به نام خداوند جان وخرد

نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران

علمی

(علمی/ فنی/ اقتصادی/ مدیریتی)

سال بیست‌وششم/ شماره‌ی ۱۰۴ / زمستان ۱۴۰۰

صاحب امتیاز و ناشر:
شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

مدیر مسئول:
دکتر ناصر پرهیزگار

سردبیر:
دکتر محمد کرابی

ویراستار:
محمد لایقی قلعه سوخته

مدیر اجرایی و صفحه آرا:
سپیده صوفی‌نیارکی

با همکاری شرکت‌های:

کیان تایر، ایران تایر، ایران یاسا تایر و رابر، لاستیک دنا، لاستیک پارس، گروه صنعتی بارز، مجتمع صنایع لاستیک یزد، آرتاویل تایر، کویر تایر

نشانی‌نشریه: شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

تهران، اتوبان تهران-کرج، بعد از ایران خودرو، خروجی شهرک علم و فناوری، بلوار پژوهش، جنب پژوهشکده‌ی هواشناسی

کدپستی: ۱۴۹۷۷۱۶۳۶۵

تلفن: ۴۴۷۸۷۹۱۷-۰۲۱ تلفکس: ۴۴۷۸۷۹۰۵-۰۲۱

Email: entesharat.rierco@yahoo.com
Website: www.iranrubbermag.ir

مسؤول آگهی‌ها، امور مشترکان:
سپیده صوفی نیارکی

اجرا:
شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

لیتوگرافی، چاپ و صحافی:
چاپ فراز اندیش سبز
نشانی: تهران، چهاردانگه، شهرک گلشهر، خیابان خزایی غربی، پلاک ۱۷
۶۶۴۰۱۲۸۲-۰۲۱

براساس مجوز شماره‌ی ۶۱۱۹/۳ مورخ ۸۶/۷/۲۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جمهوری اسلامی ایران، نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران (IRM) طبق مصوبه‌ی کمیسیون نشریات علمی کشور در تاریخ ۸۶/۶/۳۱، دارای درجه‌ی علمی-ترویجی است.

زنده‌یاد فریبرز عوض ملایری
ویراستار و سردبیر نشریه از ابتدای نشر
تولد: ۱۳۳۱/۱۱/۱۶
وفات: ۱۳۹۶/۷/۲۷

هیأت تحریریه:

دکتر ناصر پرهیزگار، استادیار مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز
دکتر سعید تقوایی، استاد شیمی آلی، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال
دکتر اسکندرستوده، دکترای تکنولوژی پلیمر، دانشگاه جامع علمی کاربردی صنایع لاستیک
دکتر اعظم جلالی، دانشیار مهندسی پلیمر، دانشگاه صنعتی امیر کبیر
دکتر مهدی رزاقی کاشانی، دانشیار مهندسی شیمی پلیمر، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر نادر قاسمی، استاد مهندسی پلیمر، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
دکتر میرحمید رضا قریشی، استاد مهندسی پلیمر، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
دکتر محمد کرابی، استاد مهندسی پلیمر، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
دکتر علیرضا مهدویان، استاد مهندسی پلیمر، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
دکتر حسین مهدوی، استاد مهندسی شیمی- پلیمر، دانشگاه تهران

همکاران این شماره:

دکتر علی نیک‌اختر
بیژن محمدیان
دکترمرتضی رشیدی مقدم
دکتر ناصر سیف‌اللهی انار
دکتر محمدمهدی کامیابی
دکتر وحیدرضا میرابی
دکتر محمدرضا کلایی
دکتر سعید دائی کریم‌زاده

IRM در پایگاه ISC نمایه می‌شود.

IRM را می‌توانید در سایت www.iranrubbermag.ir مطالعه نمایید.

IRM آماده‌ی دریافت و چاپ مقاله‌های استادان دانشگاه‌ها، مدیران، کارشناسان و صاحب نظران در زمینه‌های پژوهشی، مدیریتی، کنترل کیفیت، فناوری تایر و لاستیک و بازیافت است.

IRM در قبول، رد، ویرایش و چاپ مطالب رسیده آزاد است. مطالب دریافت شده پس فرستاده نخواهد شد.

انعکاس نظرها و دیدگاه‌های ارائه شده توسط نویسندگان مقاله‌ها و مصاحبه‌شوندگان الزاماً به معنی تأیید و پذیرش آن‌ها از سوی نشریه نیست.

سامانه‌ی پیامکی برای دریافت نظرات: ۰۲۱-۴۴۷۸۷۹۱۱

نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران
علمی

فصلنامه / سال بیست‌وششم / شماره‌ی ۱۰۴ / زمستان ۱۴۰۰

علمی و فنی

اثرات گوگردهای محلول و پلیمری بر پخت آمیزه‌های لاستیکی ۳
(علی نیکاختر، مهدی کامکار، حسن اهوارکی)

شناخت عوامل موثر بر دوام تایر و ارتباط بین آن‌ها ۱۵
(مرتضی رشیدی‌مقدم، فرشید ذوالعلی، فرحناز حاج ابراهیمی)

بررسی مدل‌های پیش‌بینی‌کننده جریان سیال درون اکسترودر؛ بخش اول: مدل کاستر ۲۹
(محمدمهدی‌کامیابی)

مطالعه سینتیک پخت و پایداری گرمایی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا ۳۷
(محمدحسین کرمی، محمدرضا کلایی)

مدیریت

شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در صنعت تایرسازی (مطالعه موردی: شرکت ایران تایر) ۵۱
(بیژن محمدیان)

تاثیر مدیریت ریسک بازار و ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید ۶۳
(ناصر سیف‌الهی انار، ایمان قاسمی همدانی)

مطالعه تاثیر هوشیاری کارآفرینانه بر توسعه کارآفرینی با نقش میانجی پاسخگویی اجتماعی در صنایع لاستیک کشور .. ۷۵
(محبوبه پرگو، وحیدرضا میرابی، حمیده رشادت‌جو، حسین وظیفه‌دوست)

متنوع‌سازی صادرات محصولات پلاستیکی ایران با رویکرد ساختارگرایان جدید ۹۳
(انور خسرو، سعید دائی‌کریم‌زاده، بهروز شاهمرادی، هیرش سلطان‌پناه)

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

علمی- فنی

اثرات گوگردهای محلول و پلیمری بر پخت آمیزه‌های لاستیکی

The effects of soluble and polymeric sulfur on curing of rubber compounds

چکیده:

برای ایجاد یک شبکه سه‌بعدی از پیوندهای عرضی در آمیزه‌های لاستیکی، ولکانش گوگردی متداول‌ترین روش است. پایدارترین شکل گوگرد در شرایط محیطی رومبیک است که بصورت حلقه هشت‌تایی بوده و با عنوان گوگرد محلول شناخته می‌شود و قبلا از آن برای ولکانش آمیزه‌های لاستیکی استفاده می‌شد. این ماده می‌تواند به سطح آمیزه مهاجرت کند و باعث مشکلاتی شود. برای رفع این مشکلات، گوگرد پلیمری جایگزین آن شده است. در این تحقیق، اثر مقدار گوگرد محلول و همچنین گوگرد پلیمری بر نمودارهای رئومتری در دو دما بررسی، و با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که افزایش مقدار گوگرد زمان پیش پخت را کوتاه کرده و تفاوت بین کمینه و بیشینه مقدار گشتاور را زیاد می‌کند علاوه بر این گوگرد پلیمری کارایی بالاتری داشته و خصوصیات نمودار رئومتری آن مشابه آمیزه‌هایی با مقدار گوگرد بالاتر است. علاوه بر این، مشخص شد که اثرات دما بر نمودارهای رئومتری در هر دو نوع گوگرد مشابه هم است. این نمودارها با کمک معادله ریاضی، شبیه‌سازی شده و پارامتر مربوط به آن در هر حالت به کمک برازش محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: گوگرد پلیمری، نمودارهای رئومتری، مراحل پخت

نوع مقاله: پژوهشی

علی نیک‌اختر[1*]، مهدی کامکار[2]، حسن اهوارکی[3]
۱-دکترای تخصصی، استادیار، مدرس دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- کارشناسی ارشد، مربی، شرکت کویرتایر واحد تکنولوژی، بیرجند، ایران
۳- کارشناسی ارشد، دانشکده علوم-گروه شیمی-دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1- * anikakhtar@birjand.ac.ir
2- kamkar.mehdi@yahoo.cim
3- ahvarakihasan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۰

مقدمه

برای ایجاد یک شبکه سه‌بعدی از پیوندهای عرضی در آمیزه‌های لاستیکی روش‌های گوناگونی وجود دارد که از این جمله می‌توان استفاده از پرتوهای پرانرژی، بکارگیری معرف‌هایی مثل گوگرد و پراکسیدها و ... را ذکر کرد. در میان این روش‌ها پخت گوگردی به لحاظ ایجاد خواص مکانیکی بهتر، انعطاف‌پذیری بیشتر در فرایند، امکان کنترل طول پیوند های عرضی و بالاخره به دلایل اقتصادی نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت دارد[۱].

