ارائه مدل برای تخمین و سنجش بسندگی اندازه نمونه و انتخاب اشکال بهینه پیمایشی در استراتژی بررسیهای میدانی باستانشناختی*

کمال‌الدین نیکنامی*

استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات وعلوم‌انسانی،

دانشگاه تهران

چکیده:

بکارگیری مدلهای کمی در تخمین اندازه نمونه‌ها و انتخاب اشکال مناسب نمونه‌برداری از مهمترین ضرورتهای بررسیهای باستانشناختی میدانی است بطوریکه فقدان اینگونه تخمین‌ها اعتبار داده‌ها را به هنگام آنالیز آنها دچار خدشه می‌سازد. این تحقیق درصدد ارائه مدلی است که بر پایه آن بتوان یک چارچوب علمی دقیق را برای سیستمهای بررسیهای میدانی بکار گرفت، تا براساس آن تخمین، انتخاب صحیح اشکال، اندازه واحدهای بررسی و انتخاب نوع و تعدادی نمونه‌ها امکان‌پذیر باشد. کاربرد روشهای مذکور در یک مطالعه موردی در شمالغرب ایران توضیح داده شده است.

واژه‌های کلیدی: ***بررسی روشمند میدانی باستان شناختی، نمونه برداری، واحدهای نمونه‌برداری، محاسبه نمونه بهینه، درجه صحت تخمین***

---

* این پژوهش با استفاده ازاعتبارات‌شورای‌پژوهشی دانشگاه‌تهران انجام‌گردیده‌است(شماره‌طرح:۳۱۱/٤/۱۱۰)

* Email: kniknami@ut.ac.ir

بیان مسئله

ادبیات باستانشناسی سه دهه گذشته و همچنین ادبیات حال حاضر گرایش قابل ملاحظه‌ای را در حوزه تکنیک‌های باستانشناسی بخصوص در زمینه کشف و شناسایی سایت‌های باستانشناسی نشان می‌دهد. این گزارش عمدتاً مبتنی بر توسعه اندیشه‌هایی است مانند:

(۱) رویکرد مکتب باستان شناسی جدید به باستان‌شناسی علمی و استفاده از روشهای تحلیل تجربی؛

(۲) جایگزینی روشهای غیرتخریبی کشف آثار به جای روشهای تخریبی حفاریهای باستانشناختی؛

(۳) تأکید بر یافتن داده‌های مطمئن از طریق تقلیل فضاهای مورد مطالعه و صرفه جویی در هزینه و زمان.

در اینگونه اندیشه‌ها، اساس کار مبتنی بر تئوریهای نمونه‌برداری است اما ایده‌های مهم دیگری نیز مانند رابطه معناداری بین آثار روی سطح و زیر سطح و جایگزینی رویکرد روش بی‌سایت به جای روشهای سنتی سایت‌گرا جایگاه ویژه‌ای را در این گرایش بخود اختصاص داده‌اند.

(Cherry 1983, 1987; Cherry et al. 1991; Dunnell and Dancey 1983; Flannery 1976; Foley 1981; Gallant 1986; Niknami 2000; Plog et al. 1978; Redman 1987; Redman and Watson 1970; Renfrew and Wagstaff 1982; Schiffer et al. 1978; Shott 1995).

از آنجائیکه این مقاله در صدد ارائه مدلی برای تخمین بسندگی شیوه نمونه برداری در یک استراتژی بررسی میدانی باستانشناختی است بناچار ابتدا چند مفهوم بنیادی در ارتباط با آن استراتژی باید مورد توجه قرار گیرند. بطور کلی جامعیت و ثبات یک استراتژی بررسی میدانی به شناخت دو عامل بستگی دارد:

(الف) سنجش دقیق ویژگیهای مدارک باستانشناختی (Archaeological Record) روی سطح .

(ب) مستندسازی‌وتحلیل صحیح‌اسنادی(Archaeological Document)آن ویژگیها.

باستان شناسان که مدارک باستانشناختی را مستند می‌کنند باید تمایزات دو مفهوم فوق را در نظر داشته باشند. مدارک باستانشناختی واقعیت تجربی بقایای آثار در روی سطح زمین یا جمعیت بالقوه یافته‌ها است در حالیکه اسناد باستانشناختی جمعیت فیزیکی یافته‌ها است. بعبارت بهتر، جمعیتی از یافته‌ها که در معرض کشف قرار می‌گیرند ضرورتاً آنهایی نیستند که کشف می‌شوند. مدارک باستانشناسی بر موادی که در روی سطح هستند دلالت می‌کند در صورتیکه اسناد باستانشناختی بر یافته‌هایی که در هر بررسی منفرد از یک منطقه معین بدست می‌آیند دلالت دارد. خصوصیات و درجه تفاوت بین جمعیت‌ها، خود به روش‌ها و عملیات بکار برده شده بستگی دارد.

به عنوان مثال نشانه‌هایی از بعضی فعالیتها ممکن است در بعضی مناطق وجود داشته باشند اما با روشهای بکار برده شده قابل کشف نباشند بنابراین این نتیجه بدست می‌آید که فقط جمعیت فیزیکی یافته‌ها هستند که باستانشناسان بطور حقیقی می‌توانند آن را نمونه‌برداری نمایند (Ebert 1992; Wandsnider and Camilli 1992). مدارک باستانشناختی روی سطح با ویژگیهایی نظیر فراوانی (تعداد آثار روی سطح)، ترکیب (تعداد فراوانی نسبی هر نوع در طبقه‌بندی)و توزیع (مدلهای پراکنش آن انواع در روی سطح) معین می‌گردند. این ویژگیها ممکن است با همدیگر در ارتباط باشند. بعنوان نمونه وقتی فراوانی مدارک ازدیاد پیدا کنند توزیع فراوانی بصورت تجمعی در می‌آید و در ارتباط با طبقه بندی اندازه آثار، ترکیب نیز، به همراه فراوانی دچار تغییر می‌گردد. اما این همزمانی تغییرات می‌تواند در نتیجه روشهایی که ما برای اندازه‌گیری و سنجش بکار می‌بریم حاصل آیند و کمتر به ماهیت مدارک باستانشناختی ارتباط دارند (Schofield 1991-1994).

