

# مطالعه و بررسی مورفولوژی آلیاژهای دوجزیی الاستومرهای SBR، BR، NR و میزان هم پخت بودن هر دو الاستومر در درصد های مختلف

دکتر علی اصغر کتاب

استادیار دانشکده مهندسی شیمی و پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس فریدون غروی

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

هر گاجوچو (الاستومر) متناسب با ساختمان شیمیائی خود دارای یک سری خواص از نقطه نظر فرآیند پذیری و خصوصیات بعد از ولکانیزاسیون می باشد، اما در بسیاری مواقع در تولید فرآورده های لاستیکی از قبیل تایر ایجاد تمام خصوصیات مورد نظر در آمیزه لاستیکی مربوطه بسیار مشکل بوده و تولید کننده مجبور به استفاده از آلیاژ چند الاستومر خواهد بود تا بتواند فرآیند پذیری مورد نظر و خواص فیزیکی بعد از پخت آمیزه را متوازن نماید. در استفاده از آلیاژ چند الاستومر پارامترهای فراوانی وجود دارند که بایستی توسط طراح و تولیدکننده قطعه لاستیکی در نظر گرفته شوند. در این پروژه چگونگی مورفولوژی آلیاژهای دوجزئی الاستومرهای طبیعی NR (پلی بوتادی ان PB ۲ و لاستیک استایرن - بوتادی ان SBR ۳ در نسبت های مختلف با استفاده از میکروسکپ نوری و الکترونی، و همچنین میزان هم پخت بودن الاستومرهای موجود در هر آلیاژ توسط دستگاه کیورومتر<sup>۴</sup> و تنسامتر<sup>۵</sup> مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته اند.

۱. مقدمه

امروزه استفاده از آلیاژ الاستومرها در ساخت فرآورده های لاستیکی به ویژه تایر خودرو بسیار مورد توجه قرار گرفته است و این به دلیل کمبودهایی است که یک الاستومر به تنهایی در بعضی خصوصیات از نظر فرآیند پذیری و خواص فیزیکی بعد از پخت دارد. بهمین دلیل متوازن کردن تمام خواص مورد نظر در یک آمیزه در بسیاری از مواقع بسیار دشوار و یا غیرممکن می باشد. در این مورد می توان تایر پنیوماتیک (۶) خودرو را نام برد که در ساختمان آن آلیاژهای مختلفی بکار برده می شوند. جدول (۱-۱) بعضی از آلیاژهای الاستومری رایج در صنعت ساخت تایر را نشان می دهد.

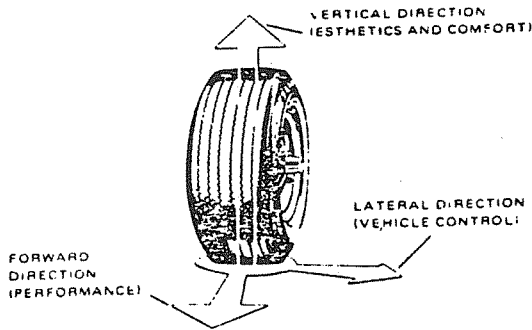
به منظور درک بیشتر اهمیت استفاده از آلیاژهای الاستومری در ساختمان تایر لازم است تا نگاهی به ساختمان تایر و خصوصیات قسمت های مختلف آن انداخته شود. بطور کلی یک تایر باید سختی کافی داشته باشد تا بتواند وزن وسیله نقلیه را تحمل نماید و از طرفی لازم است. از انعطاف پذیری مناسبی برخوردار بوده تا قادر به تحمل نیروهای

	تایر سواری	تایر باری
Tread	SBR - BR	NR - BR, SBR - BR
Belt	NR	NR
Carcas	NR - SBR, NR - SBR - BR	NR - BR
Sidewall	NR - BR, NR - SBR	NR - BR
Linner	NR - SBR	NR or NR - SBR

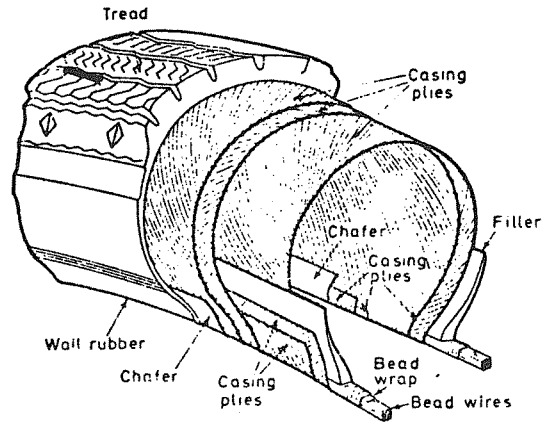
جدول (۱-۱)

چرخشی زیاد که هنگام چرخش به آن وارد می گردد باشد. همچنین تایر باید بتواند ارتعاشات مختلف را جذب کرده تا یک رانندگی نرمی را به وسیله نقلیه بدهد. در شکل (۱) قسمتهای مختلف یک تایر نشان داده شده است.