پایدارترین شکل گوگرد در شرایط محیطی رومبیک است که بصورت حلقه هشت‌تایی S_8 است. با حرارت دادن گوگرد رومبیک ابتدا در دمای ۹۵/۶ °C به گوگرد مونوکلنیک تبدیل می‌شود، پس از آن در ۱۱۹ °C مونوکلنیک به همراه رومبیک باقیمانده ذوب می‌شود و مایعی با ویسکوزیته کم را ایجاد می کند، در این مایع گوگرد هنوز ساختار حلقه هشت‌تایی را دارد. در بالاتر از دمای ۱۵۹ °C برای حلقه‌های هشت‌تایی گوگرد، فرایند پلیمریزاسیون حلقه‌گشا انجام شده و رادیکال دوتایی و پس از آن گوگرد پلیمری با رنگ قرمز ایجاد می‌شود. با متوقف‌کردن واکنش از طریق سردکردن سریع مخلوط پلیمریزه شده تا دمای اتاق، محصول گوگرد پلیمری (گوگرد نامحلول) به‌همراه گوگرد واکنش نداده (گوگرد محلول) که بصورت S_8 می‌باشد، تولید می شود. با این حال گوگرد پلیمری به‌سرعت به S_8 درشکل رومبیک آن تبدیل می‌شود. بنابراین استفاده از روش‌هایی برای رسیدن به محصول قابل استفاده ضروری است [۲-۵].

ساختار گوگرد پلیمری با روش‌های طیف‌سنجی پراش اشعه ایکس و Ft-IR و همچنین DSC [۶, ۷] مطالعه شده است و نشان می‌دهد که این ساختار با گوگرد پلاستیکی و گوگرد الیافی متفاوت است اگرچه این دو ساختار، اطلاعات پراش اشعه ایکس آن‌ها شبیه هم هستند. همچنین آنالیز DSC نشان داد که این ساختار مشابه گوگردهای رومبیک و مونوکلینیک نیز نمی‌باشد. با تجزیه ESR نیز می‌توان تعداد رادیکال‌های پلیمری را در این ساختار شمارش کرد[۷].

عامل اصلی مرسوم در پخت گوگردی لاستیک، فرم هشت‌تایی آن یعنی رومبیک بوده است که این عامل به همراه شتاب‌دهنده‌ها و دیگر عوامل، سامانه‌ی پخت شتاب‌داده شده را می‌سازند. اما انحلال‌پذیری کم گوگرد در لاستیک در دمای محیط باعث مهاجرت آن به سطح و پدیده شکفته شدن گوگردی می‌شود. این پدیده باعث می‌شود که یک پودر زرد رنگ سطح آمیزه را بپوشاند. مضرات این پدیده بدین‌صورت است که اولا شکفته شدن باعث کاهش چسبیدن لایه‌ها بهم می‌شود. دوما به دلیل مهاجرت گوگرد به سطح، یکنواختی پیوندهای عرضی آمیزه کم شده و در نتیجه خواص فیزیکی - دینامیکی لاستیک پخت شده افت می‌کند. سوما کیفیت ظاهر آمیزه نیز افت می‌کند. شکفته شدن گوگرد پس از ولکانش نیز می‌تواند اتفاق بیفتد که باعث ظاهر نامناسب آمیزه لاستیکی می‌شود. به کمک جایگزین کردن گوگرد محلول با گوگرد پلیمری (غیرمحلول) می توان از این پدیده جلوگیری کرد. گوگرد پلیمری ماده شکل پلیمری گوگرد است که در حلال‌ها و الاستومرها نامحلول است. فرایندهایی که برروی آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری انجام می شود باید در دمای کمتر از ۱۱۰ °C و ترجیحا در ۱۰۵ °C باشد، چرا که در این دما گوگرد پلیمری به گوگرد رومبیک تجزیه می‌شود. مشخص شده که در ولکانش با گوگرد پلیمری این ماده ابتدا به گوگرد رومبیک تبدیل شده و سپس فرایند بصورت معمول ادامه می‌یابد [۲, ۳]. نمونه‌های گوگرد پلیمری بخاطر تجزیه این پلیمر به صورت مخلوطی از دو نوع گوگرد هستند. بررسی‌ها نشان داده است که در انتهای زنجیرهای گوگرد پلیمری رادیکال وجود دارد که باعث قطعه قطعه کردن زنجیر گوگردهای پلیمری شده و گوگرد محلول ایجاد می کند. لذا گوگردهای پلیمری نیز تا حدی مشکلات گوگرد محلول را نشان می‌دهند، بنابراین افزایش پایداری حرارتی این گوگرد از دیدگاه صنعتی مهم است و علاوه بر افزودن پایدارکننده‌ها از جمله کارهایی که برای افزایش پایداری حرارتی صورت گرفته حرارت دادن گوگرد پلیمری به عنوان فرایند تکمیلی

پس از تولید است. شواهد نشان می‌دهد که حرارت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد اگرچه پایداری حرارتی را زیاد می‌کند، ولی سهم گوگرد پلیمری را در مخلوط کاهش می‌دهد، اما چنانچه حرارت دهی در زمان طولانی و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد صورت گیرد ضمن کم نکردن سهم بخش پلیمری پایداری حرارتی را نیز زیاد می‌کند و این فرایند از طریق افزایش طول زنجیرها انجام می‌گیرد که مطالعات ESR موید این واقعیت است [۶].

برای آن که این نوع گوگرد پلیمری بتواند به صورت یکنواخت در آمیزه پخش شود، باید اندازه ذرات آن را کوچک کرد. علاوه‌براین، گوگرد بصورت نامحلول بیشتر به همراه عامل پخش‌کننده در الاستومر استفاده می‌شود و یا اینکه به‌صورت خمیر به‌کار می رود. مطالعات خواص فیزیکی، حرارتی و رئولوژیکی دو نوع آمیزه‌های ساخته شده از الاستومر استایرین بوتادین با گوگرد پلیمری و گوگرد محلولی نشان داد که این دو نوع آمیزه مشابه هم هستند، اما در آزمون‌های مونی و پیرسازی، گوگرد پلیمری بهتر عمل می‌کند. اگرچه نتایج آزمون-های سختی، استحکام کششی و استحکام پارگی و آزمون تراکم نتایج گوگرد محلولی بهتر بود، با این حال، کاهش فرایند مضر شکفتگی در آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری، دلیل کافی برای جایگزین شدن این نوع گوگرد است [۸, ۹].

برای بررسی فرایند ولکانش روش‌های مختلفی وجود دارد، که از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های رئومتری، روش‌های آنالیز حرارتی، آنالیز دینامیکی مکانیکی و روش‌های شیمیایی مانند آزمون تورم و همچنین روش‌های اسپکتروسکوپی مثل IR اشاره کرد. در بین این روش‌ها، روش رئومتری بیشترین استفاده را دارد سه نوع از این رئومترها MDR، ODR و RPA می‌باشد [۴, ۱۰-۱۲].

در رئومتر(ODR) فرایند ولکانش شتاب‌داده‌شده گوگردی انجام می‌شود، و نتیجه آن داده‌های گشتاور است که با رسم آن‌ها بر حسب زمان نمودار پخت بدست می‌آید [۱۲]. نمودار پخت سه مرحله را نشان می‌دهد. مرحله اول پیش پخت است که در آن واکنش شیمیایی آهسته‌ای بین زنجیرهای پلیمری و شتاب‌دهنده‌ها و فعال‌کننده‌ها انجام می‌گیرد. در این مرحله خصوصیات جریانی آمیزه تغییر نمی‌کند، لذا این فرصت را فراهم می‌آورد که فرایند قالب‌گیری بخوبی انجام گیرد. در مرحله دوم، پخت، زنجیرهای لاستیکی با هم واکنش می دهند و نتیجه آن ایجاد ساختار شبکه‌ای است. آخرین مرحله، پخت تکمیلی است. این مرحله به نوع لاستیک، نوع معرف‌ها و دما وابسته است. در حالت ایده‌آل تعادل در ولکانش ایجاد می‌شود و نمودار گشتاور بر حسب زمان بصورت مسطح خواهد بود با این وجود در بعضی از آمیزه‌ها بواسطه حرارت زیاد در فرایند شبکه پیوندهای عرضی گوگردی شکسته شده و گشتاور کاهشی را نشان می دهد. در مقابل زمانی که معرف‌های ولکانش‌کننده فعالیت بالایی دارند مانند هایپراکسیدها، ممکن است پیوندهای عرضی افزوده شود که نتیجه آن افزایش گشتاور است. پخت تکمیلی نقش قابل ملاحظه‌ای در کیفیت محصول لاستیکی ندارد. لذا تعیین دقیق زمان پخت برای رسیدن به بهترین عملکرد در کمترین زمان، که باعث کاهش هزینه‌ها می‌گردد، مساله بسیار مهمی است [۱۳].

شبیه‌سازی فرایند ولکانش شتاب‌داده شده گوگردی به کمک مطالعه سینتیک ولکانش امکان‌پذیر است. بعلاوه، این نوع مطالعات اطلاعات بسیار باارزشی را جهت طراحی فرایند فراهم می‌آورد و به‌کمک آن می‌توان نمودارهای پخت را مدلسازی کرد. سه رویکرد بکار رفته برای مدلسازی، فرایند مدلسازی مکانیسمی ، مدلسازی شبه مکانیسمی و مدلسازی تجربی است. مدل دینک جزء مدل‌های مکانیسمی است [۱۴]. مدل میلانو از جمله مدل‌های شبه مکانیسمی است [۱۵] و مدل‌های کمال سرور و قریشی جزء مدل‌های تجربی هستند [۱۶, ۱۷]. در مدل‌های تجربی، برخلاف دو نوع مدل‌های دیگر که بر پایه معادلات سرعت می‌باشند، یک معادله ریاضی ارائه می‌شود. این مدل‌ها با توجه به پارامترهای قابل تنظیمی که دارند می‌توانند بر داده‌های تجربی برازش‌شده و نمودارهای تجربی را شبیه‌سازی کنند.