مستند کردن مدارک باستانشناختی خود متأثر از نوع مشاهدات ماست و براساس نوع روشهایی که برای شناخت مدارک باستانشناختی بکار گرفته می‌شود تغییر می‌یابد. ارتباط بین مدارک باستانشناختی و اسنادی کردن آنها (مستندسازی) براساس عواملی که درمنطقه مورد مطالعه‌وجود دارند مانندتراکم،تجمع مواد، قابلیت مشاهده آثار و نظایر آن

تغییرمی‌یابد. شناخت واندازه‌گیری متغیرهای بین دو پدیده فوق بوسیله چهار عامل بسندگی (Accuracy)، دقت (Precision)، قابلیت اعتماد (Reliability) و اعتبار (Validity) امکان‌پذیر است. تحلیل اسنادی مدارک باستانشناختی روی سطح، برمبنای چهار خصوصیت عمده از اهداف باستانشناسی است Cowgill 1990; Wandsnider (and Camilli 1992).

همانطور که اشاره شد مدارک باستانشناختی روی سطح مورد اندازه گیری مستقیم قرار می‌گیرند ولی سنجش رفتارهای جوامع گذشته یک سنجش غیرمستقیم است مانند اعتبار ارتباط بقایای استخوانهای مکشوفه با رژیم غذایی مردمان پیش از تاریخ. این اعتبار با سنجش غیرمستقیم حاصل می‌گردد در حالیکه مواد روی سطح (محتوی و ترکیب آن) احتیاج به سنجش مستقیم برمبنای سه خصوصیت بسندگی، اطمینان و دقت دارد. در اینجا بسندگی به جامعیت متدهای اندازه‌گیری مانند «انتخاب وسعت مورد بررسی» مربوط می‌شود. سطح اطمینان به کیفیت سنجش متغیرهای مشابه با درجه اشتباه جزئی برمی‌گردد، بعنوان مثال اگر فراوانیهای متفاوتی از مواد با روشهای متفاوت در منطقه مورد مطالعه یکسان، مشابه هم باشند روش بکار گرفته شده و نتیجه آن دارای صحت و اطمینان است. دقت، سطح دقیق اندازه گیری است، انحراف بین واقعیت آثار و واقعیت اندازه گیری شده هر چقدر کوچکتر باشد میزان سطح دقت بیشتر است. ویژگیهای مشخص مدارک باستانشناختی باید بصورت صحیح و دقیق با قوانین و اصول روشهای بررسی میدانی تعریف و تبیین شوند. این امر بستگی به سطح دقت مورد نظر تعریف شده دارد. همه سطوح دقت، احتیاج به اطلاعات صحیح فراوانیها و وضعیت داده‌های کشف شده دارند.

مفهوم اصلی نمونه برداری در مجموعه اصول بررسی میدانی باستانشناختی بمنظور نمایش قابل اعتماد هر چه بیشتر این دو ویژگی فوق است.

یک جنبه مهم دیگر مدارک باستانشناختی به ارتباط فضایی آثار مربوط می‌شود. در این مورد همه بافتهای پراکنش و خصوصیات ساختاری آثار باید قبل از شروع کار مورد

مطالعه قرار گیرند. بعضی باستانشناسان روشهایی را پیشنهاد می‌کنند که مطابق آن یک پوشش ۱۰۰٪ از منطقه مورد مطالعه و بررسی را ایجاد می‌نماید. از مزایای این روش‌ها بدست آوردن یک تصویر کامل از ارتباط فضایی بین پراکنشها است. با این تصاویر توزیع فضایی آثار و بافتهای ساختاری معلوم می‌گردند ولی آنچه که در عمل با آن برخورد می‌نماییم بدلیل محدودیت‌های فراوان انجام یک پوشش ۱۰۰٪ باعث اتلاف هزینه و زمان می‌گردد.

مستند کردن مدارک باستانشناختی بمنظور تخمین و پارامترهای جامعه از اقدامات اصولی یک بررسی میدانی است ولی عواملی نیز وجود دارند که صحت سطوح مشاهده و نهایتاً صحت تخمین را موردتأثیر قرارمی‌دهند. بعضی عوامل به خصوصیات باستانشناختی و زیست محیطی منطقه مورد مطالعه مربوط می‌گردند بطوریکه باستانشناسان در کنترل آنها نقشی ندارند مانند فرآیندهای طبیعی ته نشست‌ها در روی سطح، و عوامل مؤثر در قابلیت مشاهده شدن آثار. اما در مقابل عواملی نیز وجود دارند که اگر چه در نتایج بررسیها تأثیر زیادی دارند ولی قابل کنترل هستند. مانند انتخاب تکنیک‌های بررسی و انتخاب استراتژی مناسب نمونه برداری.

(Ammerman and Schaffer, 1981; Ebert 1992; Lewarch and O'Brien 1981; Redman 1982 Schiffer and Wells 1982; Shennan 1985; Terrenato and Ammerman 1996).