در ناحیه ترد<sup>۷</sup> مقاومت سایشی، خستگی و گرو<sup>۸</sup> زیاد مورد نظر است



شکل (۲)



شکل (۱)

های بکار برده شده در آلیاژ و چگونگی توزیع دوده در فازهای الاستومری موجود در آلیاژ.

۲- کارهای عملی انجام شده در پروژه حاضر

آلیاژهای دوجزئی از الاستومرهای SBR, BR, NR با ویژگیهای نشان داده شده در جدول (۱-۲) با استفاده از مخلوطکن بنپوری ۷ آزمایشگاهی در درجه حرارت ۷۰ C و زمان ۵ دقیقه ساخته شده است. ترکیب درصد آلیاژهای تهیه شده در جدول (۲-۲) نشان داده شده اند. به منظور بررسی مورفولوژی هر آلیاژ ابتدا ۸ میلیگرم از هر آلیاژ در ۱۱۵ ml تولوئن بطور کامل حل شده و سپس مقدار ۳ Phr بنزوئیل پراکسید به هر محلول اضافه گردید و کاملاً بهم زده شد تا یک محلول شفاف و یکنواخت حاصل گردید. از هر محلول چند قطره روی یک اسلاید شیشه‌ای منتقل شده و برای مدت ۴۰ دقیقه در ۱۰۰ C حرارت داده شده است به طوری که در پایان یک فیلم نازک شفاف و لگانیزه شده از هر آلیاژ بدست آمده، سپس فیلم‌های حاصل بکمک میکروسکپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. در اشکال (۲۰۱-۲۰۲۶) مورفولوژی آلیاژهای تهیه شده نشان داده شده اند.

میزان سازگاری و هم‌پخت بودن (CO - Vulcanization)

الاستومرهای موجود در هر آلیاژ از طریق آمیزه کردن آلیاژ براساس فرمولاسیون جدول (۲-۳) و اندازه‌گیری خصوصیات ولگانیزاسیونی آمیزه‌ها و به موازات آن مقاومت کششی نمونه‌های ولگانیزه شده از هر آلیاژ مورد بررسی قرار گرفته است.

حال آن که در قسمت دیواره‌های کناری مقاومت زیاد در مقابل نیروهای دینامیکی، تخریب آوزونی و پارگی لازم می‌باشد. ناحیه بید<sup>۹</sup> باید به اندازه کافی سخت و مقاوم باشد تا بتواند وزن اتومبیل را تحمل نماید. با توجه به موارد فوق مشاهده می‌شود که در یک تایر تمام این خصوصیات باید بایکدیگر متوازن گردند. از طرفی چنانچه نقش یک تایر پنوماتیک را مورد بررسی قرار دهیم اهمیت استفاده از آلیاژهای الاستومری در قسمت‌های مختلف آن روشن می‌شود. به طور کلی نقش یک تایر پنوماتیک را می‌توان به شرح زیر به سه قسمت کلی تقسیم نموده شکل (۲).

- ۱- عملکرد و ایمنی
  - ظرفیت حمل بار خودرو را تعیین می‌کند
  - حرکت دادن خودرو با اعمال نیروهای چلورنده (Tangential Force)
  - چرخش و فرمان دادن از طریق اعمال نیروهای افقی (Lateral Forces)
  - مقاومت در مقابل سر خوردن.
- ۲- راحتی:
  - (Comfort) تابعی است از خاصیت دینامیکی تایر و نیروهای عمودی (Vertical Forces)
  - مقاومت چرخشی کم + (Low rolling resistance)
  - ۳- اقتصاد
    - (Economy) مقاومت سایشی زیاد
    - مقاومت پارگی زیاد

با توجه به خصوصیات و نقش تایر مشاهده می‌شود که استفاده از آلیاژهای دوجزئی و سه‌جزئی الاستومری در ساختمان آن اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

جهت استفاده از آلیاژهای الاستومری بایستی به پارامترهای مختلف توجه خاصی مبذول گردد، مورفولوژی آلیاژ که بیانگر چگونگی توزیع ذرات فازیک الاستومر در فاز الاستومر دیگر و اندازه ذرات هر فاز است، میزان سازگاری الاستومرهای موجود در آلیاژ، میزان هم‌پخت بودن الاستومر

جدول (۲-۱): خصوصیات تجاری الاستومرهای بکار برده شده در پروژه.