در این تحقیق، در بخش اول، از نمودارهای رئومتری (ODR) برای بررسی فرایند ولکانش آمیزه‌های لاستیکی استفاده شده، و با کمک این داده‌ها تفسیری از سه مرحله پیش پخت، پخت و پخت تکمیلی ارائه می‌شود. آمیزه بکار رفته در این مطالعه مربوط به رویه تایر بوده و از مخلوطی از کائوچوهای طبیعی و مصنوعی تشکیل می‌شود. اثر تغییر در دما و میزان گوگرد بر این سه مرحله موضوع مهمی است که در بخش دوم بدان توجه می‌شود. برای این مطالعه، ابتدا اثر مقدار گوگرد با توجه به ثابت بودن مقدار شتاب‌دهنده و بقیه عوامل پخت بررسی شده، سپس اثر دما بر روی نمودارهای رئومتری و اثرات آن بر روی سه مرحله بررسی می‌شود. اثر گوگرد پلیمری بر فرایند پخت بخش سوم این تحقیق است آمیزه‌هایی با ترکیب مشابه آمیزه‌های بخش قبلی ساخته شد. البته با این تفاوت که گوگرد بکاررفته در آن‌ها گوگرد پلیمری بود. در ادامه، اثر مقدار گوگرد بر نمودارهای رئومتری آن‌ها مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. علاوه‌براین، تاثیر دما نیز بر سه مرحله پخت در آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری بررسی می‌شود. مقایسه اثرات دما و غلظت بر خصوصیات نمودار رئومتری آمیزه که از این دو نوع گوگرد حاصل می‌شود نیز از دیگر موارد این بخش است که بدان پرداخته شده است. در بخش چهارم این مطالعه، شبیه‌سازی فرایند توسط مدل قریشی انجام گرفته و ثابت‌های این معادله برای آمیزه‌های مختلف محاسبه شده است.

بخش تجربی

مواد اصلی مورداستفاده در این تحقیق، کائوچوی طبیعی (کشور مالزی گرید SMR20)، و کائوچوی مصنوعی (BR-Cis SKD) دوده N-375 (شرکت دوده صنعتی فام ایران)، شتاب‌دهنده‌ها (شرکت Hebi Huaxia Henan King Way چین)، گوگرد روغنی (شرکت OCCL هند) و گوگرد معمولی (شرکت کیا پلیمر دماوند ایران) تهیه شدند.

آمیزه مستر خط تولید بر پایه NR /SBR برای اهداف این تحقیق در نظر گرفته شد. در فرمولاسیون آمیزه‌ها تنها میزان گوگرد و نوع آن متغیر بود. جدول (۱) فرمولاسیون آمیزه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ترکیب درصد آمیزه‌های استفاده شده با گوگرد پلیمری (pS) و گوگرد محلول (S)

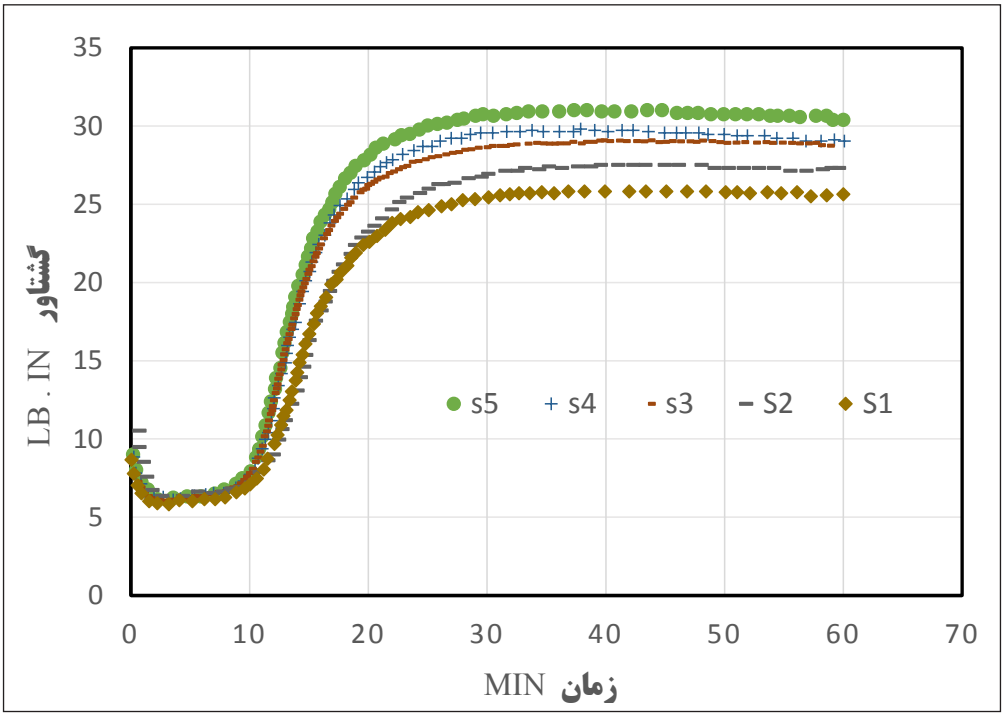
نوع ماده	Phr				
	1	2	3	4	5
کائوچو طبیعی-SMR20	45	45	45	45	45
کائوچو مصنوعی-SKD (BR-Cis) 2	55	55	55	55	55
دوده-۳۷۵N	45	45	45	45	45
روغن آروماتیک	7	7	7	7	7
اسید استئاریک	2	2	2	2	2
اکسید روی	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
گوگرد عنصری	S1	S2	S3	S4	S5
TBBS	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
گوگرد معمولی	1.5	1.2	1.35	1.65	1.8
گوگرد پلیمری	pS1	pS2	pS3	pS4	pS5
TBBS	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
گوگرد پلیمری	1.5	1.2	1.35	1.65	1.8

با توجه به فرمولاسیون گزارش شده در جدول (۱)، از یک بچ از آمیزه مستر خط تولید برای هر آمیزه مقدار ثابتی برداشته شده و برروی میل آزمایشگاهی (مدل Battagion Mce N-225X450 ساخت کشور ایتالیا) مقدار لازم از عوامل پخت بدان اضافه گشته و آمیزه‌های نهایی با شرایط یکسان از نظر دما، فاصله دو غلتک و سرعت چرخش آن‌ها و همچنین تعداد و نوع برش‌ها، تولید شدند.

از آمیزه‌های تولیدی با دستگاه رئومتر ODR (مدل مدل ODR 2000 E ساخت شرکت آلفا انگلستان)در دو دمای ۱۴۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد آزمون رئومتر انجام شد و نمودارها و داده‌های مربوط به آمیزه‌ها ثبت شد.

نتایج و بحث

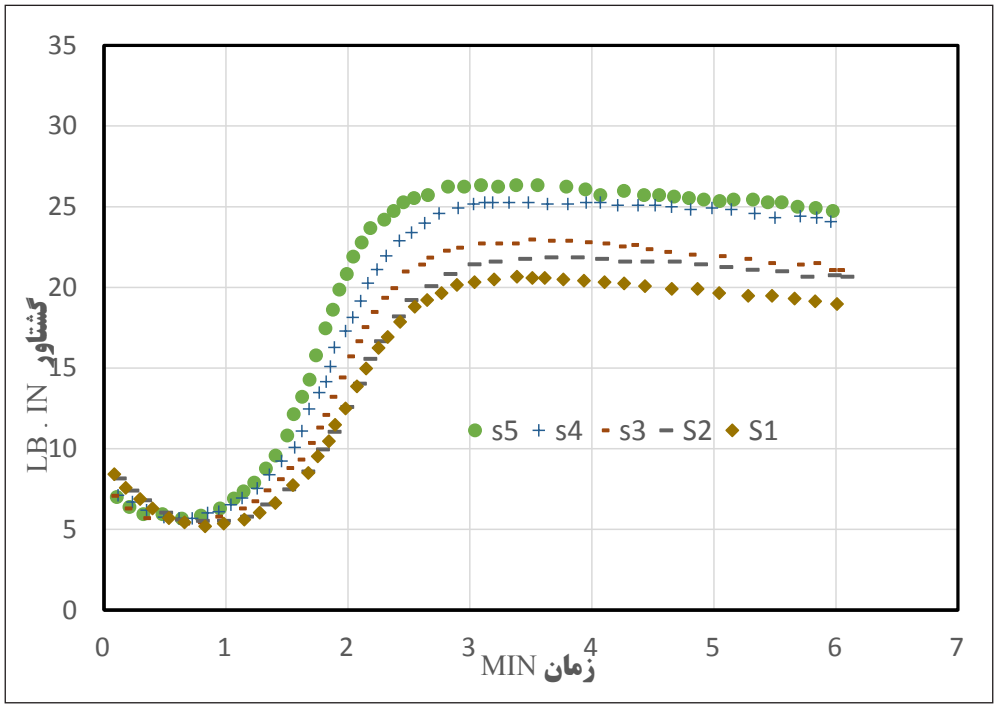
شکل (۱) نشانگر نمودارهای گشتاور بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی حاوی گوگرد محلول است. همانطورکه ملاحظه می‌شود، ناحیه پیش‌پخت در این نمودارها با افزایش میزان گوگرد کاهش می‌یابد. با توجه به این واقعیت که در این مرحله مولکول‌های گوگرد با مولکول‌های شتاب‌دهنده و فعال‌کننده واسطه‌های لازم برای ایجاد پیوندهای عرضی را می‌سازند، می‌توان چنین نتیجه گرفت که اگر چه تعداد در واحد حجم مولکول‌های گوگرد زیادتر شده و ظاهرا زمان بیشتری برای مصرف آنها لازم است ولی بایستی توجه کرد که واکنش بین آن‌ها نیز بواسطه غلظت بالاتر سریع‌تر شده و در نتیجه، زیادتر بودن این واسطه‌ها در واحد حجم، احتمال برخورد آن‌ها با زنجیرهای پلیمری افزایش می‌دهد که نتیجه آن تشکیل پیوندهای عرضی بوده و نشان‌دهنده شروع مرحله پخت است. زیادتر بودن گوگرد باعث زیادتر شدن واسطه‌های فعال و درنتیجه افزایش پیوندهای عرضی بستر می‌شود. این باعث افزایش گشتاور و ورود به مرحله پخت خواهد بود. مجددا به دلیل زیادتر بودن این واسطه‌ها در واحد حجم، تغییرات شیب منحنی در ناحیه پخت در مقدار گوگرد بیشتر، سریع‌تر است به عبارت دیگر، تمایز ناحیه پخت و پیش‌پخت مشخص‌تر می‌شود. سرعت ناحیه پخت نیز با افزایش مقدار گوگرد، افزایشی را نشان می‌دهد. در مرحله پخت نیز چون غلظت واسطه‌ها که همان مواد اولیه



