کاربرد فتوگرامتری در ترمیم و بازسازی آثار باستانی

محمد حسن عسگری

کارشناس ارشد فتوگرامتری دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دکتر مسعود ورشوساز

استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

varshosazm@kntu.ac.ir

سمیرا دانشگر اصل

دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

samira_daneshgar@yahoo.com

تهران، خیابان ولیعصر، تقاطع میرداماد،دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی،

تلفن: ۸۸۷۸۶۲۱۲ دورنگار: ۸۸۷۸۶۲۱۳

چکیده

هر ساله عتیقه و آثار سفالی که دارای ترکهای فراوانی می باشند و یا شکسته اند از زیر خاک استخراج می گردند. هدف از این پروژه ، تحقیق و بررسی در مورد کاربرد فتوگرامتری در ترمیم و باز سازی ظروف سفالی یا آثار زیر خاکی کشف شده است. در این راستا دو مرحله ایجاد مدل سه بعدی قطعات کشف شده و استخراج مختصات نقاط مرزی و سپس پیدا کردن ارتباطها و اتصال قطعات مرتبط مطرح است. روشهای مختلفی برای ایجاد مدل سه بعدی قطعات وجود دارد. دراین تحقیق برای تشکیل مدل سه بعدی قطعات و استخراج مختصات نقاط مرزی از روش فتوگرامتری برد کوتاه استفاده شد ، سپس قطعاتی را که دارای مرز مشابه (هم شکل) هستند پیدا نموده و جهت اطمینان از ارتباط آنها از مقایسهٔ پارامترهای هندسی (مقایسهٔ شعاع انحناء مرز وزویهٔ قطعات) استفاده شدودرمورد قطعاتی که دارای مرز مشابه نیستند فقط از مقایسهٔ پارامترهای هندسی جهت پیدا کردن ارتباط استفاده گردید. پس از تشخیص ارتباطها اتصال قطعات در رایانه صورت گرفت و مدل اولیهٔ شیئ بازسازی شد. بررسی های انجام شده نشان دادند که استفاده ازروش فتوگرامتری برد کوتاه (جهت ایجاد مدل سه بعدی) و شعاع انحناء (جهت ایجاد ارتباط بین قطعات کشف شده) ترکیب بسیار مناسبی برای بازسازی آثار باستانی می باشد .

واژگان کلیدی : فتوگرامتری برد کوتاه، آثار باستانی، مدل سه بعدی ، **پارامترهای هندسی** ، پارامتر انحناء

۱- مقدمه

این تحقیق در مورد کاربرد فتوگرامتری در ترمیم و بازسازی آثار باستانی می باشد.در واقع باید با توجه به اهمیت قطعات کشف شده به دنبال روشی باشیم که دارای دقت و زمان مناسبی باشد تا این قطعات را بازسازی نموده و شکل اولیهٔ آنها را بدست آوریم . در اکثر روش های بازسازی ابتدا خصوصیات کمی وکیفی قطعات اندازه گیری شده ، سپس با مقایسهٔ این خصوصیات ارتباط بین قطعات بدست آمده و بازسازی انجام می شود. از آنجاییکه اندازه گیری مستقیم روی قطعات دارای معایب احتمال تخریب بیشتر قطعه و وقت گیر بودن و دشواری اندازه گیری می باشد و اندازه گیری روی مدل سه بعدی سریعتر است و ضمناً برای آزمایشهای مختلف بعدی می توان بدون صدمه زدن به قطعات واقعی ، از مدل سه بعدی آنها استفاده نمود لذا ایجاد مدل سه بعدی برای اندازه گیری خصوصیات قطعات انتخاب شد. خصوصیات یک سیستم مناسب در مدلسازی سه بعدی به شرح زیرمی باشد (Heinz , 1998):

- قادر به اندازه گیری ابتدایی روی سطح جسم باشد .

