

جدول مکمل ۱. عمق و برخی مشخصات گونه‌شناختی دست‌افزارهای سنگی جامعه آماری. واحد عمق، سانتی‌متر است.

شناسه	عمق	لایه	گونه‌شناسی	سکوی ضربه	توضیحات
MK170111	-۳٫۵	۲	خراشنده جانبی	ساده	
MK170070	-۷	۲	سریکان	ساده	
MK160814	-۹	۲	خراشنده جانبی و انتهای و شکاف‌دار	ساده	
MK160431	-۱۰	۲	خراشنده دوجانبی	چندوجهی-خرد شده	
MK171424	-۱۱	۲	خراشنده جانبی	چندوجهی	بخش انتهایی لولاشکل
MK171342	-۲۳	۲	قطعه روتوش‌دار	ساده	
MK160973	-۲۳	۲	خراشنده جانبی	بال‌شکل	
MK171380	-۲۴٫۵	۲	سریکان موستری	کلاه زاندارمی	
MK160990	-۲۶	۲	سریکان	دو وجهی	
MK171240	-۲۷	۲	خراشنده جانبی	دو وجهی	ضخیم
MK161005	-۳۴	۲	قطعه روتوش‌دار	چندوجهی	
MK160999	-۳۴	۲	قطعه روتوش‌دار	ساده	
MK170098	-۳۴	۲	قطعه روتوش‌دار	ساده	
MK160465	-۳۵	۲	قطعه روتوش‌دار	شکسته	
MK160486	-۳۵٫۵	۲	قطعه روتوش‌دار	دو وجهی	
MK161012	-۳۶	۲	خراشنده همگرا	دو وجهی	
MK171282	-۳۷	۲	خراشنده جانبی	کلاه زاندارمی	
MK170263	-۳۷-	۲	خراشنده جانبی	نقطه‌ای	
MK160567	-۳۸	۲	خراشنده شکاف‌دار	ساده	
MK160530	-۳۹	۲	خراشنده جانبی	چندوجهی	داده پرت
MK170231	-۳۹٫۵-	۲	ق. روتوش‌دار و شکاف‌دار	ساده	
MK161018	-۴۰	۲	قطعه روتوش‌دار	خطی-تصحیح شده	
MK160859	-۴۱	۲	خراشنده جانبی و انتهایی	ساده	
MK170221	-۴۱٫۵	۲	قطعه روتوش‌دار	ساده	
MK160858	-۴۳	۲	قطعه روتوش‌دار	ساده	
MK170358	-۴۶	۲	خراشنده جانبی	ساده	
MK160579	-۴۷	۲	خراشنده همگرا و سریکان	کلاه زاندارمی	
MK170387	-۴۸	۲	خراشنده جانبی و شکاف‌دار	ساده	داده پرت

ساده	دندان‌دار	۲	-۴۸	MK170413	
شکسته	قطعه روتوش‌دار	۲	-۴۸,۵	MK170377	
چندوجهی	خراشنده دوجانبی	۲	-۴۹	MK170416	
چندوجهی	خراشنده جانبی	۳	-۹۷	MK171577	
چندوجهی	خراشنده همگرا	۳	-۱۰۰	MK171364	
ضخیم، شکل شبیه قطعه قایقی	ساده	۳	-۱۰۰	MK171368	
ساده	ق. روتوش‌دار	۳	-۱۰۲	MK170470	
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۰۴	MK171610	
چندوجهی	خراشنده جانبی و شکاف‌دار	۳	-۱۰۴	MK170474	
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۰۵	MK171377	
ساده	قطعه روتوش‌دار	۳	-۱۰۵	MK170483	
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۰۵,۵	MK160883	
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۰۷	MK170486	
کوتاه شده (truncated)	خطی-تصحیح شده	خراشنده جانبی و سوراخ‌کننده	۳	-۱۰۷	MK170604
ساده	خراشنده همگرا	۳	-۱۰۸	MK170498	
ساده	دندان‌دار	۳	-۱۰۸,۵	MK171625	
داده پرت	ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۰۹	MK171620
دو وجهی	خراشنده همگرا و سرپیکان	۳	-۱۰۹	MK160889	
چندوجهی	دندان‌دار	۳	-۱۱۰	MK171116	
ضخیم/پوسته‌دار/بتینه شدید	ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۱۱	MK171432
ساده	خراشنده جانبی و انتهایی	۳	-۱۱۱	MK171624	
ساده	دندان‌دار	۳	-۱۱۱	MK170507	
دو وجهی	قطعه روتوش‌دار	۳	-۱۱۱	MK170516	
ساده	قطعه روتوش‌دار	۳	-۱۱۱	MK171090	
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۱۲	MK171633	
بال شکل	قطعه روتوش‌دار	۳	-۱۱۲	MK170520	
چندوجهی-خرد شده	خراشنده جانبی و شکاف‌دار	۳	-۱۱۲	MK160910	
تصحیح در سکو	خراشنده دوجانبی و انتهایی	۳	-۱۱۳	MK160916	
نقطه‌ای	قطعه روتوش‌دار	۳	-۱۱۴	MK171628	
ساده	خراشنده جانبی و دندان‌دار	۳	-۱۱۴	MK171170	

