



## A review on the research for producing Plastination samples in Iran Abstract

Behrokh Marzban Abbasabadi<sup>1</sup>, Hamidreza Ghaffari<sup>2</sup>

1. Department of Basic Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

2. Department Of Anatomy, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran

### Article Information

#### Article history:

Received: 2016/07/04

Accepted: 2017/02/04

Available online: 2017/03/15

EDCBMJ 2017; 9(6): 406-413

#### Corresponding author at:

Dr. Hamidreza Ghaffari

Department Of Anatomy,  
Zabol University of Medical  
Sciences, Zabol, Iran

#### Tel:

+985432232191

#### Email:

Hamidghaffary@yahoo.com

### Abstract

**Background and Aims:** Plastination is a unique method for the preservation of anatomical specimens in training and researches of anatomical sciences. So far, numerous studies have been done for plastinating the specimens in a good-quality around the world and scientists have been able to achieve valuable results in this field. Unfortunately, the economical aspects of plastinated specimens led to publish the technique generally and not detailed. According to the benefits of using Plastination samples, various research activities have been conducted in Iran too. The aim of this study was to review and summarize these methods.

**Methods:** In this narrative review article, In order to achieve existing studies on the subject, key words and plastination were searched in authentic databases and through the obtained research which studied in Iran, were classified and evaluated.

**Results:** In Iran volume plastination on fish samples, human body, human and animal bones and the sectional plastination were done on brain specimens. And several researches have been done to stain the vessels or whole body or in material or different parts of plastination process.

**Conclusion:** The Plastinated specimens have good quality, and new polymer was developed in order to reduce costs and to increase the quality of samples some little changes were made in the processes of Plastination.

**Key Words:** Plastination, Sectional plastination, Volume plastination, Silicone, Polymer

Copyright © 2017 Education Strategies in Medical Sciences. All rights reserved.

### How to cite this article:

Marzban Abbasabadi B, Ghaffari H. A review on the researches have been done for plastinating the specimens in Iran. Educ Strategy Med Sci. 2017; 9 (6) : 406-413



دانشگاه علوم پزشکی تبریز



Farname Inc.

دو ماهنامه علمی پژوهشی  
راهبردهای آموزش در علوم پزشکی

بهمن - اسفند ۱۳۹۵

2017;9(6): 406-413

www.edcbmj.ir

مروری نقلی

## مروری بر پژوهش‌های صورت گرفته جهت تهیه نمونه‌های پلاستینه شده در ایران

بهرخ مرزبان عباس آبادی<sup>۱</sup>، حمیدرضا غفاری<sup>۲</sup>

۱. گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

۲. گروه آناتومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زابل، زابل، ایران

### چکیده

**زمینه و اهداف:** پلاستینیشن روش منحصربه‌فردی جهت نگهداری نمونه‌های آناتومیکی در آموزش و تحقیقات علوم تشریحی می‌باشد. تاکنون پژوهش‌های متعددی در سراسر دنیا جهت پلاستینه کردن نمونه‌ها باکیفیت مطلوب صورت گرفته است و دانشمندان توانسته‌اند به نتایج ارزشمندی در این زمینه دست یابند. با این وجود، اهمیت تجاری نمونه‌های پلاستینه شده موجب شده تا اطلاعات دقیقی در مورد جزئیات کار منتشر نشود. با توجه به مزایای به‌کارگیری نمونه‌های پلاستینه شده، در ایران نیز فعالیت‌های پژوهشی گوناگونی در این زمینه انجام شده است. از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی روش‌های بکار گرفته شده جهت پلاستینه کردن نمونه‌ها در ایران می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مقاله مروری نقلی، به منظور دستیابی به مطالعات موجود در زمینه موضوع مورد بررسی، واژه‌های کلیدی پلاستینیشن، پلاستی نیشن و plastination در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مورد جستجو قرار گرفت. از میان مقالات به دست آمده در این زمینه، ۱۳ پژوهش تا سال ۱۳۹۵ در ایران انجام گرفته بود که دسته بندی شده و مورد بررسی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** در ایران پلاستینیشن حجمی بر روی نمونه‌های ماهی، تنه انسان، استخوان‌های انسان، دام و ... و پلاستینیشن مقطعی بروی نمونه‌های مغز صورت گرفته است. همچنین چندین پژوهش بر روی رنگ‌آمیزی عروق و یا رنگ‌آمیزی کل نمونه، تغییر در مواد و یا پروسه پلاستینیشن انجام شده است.

**نتیجه‌گیری:** نمونه‌های پلاستینه شده در ایران از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند، همچنین به منظور کاهش هزینه‌ها پلیمرهای جدیدی طراحی شد و در برخی مطالعات تغییرات اندکی در پروسه پلاستینیشن صورت گرفته است.

