewis R., and Sally R. Binford, 1966. A Preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies. *American Anthropologist (New Series)*, 68 (2), 238 – 295.
- Casteel, R. W., 1977, Characterization of faunal assemblage and the minimum number of individuals determined from paired elements: continuing problems in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 4, 125–134.
- Cool, H. E., and Baxter, M. J., 1996, *Quantifying glass assemblages*. Annales du 13e Congres de association internationale pour l'Histoire du Verre, pp. 93-101.
- Crabtree, D. E., 1972, *An Introduction to flintworking*. Occasional Papers of the Idaho State University Museum, No. 28.
- Douglass, M. and L. Wandsnider, 2012, Fragmentation resistant measures of chipped stone abundance and size: results of an experimental investigation of the impact of cattle trampling on surface chipped stone scatters, *Plains Anthropologist*, Vol. 57, No. 224, pp. 353–365.
- Eren, Metin I.; Andrew R. Boehm, Brooke M. Morgan, Rick Anderson, Brian Andrews, 2011, Flaked stone taphonomy: a controlled experimental study of the effects of sediment consolidation on flake edge morphology, *Journal of Taphonomy* 9 (3): 201-217.

- Fieller, N. R. J. & Turner, A., 1982, Number estimation in vertebrate samples, *Journal of Archaeological Science* 9, 49–62.
- Hiscock, P., 1985, The need for a taphonomic perspective in stone artefact analysis, *Queensland Archaeological Research* 2: 82-95.
- Hiscock, P., 2002, Quantifying the size of artefact assemblages, *Journal of Archaeological Science* 29: 251-258.
- Mayer-Oakes, W. J., and A. W. Portnoy 1993, Paleo-Indian studies at San Jose, Ecuador, *Lithic Technology* 18:28-36.
- Orton, C., 1993, How many pots make five? a historical review of pottery quantification, *Archaeometry* 35, 169–184.
- Portnoy, A. W., 1987 A formula for estimating the minimum number of individual lithic tools, a paper presented at the 52th annual meeting of the Society for American Archaeology, Toronto.
- Purdy, B. A., 1975, Fractures for the archaeologist, In: E. H. Swanson (ed.), *Lithic Technology*, Chicago: Mouton, pp. 133–144.
- Renfrew, C. and P. Bahn, 1991, *Archaeology, theories, methods and practice*, London, Thames and Hudson.
- Ringrose, T. J., 1993, Bone counts and statistics: a critique, *Journal of Archaeological Science* 20, 121–148.
- Shott, M. J., 2000, The quantification problem in stone-tool assemblages, *American Antiquity* 65, 725–738.