شکل ۱- نمودارهای گشتاور بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی با گوگرد پودری در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد

واکنش می‌باشند زیادتر است سرعت فرایند نیز بیشتر خواهد بود. علاوه‌براین، آنچه بیشتر مشهود است افزایش گشتاور نهایی با افزایش میزان گوگرد است که این پدیده نشانگر افزایش تعداد پیوندهای عرضی است. در این نمودارها، کاهشی در خواص و یا برگشت مشاهده نمی‌شود، که این موضوع با توجه به دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد، دور از انتظار نیست. با این وجود، در نمونه‌های S۴ و S۵ به صورت بسیار ناچیزی کاهش مشاهده می‌شود چرا که اگرچه موقعیت‌های پیوندهای عرضی بر روی زنجیرهای پلیمری در حالت‌های معمول عامل محدودساز واکنش نیست، اما در غلظت‌های بیشتر حدواسطهای فعال، امکان برخورد آن‌ها با پیوندهای عرضی تشکیل شده و شکستن آن‌ها و همچنین ایجاد حلقه‌هایی از گوگرد، بیشتر می‌شود. و این کاهش کم می‌تواند نتیجه این گونه فرایندها باشد.

شکل (۲) نمودار گشتاور بر حسب زمان در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. با مقایسه این نمودارها با نمودارهای شکل (۱) می‌توان اثر دما را بر ولکانش مشاهده کرد. همان‌طور که در این نمودارها مشخص است. افزایش دما باعث زیادتر شدن سرعت واکنش‌های پیش‌پخت می‌شود و لذا زمان رسیدن به غلظت موردنیاز ایجاد ساختار سه‌بعدی کم می‌شود و درنتیجه مرحله پیش پخت در زمان کمتری انجام خواهد شد. افزایش سرعت فرایندها در ناحیه پیش‌پخت، علاوه‌براین، باعث زیادتر شدن غلظت واسطه‌های فعال می-شود، و این واقعیت سرعت ناحیه پخت را افزایش می‌دهد. علاوه‌براین، چون افزایش دما بصورت ذاتی سرعت واکنش‌های تشکیل پیوندهای عرضی را نیز افزایش می‌دهد، لذا سرعت در ناحیه پخت بصورت مضاعف زیاد خواهد شد. در دمای بالا علاوه بر افزایش تعداد برخوردها، شدت برخوردها هم زیادتر بوده و منطقی است که بپذیریم که این برخوردها چنانچه با پیوندهای عرضی صورت گیرد باعث شکستن آن‌ها گردد. علاوه بر این احتمال واکنش‌های جانبی که نتیجه آن مصرف واسطه‌های فعال و شکستن پیوندهای عرضی است در دمای بالا بیشتر خواهد



شکل ۲- نمودارهای گشتاور بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی با گوگرد پودری در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد

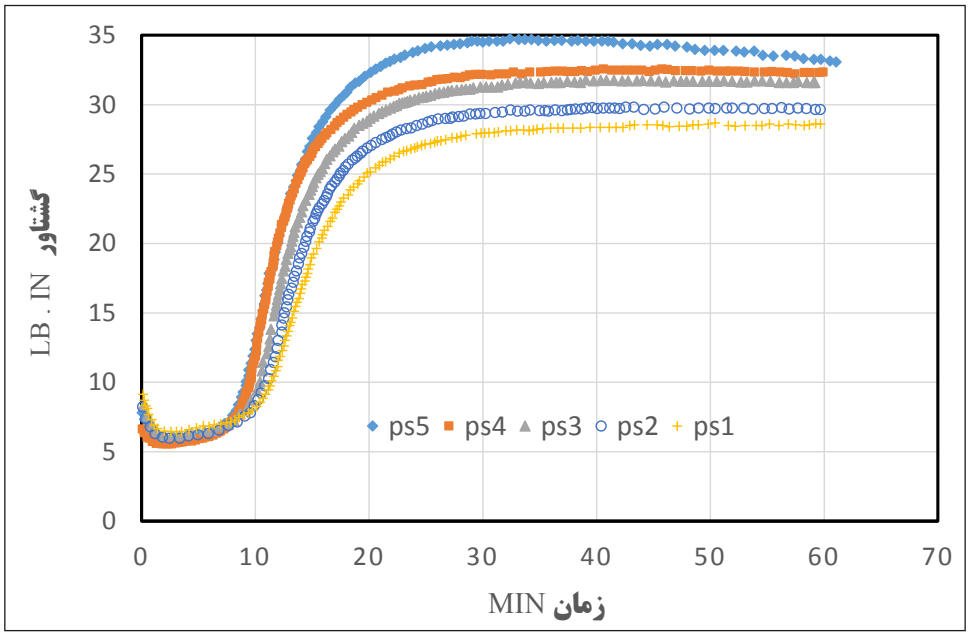
بود، لذا انتظار می‌رود که در ناحیه پخت تکمیلی، کاهش در مقدار گشتاور مشاهده شود.

همچنین شکل (۲) نشانگر این است که زمان پیش‌پخت با افزایش مقدار گوگرد کم شده و مقدار گشتاور نهایی افزایش می‌یابد که بدین ترتیب اثر افزایش مقدار گوگرد بر افزایش تراکم پیوندهای عرضی تایید می‌شود. مسئله قابل ذکر دیگر در این نمودار این است که مقادیر گشتاور نسبت به دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد کاهشی را نشان می‌دهد که این مشاهده نیز با توجه به زیاد شدن سرعت واکنش‌های ولکانش قابل انتظار است. چون که زمان برای تشکیل پیوندهای عرضی کم می‌شود و واسطه‌های فعال به‌جای شرکت در واکنش تشکیل پیوند عرضی، در فرایندهای جانبی مصرف می‌شوند. نکته دیگر قابل توجه زمان فرایند است که در این دما بسیار کمتر(یک دهم) است و موضوع نبود زمان لازم برای تشکیل پیوندهای عرضی را تایید می‌کند. بااین‌وجود، در این دما، مقدار کمی برگشت خواص یعنی شکست پیوندهای عرضی مشاهده می‌شود که این می‌تواند ناشی از دمای بالای فرایند باشد.

گوگرد پلیمری

شکل (۳) اثر گوگرد پلیمری را در مقادیر مختلف آن بر روی منحنی‌های رئومتری نشان می‌دهد. همانطورکه در شکل ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار گوگرد، مقدار تراکم پیوندهای عرضی افزایش می یابد و زمان شروع ناحیه دوم کمتر می‌شود. در این سری از نمودارها، در نمونه (PS۵) که بیشترین مقدار گوگرد را دارد در پایان ۶۰ دقیقه، مقداری کاهش پیوندهای عرضی مشاهده می‌شود. نمودارها در بقیه خصوصیات مانند آمیزه‌هایی با گوگرد محلول است.