۲ـ روش تحقیق

طراحی تکنیک و نوع نمونه برداری، طراحی میزان نمونه و طراحی واحدهای نمونه برداری در مرکز اهمیت این استراتژی قرار می‌گیرند و انجام آنها احتیاج به داشتن دانش آمار واحتمالات و درک روابط کمی بین پراکنشهای روی سطح دارد. واحدهای نمونه برداری بصورت آماری و براساس نوع سؤال تحقیق و شناخت جغرافیایی منطقه طراحی می‌گردند. در این طراحی منطقه مورد مطالعه تقسیمات متعددی مانند شبکه‌های مربعی، برشهای عرضی مستطیل شکل (Transects) یا نوارهای موازی و یا انواع دیگری از تقسیمات و اشکال اختیاری را، بخود می‌گیرند. انتخاب اندازه واحدهای

نمونه برداری و همچنین اَشکال آنها از موارد مورد بحث باستانشناسان است. بطور اساسی واحدهای انتخابی با وسعت بزرگتر دارای امتیازاتی بشرح زیر می‌باشند:

(۱) در واحدهای بزرگتر بدلیل یکپارچگی و عدم وجود حواشی مربعات تأثیر اشتباهات تخمین حواشی (Edge Effect) کمتر بوده و از تخمین بیش از اندازه تعداد سایت‌های باستانشناختی جلوگیری می‌شود. پوشش فرضیه ای نمونه برداری یک واحد از پوشش واقعی آن بیشتر است بعنوان مثال ٤ واحد مربع نمونه‌برداری که وسعت هر کدام km^2 ۰/۲۵ است یک واحد km^2 ۱ را بصورت واقعی و وسعتی برابر km^2 ۱/٤٤ را بصورت فرضیه‌ای پوشش می‌دهند در صورتیکه دو مربع نمونه برداری که وسعت هر کدام km^2 ۰/۵ و وسعتی برابر km^2 ۱ را می‌پوشانند وسعتی برابر با km^2 ۱/۳۰ را بصورت فرضیه ای می‌پوشانند.

واحدهای بزرگتر روابط فضایی تجمعها، بافت‌های پراکنشهای تجمعی و روابط بین سایت‌ها را بهتر مشخص می‌کند.

(۲) هزینه بررسی کمتر و حرکت افراد در واحدهای بزرگتر آسان تر است.

(۳) شمارش و سنجش سایت‌ها در واحدهای بزرگتر بیشتر وبهتر امکان‌پذیر است.

(٤) استفاده از واحدهای بزرگتر مشکلات مربوط به چولگی توزیع را در منحنی مربوط به جامعه که عارضه واحدهای کوچکتر است کاهش می‌دهد.

در مقابل؛ استفاده از واحدهای کوچکتر:

(۱) بعلت پوشش وسیع فرضیه‌ای در واحدهای کوچکتر احتمال یافتن سایت‌های بیشتر وجود دارد.

(۲) تعدد واحدهای نمونه برداری کوچکتر صحت و دقت تخمین پارامتر جامعه را افزایش می‌دهد.

(۳) انتخاب اندازه واحدهای نمونه برداری با عوامل دیگری مانند عوامل بودجه ای و پشتیبانی، پارامترهای هدف و نوع توزیع پراکنشها نیز در ارتباط است. بطور کلی اگر منابع مالی مستعد باشد و هدف ما نیز مشاهده و سنجش روابط بین سایتها، تحلیل

فضایی آنها و شناخت همبستگی‌های لایه نگاری باشد واحدهای بزرگتر مناسب هستند. در غیراینصورت و در صورت کمبود منابع ملی و یا جاییکه قصد برنامه، تخمین سرتاسری تراکم سایت‌ها و یا تکمیل فهرست آثار مکشوفه است واحدهای متوسط یا کوچکتر مناسب تر می‌باشند. با این وجود انتخاب اندازه واحدها همواره مبتنی بر جهت گیری پروژه واهداف تحقیق خواهد بود (نگاه کنید به:

(Cherry 1983; Cherry et al. 1991; Cowgill 1990; Nance 1983; Plog 1976; Plog et al. 1978; Redman 1978, 1982; Schiffer etal. 1978).

طراحی شکل واحدهای نمونه برداری نیز مانند اندازه آنها بر اساس یکسری ملاحظات امکان پذیر است. مطالعات انجام یافته هر چند با نتایج غیرانحصاری نشان می‌دهند که استفاده از برشهای عرضی (نوارهای موازی) از نقطه نظر آماری دارای مزیت‌هایی نسبت به اَشکال دیگر می‌باشند، زیرا که:

(١) از نظر پوشش فرضیه‌ای برشها یا نوارهای موازی پوشش بیشتری نسبت به مربعات ایجاد می‌نمایند و به همین خاطر انتظار می‌رود درصد احتمالات کشف آثار و سایت در آنها بیشتر باشد.

(٢) نوارها فواصل بزرگتری را پوشش داده و طراحی و انجام آن نیز ساده تر است.

(٣) اَشکال موردنظر که در روی پهندشت‌ها گسترده می‌شوند به آسانی تراکم آثار را مورد مشاهده و سنجش قرار داده و همچنین با میزان فراوانی ازعناصر پهندشتی (Landscape Elements) و عوارض زمینی برخورد می‌نمایند و در این اَشکال تخمین پارامترهای موردنظر و تخمین تغییرپذیری سایت‌ها بهتر امکان پذیر می‌گردد.

(٤) در جاییکه هدف پروژه مطالعات منطقه ای است نوارها بدلیل داشتن لبه‌ها و حواشی طولانی احتمالات برخورد با سایت‌ها و احتمال بدست آوردن اطلاعات بیشتر را افزایش می‌دهند.

در مقابل استفاده از مربعات منظم نیز بدلیل داشتن مزایای زیر توصیه می‌گردد:

(١) مربعات منظم دارای لبه‌ای به اندازه دو برابر لبه نوارها می‌باشند. بنابراین وسعت منطقه نمونه برداری بیشتری نسبت به نوارها می‌باشند. برای یافتن سایتهای

مشخص منفرد،مکانهای فعالیت و بافتهای تجمعی و توزیعی استفاده از مربعات نیز همچون استفاده از نوارها توصیه می‌گردد.