**کلمات کلیدی:** پلاستینیشن، پلاستینیشن مقطعی، پلاستینیشن حجمی، سیلیکون، پلیمر

کپی‌رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله راهبردهای آموزش در علوم پزشکی محفوظ است.

### اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶

انتشار آنلاین: ۱۳۹۵/۱۲/۲۵

EDCBMJ 2017; 9(6): 406-413

نویسنده مسئول:

دکتر حمیدرضا غفاری

گروه آناتومی، دانشکده پزشکی،

دانشگاه علوم پزشکی زابل، زابل،

ایران

تلفن:

۵۴۳۲۳۳۲۱۹۱

پست الکترونیک:

Hamidghaffary@yahoo.com

### مقدمه

پلاستینیشن نامیده شد<sup>[۲]</sup>. نمونه‌هایی که به روش پلاستینیشن نگهداری می‌شوند نمونه‌هایی خشک، بی بو، پایدار و بادوام هستند و به راحتی قابل کار کردن و نگهداری می‌باشند<sup>[۳]</sup>. به‌کارگیری این تکنیک به سرعت در سراسر دنیا گسترش یافت به طوری که بر اساس گزارشی در سال ۱۹۹۸ بیش از ۲۵۰ دانشگاه و کالج از نمونه‌های پلاستینه شده در آموزش آناتومی، نورواناتومی، پاتولوژی و رادیولوژی استفاده می‌کردند. بر اساس همین گزارش Université du Québec à Trois-Rivières اولین دانشگاهی بود که نمونه‌های پلاستینه را جهت آموزش به کار

در حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد، مصریان برای حفظ و نگهداری از اجساد فرمانروایان خود آن‌ها را مومیایی و خشک می‌نمودند<sup>[۱]</sup>. این کار در تمدن‌های مختلف رواج داشت تا جایی که در قرن حاضر لزوم دستیابی به تکنیکی مناسب جهت نگهداری قطعات بافت‌ها، بخصوص برای متخصصان رشته آناتومی از اهمیت خاصی برخوردار شد. در سال ۱۹۷۷ پزشک و آناتومیست آلمانی پروفیسور Gunther von Hagens در دانشگاه هایدلبرگ آلمان در حین دستیابی به روشی برای نگهداری طولانی مدت برش‌های کلیه پروسه‌ای را کشف کرد که

گرفت [۳]. ارزش علمی استفاده از بدن و اندام‌های پلاستینه شده در محیط‌های آموزشی مانند کلاس‌های آناتومی پزشکی و پیراپزشکی غیرقابل انکار است، زیرا دانشجویان می‌توانند نمونه‌های تهیه شده به این روش را به راحتی لمس کرده و با آن‌ها کار کنند. همچنین می‌توان برخلاف نمونه‌های مرطوب، این نمونه‌ها را از تمام زوایا مورد بررسی قرارداد و یا با سایر نمونه‌ها مقایسه کرد. برای مثال می‌توان ارگان‌ها را در حالت‌های نرمال و پاتولوژیک در کنار هم نمایش داد تا درک فرآیند بیماری راحت‌تر باشد [۳]. نمونه‌های پلاستینه شده ابزار بسیار کارآمدی در مطالعات مقاطع آناتومیک بدن هستند. برای مثال در انواع تصویربرداری‌های پزشکی مانند MRI که نیاز به درک بهتر مقاطع آناتومی هست مقاطع پلاستینه شده اندام‌ها بسیار مفید خواهد بود. همچنین در دانشکده‌های دامپزشکی استفاده از نمونه‌های پلاستینه شده علاوه بر مزایای نام‌برده شده، به معنی کشته شدن تعداد کمتری حیوان جهت تدریس می‌باشد [۴].

علی‌رغم دشواری تهیه نمونه‌های پلاستینه شده با کیفیت مطلوب، این روش بهترین جایگزین برای حفاظت نمونه‌ها با فرمالین و فاقد تمام مضرات آن نیز می‌باشد [۳، ۴]. پلاستینیشن به دو طریق حجمی و مقطعی انجام می‌شود، در پلاستینیشن حجمی تمام یا قسمتی از بدن مانند قلب یا مغز پلاستینه و در پلاستینیشن مقطعی از اندام و احشائی مانند قلب یا مغز برش‌های سریالی، با ضخامت حدود میلی‌متر تهیه و در نهایت پلاستینه می‌شود. این روش بیشتر در مورد احشایی صورت می‌گیرد که تشریح و مطالعه داخل آن‌ها ممکن نبوده و یا به‌سختی انجام می‌شود [۵]. با این وجود، اهمیت تجاری تهیه نمونه‌های پلاستینه شده جهت فروش و یا برپایی نمایشگاه‌ها موجب شده تا اطلاعات دقیقی در مورد جزییات کار منتشر نشود و تاکنون تنها به ارائه کلیات تکنیک اکتفا شده است [۶]. آنچه که به‌طور کل در همه تکنیک‌های پلاستینیشن انجام می‌شود جایگزین کردن آب و چربی‌های بافت‌ها با یک پلیمر قابل پخت است. این فرایند از ۴ مرحله اصلی تشکیل می‌شود که عبارت‌اند از: فیکس کردن، آگیری، اشباع تحت فشار با پلیمر و پرداخت نمونه. در مورد نمونه‌هایی که حاوی چربی بالایی هستند یک مرحله چربی‌گیری نیز وجود دارد که بعد از مرحله آگیری انجام می‌شود [۷]. فیکس کردن نمونه جهت متوقف ساختن روند تجزیه نمونه و اغلب با غوطه‌ور ساختن آن در فرمالین صورت می‌گیرد. آگیری نمونه بعد از انجام تشریح موردنیاز و با غوطه‌ور ساختن نمونه در حوضچه حاوی استون در دمای زیر صفر صورت