مقایسه شکل‌های (۱) و (۳) که به ترتیب به گوگرد محلول و گوگرد پلیمری مربوط است، نشان می‌دهد که مقدار گشتاور که نشانگر پیوندهای عرضی است به صورت قابل ملاحظه‌ای در آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری افزایش می‌یابد، همانطور که در این شکل‌ها مشاهده می شود، آمیزه‌ای با گوگرد پلیمری نسبت به آمیزه مشابه با گوگرد محلول زمان پیش‌پخت کمتری دارد. این موضوع نشانگر این است که مانند متغیر افزایش مقدار گوگرد



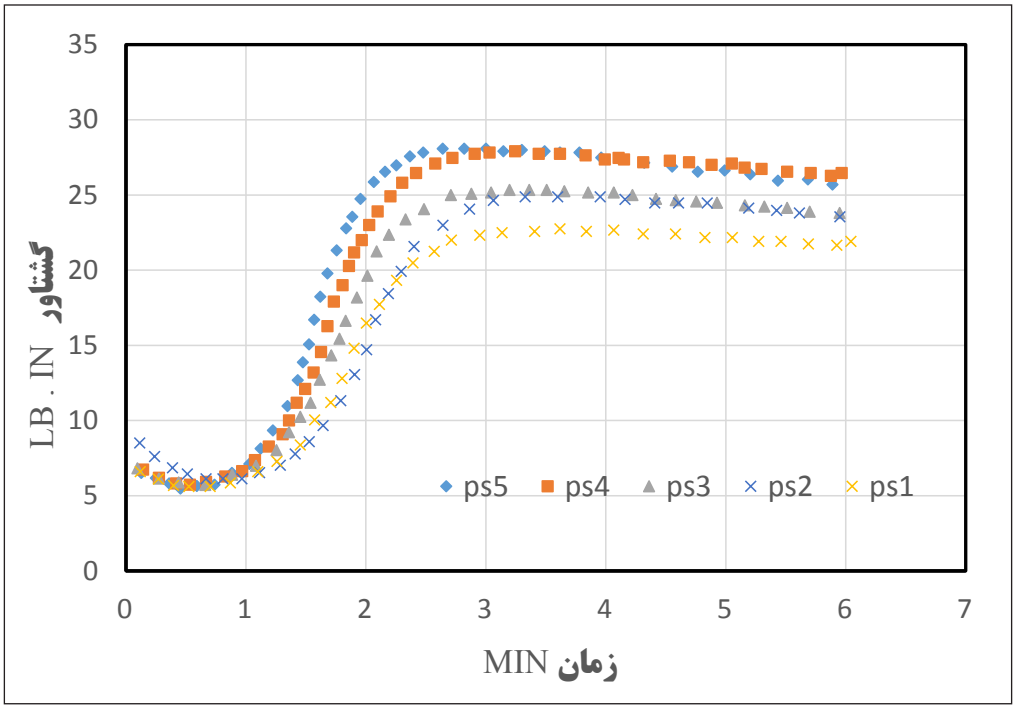
شکل ۳- نمودارهای گشتاور بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد

در حالت تغییر گوگرد محلولی به گوگرد پلیمری، مقدار گوگرد بیشتری جهت فرایند در دسترس بوده و واسطه‌های فعال بیشتری تشکیل می‌شوند و این به معنی کارائی بیشتر گوگرد پلیمری است.

افزایش زنجیره‌های پلیمری در محیط باعث می‌شود که پیوندهای عرضی پلی‌سولفیدی بیشتری در نمونه ایجاد شود. علاوه‌براین، احتمالا تعداد اتم‌های گوگرد در این پل‌ها بیشتر است که این باعث آمادگی بیشتر برای شکستن خواهد بود. و افت گشتاور را نتیجه می‌دهد. البته تایید این مطلب احتیاج به آزمایش بیشتر دارد.

شکل‌های (۳) و (۴) نیز نشانگر اثر مقدار گوگرد پلیمری بر نمودارهای پخت در ۱۸۵ °C است. با افزایش سهم گوگرد پلیمری مشابه گوگرد محلولی کاهش در زمان پیش‌پخت و افزایش گشتاور مشاهده می‌شود. علاوه‌براین، افت گشتاور در ناحیه پخت تکمیلی به صورت بارزتری دیده می‌شود که با توجه به زمان ۶ دقیقه برای پخت نسبت به ۶۰ دقیقه در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد نشانگر این خصوصیت است که برای گوگردهای پلیمری نیز شکست پیوندهای عرضی به صورت قابل‌توجهی اتفاق می‌افتد و گوگردهای پلیمری از این نظر با گوگردهای محلول تفاوتی ندارند. به‌علاوه، مقداری کاهش در مقادیر گشتاور و در نتیجه پیوندهای عرضی در این حالت مشاهده می‌شود که علت آن مشابه با آنچه در خصوص گوگردهای پودری ذکر شده، است، این نمودارها نیز از الگوی قابل انتظاری پیروی می کنند، یعنی سرعت ناحیه پخت تقریبا وابسته به میزان گوگرد نیست.

مقایسه‌ی شکل‌های (۲) و (۴) مربوط به دو نوع گوگرد محلولی و پلیمری است که نمودارهای پخت آن در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد است. در این دو شکل زیادتر بودن گشتاور در گوگرد پلیمری کاملا آشکار است، و این مشابه با نمودارهای دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد است. بطورکلی اثرات دما و میزان گوگرد در هر دو نوع آمیزه گوگرد پلیمری و محلولی تقریبا یکسان است چرا که ممکن است هر دو نوع گوگرد در محیط آمیزه و در دمای فرایند در ابتدا به گونه یکسانی تبدیل شوند.



شکل ۴- نمودارهای گشتاور بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد

در جداول (۲) و (۳) اطلاعات مربوط به نمودارهای رئومتری آمیزه‌های ساخته شده با گوگرد محلولی در مقادیر مختلف نمایش داده شده است. از مقایسه داده‌ها می‌توان به نتایج زیر اشاره کرد

۱- با افزایش مقدار گوگرد، گشتاور کمینه کاهش و گشتاور بیشینه افزایشی را نشان می‌دهد. اگرچه این تغییرات منظم نبوده اما آنچه به‌طور معنی‌داری افزایش را نشان می‌دهد Mh-Ml است. این افزایش نشان می‌دهد که با افزایش مقدار گوگرد تراکم پیوندهای عرضی زیاد شده و درنتیجه این اختلاف افزایش خواهد یافت.

۲- با مقایسه کمیت Mh-Ml در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد با مقدار آن در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد مشخص می‌شود که اثر افزایش گوگرد بر این کمیت در ۱۴۵ درجه بیشتر است و این واقعیت که زمان بیشتر برای تشکیل پیوند عرضی معادل با دمای کمتر است، علت این پدیده خواهد بود.

۳- مقایسه کمیت Mh-Ml در آمیزه‌هایی ساخته شده با گوگرد پلیمری نسبت به گوگرد محلولی نشان می‌دهد که گوگرد پلیمری در تشکیل پیوندهای عرضی موثرتر عمل کرده و باعث بروز تغییرات بیشتری در شبکه اتصالات عرضی می‌شود.

۴- مقایسه ۹۰m در این جداول نشان می‌دهد که افزایش مقدار گوگرد باعث افزایش این کمیت می‌شود. این افزایش در گوگرد پلیمری نسبت به گوگرد محلول اندکی بیشتر است که این مشاهده با این واقعیت که کارایی گوگرد پلیمری بیشتر است مطابقت دارد. بعلاوه، این روند در هر دو دمای ۱۴۵ و ۱۸۵ با هم مشابه است و البته در دمای ۱۴۵ مشهودتر است، که با تشکیل موثرتر پیوندهای عرضی در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد مطابقت دارد.

۵- زمان رسیدن به ۹۰ درصد پخت با افزایش مقدار گوگرد به میزان کمی کاهش می‌یابد که این پدیده در گوگرد محلولی و گوگرد پلیمری مشاهده می‌شود و این نتیجه‌ی افزایش واسطه‌های ایجادکننده پیوندهای عرضی و متعاقب آن افزایش سرعت پخت است، در همین راستا چون کارائی گوگرد پلیمری بیشتر است تعداد واسطه‌ها نیز بیشتر بوده و زمان رسیدن به این زمان کمتر خواهد بود. به‌علاوه، با افرایش دما، سرعت واکنش پخت افزایش یافته و همانطور که مشاهده می‌شود این زمان کاهش می‌یابد.

به منظور بررسی سینتیک پخت، از معادله تجربی زیر که به دو ثابت n و k وابسته است، استفاده شد[۱۷].

$$\propto = \frac{\propto_0 - b}{1-\left(\frac{t-t_i}{k}\right)^n} + b \qquad (۱)$$

جدول ۲- داده‌های رئومتری و پارامترهای مدلسازی مربوط به گوگرد محلولی و گوگرد پلیمری در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد

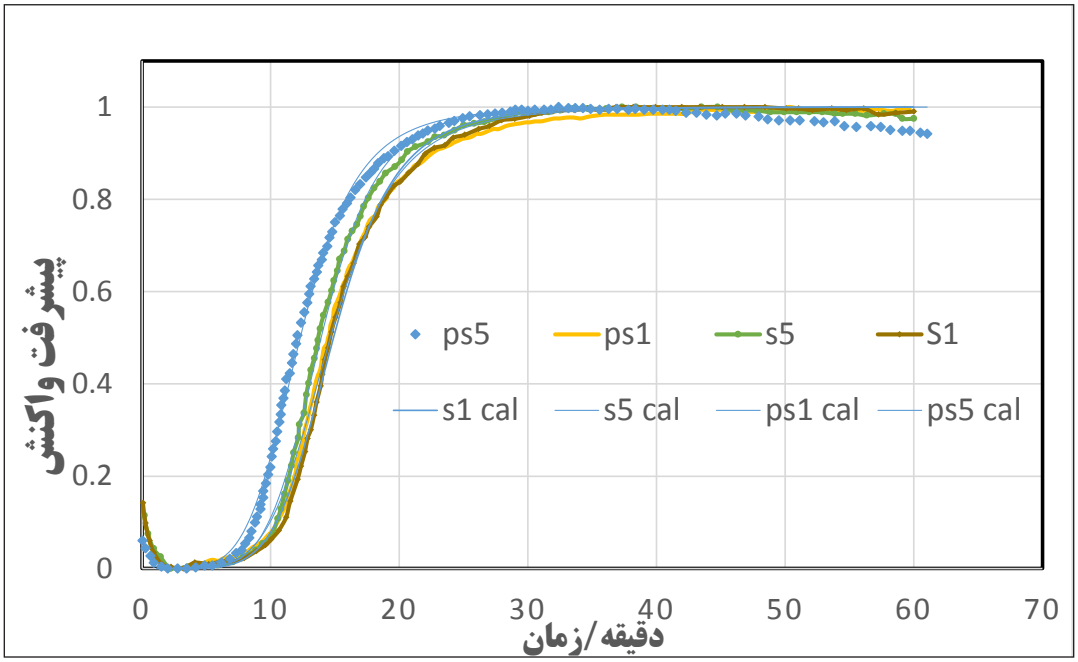
185 C	s1	s2	s3	s4	s5	ps1	ps2	ps3	ps4	ps5
ml	5.9	5.9	5.53	5.89	5.9	5.91	5.59	5.89	5.7	5.84
mh	22.06	22.61	23.57	25.2	26.23	23.2	24.82	25.74	27.07	28.93
mh-ml	16.16	16.71	18.04	19.31	20.33	17.29	19.23	19.85	21.37	23.09
m90	20.44	20.94	21.76	23.26	24.19	21.46	22.93	23.75	24.93	26.62
t90	2.39	2.39	2.3	2.28	2.19	2.31	2.36	2.2	2.19	2.05
t2	1.29	1.29	1.19	1.18	1.13	1.18	1.27	1.12	1.11	1.03
k	1.992	2.053	1.895	1.858	1.734	1.858	2.014	1.755	1.695	1.567
n	7.481	7.609	7.047	6.937	7.423	6.997	7.818	6.922	6.901	7.516
RMS	0.9875	0.9938	0.987	0.996	0.9925	0.997	0.9956	0.991	0.9933	0.986

جدول ۳- داده‌های رئومتری و پارامترهای مدلسازی مربوط به گوگرد محلولی و گوگرد پلیمری در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد

145 C	s1	s2	s3	s4	s5	ps1	ps2	ps3	ps4	ps5
ml	6.13	6.09	6.09	6.13	6.11	6.16	5.8	5.8	5.69	5.91
mh	26.51	26.92	28.4	29.68	30.71	27.75	28.88	30.32	31.73	32.37
mh-ml	20.38	20.83	22.31	23.55	24.6	21.59	23.08	24.52	26.04	26.46
m90	24.47	24.84	26.17	27.32	28.24	25.59	26.57	27.86	29.12	29.73
t90	22.47	22.22	20.51	20.3	20.15	21.15	19.47	19.28	19.1	19.16
t2	11.02	10.49	10.1	10.05	10	9.59	9.26	9.08	8.47	8.4
k	14.88	15.69	13.65	14.14	13.92	14.63	13.74	13.04	11.93	12.3
n	6.164	6.175	6.101	6.417	6.322	5.673	5.944	5.678	5.947	5.517
RMS	0.9982	0.9981	0.9971	0.9972	0.9977	0.99	0.995	0.9959	0.99	0.99

در این رابطه $\propto$ ضریب پیشرفت واکنش بوده و با توجه به گشتاور بیشینه و گشتاور کمینه مقیاس آن بین صفر تا یک محاسبه شد. b و $\propto_0$ دو ثابتی هستند که به ترتیب برابر یک و صفر انتخاب شدند. سپس معادله (۱) با داده‌های تجربی $\propto$ بر حسب زمان برازش شده و مقادیر k، n و انحراف استاندارد محاسبه شده که این مقادیر در جداول (۲) و (۳) برای آمیزه‌های مختلف گزارش شده‌اند. علاوه‌براین، مقایسه داده‌های تجربی و محاسباتی در شکل (۵) آمده است. از داده‌های گزارش‌شده و نمودار (۵) که برای آمیزه‌های ساخته شده با گوگرد پلیمری و گوگرد محلولی است می‌توان موارد زیر را نتیجه گرفت:

مطابقت داده‌های تجربی با محاسباتی بسیار خوب است زیراکه مقادیر بسیار خوب انحراف استانداردهای محاسبه شده گویای این



شکل ۵- نمودارهای پیشرفت فرایند بر حسب زمان مربوط به آمیزه‌هایی با گوگرد پلیمری و گوگرد محلولی و مقایسه داده‌های محاسباتی با این داده‌ها در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد

واقعیت است و این تطابق برای هر دو دمای ۱۴۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود.

با افزایش دما مقدار n افزایش یافته و مقدار k کاهش می‌یابد، که این روند با آنچه مراجع گزارش داده‌اند، همخوانی دارد [۱۷].

مقدار n و k با تغییر مقدار گوگرد روند محسوسی نشان نمی‌دهند و این موضوع برای گوگرد پلیمری و گوگرد محلولی تکرار می‌شود. این روند در هر دو دما مشاهده می‌شود، لذا این ثوابت وابستگی به مقدار گوگرد نشان نمی‌دهند

با مقایسه مقادیر n و k در نمونه‌های گوگرد پلیمری با گوگرد محلولی مشخص می‌شود، مقدار k و n مربوط به آمیزه‌های با گوگرد پلیمری از آمیزه‌هایی با گوگرد محلولی کمتر است و این روند در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد مشهودتر است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین شرکت کویرتایر و به‌ویژه از جناب آقای مهندس ضیاءتبار، مدیر تکنولوژی این شرکت جهت همکاری صمیمانه‌شان کمال تقدیر و تشکر را داریم IRM

مراجع

1. A. Ciesielski, An introduction to rubber technology. iSmithers Rapra publishing, 1999.
2. E. Koczorowska, B. Jurkowska, and B. Jurkowski, "Studies of sulfur behavior in rubber compounds," Journal of applied polymer science, vol. 69, no. 8, pp. 1531-1536, 1998.
3. B. Jurkowski and B. Jurkowska, "On the mechanism of sulfur behavior in rubber compounds," Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics, vol. 37, no. 2, pp. 135-142, 1998.
4. S. Muroga et al., "New evaluation method for the curing degree of rubber and its nanocomposites using ATR-FTIR spectroscopy," Polymer Testing, vol. 93, p. 106993, 2021.
5. M. A. Kader and C. Nah, "Influence of clay on the vulcanization kinetics of fluoroelastomer nanocomposites," Polymer, vol. 45, no. 7, pp. 2237-2247, 2004.
6. N. Terada, K. KOGE, K. Komaguchi, S. Hayakawa, and H. Tsutsumi, "Thermal stability change of insoluble sulfur by heat treatment and its mechanism study," Analytical Sciences, p. 19SAP05, 2019.
7. F. Cataldo, "A study on the structure and properties of polymeric sulfur," Die Angewandte Makromolekulare Chemie: Applied Macromolecular Chemistry and Physics, vol. 249, no. 1, pp. 137-149, 1997.
8. H. Shahrampour and A. Motavalizadehkakhky, "The effects of sulfur curing systems (insoluble-rhombic) on physical and thermal properties of the matrix polymeric of styrene butadiene rubber," Petroleum Chemistry, vol. 57, no. 8, pp. 700-704, 2017.
9. H. Shahrampour, "Comparison of Sulfur Curing Systems (Insoluble-Rhombic) on Physical and Thermal Properties of the Matrix Polymeric of Styrene-Butadiene Rubber and Natural Rubber," Petroleum Chemistry, vol. 58, no. 8, pp. 721-726, 2018.
10. T. Saleesung, D. Reichert, K. Saalwächter, and C. Sirisinha, "Correlation of crosslink densities using solid state

NMR and conventional techniques in peroxide-crosslinked EPDM rubber," Polymer, vol. 56, pp. 309-317, 2015.
11. P. J. Flory, "Molecular Theory of Rubber Elasticity," Polymer Journal, Regular Article vol. 17, p. 1, 01/15/online 1985.
12. H. A. Yasir, M. H. Al Maamori, and H. M. Ali, "Effect of carbon black types on curing behavior of natural rubber," European Journal of Advances in Engineering and Technology, vol. 2, no. 5, pp. 77-80, 2015.
13. P. Ghosh, S. Katare, P. Patkar, J. M. Caruthers, V. Venkatasubramanian, and K. A. Walker, "Sulfur vulcanization of natural rubber for benzothiazole accelerated formulations: from reaction mechanisms to a rational kinetic model," Rubber chemistry and technology, vol. 76, no. 3, pp. 592-693, 2003.
14. R. Ding and A. Leonov, "A kinetic model for sulfur accelerated vulcanization of a natural rubber compound," Journal of applied polymer science, vol. 61, no. 3, pp. 455-463, 1996.
15. G. Milani and F. Milani, "Kinetic finite element model to optimize sulfur vulcanization: Application to extruded epdm weather□strips," Polymer Engineering & Science, vol. 53, no. 2, pp. 353-369, 2013.
16. A. Isayev and J. Deng, "Nonisothermal vulcanization of rubber compounds," Rubber Chemistry and Technology, vol. 61, no. 2, pp. 340-361, 1988.
17. M. Rafei, M. Ghoreishy, and G. Naderi, "Development of an advanced computer simulation technique for the modeling of rubber curing process," Computational Materials Science, vol. 47, no. 2, pp. 539-547, 2009.