- تراکم نقاط ثبت شده زیاد باشد (پایگاه دادهٔ متراکم ایجاد کند)
- سیستم قابل کاربرد برای انواع اندازه های جسم باشد .
- کالیبراسیون سیستم آسان باشد .
- سریعاً Database (پایگاه داده) تولید کند .
- قادر به کنترل و شناسایی اشتباهات بعد از عملیات باشد .
- با ترکیب اندازه گیریها بتواند اطلاعات توپولوژی تولید کند .
- Visualization قوی جهت تجسم سه بعدی شیئ ایجاد کند .
- ارزان قیمت وقابل استفاده برای عموم باشد.

پس از بررسی روشهای مدلسازی سه بعدی با در نظر گرفتن دقت و سرعت بالا روش فتوگرامتری برد کوتاه بعنوان یک روش مناسب جهت مدلسازی انتخاب گردید (عسگری ، ۱۳۸۰) . مرحلهٔ نهایی تحقیق پیدا نمودن ارتباطهای احتمالی بین قطعات و اتصال قطعات با توجه به این ارتباطهای کشف شده می باشد و در نهایت جهت تجسم سه بعدی و ارزیابی بهتر آزمایش انجام شده پردازشهای مختلفی روی رنگ ، جنس و زاویهٔ دید قطعات انجام شد.در ادامه به شرح مختصری از هریک از مراحل می پردازیم.

۲- تهیه مدل سه بعدی اشیاء باستانی به روش فتوگرامتری برد کوتاه

در این روش برای تهیهٔ مدل سه بعدی از قطعات ابتدا لازم است که یک شبکهٔ زمینی ثابت در نظر گرفت ، در غیر اینصورت مختصات نهایی مدلهای سه بعدی بدست آمده از مدلسازی برای ایجاد ارتباط بین قطعات قابل استفاده نخواهد بود. توجه به این نکته مهم است که در صورت کوچک بودن قطعات کشف شده ، انجام یک نقشه برداری زمینی جهت ایجاد شبکهٔ زمینی معقول نیست. می توان یک کاغذ میلیمتری را بعنوان شبکه در نظر گرفته ومکان آن را در جایی ثابت تعبیه نمود و نقاطی از این کاغذ را علامتگذاری کرده ، مختصات آنها را بعنوان مختصات نقاط کنترل در نظر گرفت. سپس می توان قطعات را مرتباً روی این شبکهٔ ثابت زمینی قرار داده و عکسبرداری را انجام داد و بعد از آن دوربین عکسبرداری را انتخاب و آن را کالیبره نموده و در مرحلهٔ بعد با استفاده از دوربین زوج عکس را از قطعات به نحوی که تمام سطح قطعه را بپوشاند تهیه نمود.

۳- استخراج شکل مرز و مختصات نقاط مرزی قطعات

روش انتخاب نقاط در روی مرز مدلها باید بگونه ای باشد که روی انحناء بزرگ ، نقاط بیشتر و روی انحناء کوچک ، نقاط کمتری را در نظر بگیرد ، بطوریکه نه شکل اصلی لبه ها از بین برود و نه وقت زیادی صرف شود . انتخاب نقاط روی مرز قطعات باید در نقاط تغییر شیب و در فواصلی باشد که شکل انحناء مرز عوض نشود . با قرار دادن یک حد آستانه (Threshold) که بر اساس انحناء مرز تنظیم می شود ، فاصلهٔ هر نقطه با نقطهٔ بعدی محدود می شود و این حد آستانه باعث می شود که مرز قطعات با دقت خوبی برداری شوند . برای اینکه شکل مرز را از دست ندهیم می توانیم حداکثر تغییر شیب برای در نظر گرفتن دو نقطه متوالی روی مرز را با استفاده از فرمول زیر بدست آوریم. قبل از اینکه مقدار تغییر شیب به مقدار زیر برسد ، بایستی نقطه در نظر گرفته شود . توجه به این نکته مهم است که این رابطه را زمانی استفاده می کنیم که نقاط تغییر شیب با چشم قابل تشخیص نباشند ، در صورتیکه مرز یک خط مستقیم باشد استفاده از این فرمول

موجب تلف شدن وقت زیادی در برداری کردن مرز خواهد شد ، لذا این رابطه یک رابطهٔ کلی وعمومی قابل استفاده نیست و فقط در این تحقیق از آن استفاده شد.