می‌گیرد، در این مرحله استون تمامی آب بافت را خارج کرده و جایگزین آن می‌شود. برای به حداقل رساندن چروکیدگی نمونه، آگیری به‌صورت تدریجی انجام می‌شود. در مرحله اشباع تحت فشار نمونه در حوضچه حاوی پلیمر مایع (مانند سیلیکون، اپوکسی و یا پلی‌استر رزین) قرار داده می‌شود، با ایجاد شرایط خلأ، استون تبخیر شده و متعاقباً پلیمر به فضای بین سلولی و داخل سلولی وارد می‌شود. در نهایت بافتی حاصل می‌گردد که سلول‌های آن با پلاستیک مایع پر شده است. در انتها پلیمر وارد شده در بافت باید پرداخت و سخت شود که این کار با قرار دادن نمونه در معرض حرارت، اشعه UV و یا عبور گاز انجام می‌شود [۴]. با توجه به اهمیت پلاستینیشن و مزایای نام‌برده برای آن، در این مطالعه، پژوهش‌های انجام‌شده در ایران و نتایج به‌دست‌آمده از آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت تا بتوانیم با جمع‌بندی آنچه توسط پژوهشگران داخلی انجام شده است، این تکنیک را به‌طور مناسب و کارآمدی در داخل کشور عزیزمان ایران بکار گیریم.

### روش بررسی

در این مطالعه مروری نقلی، به‌منظور دستیابی به مطالعات موجود در زمینه موضوع مورد بررسی واژه‌های کلیدی پلاستینیشن، پلاستی نیشن و plastination در پایگاه‌های معتبر Magiran و SID، Google Scholar، Science Direct، Pub Med مورد جستجو قرار گرفت. از میان یافته‌های لاتین تنها پژوهش‌های صورت گرفته در ایران انتخاب شد. در کل ۱۳ مقاله یافت شد که در چهار گروه دسته‌بندی شده و مورد بررسی قرار گرفتند. گروه‌بندی مقالات به‌دست‌آمده به شرح زیر بود:

- مقالات مرتبط با پلاستینیشن حجمی
  - مقالات مرتبط با پلاستینیشن مقطعی
  - مقالات مرتبط با رنگ آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه
  - مقالات مرتبط با تغییر در مواد و یا بخش‌های مختلف پروسه پلاستینیشن
- در مرحله جستجو و بررسی یافته‌ها، تمام مطالعات انسانی و حیوانی انجام شده در این زمینه تا سال ۱۳۹۵ بررسی شدند

### یافته‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پلاستینه کردن نمونه‌ها در ایران در جدول شماره یک نشان داده شده است.

**جدول ۱. نتایج به دست آمده از فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه پلاستینه کردن نمونه‌ها در ایران**

نام محقق و سال انجام پژوهش	نوع پژوهش صورت گرفته بر اساس گروه‌بندی‌های صورت گرفته در روش کار	محل آناتومیکی نمونه پلاستینه شده
1998, Asadi	پلاستینیشن حجمی	ماهی‌های خاویاری
2003 Hajian و همکاران،	پلاستینیشن حجمی	جسد کامل انسان
2004 Dashti و همکاران،	رنگ‌آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه	اندام‌های فوقانی و تحتانی انسان
2005 Esfandiari و همکاران،	پلاستینیشن حجمی	جنین‌های ۳/۵-۵ ماهه انسان
2007 Ghaffary و همکاران،	تغییر در مواد یا بخش‌های مختلف پروسه پلاستینیشن	تنه خلفی انسان به همراه سر و گردن
2007 Ghaffari و همکاران،	تغییر در مواد یا بخش‌های مختلف پروسه پلاستینیشن	تنه خلفی به همراه سر و گردن، نخاع و بصل النخاع
2003 Moein و همکاران،	رنگ‌آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه	جسد انسان
2008 Ghafari و همکاران،	رنگ‌آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه	تنه خلفی انسان
2011 Rabiei و همکاران،	پلاستینیشن مقطعی	مغز انسان
2010 Rabiei و همکاران،	رنگ‌آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه	قلب گوسفند
2013 Asadi و همکاران،	رنگ‌آمیزی قسمت‌های مختلف نمونه‌های پلاستینه	قلب گاو
2013 Setayesh و همکاران،	تغییر در مواد یا بخش‌های مختلف پروسه پلاستینیشن	موش صحرائی
2013 Rabiei و همکاران،	تغییر در مواد یا بخش‌های مختلف پروسه پلاستینیشن	ران گوسفند و استخوان‌های لگن، ران، درشت‌نی و نازک‌نی انسان