چندوجهی-شکسته	خراشنده همگرا	۳	-۱۱۴	MK171077
بال شکل	خراشنده جانبی و انتهایی	۳	-۱۱۴,۵	MK160938
چندوجهی	خراشنده همگرا	۳	-۱۱۶	MK170519
کلاه زاندارمی	قطعه روتوش دار	۳	-۱۱۶	MK171147
ساده	قطعه روتوش دار	۳	-۱۱۶,۵	MK160955
دو وجهی	قطعه روتوش دار	۳	-۱۱۷	MK171216
ساده	خراشنده دوجانبی و شکافدار	۳	-۱۱۷	MK161226
بال شکل	خراشنده جانبی	۳	-۱۱۷	MK171107
بال شکل	خراشنده دوجانبی	۳	-۱۱۸	MK171206
بال شکل	خراشنده جانبی	۳	-۱۱۹	MK160957
ساد	قطعه روتوش دار	۳	-۱۱۹	MK171102
ساده	قطعه روتوش دار	۳	-۱۱۹	MK171103
دو وجهی	خراشنده جانبی	۳	-۱۲۰	MK161239
ساده	خراشنده جانبی	۳	-۱۲۱	MK171442
چندوجهی	سریبکان پوستری	۳	-۱۲۱	MK171451
ساده	قطعه روتوش دار	۳	-۱۲۱	MK160966
دو وجهی	قطعه روتوش دار	۳	-۱۲۲	MK161242
نقطه‌ای	دنداندار	۳	-۱۲۳	MK170528

جدول مکمل ۲. نتایج خام امتیازات مؤلفه‌های اصلی اول تا هفتم (توضیح ۷۵٪ از گوناگونی‌های شکلی؛ نرم‌افزار AGMT 3-D).

ID	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
MK160431	-2.4599	-1.6609	-1.7743	1.0811	-0.0184	0.3791	-0.6062
MK160465	-1.2652	-2.8256	-1.2961	1.687	0.6276	0.7897	-1.3115
MK160486	-0.1976	-0.2769	2.038	0.5869	0.8474	1.9528	-1.6692
MK160530	14.708	2.7469	-0.8803	-3.8479	0.2912	-2.1394	-2.5444
MK160567	-3.2647	-2.2911	-2.5615	-4.0111	-0.8015	-0.3604	-0.6428
MK160579	-0.8215	-1.839	3.9154	-3.3795	-2.1716	0.3507	0.6939
MK160814	-3.3836	5.174	-2.569	-1.744	-0.6441	0.2358	0.5197
MK160858	-2.7521	-2.674	-2.2838	0.7797	-2.2504	-2.1291	-1.3402
MK160859	4.5119	1.2527	-0.6093	-1.6345	-0.5363	-0.1101	-1.6198
MK160883	-0.1882	-5.3465	0.3126	-1.8751	-2.4316	1.8457	2.7802
MK160889	-7.1494	-1.2945	-1.74	-1.4015	0.5613	-0.5165	-0.9507
MK160910	0.7017	-2.6679	1.9509	3.4227	0.7267	-0.7049	2.6425