$$\text{حد اکثر تغییر شیب} = \frac{\text{ماکزیمم شیب} - \text{می نیمم شیب}}{\text{طول مرز}}$$

۴- ایجاد ارتباط بین قطعات

جهت بازسازی آثار باستانی باید دو مرحلهٔ اساسی ایجاد مدل سه بعدی و ایجاد ارتباط بین قطعات را انجام دهیم. یکسری از روشهای ایجاد ارتباط بین قطعات عبارتند از :

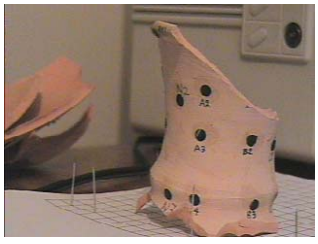
- مقایسهٔ درجات خاکستری
- پیدا کردن مرزهای برداری شدهٔ هم شکل
- مقایسهٔ پارامترهای هندسی روی مرز قطعات

۴-۱- مقایسهٔ درجات خاکستری

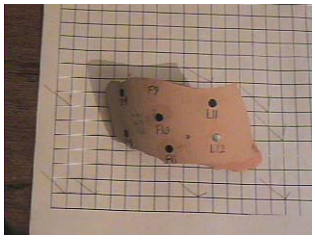
چون شدت روشنایی و درجات خاکستری روی اشیاء زودتر از مشخصات هندسی و توپوگرافی آنها دچار تغییرات می گردند و بازسازی در مورد آثاری انجام می شود که حاصل حفاری ها بوده و مدت زمان زیادی از ساخت آنها می گذرد و در اثر شرایط مختلف فیزیکی ، روشنایی و رنگ آنها نسبت به قطعات اصلی بسیار تغییر نموده است و حتی ممکن است دو قطعهٔ مربوط به هم در دو محیط متفاوت از نظر فیزیکی قرار گرفته باشند ، بگونه ای که درجات خاکستری آنها پس از پیدا شدن ارتباطی با یکدیگر نداشته باشند ، لذا در این تحقیق از این روش جهت ایجاد ارتباط بین قطعات استفاده نشد.

۴-۲- پیدا کردن مرزهای برداری شدهٔ هم شکل

با توجه به اینکه مرزهای اکثر قطعات کشف شده در تحقیقات باستان شناسی تخریب شده است ، با شکل ظاهری مرز به هیچ وجه نمی توان ارتباط بین قطعات را تشخیص داد و شکل ظاهری مرز هیچ کمکی به ما نخواهد نمود (شک۴-۱) . ضمناً در بیشتر اوقات تشخیص رئوس صحیح بدلیل همانندیهای موجود امکان پذیر نمی باشد (شکل ۴-۲) . در عمل مرز قطعه با تعداد اندکی بازسازی خواهد شد (کمتر از ۱۰ راس) و به همین دلیل امکان از دست دادن شکل واقعی و شناسایی غلط بسیار زیاد می باشد. این روش در صورتی قابل اطمینان خواهد بود که تعداد نقاط در نظر گرفته شده روی مرز زیاد باشد و ضمناً تخریب شدید روی مرز قطعات مرتبط ایجاد نشده باشد . بنابراین بعنوان یک روش قطعی و قابل اطمینان جهت ایجاد ارتباط نمی تواند مورد استفاده واقع شود , اما بوسیلهٔ این روش می توان تعداد و زمان آزمایشها را جهت رسیدن به ارتباط قطعی کاهش داد (Jimenez,1998).