**بحث**

دستیابی به نمونه‌هایی باکیفیت مطلوب صورت گرفته است. اولین مرکز پلاستینیشن در ایران در دانشکده علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۳۷۱ باهدف راه‌اندازی این تکنولوژی با استفاده از امکانات داخلی، توسط پرفسور ابراهیم اسفندیاری تأسیس شد و توانست به نتایج ارزنده‌ای دست یابد<sup>[۸]</sup>. با بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه پلاستینیشن در ایران می‌توان آن‌ها را در ۴ گروه بررسی کرد:

- تحقیقات انجام شده جهت پلاستینه کردن نمونه‌های حجمی

بر اساس نتایج به دست آمده پلاستینیشن اولین بار در ایران در سال ۱۹۹۸ و به صورت پلاستینیشن حجمی بر روی ماهی‌های خاویاری انجام گرفت. روش بکار گرفته شده سیلیکون S10 بوده و نمونه‌های حاصل نمونه‌هایی باکیفیت مطلوب بودند<sup>[۹]</sup>.

پلاستینیشن روش منحصر بفردی جهت نگهداری طولانی مدت نمونه‌های زیستی می‌باشد. در این روش آب و چربی‌های نمونه با پلیمرهای مخصوصی از قبیل سیلیکون، پلی‌استر و یا اپوکسی رزین جایگزین می‌شود، پلیمر متعاقباً سخت گردیده و در پایان نمونه‌ای خشک، بی بو، غیر سمی و بادوام ایجاد می‌شود. با توجه به ابعاد تجاری پلاستینیشن روند انجام پروسه پلاستینیشن به طور کامل منتشر نشده و تنها اشاراتی به آن شده است<sup>[۵]</sup>.

با توجه به اهمیت نمونه‌های پلاستینه شده در امر آموزش گروه‌های مختلف پزشکی، پیراپزشکی و دامپزشکی، در ایران نیز مطالعات متعددی بر روی چگونگی انجام این پروسه جهت

هدف از انجام پلاستینیشن متغیر است. مقاطع حاصل از پلاستینیشن به کمک اپوکسی، شفاف یا نیمه شفاف بوده اما پلی‌استر جهت تهیه مقاطع غیرشفاف مغز بکار می‌رود.

جهت پرداخت نمونه‌ها در به‌کارگیری اپوکسی از حرارت آون و در به‌کارگیری پلی‌استر از اشعه UVA و یا حمام آبی استفاده می‌شود. از میان این دو پلیمر روش کار با پلی‌استر شباهت زیادی به روش پلاستینه کردن با سیلیکون دارد، همچنین پلی‌استر رزین پلیمر مناسب‌تری جهت تهیه مقاطع مغزی می‌باشد زیرا موجب افزایش اختلاف رنگ‌بخش سفید و خاکستری می‌گردد [۲، ۴، ۱۸].

در پلاستینیشن مقاطع مغزی با سیلیکون نیاز است تا جهت افتراق بهتر ناحیه سفید و خاکستری مغز، مقاطع به‌طور ماکروسکوپی رنگ‌آمیزی شوند. تاکنون روش‌های رنگ‌آمیزی مختلفی جهت این کار مورد بررسی قرار گرفته که از میان آن‌ها رنگ‌آمیزی با بکارگیری روش Alston بهترین نتایج حاصل شده است [۲۰].

دو تکنیکی که عمدتاً جهت پلاستینه کردن مقاطع مغز به کار می‌روند، تکنیک‌های P35 و P40 می‌باشند. تکنیک P35 در اواخر دهه هشتاد میلادی ارائه شد و مقاطع مغزی حاصل از آن بسیار زیبا و واضح بوده و بخش سفید و خاکستری به‌خوبی قابل تفکیک بودند. تکنیک P40 در نیمه‌های دهه نود میلادی ارائه شد که روشی ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر بود و ضخامت مقاطع حاصل از آن نیز کمتر بود، اما تفریق بخش سفید و خاکستری مغز در آن به‌خوبی تکنیک P35 نبود، همچنین در به‌کارگیری این تکنیک مشکلی وجود داشت و آن ایجاد دانه‌های نارنجی‌رنگ در بافت مغز بعد از پلاستینه کردن بود [۱۹، ۲۱].