(۲) پوشش فرضیه‌ای و تأثیر اشتباهات حاشیه در مربعات کمتر از برشهای موازی می‌باشد. بعنوان مثال مربعی که هر ضلع آن ۳۰۰ متر است منطقه ای حدود km^2 ۰/۰۹ را بصورت واقعی و حدود km^2 ۰/۱۶ را بصورت فرضیه ای پوشش می‌دهد در حالیکه یک نوار با ابعاد ۱۰۰×۹۰۰ متر منطقه ای به وسعت km^2 ۰/۰۹ بصورت واقعی و حدود km^2 ۰/۲۰ را بصورت فرضیه ای مورد پوشش قرار می‌دهد. بنابراین پتانسیل نوارها در یافتن آثار زیادتر بوده ولی خطا در تخمین بدلیل زیاده نمایی تعداد کل سایت‌ها در منطقه نمونه برداری حادث می‌شود

(۳) خطای نمونه برداری در مربعات معمولاً کمتر از اَشکال دیگر است. در اینجا نیز باید گفت علیرغم مزایای نسبی نوارهای مستطیل شکل بعنوان واحدهای نمونه‌برداری، نهایتاً انتخاب واحدهای نمونه‌برداری با رعایت ملاحظات گفته شده مبتنی بر جهت‌گیری و حل مسایل تحقیق و پروژه خواهد بود.

(Cherry 1983; Cherry et al. 1991; Cowgill 1990; Nance 1983 Plog 1976, 1986; Plog et al. 1978; Redman 1978, 1982 Schiffer etal. 1978).

محاسبه تخمین اندازه نمونه (Sample Size)

محاسبات آماری برای تعیین اندازه مناسب نمونه نیاز به اطلاعات پیشین از درجات قابلیت تغییرپذیری عناصر یک جامعه دارد. این پدیده ضریب تغییرات نامیده می‌شود و از تقسیم انحراف معیار نمونه بر میانگین نمونه بدست می‌آید. در آمار احتمالات، شیوه‌های گوناگونی برای تعیین اندازه مطلوب نمونه وجود دارد. در بسیاری موارد وقتی تخمین تغییر پذیری در داخل یک جامعه معلوم باشدَ و مقدار محدوده خطا نیز در دست باشد اندازه نمونه مطلوب از فرمول زیر بدست می‌آید:

جاییکه:

n = اندازه نمونه مطلوب t = ارزش t در جدول t استیوونت CV = ضریب

تغییرات ER = محدوده خطا N =اندازه جامعه است.

ازفرمول $CV = \frac{S}{\overline{X}}$ برای‌محاسبه ضریب تغییرات‌وفرمول $ER = t\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = n = \left(\frac{\sigma t}{ER}\right)^2$

برای تخمین محدوده خطا استفاده می‌شود.

درحالیکه: σ = انحراف استاندارد جامعه وn = تعداد عناصر موجود در نمونه است.

کاربرد فرمول مذکوربامحدودهٔ خطای ۱۰٪ ± اندازه نمونه مطلوب رابدست می‌دهد.

همان جدول نشان می‌دهد که اندازه نمونه مطلوب برای جامعه با اندازه (N) بصورت معناداری براساس CV تغییر می‌یابد. بعنوان مثال جامعه با تعداد ۱۰۰۰ با ضریب تغییرات ۳۰٪ احتیاج به ۲۶ نمونه، در حالیکه همان جامعه مشخص با ضریب تغییرات دو برابر یعنی ۶۰٪ برای نمایش دقیق احتیاج به ۹۰ نمونه دارد.

جدول۱-کاربردفرمول‌مذکور بامحدوده خطای ۱۰٪± اندازه نمونه مطلوب را بدست می‌دهد

جامعه (N)	(n) اندازه مطلوب نمونه			
	(CV) ضریب تغییرات			
	٪۳۰	٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰
۵	۵	۵	۵	۵
۱۰	۸	۹	۹	۹
۲۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۷
۳۰	۱۵	۱۹	۲۱	۲۳
۴۰	۱۶	۲۲	۲۶	۲۹
۵۰	۱۸	۲۴	۳۰	۳۴
۶۰	۱۹	۲۶	۳۳	۳۸
۷۰	۲۰	۲۸	۳۵	۴۲
۸۰	۲۰	۲۹	۳۸	۴۵
۹۰	۲۱	۳۱	۴۰	۴۸
۱۰۰	۲۱	۳۲	۴۱	۵۰
۲۰۰	۲۳	۳۷	۵۲	۶۷
۳۰۰	۲۴	۳۹	۵۷	۷۵
۴۰۰	۲۵	۴۱	۵۹	۸۰
۵۰۰	۲۵	۴۲	۶۱	۸۳
۱۰۰۰	۲۶	۴۳	۶۵	۹۰
۱۰۰۰۰	۲۶	۴۵	۶۹	۹۸

همانطور که قبلاً اشاره شد باستانشناسان امروزه برای یافتن آثار روی سطح و مطالعه پراکنشهای موجود روی سطح الگوی تحقیقی خود را بر مدل انتخاب سیستماتیک برشهای عرضی منظم موازی استوار کرده‌اند درحالیکه انتخاب این سیستم بر سیستمهای دلخواه برتری دارد و خود یک پیشرفت محسوب می‌گردد. اما چگونگی انتخاب و بررسی داخل نوارها نیز بیشتر بر سلایق مدیران تیم‌های تحقیقاتی متکی است تا بر یک دانش ریاضی ارتباط بین بافت و ساختار برشها و احتمال پیدا کردن سایت‌ها با اندازه‌های مورد نظر. اغلب گزارشهای منتشر شده از بررسیها، ادعای ۱۰۰٪ پوشش منطقه مورد بررسی و ادعای ۱۰۰٪ کشف سایتهای منطقه مورد بررسی خود را دارند درحالیکه احتمالاتی که آن بررسیها بتوانند یک پوشش مناسب برای یافتن سایتهای مورد نظر را ایجاد کرده باشند بسیار پایین و دور از واقعیت است. بنظر می‌رسد در این گونه مواقع عبارت ۱۰۰٪ کفایت پوشش مبتنی بر یک اندازه گیری حقیقی آماری نبوده و بیشتر از تمایلات آرمانی سرپرستان تیم‌ها حکایت می‌کند.

درجه احتمال کشف آثار با شکل و اندازه آثار مورد مشاهده و اندازه عرض برشها ارتباط دارد بطوریکه هر چقدر عرض برشها بیشتر باشد درجه احتمال کشف آثار کمتر می‌شود. روابط زیر برای محاسبه سه شکل متداول از سایتهای باستانشناختی صادق است، (اقتباس از Sundstrom 1993).

$$P = \frac{S}{\pi d}$$

P =درجه احتمال S =اندازه هدف d =اندازه برشهای موازی است.