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

علمی- فنی

شناخت عوامل موثر بر دوام تایر و ارتباط بین آن‌ها

Identify the factors affecting on tire durability and the relationship between them

چکیده:

تایر به دلیل آنکه مستقیماً با عملکردهایی همچون ترمزگیری، شتاب‌گیری و راحتی سرنشین در ارتباط است، یک جزء بسیار مهم و ویژه برای خودرو می‌باشد. افزایش دوام تایر و اهمیت دادن به این پارامتر باعث افزایش امنیت جاده‌ای خواهد شد. نکته قابل توجه این است که عمر خستگی تایر باید همواره بیشتر از عمر سایش آن باشد و اگر عمر سایش افزایش یابد متناسب با آن عمر خستگی نیز باید افزایش یابد. خستگی یک علت معمول در مورد واماندگی تایرهای رادیال با بلت فولادی است. پارامترهایی همچون گرما، سرعت، ساختار تایر و پیرشدگی بر روی عمرخستگی تایر اثرگذار هستند. در این مقاله اثر عواملی همچون گرما، سرعت، عمر خستگی و پیرشدگی بر روی دوام تایر و ارتباط بین آنها مطالعه شده است همچنین نحوه ایجاد ترک و شروع رشد ترک در سر بلت بررسی شده است. در انتها تاثیر تعداد سیم‌های بلت و آرایش آن بر روی استحکام ناحیه بلت نشان داده شده است. در این مقاله نشان داده شده است که عامل مکانیکی به خصوص بحث خستگی تایر باعث ایجاد ترک و شروع رشد ترک بر اثر بارهای نوسانی می‌شود. همچنین به علت خاصیت ویسکوالاستیک کامپاند، در نواحی بحرانی تایر گرمای زیادی ایجاد می‌شود که این گرما باعث کاهش عمر تایر می‌شود. همچنین پیرشدگی همراه با گرما باعث کاهش استحکام کششی و تخریب تایر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: دوام تایر، خستگی، پیرشدگی، بلت

نوع مقاله: مروری

مرتضی رشیدی‌مقدم[۱*]، فرشید ذوالعلی[۲]، فرحناز حاج ابراهیمی[۳]
۱- دکترای تخصصی، اداره تحقیقات و توسعه گروه صنعتی بارز، تهران، ایران
۲- کارشناسی ارشد، اداره تحقیقات و توسعه گروه صنعتی بارز، تهران، ایران
۳- کارشناسی ارشد، اداره تحقیقات و توسعه گروه صنعتی بارز، تهران، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1-*morteza_rashidi@alumni.iust.ac.ir
2- morteza2046@gmail.com
3- morteza2455046@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲

مقدمه

تایر جزیی از وسیله نقلیه می‌باشد که وظیفه آن انتقال نیروها و گشتاورها به وسیله نقلیه است. این نیروها و گشتاورها حاصل پاسخ به واکنش‌های دینامیکی وسیله نقلیه و راننده است که نمونه‌ای از آن چرخش فرمان وسیله نقلیه می‌باشد و کمترین وظیفه تایر مربوط به تحمل نیروی وزن حاصل از وسیله نقلیه است. همچنین، تایرها تحت تاثیر شرایط مختلفی همچون سطوح جاده، شرایط محیطی، شرایط عملکردی، شرایط نگه‌داری و رخدادهای آسیب قرار می‌گیرند.

اصطلاح دوام تایر مربوط به درستی ساختار تایر در سرویس می‌باشد. به طور مثال در بعضی موارد، پارامتر مربوط به نرخ سایش لاستیک شکننده به عنوان یک پارامتر دوام در نظر گرفته می‌شود. مهندسان و محققان حوزه صنعت تایر، ساختار تایر را در راستای فاکتورهای عملکردی همچون سایش، راحتی سرنشین، راحتی چرخش تایر در پیچ‌ها، دوام، مقاومت غلتشی و غیره بهینه‌سازی می‌کنند. فاکتورهایی همچون هزینه و اقتصاد نیز بسیار مهم بوده و این پارامترها ممکن است در تضاد با یکدیگر باشند، به طوریکه بهبود یک مورد باعث افت مورد دیگر شود. به همین دلیل، تایرهای بسیار مختلف با عملکردهای مختلفی طراحی شده است به طوریکه برای مثال فاکتورهای موردنیاز در راستای طراحی تایرهای صحرایی[1] متضاد تایرهای برای سرعت بالا است. از جنبه نگاه به دوام تایر، سعی می‌شود که تایر طوری طراحی شود که یک تعادل بین خواص و ویژگی موردنیاز داشته باشد با این شرط که مصرف‌کننده مراقبت و نگه‌داری‌های اصولی را انجام دهد [۱].

هنگامی که یک تایر وامانده[2] می‌شود، لزوماً به این معنی نیست که یک نقص و کمبود در طراحی و یا ساختار آن وجود دارد. واماندگی ساختاری در یک تایر ممکن است در هر نقطه‌ای از تایر اتفاق بیفتد که در آن نقطه به عمر پیش‌بینی شده خود رسیده است، خواه تایر دارای عمق کامل شکننده باشد یا تایر دارای سایش حداکثری پس از گذشت چندین سال باشد. هر تایر می‌تواند دچار واماندگی شود. هدف طراحی یک محصول می‌تواند براساس ضوابط و استانداردهای حکومتی، صنعتی و شرکتی و همچنین برطبق نیاز مشتری باشد تا زمانی که تایر ساییده شود و تعویض گردد. به هر حال عواملی همچون شرایط سرویس سخت و یا رخدادهای آسیب زننده همچون جاده‌های بسیار ناهموار می‌تواند بر روی عمر سرویس تایر و کاهش آن تاثیرگذار باشد [۲].

اصول اولیه مربوط به دوام تایر

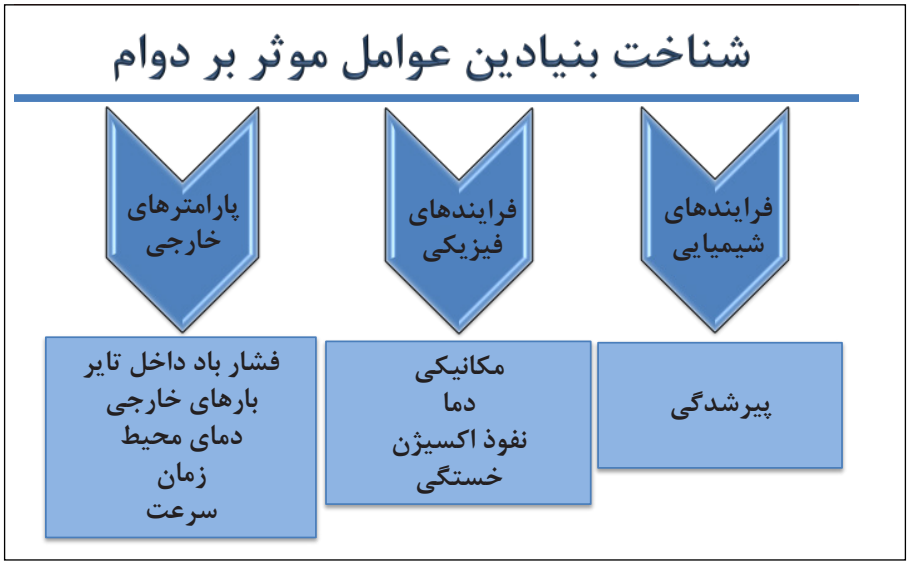
خستگی یک علت معمول در مورد واماندگی تایرهای رادیال با بلت فولادی است. در ساختار تایر، خستگی از طریق یک فرایند مربوط به رشد جلورونده ترک از نواحی دارای تنش و کرنش بیش از حد مجاز و در طول بارگذاری دینامیکی اتفاق می‌افتد. همچنین در یک ماده ویسکوالاستیک، فاکتورهایی همچون دما و نرخ بارگذاری بر روی استحکام ماده تاثیرگذار است. آسیب‌های ناشی از شکست (مربوط به بلت و لایه سیمی)، پارگی (مربوط به آمیزه)، پنچری، عدم خلوص و فشار داخلی در محدوده ساختار داخلی درون تایر باعث افزایش سرعت روند فرایند خستگی و یا واماندگی ناگهانی می‌شود [۳].

در بحث شناخت بنیادین عوامل موثر بر دوام تایرها می‌وان پارامترهای بسیار زیادی نام برد که این پارامترها در سه حوزه پارامترهای خارجی، پارامترهای مربوط به فرایندهای فیزیکی و پارامترهای مربوط به فرایندهای شیمیایی تقسیم‌بندی کرد. این سه حوزه همراه با فاکتورهای موثر آن‌ها در شکل ۱ آورده شده است.