ویژه‌گی‌های ساختمانی				ویژه‌گی‌های تجاری				الاستومر
% استایرن	% ونیل	% cis	% Trans	MW Mn	MW X 10 <sup>6</sup>	پلیمریزاسیون	تولید کننده	
-	-	۹۹	۱/۸۵	۲/۳۵	-	مالزی	NR (SMR20)	
۲۳/۵	۱۲	۹/۵	۴/۸	۵/۵۲	امولسیون سرد	ژاپن	SBR (1502)	
-	۴	۹۲	۴/۲	۵/۶	محلولی	ژاپن	BR (1203)	

جدول (۲-۳)

Blend	100 phr
Zno	5.0 phr
Stearicacid	1.5 phr
IPPD	2.0 phr
Wax	2.0 phr
CBS	1.2 phr
Sulphur	2.3 phr

جدول (۲-۲)

ترکیب درصد الاستومرها	آلیاژ	کد
۱۰۰	NR	۱۲۰۱
۹۰/۱۰	NR - BR	۱۲۰۲
۸۰/۲۰	NR - BR	۱۲۰۳
۷۰/۳۰	NR - BR	۱۲۰۴
۶۰/۴۰	NR - BR	۱۲۰۵
۵۰/۵۰	NR - BR	۱۲۰۶
۴۰/۶۰	NR - BR	۱۲۰۷
۳۰/۷۰	NR - BR	۱۲۰۸
۲۰/۸۰	NR - BR	۱۲۰۹
۱۰/۹۰	NR - BR	۱۲۱۰
۱۰۰	BR	۱۲۱۱
۹۰/۱۰	NR - SBR	۱۲۱۲
۸۰/۲۰	NR - SBR	۱۲۱۳
۷۰/۳۰	NR - SBR	۱۲۱۴
۶۰/۴۰	NR - SBR	۱۲۱۵
۵۰/۵۰	NR - SBR	۱۲۱۶
۴۰/۶۰	NR - SBR	۱۲۱۷
۳۰/۷۰	NR - SBR	۱۲۱۸
۲۰/۸۰	NR - SBR	۱۲۱۹
۱۰/۹۰	NR - SBR	۱۲۲۰
۱۰۰	SBR	۱۲۲۱
۹۰/۱۰	BR - SBR	۱۲۲۲
۸۰/۲۰	BR - SBR	۱۲۲۳
۷۰/۳۰	BR - SBR	۱۲۲۴
۶۰/۴۰	BR - SBR	۱۲۲۵
۵۰/۵۰	BR - SBR	۱۲۲۶
۴۰/۶۰	BR - SBR	۱۲۲۷
۳۰/۷۰	BR - SBR	۱۲۲۸
۲۰/۸۰	BR - SBR	۱۲۲۹
۱۰/۹۰	BR - SBR	۱۲۳۰

جهت اندازه‌گیری خصوصیات پخت و ویسکوزیته آمیزه‌ها به ترتیب از ریومتر مونی<sup>۱۱</sup> و ویسکومتر<sup>۱۲</sup> مونسانتو استفاده گردید. خصوصیات کششی آمیزه‌ها از طریق ولگانیزه کردن هر آمیزه در ۱۰۰°C به مدت ۱۵ دقیقه و تهیه نمونه‌های دسیل شکل با طول ۱۰۰ mm و ضخامت ۳ میلی متر و با استفاده از دستگاه تنسومتر ۵۰۰ - T مدل مونسانتو مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳. بحث و نتیجه‌گیری

۱-۳. مورفولوژی

اشکال (۲۰۶-۲۰۱) نشان دهنده مورفولوژی آلیاژهای مختلف تهیه شده در این پروژه می‌باشند. فیلم‌های تهیه شده از تمام آلیاژها کاملاً "شفاف" و محلولهای آنها در سطح ماکروسکوپی هموزن بودند و هیچگونه جدائی فازی مشاهده نشد. مطالعات انجام شده در سطح میکروسکوپی نشان داد که کلیه آلیاژهای مربوط به NR/SBR, NR/BR در تمام نسبت‌ها دارای یک مورفولوژی هتروژن بوده به طوری که الاستومر با ویسکوزیته کمتر فاز پیوسته را تشکیل داده و الاستومر دیگر بطور یک نواخت در فاز پیوسته توزیع می‌گردد. در مورد آلیاژهای BR/SBR به علت مشابه بودن ضریب انقباض دو الاستومر BR و SBR تشخیص فازهای مربوط به دو الاستومر با استفاده از میکروسکپ نوری میسر نبود لکن با استفاده از تکنیک میکروسکپ الکترونی جدائی فازهای دو الاستومر با مورفولوژی متفاوت با آنچه برای آلیاژهای NR/SBR, NR/BR رویت شده بود مشاهده گردید. بدین معنی که توزیع فاز الاستومر با ویسکوزیته بیشتر در فاز الاستومر دیگر فاقد نظم و یکساختی خاصی بود. از بررسی - های انجام شده نتیجه گرفته شد که آلیاژهای دو جزئی به الاستومر در تمام درصدها در سطح میکروسکوپی هتروژن بوده اما در مقیاس میکروسکپی

هموژن می‌باشد. اندازه ذرات فازهای موجود در هر آلیاژ با افزایش حرارت اختلاط و نیروی مکانیکی هنگام اختلاط کاهش می‌یابد. ۳-۲. سازگاری و میزان هم پخت بودن