در اهداف بیضوی شکل S محیط هدف از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$P = \frac{2\sqrt{(a^2 + b^2)/2}}{d}$$

در حالیکه فرمول مذکور برای اهداف دایره‌ای شکل $P = \frac{2r}{d}$ و برای اهداف خطی $P = \frac{2L}{\pi d}$ است.

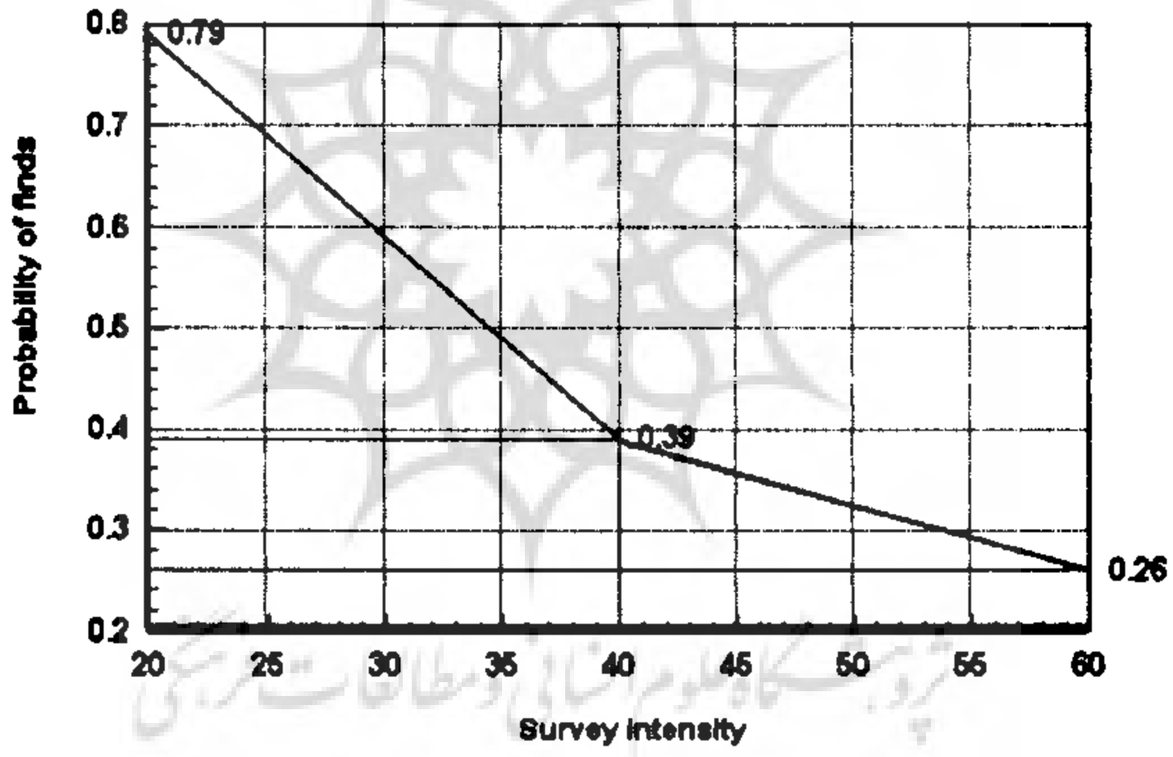
جاییکه: r = شعاع دایره و L = نیز طول هدف خطی است.

داده‌های زیر رابطه عکس بین احتمالات کشف و درجه تغییرات اندازه نوارهای موازی بررسی را نشان می‌دهد:

جدول ۲ ـ دامنه تغییرات P براساس دامنه تغییرات d

S/m.	d/m.	P%
10×5	20	0.79
10×5	40	0.39
10×5	60	0.26
10×5	80	0.19

نمودار ۱ـ منحنی تغییرات وسعت منطقه بررسی و درجه احتمال یافتن سایتها



تصور کنید هدف یک تیم بررسی میدانی کشف همه آثار دارای ۲۰ متر قطر با احتمال کشف ۱۰۰٪ آثار باشد طبیعی است که در این حالت عرض نوارهای موازی باید ۲۰ متر باشد تا چنین احتمالی برای یافتن سایتهایی به اندازه فوق و کوچکتر تحقق یابد $P = \frac{2r}{d} = 1$.