MK160916	-1.5693	1.1234	-0.7834	1.3141	-0.792	-0.3263	1.0395
MK160938	2.9964	2.3327	-2.0908	-0.4096	-0.6061	1.4758	0.1193
MK160957	-1.888	-1.8596	-1.3973	1.0502	0.5047	0.0584	-1.0336
MK160966	8.496	3.1105	-0.0515	2.2144	-3.4645	-0.5357	-3.9293
MK160973	-1.4827	-3.0208	-0.1799	-2.8	1.6414	1.2609	-0.0542
MK160990	-5.7375	-2.113	-1.1436	-1.9576	0.2222	-0.4845	-0.3917
MK160999	-2.6173	-1.3007	-1.4684	0.6483	2.3288	-0.991	-0.3091
MK161005	1.8124	-2.399	0.1252	-0.6386	1.7939	1.4901	0.9185
MK161012	-3.0783	-1.2519	-1.5431	-0.4815	0.8486	1.181	-0.5214
MK161018	-1.2758	-4.2983	-2.6965	-1.7433	-0.9727	-0.9004	-0.2388
MK161226	3.9822	-1.3419	1.9956	2.9818	1.7196	-1.3913	0.3591
MK161239	2.0906	-5.418	-0.3402	1.7481	-0.8844	0.0356	0.6791
MK161242	-3.7744	5.6333	-0.6447	-3.3263	-0.2227	0.246	0.3855
MK170070	-4.4128	0.495	0.8045	-3.3658	-0.3966	-1.2256	-0.1324
MK170098	-0.1695	-0.1898	-0.2635	2.1874	0.1829	-2.513	-0.2829
MK170111	-5.6647	-2.7539	-0.8377	1.2873	-0.6595	-0.8412	-0.7717
MK170221	-3.0361	-0.8606	-1.8637	0.0282	0.2527	-0.4221	-1.2747
MK170231	-3.8731	0.5436	4.2727	-0.0847	0.9161	-0.0458	-0.2077
MK170263	0.3187	-1.3846	0.1379	4.043	1.1859	-0.3668	-0.2691
MK170358	-2.4197	-1.2109	2.0237	-1.2251	-1.7394	-0.5099	-0.099
MK170377	-1.5393	0.4796	-3.6327	0.1012	-0.6388	0.4571	-0.6346
MK170387	-4.3969	5.4279	3.0293	0.3357	-0.2481	-1.7228	-0.0555
MK170413	7.887	5.5682	-4.8087	-1.1972	2.2583	-2.4097	2.911
MK170416	-1.3952	3.6572	-0.7969	-0.4427	-1.2956	0.2551	0.3794
MK170470	-2.3713	3.5022	0.0457	0.7332	-1.1123	0.9277	0.3504
MK170474	2.1793	-2.2599	-3.5039	0.1056	0.8848	3.1672	3.6023
MK170483	-2.7266	1.8238	0.8773	0.0161	-0.6054	-0.2255	0.5789
MK170486	2.7706	-0.6902	0.4145	-0.7083	-0.1069	1.3306	-0.7263
MK170498	-3.3096	2.9072	-0.2923	-0.1369	0.511	-0.4094	0.3186
MK170507	-0.6625	2.6636	3.0506	2.7313	1.4007	-1.6313	0.4049
MK170516	-0.5864	-6.796	-2.281	1.0509	-1.3754	-2.3855	0.3708
MK170519	-3.2806	0.6618	0.0626	-0.1315	-0.5061	-1.0959	-0.2926
MK170520	2.5257	-1.2075	1.4354	0.6826	0.4407	1.4264	-2.0126
MK170528	-0.3738	0.7478	2.0693	1.465	2.2305	0.2753	-1.6154
MK170604	4.8476	1.3337	-1.0623	0.7752	-1.5851	0.2032	0.7182
MK171077	-2.4035	0.3498	2.1632	2.5303	0.4602	-0.3855	-2.5326
MK171090	2.9333	4.4336	-3.5592	2.8657	-3.7057	0.7413	1.5857
MK171102	-3.3572	2.9012	0.0638	-0.0737	2.0243	0.5961	-0.5511
MK171103	1.966	-1.326	0.1485	0.5507	2.3872	-0.0465	1.4929
MK171107	4.6183	-0.9654	5.2171	-3.4128	1.5783	1.4134	1.3731
MK171116	-1.3991	1.7166	0.3032	-0.9342	1.2768	1.6736	1.1507
MK171147	8.2509	1.1235	3.7844	-1.8125	-0.8904	0.5524	0.2651
MK171170	-4.9859	-2.8478	-0.7627	2.0699	1.541	0.203	-0.6735
MK171206	-3.5639	0.8416	-0.1169	-1.1491	-0.3307	-1.1558	-0.2888
MK171216	8.7106	-3.2226	3.6582	-2.8615	0.7666	-3.5712	1.348