شکل ۴-۱ : تخریب مرز پائینی قطعه



شکل ۴-۲ : همانندی نقاط مرزی قطعه

۴-۳- مقایسهٔ پارامترهای هندسی

ضوابطی که در اینجا مورد بحث و بررسی قرار گرفتند تا ارتباط بین قطعات پیدا شوند پارامترهای هندسی طول ، ضخامت ، زاویه ، تاب و انحناء می باشند که در زیر هر کدام توضیح داده شده اند:

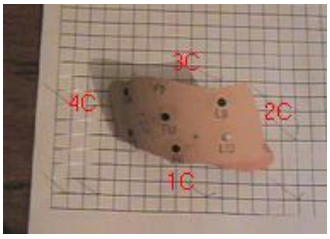
۴-۳-۱- طول مرز وبردارهای مرزی

در اینجا با استفاده از محاسبهٔ طول مرزها و مقایسهٔ مقادیر بدست آمده , طولهای تقریباً مساوی را در نظر گرفته و ارتباط بین قطعات تشخیص داده می شوند . محاسبهٔ چند طول مرزی بین قطعاتی که مطمئن از ارتباطشان با یکدیگر هستیم نشان داد که طول مرزها با یکدیگر متفاوت اند . تحقیق در مورد این مسئله نشان داد که ممکنست مرز چند قطعه , یک مرز را در قطعه دیگر بپوشانند و در اینصورت باید ترکیب طولهای بدست آمده روی مرز قطعات را نیز با یکدیگر مقایسه نمود . در مواردی ممکنست که مرز قطعه به نحوی از بین رفته باشد که طول دو مرز مرتبط هیچ ارتباطی با یکدیگر نداشته باشند (شکل۴-۳) . لذا با توجه به مطالب بیان شده ، مقایسهٔ طول کلی مرزهای قطعات جهت ایجاد ارتباط مناسب تشخیص داده نشد . در مرحلهٔ بعد طولهای بین هر دو نقطهٔ متوالی در سراسر مرز مورد آزمایش قرار گرفتند .

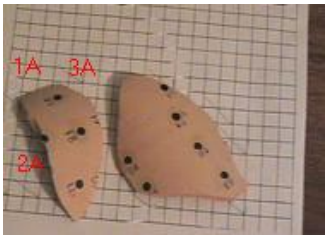
شکل ۴-۳ : قطعهٔ بزرگ تصویر سمت چپ مرتبط با مرز بالای تصویر سمت راست تخریب شده است.

ابتدا طول بین هر دو نقطهٔ متوالی مرزی اندازه گیری شد و سپس طولهای بدست آمده در دو مرز مرتبط با یکدیگر مقایسه شدند . در آزمایش اول انجام شده روی مرز سه قطعه که احتمال به هم مرتبط بودن آنها وجود داشت ، مشاهده گردید که طولهای بدست آمده اختلاف زیادی با یکدیگر داشته و نمی توان ارتباط را از طریق این پارامتر، تشخیص داد .

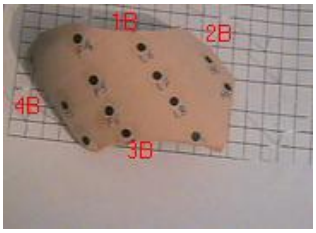
جدول ۴-۱ طولهای بدست آمده روی مرزهای اشکال ۴-۴ و۴-۵ و۴-۶ را بر حسب سانتیمتر نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود ارتباط منطقی بین این طولها موجود نمی باشد. تحقیق در مورد این مطلب این نشان داد که بین طولهای مرزی بدلیل اتفاقی بودن انتخاب نقاط مرزی(نقاط انتخاب شده روی مرزها دقیقاً نقاطی که باید به یکدیگر متصل شوند نیستند ، زیرا انتخاب چنین نقاطی در دو مرز متفاوت تقریباً محال است) هیچ ارتباطی وجود ندارد ، بنابراین این پارامتر برای مقایسهٔ مرزها مناسب تشخیص داده نشد.