به‌کارگیری پلی‌استر رزین اصلاح‌شده P87 در تهیه مقاطع مغزی در ایران موجب انعطاف‌پذیری نمونه‌های پلاستینه شد، بطوریکه میزان انعطاف‌پذیری نمونه‌ها تا ۱۲۰ درجه بود، درحالی‌که در مورد نمونه‌های استاندارد این عدد صفر بود. همچنین وزن نمونه‌های به‌دست‌آمده بین ۲۰۰-۴۰۰ گرم بود درحالی‌که وزن نمونه‌های استاندارد ۸۰۰ - ۶۰۰ گرم می‌باشد. شفافیت نمونه‌های به‌دست‌آمده ۸۵٪ و شفافیت نمونه‌های استاندارد ۹۰٪ بود. مقاطع پلاستینه غیرقابل انعطاف، ضخیم‌تر هستند و به علت ماهیت پلیمر به کار رفته در آن‌ها بسیار شکننده می‌باشند اما ضخامت مقاطع پلاستینه شده با پلی‌استر رزین اصلاح‌شده P87 کمتر بوده و شکنندگی کمتری نیز در آن‌ها مشاهده شد.

بعد از آن پلاستینیشن حجمی در نمونه‌های انسانی مانند جسد کامل، اندام‌های فوقانی و تحتانی، جنین، تنه خلفی به همراه سر و گردن و برخی از استخوان‌های اندام تحتانی و نمونه‌های دامی مانند قلب و اندام حرکتی خلفی گوسفند نیز انجام شد [۱۰-۱۴].

به‌طور عمده، پلیمرهای مورد استفاده در پلاستینیشن عبارت‌اند از: سیلیکون، اپوکسی و یا پلی‌استر رزین، که از میان آن‌ها سیلیکون قابلیت‌های بیشتری داشته و می‌توان از آن‌ها جهت پلاستینه کردن نمونه‌های حجمی و هم مقطعی استفاده کرد، درحالی‌که پلی‌استر و یا اپوکسی رزین تنها جهت تهیه نمونه‌های مقطعی پلاستینه شده بکار می‌رود. نمونه‌های پلاستینه شده با سیلیکون انعطاف‌پذیری بیشتری دارند اما شفافیت آن‌ها کمتر است، همچنین به علت بالا بودن قیمت سیلیکون هزینه‌های مصرفی کار نیز بالاتر خواهد بود [۱۷-۱۵].

در ایران، در پژوهش‌های صورت گرفته جهت پلاستینه کردن نمونه‌ها به روش حجمی، هم از سیلیکون و هم از پلی‌استر رزین مخلوط شده با گلیسیرین استفاده شد. افزودن گلیسیرین به پلی‌استر رزین جهت ایجاد انعطاف‌پذیری در نمونه حاصل صورت گرفت. همچنین جایگزینی پلی‌استر رزین مخلوط شده با گلیسیرین به جای سیلیکون موجب کاهش چشمگیر هزینه‌ها گردید. بر اساس گزارش‌های موجود کیفیت نمونه‌های به‌دست‌آمده مطلوب بود و نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های استاندارد (ساخت هایدلبرگ آلمان) از لحاظ استحکام، کشش و انعطاف‌پذیری اختلاف آماری معنی‌داری را نشان ندادند. هرچند متأسفانه در اکثر پژوهش‌ها، داده‌های حاصل و یا تصویر نمونه پلاستینه شده در مقاله به چاپ نرسیده بود [۱۰، ۱۳].

- تحقیقات انجام‌شده جهت پلاستینه کردن نمونه‌های مقطعی

از میان پژوهش‌های صورت گرفته در ایران تنها دو پژوهش به پلاستینیشن نمونه‌های مقطعی مغز اختصاص یافته است. در یکی از روش‌ها پلیمر مورد استفاده مخلوط ۱ به ۱۰۰ رزین S10 و S3 و در مطالعه دیگر پلیمر مورد استفاده پلی‌استر رزین اصلاح‌شده P87 بود [۵، ۱۸].