MK171282	-0.6882	0.2288	-0.4819	-3.8353	1.1377	-0.0495	-2.5512
MK171342	-0.267	3.5086	4.3596	1.6264	0.9483	-3.1283	1.0363
MK171364	-4.939	0.7527	0.8104	-0.7587	0.6865	0.6358	-1.2049
MK171368	-4.9331	1.2621	5.1604	-0.7822	-5.6289	0.0165	2.2018
MK171377	-3.0942	4.9867	1.4954	3.9266	0.8495	0.713	0.6166
MK171380	-2.8864	-1.6439	0.6521	-1.4262	0.3836	-2.167	-0.016
MK171432	2.0068	-1.3575	3.9223	1.5831	9.51E-04	2.4094	0.2325
MK171442	2.1666	-0.9048	-1.5493	0.0508	-0.9285	-3.5178	0.785
MK171451	-4.4033	-0.9359	3.2697	-0.826	0.4353	2.103	-0.7967
MK171577	-2.6954	-3.8186	-1.1579	3.0137	-1.0186	-0.9202	0.9585
MK171610	-0.7158	-2.2554	-1.1505	-1.5273	0.2927	1.5985	0.2885
MK171620	12.0116	-4.0476	0.7615	0.8935	-1.7923	1.255	-0.362
MK171624	-1.74	3.7486	-0.6105	1.0672	-0.9245	1.0667	0.3031
MK171625	9.2856	-0.4352	-1.4533	-0.3424	2.289	-0.4926	0.8782
MK171628	-2.0148	3.7754	-4.1758	-0.4235	0.3685	0.4982	1.0671
MK171633	-1.65	2.3625	-0.8229	-1.3456	2.0028	1.9923	0.7946
MR171240	3.1037	1.3115	-0.4835	2.565	-0.7058	2.5685	0.4666
MR171424	8.124	0.5944	-0.8069	1.2418	-0.9059	3.036	-2.7292
MK160955	5.8549	-0.089	-1.8032	1.0116	1.0904	-0.5885	0.6274