شکل ۴-۴ : قطعهA



شکل ۴-۵ : قطعهٔ B



شکل۴-۶ : قطعهٔ C

1A	2A	3A	1B	2B	3B	4B	1C	2C	3 C	4 C
1.679	1.245	1.413	1.081	0.879	1.189	0.839	0.603	0.637	0.842	1.092
0.947	0.516	1.237	0.563	0.679	1.01	0.103	0.889	1.197	0.708	1.413
	0.771	1.026	0.718	1.403	1.176	0.887	0.721	1.292	0.995	1.326
	0.803	0.779	0.903	0.847	1.045		1.076	1.166	0.774	1.326
	0.808	1.2	1.16	0.553	1.368		0.824	0.845	0.916	1.274
	1.124	1.2	1.481	1.021	1.187		0.789		0.881	1.131
	1.308	1.1	1.116	0.745	1.57		1.055		0.934	1.071
	1.387	1.055	1.155		1.56		1.468		1.26	
	1.234	0.737	0.863		1.21		1.434		0.65	
	1.353	0.584	1.295		1.73		1.21		1.277	
	1.076	0.731	1.053		0.879				0.637	
			0.679		0.626				0.774	
									0.792	
									0.871	

جدول ۴-۱ : طولهای بدست آمده از مرز های سه قطعه

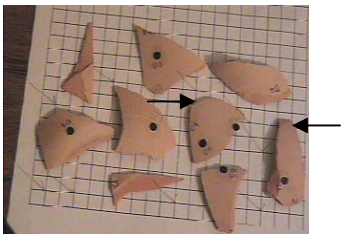
همانطور که مشاهده می شود مرزهای ۱C و۳A ومرزهای ۱B و ۲A با اینکه با یکدیگر ارتباط دارندوطولهای بدست آمده در جدول ۴-۱ هیچ رابطه ای با هم ندارند . بنا براین طول بردارهای متوالی مرزی پارامتر مناسبی برای تشخیص ارتباط بین قطعات نیست .

۴-۳-۲- ضخامت نقاط انتخاب شده روی مرز قطعات مرزی

بدلیل اتفاقی بودن نقاط منتخب مرزی (رئوس) و متفاوت بودن این نقاط روی دو مرز نظیر ، ضخامت نقاط نیز با یکدیگر متفاوت است و تنها در صورتی میتوانیم از این پارامتر جهت ایجاد ارتباط استفاده نماییم که مطمئن باشیم که نقطهٔ انتخاب شده در یک مرز دقیقاً همان نقطه ایست که روی مرز مرتبط در قطعهٔ دیگر موجود می باشد ، که چنین انتخابی محال می باشد و نمی توان نقاطی را که از هم جدا شده اند در دو قطعهٔ مرتبط انتخاب نمود ، لذا از این پارامتر هم جهت ایجاد ارتباط استفاده نشد .

۴-۳-۳ - زاویهٔ گوشه ها و امتدادهای متوالی مرز قطعات

در این مقایسه از این مطلب کمک گرفته شد که جمع چند زاویهٔ گوشه ای که بایستی به هم متصل شوند باید۳۶۰ درجه باشد تا بتوان گفت که این گوشه ها قابل اتصال به یکدیگر هستند. تحقیق و بررسی در این مورد نشان داد که احتمال ریزش و تخریب نقاط تیز گوشه های قطعات بدلیل شکنندگی و حساس بودن این نقاط نسبت به کوچکترین ضربه بسیار زیاد است (شکل ۴-۷) . به همین دلیل این زوایا جهت ایجاد ارتباط مناسب تشخیص داده نشدند. مقایسهٔ زوایای بین دو بردار متوالی مرزی هم چون اگر کمی نقطهٔ مرزی جلوتریا عقبتر انتخاب شود , مرز مرتبط اشتباه و غلط تشخیص داده می شود پارامتر مطمئنی برای ایجاد ارتباط بین قطعات نمی باشد .



شکل ۴-۷ : تخریب گوشه های قطعات

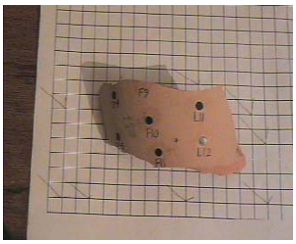
۴-۳-۴ - تاب وشعاع تاب

تاب تغییر مسیر منحنی در فضای سه بعدی است و شعاع کمان فضایی که به این تغییر مسیر منطبق می شود شعاع تاب نامیده می شود که مقادیر آن از طریق انتگرالهای پیوسته روی مسیر مشخص می شود . در این تحقیق بدلیل در دسترس