جهت تهیه مقاطع پلاستینه شده می‌توان از هر سه پلیمر سیلیکون، اپوکسی و یا پلی‌استر رزین استفاده کرد، اما با توجه به گزارش‌های موجود دو نوع پلیمر اپوکسی و پلی‌استر رزین رایج‌ترین پلیمرهای مورد استفاده جهت پلاستینه کردن نمونه‌های مقطعی می‌باشند. ضخامت ورقه‌های حاصل بین ۲-۶ میلی‌متر بوده که این اندازه با توجه به ناحیه پلاستینه شده، نوع بافت و

## - پلاستینیشن جهت بهبود رنگ نمونه‌ها

در میان تحقیقات انجام شده در ایران تنها در یک پژوهش رنگ آمیزی کلی نمونه مورد بررسی قرار گرفت که نمونه‌های قلب توسط رنگ طبیعی روناس، رنگ مصنوعی ائوزین و مخلوطی از آن دو رنگ آمیزی شد و در رنگ آمیزی با مخلوط دورنگ نتایج مطلوبی به دست آمد<sup>[۱۴]</sup>. در دو پژوهش دیگر رنگ آمیزی عروق به کمک تزریق پلیمر رنگی به داخل عروق مورد بررسی قرار گرفت<sup>[۲۲،۲۳]</sup>. نتایج به دست آمده در مورد شریان‌ها مطلوب بود اما به علت تجمع لخته، وریدها از بیرون توسط قلم مو رنگ آمیزی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که تزریق پلیمر رنگی به داخل عروق باعث راحتی تفکیک و تمایز عروق شده و درک مجاورت‌ها و توپوگرافی آن‌ها برای دانشجویان راحت تر خواهد بود. همچنین رنگ آمیزی نمونه‌های پلاستینه شده باعث جذابیت رنگ ظاهری نمونه‌ها شده و به دلیل مشابهت با نمونه‌های طبیعی می‌تواند باعث جذابیت درس آناتومی و افزایش کیفیت نمونه‌ها شود. همچنین می‌بایست به دسترسی آسان و ارزان قیمت بودن رنگ طبیعی روناس اشاره کرد.

تاکنون برای رنگ آمیزی عروق و اعصاب در نمونه‌های پلاستینه شده روش‌های گوناگونی ذکر شده است مانند تزریق داخل رگی سیلیکون، ژلاتین، لاتکس و اپوکسی به همراه رنگ قبل از مرحله آگیری نمونه و یا رنگ آمیزی نمونه بعد از اتمام کامل پلاستینیشن<sup>[۲۴]</sup>. در پژوهشی که در ایران در این زمینه انجام شد تزریق داخل رگی ماده رنگی قبل از مرحله آگیری موجب شد تا مقداری از رنگ در استون بکار گرفته شده جهت آگیری حل شده و از کیفیت نمونه نهایی کاسته شود. Marchese و همکارانش در پژوهشی، رنگ آمیزی نمونه‌های پلاستینه شده را به کمک چندین نوع رنگ و در مراحل مختلف پلاستینیشن مورد آزمایش قرار دادند و نتایج حاصل را مقایسه کردند. از میان روش‌ها و رنگ‌های بکار گرفته شده توسط آن‌ها رنگ آمیزی نمونه بارنگ‌های آکرلیک بهترین نتیجه را به همراه داشت، البته قبل از رنگ آمیزی سطح نمونه با یک لایه لاک آغشته می‌شد تا اتصال محکم‌تری بین نمونه پلاستینه شده و رنگ برقرار گردد. همچنین رنگ آمیزی نمونه بعد از اتمام کامل پلاستینیشن و یا تزریق رنگ قبل از مرحله پخت نیز بهترین زمان برای رنگ آمیزی گزارش شد<sup>[۳، ۲۵، ۲۶]</sup>.

## - تغییر در پروسه پلاستینیشن

در طی پژوهش‌های انجام شده چندین پلیمر رزین اصلاح شده تهیه شد که نتایج پلاستینه شدن نمونه‌ها با آن‌ها مطلوب بوده و همچنین استفاده از آن‌ها بجای سیلیکون باعث

کاهش چشمگیر هزینه‌های مصرفی گردید<sup>[۵، ۶، ۱۴، ۱۵]</sup>. همچنین تغییراتی در روند آگیری و شفاف سازی نمونه‌ها صورت گرفت که موجب افزایش کیفیت نمونه‌ها گردید<sup>[۱۸، ۲۷، ۲۸]</sup>.