جداول (۲-۴ و ۲-۶) نشان دهنده پارامترهای ویسکوزیته و مشخصات پخت یا ولگانیزاسیون و خصوصیات کششی آمیزه‌های مختلف می‌باشند. همان طوری که مشاهده می‌گردد در آلیاژهای NR/BR و SBR/BR با افزایش مقدار BR ویسکوزیته آلیاژ و آمیزه مربوطه نیز افزایش می‌یابد که علت آن را می‌توان خطی بودن و انعطاف پذیری زیاد زنجیرهای پلی‌بوتادین (BR) و پائین بودن دمای Tg این پلیمر دانست از طرفی مقایسه اندیس سرعت پخت (C.R.I) آمیزه‌های مربوط به آلیاژهای NR/BR و SBR/BR نشان می‌دهد که افزایش درصد BR در آلیاژ باعث کاهش سرعت پخت آمیزه می‌گردد که این خود بیانگر عدم سازگاری پخت الاستومر BR نسبت به NR/BR و SBR/BR می‌باشد. عدم سازگاری پخت این سه الاستومر را می‌توان در تغییرات مقاومت کششی آلیاژ آنها نیز مشاهده نمود، زیرا که افزایش درصد BR در آلیاژهای NR/BR و SBR/BR در NR/SBR باعث افت

مقاومت کششی می‌گردد. هرچند این سه الاستومر فاقد سرعت پخت یکسان می‌باشند معیناً آلیاژ دو جزئی و سه جزئی آنها همراه با تقویت کننده‌های مثل دوده جهت ساخت فرآورده‌های لاستیکی به ویژه تایر پنوماتیک حائز اهمیت فراوان می‌باشد و میزان ناسازگاری پخت آنها به مراتب کمتر از آلیاژ هر کدام از این سه الاستومر با الاستومرهای غیر اشباع و یا غیر فعال مثل EPDM، بیوتیل، نیوپرن می‌باشد.

توضیح در مورد پارامترهای مندرج در جدول (۲-۴ و ۲-۶):

$V_1 =$  ویسکوزیته اولیه

$V_m =$  حداقل ویسکوزیته

$t_5 =$  زمان اسکورج ۱۳ در  $V_m + 5$

$t_{35} =$  زمان پخت در  $V_m + 35$

$t_{30} =$  اندیس سرعت پخت که برابر است با  $t_5 - t_{35}$

$t_2 =$  زمان اسکورج برای افزایش دو واحد در حداقل مان

$t_{290} =$  زمان رسیدن به ۹۰ درصد افزایش مان.

MHF = مان در حالت تعادل.

CRI = اندیس سرعت پخت.

جدول (۲-۴) مشخصات ولگانیزاسیون، پارامترهای ویسکوزیته و خصوصیات کششی آمیزه‌های مربوط به آلیاژهای NR / BR

۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	NR BR
۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	مونی در ۱۳۵°C
											$V_1$
۴۶	۴۳	۴۳	۴۳	۴۳	۴۲	۴۱	۴۰	۳۶	۳۸	۲۲	$V_2$
۲۶	۲۵	۲۴	۲۴	۲۴	۲۳	۲۲	۲۰	۱۹	۲۰	۱۲	$t_5$ (دقیقه)
۳۷	۳۱/۶	۲۸/۸	۲۶/۸	۲۴	۲۴	۲۲/۸	۲۳/۷	۱۹/۸	۱۹/۶	۱۴/۶	$t_{35}$ (دقیقه)
۳۹/۶	۳۴	۳۱	۲۹	۲۶	۲۵/۸	۲۶	۲۶/۲	۲۲/۲	۲۲	۱۷	$t_{30}$ (دقیقه)
۲/۶	۲/۴	۲/۲	۲/۲	۲	۱/۸	۲/۲	۲/۵	۲/۴	۲/۴	۲/۴	ریومتر در ۱۵۸°C
											$t_{s2}$ (دقیقه)
۷/۲	۶/۶	۶/۲	۵/۸	۵/۳	۵/۲	۵	۴/۲	۴	۳/۸	۳/۴	$t_{c90}$ (دقیقه)
۱۰/۶	۹/۴	۸/۸	۸/۳	۷/۸	۷/۷	۷/۴	۶/۵	۶	۵/۵	۵	MHF (متر/دین)
۳۶	۴۰/۵	۴۰	۳۹	۳۹	۳۶/۵	۳۶	۴۰	۴۰	۳۹	۳۶/۵	C.R.I.
۲۹/۴	۳۵/۵	۳۸/۵	۴۰	۴۰	۴۰	۴۱/۶	۴۳/۵	۵۰	۵۸/۸	۶۲/۵	مادول (kg/cm <sup>2</sup> )
											در ۲۰۰%
۱۵	۱۱/۷	۱۲/۶	۱۴/۸	۱۵/۵	۱۳/۶	۱۴/۷	۱۴/۴	۱۳/۱	۱۱/۳	۱۰/۶	در ۳۰۰%
-	-	-	-	-	-	۲۲/۷	۲۱/۲	۱۹/۲	۱۵/۵	۱۴/۹	مقاومت کششی (kg/cm <sup>2</sup> )
۱۶	۱۴	۱۷	۱۷	۱۹/۹	۲۰/۳	۲۹/۷	۲۵/۷	۱۰/۱/۱	۱۲۴/۵	۱۶۲/۵	ازدیاد طولی تا نقطه پارگی
۲۱۰	۲۶۰	۲۸۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۲۰	۳۶۰	۶۶۰	۶۸۰	۶۴۰	