نداشتن تغییر مسیر پیوسته تقریبی از مسیر را بوسیلهٔ نقاط مستقل در نظر گرفته واین انتگرالها را بصورت فرمولهای مستقل تقریب نموده و مقادیر مربوط به این پارامتر محاسبه شد . بررسی ها نشان دادند که این پارامتر در بیشتر نقاط دو مرز مرتبط به هم قابل محاسبه نیست. علت این امر اینست که پارامتر تاب به شدت تحت تأثیر تغییرات ارتفاعی نقاط می باشدو بدلیل یکنواخت بودن مختصات Z های نقاط متوالی و کم بودن تغییرات , منحنی در اکثر نقاط دارای تاب نمی باشد و نمی توان از این پارامتر در مرزهایی که تغییرات Z در آنها کم باشد استفاده نمود .

۴-۳-۵ – انحناء و شعاع انحناء

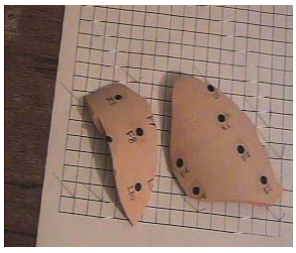
انحناء , تغییر مسیر منحنی مرزی در صفحه است و شعاع کمانی که بر این تغییر مسیر منطبق می شود را شعاع انحناء می گویند. آزمایشهای مختلف انجام شده در این مورد نشان داد که محاسبهٔ این پارامتر در مرزهایی که به یکدیگر مرتبط هستند مقادیر مشابهی را بدست می دهد.درجداول ۴-۲ و۴-۳ مقادیرشعاع انحناهای دو مرز مرتبط نشان داده شده در اشکال۴-۸ و۴-۹ محاسبه شده است . همانگونه که مشاهده می گردد شعاع انحناهای دو مرز اختلاف ناچیزی با یکدیگر دارند. لذا این پارامتر بعنوان پارامتری که با استدلال بسیار قوی مرزهای مرتبط را بدست می دهد ، در این تحقیق انتخاب شد. به دلیل اینکه نقاط گوشه از هر طرف روی دو منحنی متفاوت قرار گرفته اند ، انحناء منحنی در این نقاط به صورت دومقداری (حد چپ و حد راست) تعیین می شود . به خاطر همین موضوع در جدول بازای این نقاط دو عدد برای انحناء و دو عدد برای تاب ثبت شده است.



شکل ۴-۸

حد چپ	شعاع انحناء
۴,۲۵	۵,۱۸
	۲۰,۷۲
	۶,۵۵
	۱۰,۱۶
۸,۷۴	۳,۵

جدول۴-۲

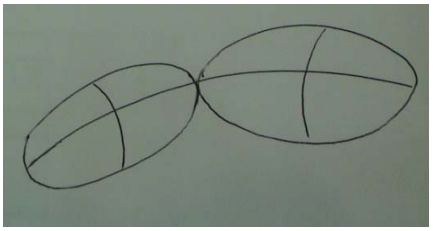


شکل ۴-۹

حد چپ	شعاع انحناء
۶,۸۰	۵,۹۳
	۱۹,۹۶
	۶,۳۴
	۱۰,۳۸
۵,۴۰	۴,۹۶

جدول ۴-۳

آنچه مهم است اینست که مجموع زوایای گوشه ها باید ۳۶۰ درجه باشد . ممکنست برخی حالتهای غیراتصال پذیر نیز بوجود بیاید . به عنوان یک مثال فرضی ، دو تکه رویه با مرز دایره شکل را در نظر بگیرید ، بطوریکه از حیث مقطع و تحدب یکسان باشند . از دیدگاه عملی دو تکه قابل اتصال نمی باشند . مگر در یک حالت که بصورت شکل ۴-۱۰ انجام شود ، که چندان مطلوب نیست . با این حال احتمال بروز چنین مواردی در عمل کم است .