اطلاعات مکمل ۱: آماده‌سازی مدل‌های سه‌بعدی

پس از انجام اسکن تمام دست‌افزارهای جامعه آماری (۷۶ عدد) به کمک اسکنر سه‌بعدی و ایجاد ابرنقاط^۱، تهیه می‌شود و مدل سه‌بعدی و تصحیحات ابتدایی به کمک نرم‌افزارهای Meshlab و Geomagic انجام شد. سپس این مدل‌ها در نمایش نماها (سطح پستی و شکمی) و مقاطع استاندارد شدند و تصویر هر کدام تهیه شد (استانداردسازی به کمک محور فناوری^۲ دست‌افزارها؛ شکل ۳). به دلیل استفاده از نرم‌افزار AGMT 3-D برای انجام آنالیزهای آماری، روش پیشنهادی در مقاله معرفی نرم‌افزار ([Herzlinger and Grosman 2018](#)) بصورت مرحله به مرحله انجام شد. لازم به ذکر است که در صورت رعایت نکردن این روش و یا عدم انجام مرحله به مرحله رویه‌های مورد نیاز، نرم‌افزار، آنالیزهای مورد نیاز را انجام نخواهد داد. پس از استانداردسازی، به کمک الگوریتم‌های هندسی تعریف شده در نرم‌افزار، نقاط راهنما بر روی دو سطح و لبه‌های دست‌افزارهای جامعه آماری برگزیده شدند؛ بدین صورت که دو لبه جانبی دست‌افزارها به ۳۰ بخش مساوی تقسیم شد و سپس، هر بخش که از وصل کردن نقاط متناظر روی دو لبه به یکدیگر حاصل می‌شد، خود به ۳۰ بخش تقسیم گشت. این روش بر هر دو سطح شکمی و پستی دست‌افزارها اعمال شد و در نتیجه، جمعاً ۱۸۰۰ نقطه راهنما (هر سطح ۳۰×۳۰ نقطه، جمعاً ۹۰۰ نقطه؛ دو سطح یعنی ۲×۹۰۰) بر روی هر دست‌افزار پدید آمد (شکل ۴). پس از انجام این مرحله است که اجرای آنالیزهای گوناگون شکلی و آماری بر روی دست‌افزارها وجود دارد؛ زیرا نقاط متناظری بدست آمده‌اند

که امکان مقایسه آن‌ها با یکدیگر از دید آماری ممکن است. همچنین بطور همزمان با این مرحله، اندازه‌گیری‌های دیجیتالی از ابعاد مورد نیاز هر دست‌افزار نیز بصورت خودکار انجام شد. از جمله ابعاد مورد نیاز، بیشینه طول، عرض و ضخامت دست‌افزار به کمک محور فناوری و سپس، به کمک شبکه‌بندی نرم‌افزار^۳ است (مشخصات آمار توصیفی این ابعاد در جدول ۱ دیده می‌شود). همچنین، عرض و ضخامت دست‌ساخته‌ها نیز در سه بخش اندازه‌گیری می‌شود که عبارتند از: یک‌پنجم بالایی از طول دست‌افزار، بخش میانی از طول دست‌افزار و یک‌پنجم پایینی از طول دست‌افزار. پس از انجام این مراحل، نیاز به انجام آنالیز عمومی پروکروستس^۴ وجود دارد. این آنالیز برای زدودن گوناگونی‌های غیرمرتبط با شکل دست‌افزارها مانند اندازه و جهت نمایش دست‌افزارها انجام می‌شود؛ به عبارت دیگر، نقش عواملی مانند مقیاس و اندازه‌های گوناگون دست‌افزارها را از بین برده و آن‌ها را از نظر شکلی قابل مقایسه می‌کند. در این حالت، تفاوت در نقاط راهنما در دست‌افزارهای گوناگون تنها به ریخت‌شناسی هر دست‌افزار وابسته خواهد بود و نه ابعاد آن‌ها (Herzlinger and Grosman 2018). به دلیل وجود متغیرهای بسیار زیاد و ایجاد امکان مقایسه متغیرهای گوناگون در تغییرات شکلی نیاز است که روش‌های کاهش ابعاد^۵ که در آنالیزهای آمار شکلی رایج هستند بکار گرفته شود. از جمله رایج‌ترین این روش‌ها به‌ویژه در باستان‌شناسی، روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۶ است. در این روش، مجموعه نقاط موجود در فضاهای سه‌بعدی یا بالاتر به دستگاه مختصات جدیدی برده می‌شود که در آن در ساده‌ترین حالت، محور افقی نماینده محوری است که بیشترین واریانس داده‌ها در آن وجود دارد و محور عمودی از این جنبه در رده دوم است (Abdi and Williams 2010: 434). به عبارت دیگر، بیشترین گوناگونی داده‌ها را این دو مؤلفه توضیح می‌دهند. در این حالت، محور افقی مؤلفه اصلی ۱ و محور عمودی مؤلفه اصلی ۲ نامیده می‌شود.

۱. Point cloud

۲. Technological axis

۳. grid

۴. Generalized Procrustes analysis (GPA)

۵. Dimensionality Reduction

۶. Principal Component Analysis (PCA)

۷. Principal components 1 and 2 (PC1 and PC2)