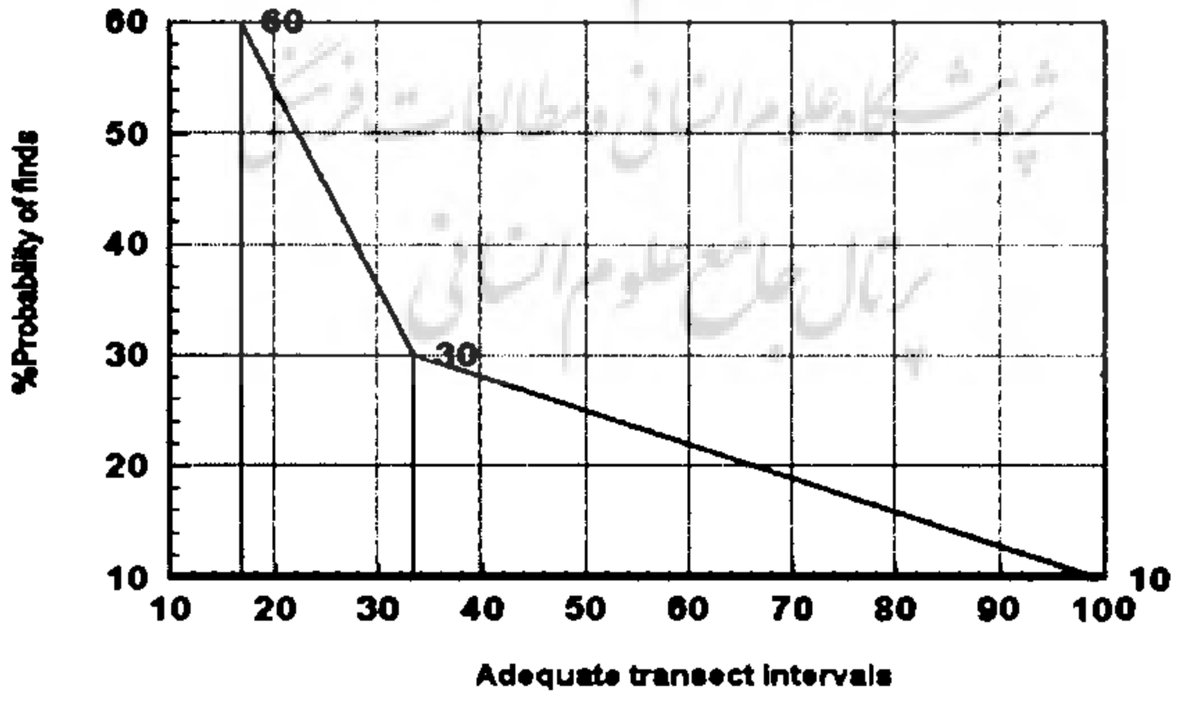
آن دسته از گزارشهای بررسی با ادعای ۱۰۰٪ پوشش منطقه مورد مطالعه و کشف هر نوع آثار در منطقه که نوارهایی با عرض ۱۵۰ متر را انتخاب و بررسی نموده‌اند فقط سایتهایی را که ۱۵۰ متر قطر دارند مشاهده و کشف می‌نمایند. این در حالی است که در بررسی مذکور برای کشف سایتهایی (بعنوان مثال) با ابعاد ۱۵×۲۰ متر فقط ۲٤٪ احتمال کشف وجود دارد.

از فرمولهای مذکور برای پیش داوریهای احتمالات کشف نیز می‌توان استفاده نمود، زمانیکه یک طرح کلی در دست انجام بوده و طراح می‌خواهد براساس احتمالات دلخواه خود اندازه و وسعت منطقه بررسی را تعیین نماید.

جدول شماره ۳ ـ رابطه متغیر اندازه نوارهای عرضی با درجه احتمالات کشف آثار

P%	قطر سایت	فواصل نوارهای موازی
90 %	10 m.	11.11 m.
60 %	10 m.	16.66 m.
30 %	10 m.	33.33 m.
10 %	10 m.	100.00 m.

نمودار ۲ـ منحنی تغییرات فواصل برشهای عرضی مناسب و درجه احتمال یافتن سایتها



محاسبات فوق نشان می‌دهند در جاییکه حداقل اندازه سایت‌ها از فواصل نوارهای بررسی بیشتر باشند میزان احتمالات بیشتر از ۱/۰ خواهد بود و معنای آن این است که فواصل نوارها به هم نزدیک تر بوده و احتمال برخورد با هر سایت بیش از یکبار وجود دارد. فرض کنید طراح یک بررسی برای کشف سایتهایی به ابعاد ۳×٤ متر و کوچکتر نوارهایی با عرض ۳ متر فاصله انتخاب می‌کند. مطابق فرمول احتمال کشف آثار در این

طراحی حدود ۲/۳۶ خواهد بود. معنای این افزایش این است که میزان نوارهای طراحی شده حدود ۲ برابر نوارهای مورد نیاز جهت اهداف مذکور می‌باشد. این نوع طراحی باعث هدر رفتن بودجه و زمان می‌گردد. مادامیکه مطابق اهداف برنامه عواملی مانند قابلیت مشاهده آثار بسیار پایین، یا شناخت همهٔ آثار بمنظور اهداف حفاظتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشند. استفاده از نوارهای عرضی موازی در بررسیهایی که اهداف آن متکی بر شناخت پراکنش آثار بر روی پهندشت‌های وسیع است با صرفه تر از استراتژیهای مشابه می‌باشد. از طرف دیگر چون امکان بررسی قدم به قدم سرتا سر منطقه مورد مطالعه عملاً وجود نداشته و در صورت اجرا اتلاف وقت و هزینه را بدنبال خواهد داشت انتخاب استراتژی نمونه برداری برای تولید داده‌های مطمئن محدودیت‌های فوق را جبران می‌نماید. تکنیک کاربردی برای انتخاب واحدهای نمونه بررسی، با شبکه‌بندی منطقه مطالعه و انجام نمونه‌برداری تصادفی بمنظور گزینش نوارهای نمونه‌برداری همراه است. ترکیبی از انتخاب نوارهای مطالعاتی و انتخاب تصادفی مربعات از شبکه مورد نظر استحکام بررسی را افزایش می‌دهد. در جاییکه وسعت پراکنش در پهندشت‌ها زیاد بوده و ارتباط فضایی بین پراکنشها با عواملی مانند قابلیت مشاهده شدن آثار یا با عوامل محیطی و توپوگرافیک زمین تغییر می‌یابند انتخاب شیوه ترکیبی می‌تواند نقش مؤثرتری داشته باشد. مشکلی که اغلب نمونه‌برداریهای تصادفی با آن برخورد می‌کنند مربوط به بی‌نظمی واحدهای مطالعاتی انتخاب شده است بطوریکه ممکن است چندین واحد بصورت متمرکز کنار همدیگر قرار گرفته و در مقابل بخش بزرگی از منطقه مورد مطالعه بدون انتخاب شدن رها شوند هرچند که این نظم از نظر اصول آماری صحیح می‌باشد ولی رضایت طراحان را تأمین نمی‌کند. یک راه چاره اصولی برای برطرف کردن این محدودیت استفاده از استراتژی نمونه‌برداری سیستماتیک (Systematic Sampling) است (Redman 1987).