جدول (۵-۲) مشخصات پخت، پارامترهای ویسکوزیته و خصوصیات کششی آمیزه‌های مربوط به آلیاژهای NR/SBR

۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	NR
۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	SBR
											مونی در ۱۲۵°C
۴۰	۳۵	۳۵	۳۲	۳۴	۳۴	۲۵	۳۰	۳۰	۲۸	۲۲	V <sub>1</sub>
۱۸	۱۷	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷	۱۲	۱۴	۱۵	۱۴	۱۶	V <sub>m</sub>
۲۳/۲	۲۲/۸	۲۶/۶	۲۳	۲۶/۸	۲۶/۲	۲۴/۴	۲۱/۲	۲۲	۱۶/۸	۱۴/۶	t <sub>5</sub> (دقیقه)
۲۵/۲	۲۵	۲۹	۲۵/۶	۳۰	۲۹/۱	۲۷/۴	۲۴/۲	۲۶/۶	۱۹/۴	۱۷	t <sub>35</sub> (دقیقه)
۲	۲/۲	۲/۴	۲/۶	۳/۲	۲/۹	۳	۳	۴/۶	۲/۶	۲/۴	t <sub>30</sub> (دقیقه)
											ریومتر در ۱۵۸°C
۵/۶	۵/۶	۵/۶	۵/۲	۵	۴/۸	۴/۶	۴/۳	۴/۲	۴	۳/۴	ts <sub>2</sub> (دقیقه)
۱۰	۱۰	۱۰	۹/۴	۸/۸	۸/۲	۷/۷	۷	۶/۹	۶/۲	۵	tc <sub>90</sub> (دقیقه)
۳۲/۵	۳۳/۵	۳۵	۳۵/۵	۳۶/۵	۳۵	۳۴/۵	۳۶/۵	۳۶/۵	۳۴	۳۶/۵	MHF (متر / دین)
۲۲/۷	۲۲/۷	۲۲/۷	۲۳/۸	۲۶/۳	۲۹/۴	۳۲/۵	۳۷	۳۷	۴۵/۵	۶۲/۵	C.R.I
											مادول کششی (kg/cm <sup>2</sup> )
۱۳/۱	۱۰/۷	۱۰/۶	۱۱/۷	۱۲	۱۱/۱	۱۱/۵	۱۲/۴	۱۱/۸	۱۰/۹	۱۰/۶	در ۲۰۰%
۱۸/۹	۱۳/۶	۱۳/۶	۱۶/۴	۱۷	۱۵/۶	۱۴/۹	۱۷/۷	۱۴/۷	۱۴/۴	۱۴/۹	در ۳۰۰%
۲۱/۲	۱۶/۲	۲۰	۲۴/۵	۲۹/۹	۴۶/۵	۷۲/۵	۱۳۳/۲	۱۵۴	۱۶۴/۲	۱۶۲/۵	مقاومت کششی kg/cm <sup>2</sup>
۳۵۰	۴۳۰	۴۴۰	۴۵۰	۴۸۰	۶۰۰	۶۲۰	۶۰۰	۷۱۰	۷۵۰	۶۴۰	ازدیاد طولی تا نقطه پارگی

جدول (۶-۲) مشخصات ولکانیزاسیون، پارامترهای ویسکوزیته آمیزه‌های مربوط به آلیاژهای SBR/BR

۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	BR
۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	SBR
											مونی در ۱۲۵°C
۴۰	۳۸	۶۰	۴۰	۴۳	۴۲	۴۱	۴۳	۴۴	۴۲	۴۶	V <sub>i</sub>
۱۸	۱۹	۲۰	۲۰	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۲	۲۶	V <sub>m</sub>
۲۳/۲	۲۴	۲۴/۶	۲۴/۶	۲۷/۸	۲۹/۴	۳۰/۴	۳۰/۴	۳۱/۲	۲۸/۵	۳۷	t <sub>5</sub> (دقیقه)
۲۵/۲	۲۶	۲۶/۵	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۲/۴	۳۴	۳۱/۲	۳۹/۶	t <sub>35</sub> (دقیقه)
۲/	/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۱/۴	۳/۶	۳/	۲/۸	۲/۶	۲/۶	t <sub>30</sub> (دقیقه)
											ریومتر در ۱۵۸°C
۵/۶	۵/۶	۵/۵	۶/	۶/۲	۶/۶	۶/۴	۶/۶	۶/۸	۶/۶	۷/۲	ts <sub>2</sub> (دقیقه)
۱۰	۸/۸	۹/۶	۹/۲	۹/۴	۱۰/	۹/۴	۹/۶	۹/۸	۹/۸	۱۰/۶	tc <sub>90</sub> (دقیقه)
۳۲/۵	۳۲	۳۲/۵	۳۳	۳۲/۵	۳۲	۳۳/۵	۳۳	۳۸	۳۷/۵	۳۶	MHC (مترودین)
۲۲/۷	۳۱/۲	۲۶/۳	۳۱/۲	۳۱/۲	۳۱/۲	۲۹/۷	۳۴/۳	۳۳/۳	۳۱/۲	۲۹/۴	C.R.I
											مادول کششی (Kg/Cm <sup>2</sup> )
۱۳/۱	۱۱/۴	۱۲/۱	۱۳/۲	۱۲/۴	۱۲/۷	-	-	-	-	۱۵	در ۲۰۰%
۱۸/۹	۱۵/۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	در ۳۰۰%
۲۱/۲	۱۸	۱۴/۴	۱۶/۲	۱۴/	۱۳/۶	۱۲/۱	۱۲/۶	۱۴/۴	۱۳/۲	۱۶/	مقاومت کششی
۲۵۰	۲۵۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۷۰	۱۵۰	۲۱۰	ازدیاد طولی تا نقطه پارگی



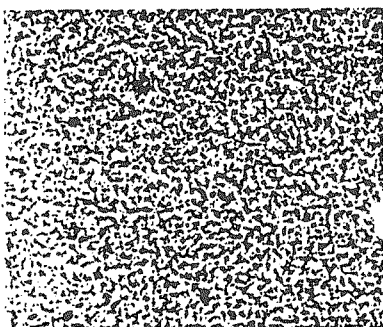
شکل ۲-۲

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۹۰/۱۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



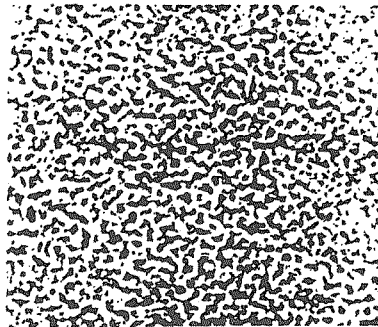
شکل ۲-۱

عکس میکروسکوپ نوری کائوچوی طبیعی  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



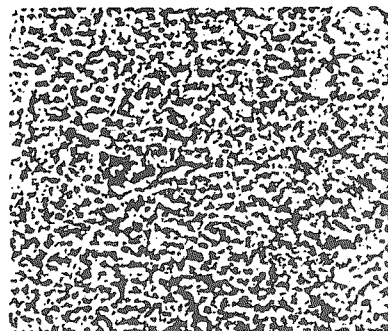
شکل ۲-۴

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۷۰/۳۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



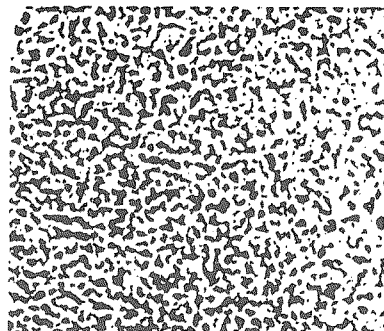
شکل ۲-۳

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۸۰/۲۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



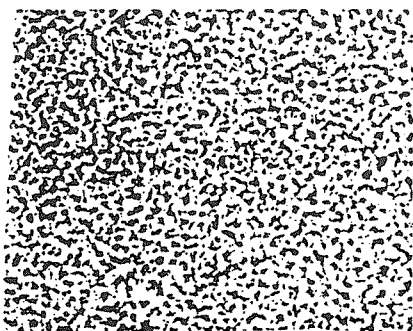
شکل ۲-۶

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۵۰/۵۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



شکل ۲-۵

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۶۰/۴۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



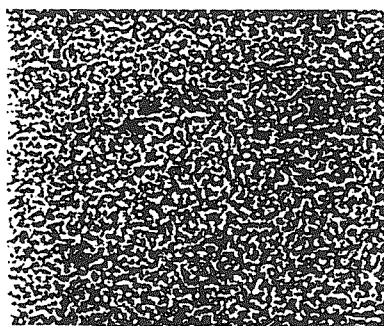
شکل ۳-۸

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۳۰/۷۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



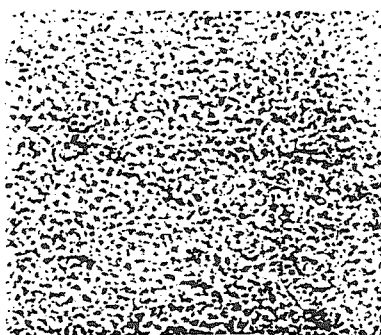
شکل ۲-۲

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۴۰/۶۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



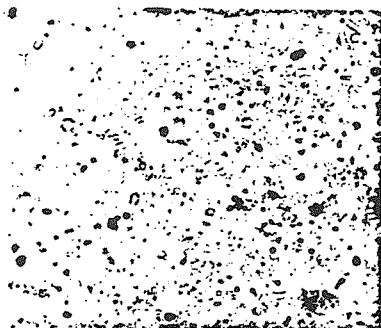
شکل ۲-۱۰

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۱۰/۹۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