Rabiei و همکاران در پژوهشی، دو روش مختلف آگیری را در مقاطع مغزی بکار بردند در روش اول (روش استاندارد) نمونه‌ها در دمای ۲۵- درجه سلسیوس توسط استون و در روش دوم نمونه‌ها در دمای اتاق با غلظت‌های مختلف استون آگیری شدند. نتایج نشان داد که به غیر از افزایش ۱۰ درصدی چروکیدگی در نمونه‌های آگیری شده به صورت مرحله‌ای، تفاوت قابل ملاحظه‌ای در کیفیت نمونه‌های نهایی مشاهده نشد، اما با استفاده از آگیری مرحله‌ای به علت حذف هزینه تهیه استون خالص و نیروی لازم برای کاهش دما، کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های مصرفی به وجود آمد<sup>[۵]</sup>. در گزارشی، Grondin و همکارانش روشی را ارائه دادند تا به کمک آن بتوان استون مصرفی در مرحله آگیری نمونه‌ها را مجدداً بکار گرفت. روش آن‌ها شامل ۳ مرحله بود: در مرحله اول استون آلوده در داخل فریزر قرار می‌گرفت، این کار موجب سفت شدن چربی‌های مخلوط با آن شده و با عبور محلول از صافی استون از چربی جدا می‌گردید. در مرحله دوم به کمک روش تقطیر در خلأ، استون حدود ۹۷-۹۵ درصد به دست می‌آمد. در مرحله آخر نیز آب باقی مانده در استون را جدا شده و به این صورت خلوص استون به ۹۹/۵ درصد می‌رسید. با به کارگیری این روش از کیفیت نمونه‌ها کاسته نمی‌شود و استون آلوده نیز مجدداً قابل استفاده خواهد بود<sup>[۲۹]</sup>. یکی از مشکلاتی که ممکن است در مورد برخی از نمونه‌های پلاستینه شده اتفاق بیفتد، تیرگی بافت قبل و یا در حین پلاستینیشن می‌باشد. این امر موجب می‌شود تا بافت عملاً غیرقابل استفاده گردد. Ghaffari و همکاران استفاده از آب اکسیژنه برای جلوگیری از تیرگی بافت‌های پلاستینه شده را مورد بررسی قرار دادند و به نتایج مطلوبی دست یافتند. آن‌ها بعد از مرحله چربی‌گیری، نمونه را به مدت ۶ ساعت در آب اکسیژنه ۱۶/۶ درصد قرار دادند که این کار موجب افزایش شفافیت نمونه و نزدیکی رنگ آن به رنگ نمونه طبیعی گردید. بر اساس این گزارش، این مورد اولین پژوهش بروی به کارگیری آب اکسیژنه جهت افزایش شفافیت نمونه‌ها در تکنیک پلاستینیشن در دنیا بود.<sup>[۲۷]</sup>

## نتیجه گیری

پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که پلاستینیشن روش بسیار مطلوبی برای نگهداری بافت‌های بیولوژیک می‌باشد. نمونه‌های حاصل از این روش بی‌بو بوده و به راحتی جابجا

پلاستینیشن، جایگزین کردن برخی پلیمرها و یا استفاده مجدد از برخی مواد مانند استون بتوانند هزینه‌های کار را به‌طور چشمگیری کاهش دهند درحالی‌که کیفیت نمونه‌های پلاستینه شده نیز در حد مطلوبی باقی بماند.

### تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

می‌شوند. همچنین ظاهر آن‌ها بسیار نزدیک به نمونه واقعی می‌باشد. با این‌وجود جنبه‌های اقتصادی تولید نمونه‌های پلاستینه باعث شده است تا پروسه انجام کار به‌طور دقیقی در دسترس همگان قرار نگیرد.

با توجه به کلیه مسائل ذکرشده، پژوهشگران ایرانی تلاش‌های ارزنده‌ای در جهت دسترسی به نمونه‌های پلاستینه انجام دادند و به نتایج مطلوبی نیز دست یافتند. همچنین هزینه‌های بالای پلاستینیشن موجب شد تا پژوهشگران ایرانی با ایجاد راهکارهایی مانند ایجاد برخی تغییرات در پروسه