۳ـ بحث و نتیجه‌گیری

این استراتژی با رضایت بیشتری در پروژه باستانشناختی حوضه رود قرانقو بکار گرفته شد(Niknami 2002; 2003). منطقه مورد مطالعه در غرب شهرستان میانه و در دشتهای آبرفتی رودخانه مذکور، بمنظور سنجش و تحلیل پراکنشهای باستانشناختی سطحی دشت مذکور انجام می‌گیرد. بافت محیطی و عناصر اکولوژیکی منطقه بافت متغیری را ایجاد نموده و شیوه‌های متعدد کاربری اراضی آرایش طبیعی پراکنشها را بشدت مغشوش کرده است. بمنظور تسهیل در کار مطالعات، و براساس ساختار تغییرات زمین تحت تأثیر دو عامل اکولوژیکی و کاربری، منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۲۱ کیلومتر مربع در شبکه‌ای مربعی به تعداد ۱۷۵×٤۸ و مساحت هر مربع ۲۵۰۰ مترمربع طراحی و تقسیم بندی شدند. در این حال کل جامعه شامل ۸٤۰۰ واحد و نمونه مطلوب ۵۱۵ واحد محاسبه گردید. برای اجرای نمونه برداری سیستماتیک ما شبکه ۸٤۰۰ واحدی را به ۵۱۵ زیرمجموعه ۱٦ واحدی تقسیم نمودیم. برای تکمیل کردن هر ۱٦ واحد در هر زیرمجموعه، ۱۰ واحد اختیاری نیز به مجموعه اضافه کردیم سپس بین واحد ۱ تا ۱٦ از هر زیرمجموعه یکی بصورت تصادفی انتخاب گردید. در نمونه‌برداری سیستماتیک همواره اشکالی دیده می‌شود از این نظر که انتخاب هر واحد از هر زیرمجموعه شانس واحدهای دیگر را در انتخاب مجدد از بین می‌برد. این یک ایراد تکنیکی است اما در مقایسه با نمونه‌برداری تصادفی که احتمال نادیده گرفته شدن بخشهایی از منطقه موردمطالعه همیشه وجود دارد این ایراد تکنیکی قابل اغماض است.

تخمین سطح تغییرات جامعه بر مبنای تغییرات نمونه‌ها در نمونه برداری تجمعی و تحلیل پدیده‌ها در پهندشت باستانشناسی

مطالعه موردی:

همانطوریکه قبلاً اشاره شد نمونه‌ها با اندک اشتباه نمونه برداری اگر بصورت علمی برگزیده شوند می‌توانند به جای جامعه مورد نظر مورد تحلیل واقع شوند. بهترین

راه تخمین نسبت‌های جامعه، تخمین نسبت‌های نمونه بر اساس عمومیت دادن آن بر جامعه با استفاده از فرمولهای آماری است. در پروژه رود قرانقو یکی از پرسشهای تحقیق، احتمالات در معرض قرار گرفتن پدیده‌های فرهنگی تحت تاثیر عوامل انسانی و عوامل محیطی (ژئومورفولوژیکی) است (Niknami 2002, 2003). مشاهدات نشان داد که تحت تأثیر عوامل فعال در بعد زمان، تجمعی از پدیده‌های فرهنگی (ترجیحاً سفال) در سطح ظاهر می‌شوند. عوامل انسانی نظیر شخم زنی کشاورزی بعنوان عامل اساسی در هر بار شخم، تجمعی از سفالها را از زیر به سطح می‌آورد. تعداد ۱۰ واحد بررسی از ۱۰۰ واحد مورد مطالعه، تعداد ۵۰۰ تجمع سفال را نشان داد که ۱۷۵ عدد از آنها در مدت زمان صفر تا سه سال شخم زنی در روی زمین ظاهر شده بودند بنابراین استراتژی لازم در این مقطع تخمین در معرض قرارگیری سفال در همین مقطع زمانی در کل منطقه مورد مطالعه بود. محدوده خطا در اینگونه تخمین‌ها به اشتباه استاندارد نسبت‌ها بستگی دارد، که از فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$SE = \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right)\left(\frac{\Sigma\left(\frac{x}{y} - P\right)^2\left(\frac{yn}{Y}\right)^2}{n-1}\right)\left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$

جاییکه:

SE = اشتباه استاندارد n = اندازه نمونه N = اندازه جامعه x = تعداد سفالهای ۳-۰ سال در هر واحد y = تعداد تجمع سفالها در هر واحد p = تخمین نسبت x/y Y = تعداد کل تجمع سفالها در n واحد است.

در این محاسبه استاندارد خطا ۰/۰۲۳ محاسبه شدبنابراین نسبت تجمع سفالهای مشاهده شده ۳-۰ سال شخم زنی در میان تجمع سفالهای همه سایت‌های مورد مطالعه یک فرم ۲/۳٪ ±۳۵٪ به خود می‌گیرد. با احتساب ۹ درجه آزادی (n-1) و با درجه اطمینان مطلوب ۹۵٪ مقدار ارزش t استیودنت ۲/۲۶۲ بدست آمد. سپس درجه خطای مورد تقاضا در این تحلیل مقدار ۰/۰۵۲ تعیین گردیده است. بنابراین براساس محاسبات

فوق ما می‌توانیم با ضریب ۹۵٪ اطمینان حاصل نماییم که تجمع سفالهای ۳-۰ سال مشاهده شده در نمونه ۵/۲±۳۵٪ از کل تجمع‌ها را بخود اختصاص می‌دهند. از این مقدار درصد به احتمال قریب به یقین می‌توان توزیع سفالهای مذکور در تمام سطوح منطقه مورد مطالعه را با مقدار (۱۴۹۰-۲۰۱۰) تخمین زد.

فهرست منابع:

1- Ammerman, Albert J., and G.D. Schaffer, 1981. Neolithic Settlement Pattern in Calabria, Italy. Current Anthropology 22:430–432.

2- Cherry, John F., 1982, A Preliminary Definition of Site Distribution. In: C. Renfrew and M. Wagstaff, eds., An Island Polity, the Archaeology of Exploitation in Melos. Cambridge: Cambridge University Press, 10–23.

1983, Frogs Round the Pound: Perspectives on Current Archaeological Survey Projects in the Mediterranean Region. In: D.R. Keller and D.W. Rupp, eds,. Archaeological Survey in the Mediterranean Area. Oxford: BAR International Series 155: 375–416.