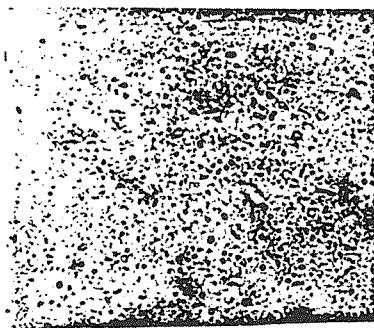
شکل ۲-۹

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/BR با ترکیب درصد ۲۰/۸۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



شکل ۲-۱۲

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۸۰/۲۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



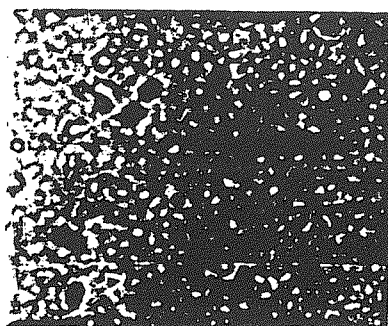
شکل ۲-۱۱

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۹۰/۱۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



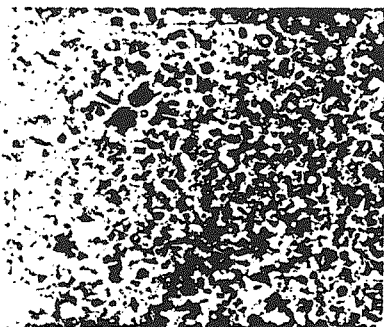
شکل ۲-۱۴

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۶۰/۴۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



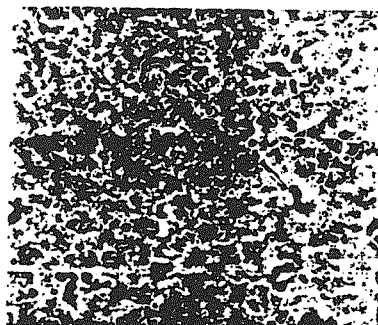
شکل ۲-۱۳

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۷۰/۳۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



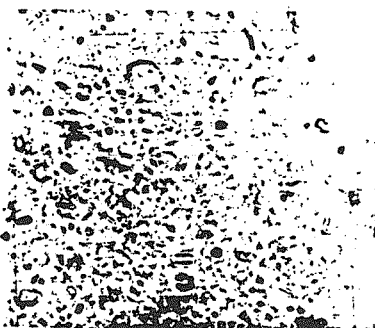
شکل ۲-۱۶

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۴۰/۶۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



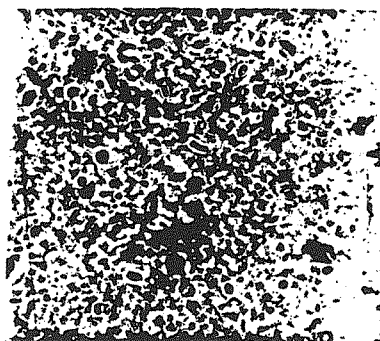
شکل ۲-۱۵

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۵۰/۵۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



شکل ۲-۱۸

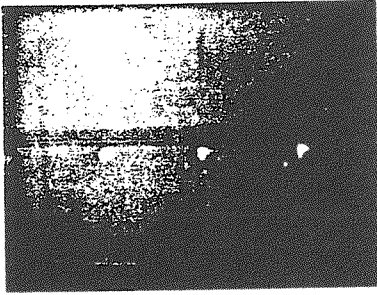
عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۲۰/۸۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



شکل ۲-۱۷

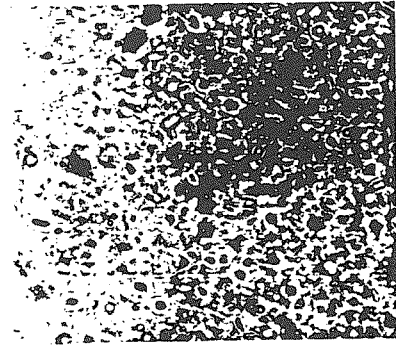
عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۳۰/۷۰  
(بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)





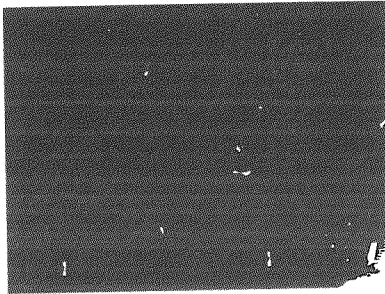
شکل ۲-۲۰

عکس میکروسکوپ الکترونی SBR (بزرگنمایی: ۲۰۰۰)