### References

1. Von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current Potential of Plastination. *Anat Embryol.* 1987; 175(4):411-21.
2. Gilles G. Plastination: a modern approach to chiropractic teaching. *J Can Chiropr Assoc.* 1998; 42(2): 107-112.
3. Singh O, Mishra BK, Pandit S, Maheshwari TP, Hasan S. Plastination. A Promising Method for Preserving Biological Specimens: A Review Article. *IJSRP.* 2013; 3(6): 1-3.
4. Sargon MF, Tatar I. Plastination: basic principles and methodology. *Anatomy.* 2014 ;8:13-18.
5. Rabiei AA, Asadi MA, Esfandiari E, Taghipour M, Bahadoran H, Setayesh M et al. Preparation of Flexible Plastinated Sheets of Human Brain by P87 Polyester. *IUMS.* 2011;28 (124): 1961-1966. [Persian]
6. Esfandiari E, Mardani M, Naghdi M. Plastination of 3.5-5 Month Human Aborted Fetuses. *Armaghane-Danesh.* 2005; 9(33): 27-35. [Persian].
7. Timothy R, Barnes AA. Plastination of Neuroanatomical and Anatomical Specimens. *David Kopf Inst.* 1990; 26: 1-5.
8. Esfandiari E. A report of activities of plastination center of Esfahan Medical University. 3<sup>rd</sup> Congress of Irananatomy. Available from: [http:// ganj.irandoc.ac.ir](http://ganj.irandoc.ac.ir) [Persian]
9. Asadi MH. Plastination of Sturgeons with the S10 Technique in Iran: the First Trials. *J Int Soc Plastination.* 1998;13(1):15-16.
10. Hajian M, Esfandiari E, Rabiei AA. Preservation of a whole body by plastination technique. *IUMS.* 2003; 21: 69-70: 45-46. [Persian]
11. Dashti Gh, Sabahi A, Saki A, Hajian M, Esfandiari E. Plastination of upper and lower limbs with injection of colored polymer into the arteries. *Anat Sci j.* 2004; 1(2): 61-65. [Persian]
12. Ghafari HR, Esfandiari E, Jafari Barmak M, Dashti GH, Shahraki A. Comparison of Survey Used of Polyester Resin and Glycerin Instead of Silicon in S10 Technique of Plastination. *Armaghane- Danesh.* 2008; 12(1): 61-68. [Persian]
13. Rabiei AA, Esfandiary E, Hajian M, Shamosi A, Mardani M, Rashidi B, et al. Plastination of decalcified bone by a new resin technique. *Adv Biomed Res.* 2014; 3:18.
14. Rabiei AA, Asadi MA, Esfandiari E, Hajian M, Shamosi A, Mardani M, et al. Comparing Using of Natural and Chemical Dyes in Process of Flexible 3-Dimensional Plastination in Heart. *IUMS.* 2010; 28(109): 385-392. [Persian].
15. Dawson TP, James RS, Williams GT. How do we teach pathology? Silicone plastinated pathology specimens and their teaching potential. *J of pathol.* 1990; 162: 265-272.
16. Chaturvedi RK, Singh A, Chaturvedi P, Mishra A, Mishra SP. Advantages of Plastinated Human Body In Medical Education And Its Legal & ETHical Aspects. *Jemds.* 2014; DOI: 10.14260.
17. Sora MC, Boia M, Banciu CD. Silicone (BIODUR) Viscosity and Impregnation in Plastination. *Mat Plas.* 2015; (4): 593-595.
18. Asadi MH, Joghataei MT, Yari A, Bahadoran H, Naderian H, Azami-Tameh A. Plastination and Staining of Brain Slices Using Two Different Dehydration Methods. *Anat Sci J.* 2013;10(2): 87-92.
19. Henry RW, Latorre R. Polyester Plastination for biological tissue: P40 technique for brain slices. *J Int Soci Plast.* 2007; 22: 59-68.
20. Suriyaprapadilok L, Withyachumnarnkul B. Plastination of Stained Section of Human Brain: Comparison between Different Staining Methods. *J Int Soc Plastination.* 1997;12(1): 27-32.

21. Pashaei S. A Brief Review on the History, Methods and Applications of Plastination. *Int J Morphol.* 2010; 28(4):1075-1079.
22. Ghafari HR, Dashti GR, Ahi M, Karimfar MH, Namavar MR, Shahraki A. Plastination of posterior wall of trunk, spinal cord and medulla oblongata by injecting colored polymer into arteries. *J Ilam Uni Med Sci.* 2008; 15(1): 8-14. [Persian]
23. Moein AA, Ghaffari HR, Dashti Gh, Zareban I, Moodi M. Evaluation of Vessels Color Ability by Using Colored Polymer in S10 Plastination Technique. *Ofoh Danesh.* 2008; 13(3): 33-38. [Persian]
24. Ravikumar C. Plastination. *J. Pharm. Sci. & Res* 2014; 6(8): 271-273.
25. Marchese A, Marchese L, Wischmeyer A, Falk K. Enhancing the Understanding of Anatomy through the Coloration and Plastination of Anatomical Specimens. *UMURF.* 2008; 5: 19-21.
26. Kang J, Iliff S, Henry RW, Hermey D. Coloring Muscles and Vessels of Plastinated Limbs with Colored Silicone to Supplement Teaching. *J of Plastination.* 2015; 27(2):9-12
27. Ghaffari HR, Esfandiari E, Hajian G, Neshat AA. The Effect of Hydrogen Peroxide Clarification on the Posterior Wall of the Trunk Muscles, Spinal Cord and the Medulla Oblongata before Plastination. *Anat Sci j.* 2007; 4(2): 185-192. [Persian]
28. Setayesh M, Esfandiari E, Rabiei AA, Hanaei MS, Rashidi B. Comparing two methods of plastination and glycerin preservation to study skeletal system after Alizarin red-Alcian blue double staining. *Adv Biomed Res.* 2013; 2: 19.
29. Grondin G, Henry RW, Janick L, Bérubé S. Reclamation of Acetone in Plastination Laboratories: A Simple and Inexpensive Method. *Acta Anatomica.* 1997;158 (1): 26-29.