3- Cherry, John F., J.L. Davis, E. Mantzourani and T.M. Whitelaw, 1991, The Survey Methods. In: J.F. Cherry, L. Davis and E. Mantzourani, eds., Landscape Archaeology as Long-Term History. Northern Keos in the Cycladic Island from Earliest Settlement Until Modern Times. Los Angeles: Monumenta Archaeologica, Institute of Archaeology, University of California, 13–35.

4- Cowgill, George L., 1990, Towards Refining Concepts of Full Coverage Survey. In: S.K. Fish and S.A. Kowalewski, eds., The Archaeology of Regions. Washington: Smithsonian Institution Press, 249–260.

5- Dunnell, Robert C., and William S. Dancey, 1983, The Siteless Survey: A Regional Data Collection Strategy. In: Michael B. Schiffer, ed., Advances in Archaeological Method and Theory 6: 267–287.

6- Ebert, James I., 1992, Distributional Archaeology. Albuquerque: University of New Mexico Press.

7- Flannery, Kent V., 1976, Sampling on the Regional Level. In: K.V. Flannery, ed., The Early Mesoamerican Village. New York: Academic Press, 131–135.

8- Foley, Robert; 1981, Off - Site Archaeology and Human Adaptation in Eastern Africa: Analysis of Regional Artifact Density in the Amboseli, Southern Kenya. Cambridge Monograph in African Archaeology 3. Oxford: BAR International Series 97.

9- Gallant, T.W., 1986, Background Noise and Site Definition: A

Contribution to Survey Methodology. Journal of Field Archaeology 13: 403–418.

10- Lewarch, Denis E., and Michael J. O'Brien, 1981. The Expanding Role of Surface Assemblage in Archaeological Research. In: M.B. Schiffer, ed., Advances in Archaeological Method and Theory 4: 297–342.

11- Nance, Jack D., 1983, Regional Sampling in Archaeological Survey: The Statistical Perspective. In: M.B. Schiffer, ed., Advances in Archaeological Method and Theory 6: 289–356.

12- Niknami Kamal A. Methodological Aspects of Iranian Archaeology, Past and Present. Oxford: BAR International Series 852.

13- Niknami, Kamal A. 2002, Landscape Archaeological Heritage Management in the Information Age. A Paper Presented at the Conference of Space Application for Heritage Conservation. France: Strasburg. 5-8 November 2002.

2003. Perspective theorique de l'evaluation de la sensibilite des sites du paysage archeologique selon une double approach: statistique et prospection au sol: un cas d' etude d'Iran. A paper Presented at the International Conference of Habiting Our Heritage. France, Saumur: Anger University. 13-16 October.

14- Plog, Stephen; 1976, Relative Efficiencies of Sampling Techniques for Archaeological Survey. In: K.V. Flannery, ed., The Early Mesoamerican Village. New York: Academic Press, 136–158.

1978, Sampling in Archaeological Survey: a Critique. American Antiquity 43:280–285.

1986, The Survey Strategy. In: S. Plog, ed., Spatial Organisation and Exchange-Archaeological Survey on Northern Blackmesa. Carbondale: Southern Illinois University Press, 33–49.

15- Plog, S, F. Plog, and W. Wait, 1978, Decision Making in Modern Survey. In: M.B. Schiffer, ed., Advances in Archaeological Method and Theory 1: 383–421.

16- Redman, Charles L., 1974, Archaeological Sampling Strategies. Addison-Wesley Module in Anthropology 55.

1982, Archaeological Survey and the Study of Mesopotamian Urban System, a Review Article. Journal of Field Archaeology 9: 375–382.

1987, Surface Collection, Sampling, and Research Design, a Retrospective. American Antiquity 52: 249–265.

17- Redman, Charles L., and P.J. Watson, 1970, Systematic Intensive Surface Collection. American Antiquity 35:279–291.

18- Renfrew, Colin, and Malcolm Wagstaff, eds., 1982, An Island Polity, the Archaeology of Exploitation in Melos. Cambridge: Cambridge University Press.

19- Schiffer, Michael B., and Susan J. Wells, 1982, Archaeological

Survey: Past and Future. In: R.H. McGuire, and M.B. Schiffer, eds., Hobokam and Patayam: Prehistory of Southwestern Arizona. New York: Academic Press, 345–383.

20- Schiffer, Michael B., Alan P. Sullivan, and Timothy Coklinger, 1978, The Design of Archaeological Survey. World Archaeology 10: 1–28.

Schofield, A.J., 1991. Artifact Distributions as Activity Area: Examples from Southeast Hampshire. In: A.J. Schofield, ed., Interpreting Artifact Scatters: Contributions to Plough Zone Archaeology. Oxford: Oxbow Monograph 4: 117–128.

1994, Looking Back with Regret; Looking Forward with Optimism: Making More of Surface Lithic Scatters. In: N. Ashton and A. David, eds., Stories in Stone. London: Lithic Studies Society Occasional Paper No. 4: 90–98.

21- Shennan, Stephen, 1985, Experiments in the Collection and Analysis of Archaeological Data: The East Hampshire Survey. University of Sheffield, Department of Archaeology and Prehistory: Sheffield University Press

22- Shott, Michael J; 1995, Reliability of Archaeological Record on Cultivated Surfaces: A Michigan Study. Journal of Field Archaeology 22: 475–490.

23- Sundstrom, Linea. 1993, A Simple Mathematical Procedure for estimating the Adequacy of Site Survey Strategies. Journal of Field Archaeology 20: 91-96.

24- Terrenato, Nicola, and Albert J. Ammerman, 1996, Visibility and Site Recovering the Cecina Valley Survey, Italy. Journal of Field Archaeology 23: 91–109.

25- Wandsnider, LuAnn; and Eileen L. Camilli; 1992, The Character of Surface Archaeological Deposits and its Influence on Survey Accuracy. Journal of Field Archaeology 19: 169–188.