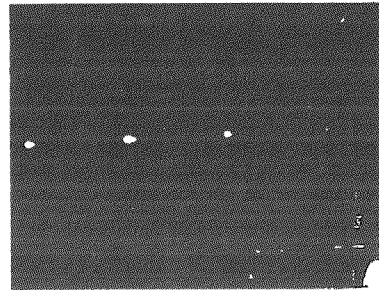
شکل ۲-۱۹

عکس میکروسکوپ نوری آلیاژ NR/SBR با ترکیب درصد ۱۰/۹۰ (بزرگنمایی: ۵۰۰ روی نگاتیو)



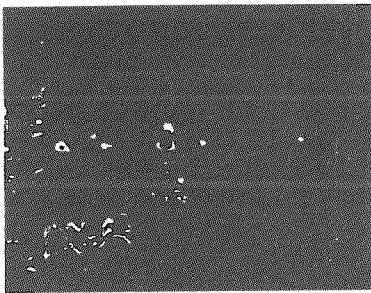
شکل ۲-۲۲

عکس میکروسکوپ الکترونی آلیاژ SBR/BR با ترکیب درصد ۹۰/۱۰ (بزرگنمایی: ۲۰۰۰)



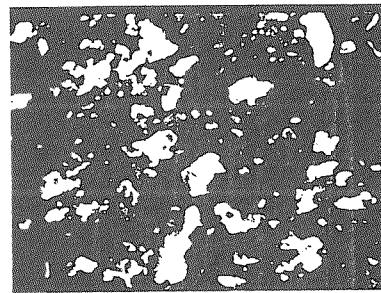
شکل ۲-۲۱

عکس میکروسکوپ الکترونی BR (بزرگنمایی: ۲۰۰۰)



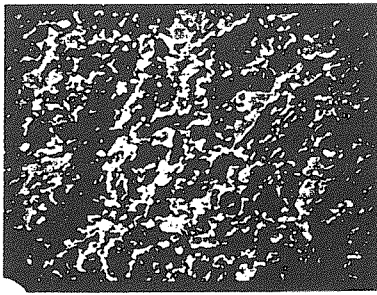
شکل ۲-۲۴

عکس میکروسکوپ الکترونی آلیاژ SBR/BR با ترکیب درصد ۵۰/۵۰ (بزرگنمایی: ۲۰۰۰)



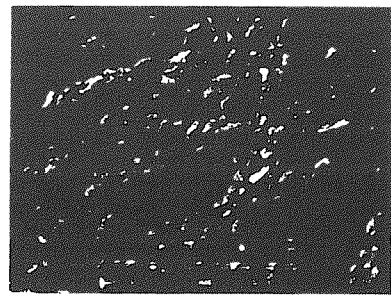
شکل ۲-۲۳

عکس میکروسکوپ الکترونی آلیاژ SBR/BR با ترکیب درصد ۷۵/۲۵ (بزرگنمایی: ۲۰۰۰)



شکل ۲-۲۶

عکس میکروسکوپ الکترونی آلیاز  
SBR/BR با ترکیب درصد ۱۰/۹۰  
( بزرگنمایی : ۲۰۰۰ )



شکل ۲-۲۵

عکس میکروسکوپ الکترونی آلیاز  
SBR/BR با ترکیب درصد ۲۵/۷۵  
( بزرگنمایی : ۲۰۰۰ )

## پاورقی

- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Natural Rubber           | 8. Groove               |
| 2. Poly butadiene           | 9. Bead                 |
| 3. Styrene Butadiene Rubber | 10. Banbury Mixer       |
| 4. Curometer                | 11. Mooney Rheometer    |
| 5. Tensometer               | 12. Monsanto Viscometer |
| 6. Pneumatic                | 13. Scorch Time         |
| 7. Tread                    |                         |

## منابع:

1. M.H.Walter and D.N.Keyte, Transe, Inst. Rubber. Industry, 38, 40 (1962), Rubber. Chem. Technol, 38, 62 (1965).
2. P.A, Marsh, A.Voet, and L.D. Price, Rubber Chem. Technol, 40, 359 (1967)
3. R.W. Smith and J.C,Andries, Rubber Chem. Technol. 44, 67 (1974).
4. V.A, SCHERSHNEV,Vulcanization of poly butadiene and other hydrocarbon elastomers. Rubber. Chem. Technol. 55 (1982), 537 – 47.
5. REHNER, J. and WEL, PE. Heterogeneity and crosslinking of elastomer blends. Rubber. Chem. Technol., 42 (1962), 985 – 99.
6. Woods, M.L. and Mass, T.R. Fundamental considerations of Co-vulcanization of elastomer blends., Adv. Chem. Series., 142 (1975), 386 – 98.
7. Walter, J., Horne, S., Special elastomers in Tires. Elastomerics, Sep (1985), 22 –29.
8. P.J, Corisch, Rubber. Chem, Technol., 40, 324 (1967) Chap 12.
9. Huson, M.G. and McGill, W.J., A comparison of the curing characteristics of BR/NR and BR/IR blends using DSC, Plastics and Rubber Processing and Applications, 5 (1985) 319 – 324.