شکل ۴-۱۰ : حالتی که اتصال بین قطعات مشکل است

۴-۴- نحوهٔ تعیین حد آستانه برای پذیرش یا رد ارتباط بین قطعات

مطلب مهمی که در این قسمت مطرح می شود اینست که حد آستانهٔ پذیرش یا رد اختلافات چگونه بدست می آید. زیرا با یک حد آستانهٔ کوچک ممکنست وقت زیادی تلف شود و نیازی به این دقت برای تقریب نمودن مرز نداشته باشیم و با یک حد آستانهٔ بزرگ ممکنست در تشخیص مرز صحیح دچار اشتباه گردیم. بنابراین باید در تغییرات شدید ضابطه ، حد آستانهٔ کوچک و در تغییرات یکنواخت ضابطه ، حد آستانهٔ بزرگ انتخاب گردد. حد آستانه با توجه به دقت خواسته شده از بازسازی اثر، روند تغییرات ضابطه و طول مرز مقایسه شونده انتخاب شد. فرمول تقریبی که در این تحقیق برای تعیین حد آستانه در نظر گرفته شد به صورت زیر است :

$$\varepsilon = \frac{\text{Max (مقدار ضابطه در طول مرز)} - \text{Min (مقدار ضابطه در طول مرز)}}{\text{طول مرز}}$$

حال با دانستن این که کدام مرزها به یکدیگر قابل اتصال می باشند . سه نقطهٔ نظیر از دو مرز در نظر گرفته شدوبا توجه به مختصات سه بعدی بدست آمده برای آنها پارامترهای انتقال و دوران و تغییر مقیاس برای اتصال هر کدام از قطعات به یکدیگر بدست آمدند، سپس جهت ارائهٔ دید سه بعدی خوب از شیئ ، رنگ و جنس قطعات روی آنها قرارگرفت و جهت نشان دادن چگونگی اتصال قطعات بازسازی شده به محل اصلی یک Animation از حرکت قطعات تا نصب آنها در محل واقعی تهیه شد(شکل ۴-۱۱).

شکل ۴-۱۱ : مدل سه بعدی قطعات روی ظرف قبل وبعد از اتصال به محل اولیه

۵- نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به خصوصیات بیان شده برای یک سیستم بهینه جهت مدلسازی سه بعدی هزینهٔ مورد نیاز جهت انجام عکسبرداری و تشکیل مدل سه بعدی با استفاده از روش برد کوتاه به مراتب کمتر از روشهای دیگر می باشد. پس از تهیه مدل سه بعدی اشیاء باستانی لازم است که ارتباطهای احتمالی بین قطعات و اتصال قطعات با توجه به این ارتباطهای کشف شده تعیین شود که پس از بررسی سه روش مقایسهٔ درجات خاکستری نقاط مرزی قطعات ، مقایسهٔ شکل مرزی قطعات و مقایسهٔ پارامترهای هندسی روی مرز قطعات ، با در نظر گرفتن دو پارامتر دقت و سرعت در ایجاد ارتباط بین قطعات

مقایسهٔ پارامترهای هندسی بعنوان مناسبترین روش و در بین پارامترها پارامتر انحناء انتخاب گردید. بررسی های انجام شده نشان دادند که استفاده اززروش فتوگرامتری برد کوتاه (جهت ایجاد مدل سه بعدی) و شعاع انحناء (جهت ایجاد ارتباط بین قطعات کشف شده) ترکیب بسیار مناسبی برای بازسازی آثار باستانی می باشد .جهت اطمینان به این روش انجام آزمایش و تست روی انواع آثار باستانی ضروری است . پیشنهاد می شود که این روش با توجه به مزایای آورده شده در این تحقیق روی آثار واقعی آزمایش شود .

۶- مراجع

۱- عسگری محمد حسن ،۱۳۸۰ ، **کاربرد فتوگرامتری در ترمیم و بازسازی آثار باستانی** ، پایان نامه کارشناسی ارشد

2-Jimenez , D., Chapman, D., 1998 . An Application of Proximity Graphs in Archaeological Spatial Analysis . Third United Kingdom Conference on Computer Applications in Archaeology , Southampton , 22 pages.

3-Heinz , G. , 1998 . Institute for Spatial Information and Surveying Techniques . 32(5) : 557– 562