فشار باد داخل تایر و بارهای خارجی

بارهای خارجی که بر روی تایر اثر می‌گذارند می‌توانند ناشی از وزن خودرو، نیروی جانبی، زاویه لغزش، گشتاورهای حاصل از ترمزگیری و شتاب‌گیری و نیروهای ضربه به علت ناهواری‌های جاده باشد. این نیروهای ضربه‌زننده باعث کنده‌شدن لایه رویه تایر

1. Off-road 2. Fail



شکل ۱- عوامل موثر بر دوام تایر

می‌شود و بر اثر این کنده‌شدن آب وارد ناحیه قرارگیری بلت‌ها شده و باعث خوردگی ناحیه بلت می‌شود. در بحث نیروی جانبی و زاویه لغزش، ناحیه بلت ادج[1] تحت تاثیر این دو نیرو بسیار دچار تغییرشکل می‌شود. برروی محور فرمان وسیله نقلیه، تنش‌ها و کرنش‌هایی که باعث افزایش گرما تحت عنوان تجمع حرارتی شده درنهایت باعث تخریب ناحیه بلت و رویه تایر به مرور زمان می‌شوند. عواملی همچون مدت و نرخ پیچش[2] و تاریخچه زاویه لغزش[3] حاصل از پیچش بر روی این افزایش گرما اثرگذار خواهد بود. به‌طورکلی، این بارهای خارجی منجر به تنش‌های مکانیکی در تایر به خصوص در نواحی بلت ادج و بید تایر می‌شود که در اثر حرکت دورانی تایر منجر به تنش‌های مکانیکی دینامیکی و هدر رفتن انرژی و نهایتا افزایش دما می‌شود [۴].

فشار داخلی تایر از دو جنبه قابل بررسی است، جنبه اول تاثیری که فشار داخلی تایر بروی روی نفوذ اکسیژن و انتشار آن دارد و جنبه دیگر آن بحث تغییرشکل الاستیک تایر است. در حالتی که بار روی تایر ثابت باشد، با افزایش فشار، مقدار تغییرشکل تایر کاهش پیدا می‌کند که این باعث کاهش تنش مکانیکی شده و یک اثر مثبت بر روی دوام تایر است. برای حالتی که مقدار تغییرشکل تایر ثابت است. با افزایش فشار، مقدار بار نیز باید افزایش یابد که باعث افزایش سطح تنش در تایر می‌شود که این افزایش فشار همراه با افزایش بار یک اثر منفی بر روی دوام تایر خواهد داشت [۴].

پارامترهای بار و فشار داخلی تایر دو پارامتر اساسی است که بر روی عملکرد و دوام تایر تاثیرگذار هستند، این دو پارامتر را می‌توان در فاکتوری به عنوان تغییرشکل عمودی تایر بررسی کرد. با استفاده از مدل بسیار ساده نشان داده شده در شکل ۲، وقتی که یک تایر تحت بار P قرار می‌گیرد، تفاوت بین مقدار شعاع بدون بار (r_0) با فاصله بین مرکز چرخ و سطح زمین در حالت بارگذاری شده (r_L) همان تغییر شکل عمودی (d) است [۱].

$$d = r_0 - r_L$$

با در نظر گرفتن تایر تحت فشار داخلی به عنوان یک فنر عمودی، و به کار بردن قانون هوک:

$$P = Kd$$

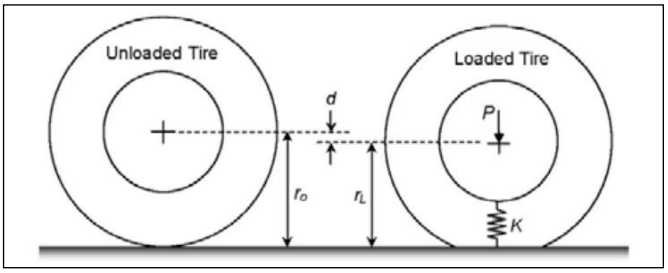
که سفتی عمودی K[4]، اصولا قابل استناد به فشار داخلی نیز

1. Belt Edge 2. Turning 3. Slip Angle 4. Vertical stiffness

می‌باشد. کار انجام شده مربوط به فشرده‌سازی یک فنر خطی و به صورت زیر است:

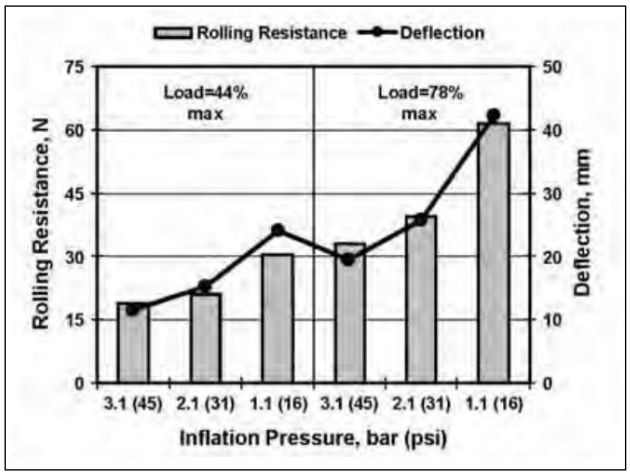
$$W=1/2\ Kd^2$$

مقدار کار انجام شده از دو طریق افزایش می‌یابد، الف) با ثابت نگه داشتن مقدار بار P و کاهش مقدار K (به طور مثال با کاهش فشار) مقدار تغییر شکل d افزایش پیدا می‌کند ب) با ثابت نگه داشتن مقدار K و افزایش بارگذاری، مقدار تغییر شکل d افزایش پیدا می‌کند.



شکل۲- تایر تحت بارگذاری و بدون بار [۱]

هنگامی‌که تایر در حال دوران است یک مکانیزم اتلاف انرژی مکانیکی خودش را از طریق تولید گرما آشکار می‌کند. با افزایش بارگذاری روی تایر یا با کاهش فشار (که منجر به کاهش استحکام K می‌شود) مقدار اتلاف انرژی افزایش پیدا می‌کند که منجر به افزایش مقاومت غلتشی تایر می‌شود که در شکل ۳ نشان داده شده

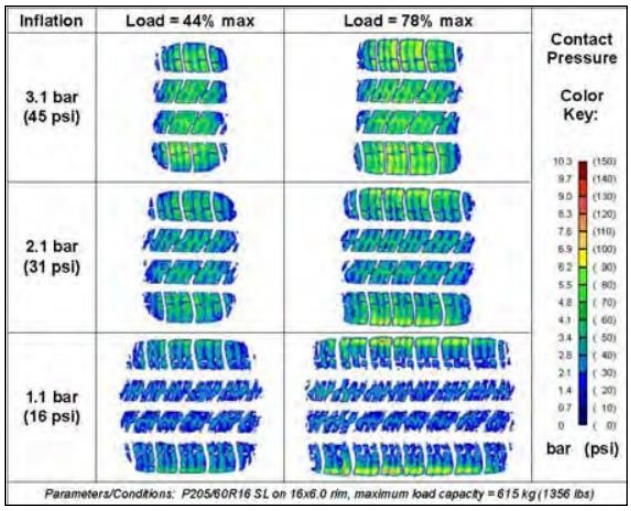


شکل۳- مقاومت غلتشی و تغییر شکل عمودی یک تایر سواری [۱]

است. همچنین در این شکل قابل مشاهده است که اثر فشار داخلی بر روی مقاومت غلتشی در بارهای بالاتر بیشتر مشهود است.

اثر مربوط به تغییرشکل عمودی تایر بر روی اندازه، شکل و مقدار تنش‌ها در ناحیه تماس(فوت پرینت) در شکل ۴ نشان داده شده است. طول فوت پرینت در جهت محیطی با افزایش بار و یا کاهش فشار داخلی افزایش پیدا می‌کند.

در شکل ۴ مشاهده می‌شود که فشار تماس در لبه‌های فوت پرینت (شولدر) در کمترین فشار داخلی به خصوص در بیشترین بار رو به کاهش است که علت آن می‌تواند به کمانش ترد و ساختار بلت برگردد.



شکل۴- شرایط تماس سطح تخت برای تایر [۱]

یکی از موضوعات بسیار قابل توجه در حوزه دوام تایر مربوط به مقدار چگالی انرژی کرنشی در موقعیت بین لبه‌های بلت[1] در ناحیه شولدر است. در طی فرآیند تغییر شکل، کرنش‌های بین‌لایه‌ای[2] در ناحیه قرارگیری بلت‌ها[3] به علت خمش و کشش ترد توسعه می‌یابند. این کرنش‌ها در ناحیه لبه‌های بلت بسیار شدید هستند. در سال‌های اخیر مکانیزم بنیادی مربوط به توسعه کرنش و تنش توسط آنالیز المان محدود[4] در جهت محاسبات موردنیاز انجام می‌شود که در شکل ۵، چگالی انرژی کرنشی سیکلی برای یک

1. Belt edges 2. Interlaminar 3. Belt package 4. Finite element method

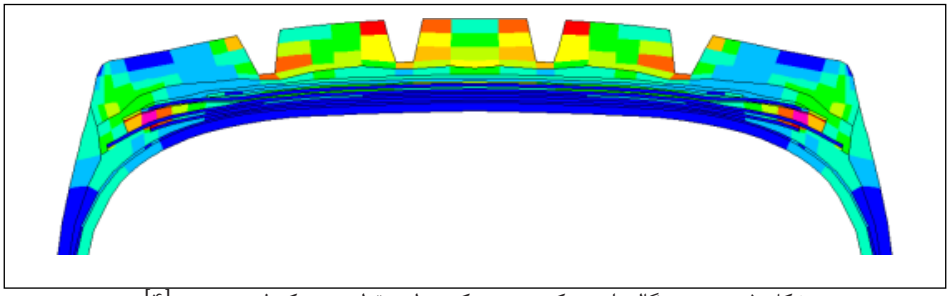
المان جامد[1] در تایر P215/55R18 تحت بار و فشار استاندارد نشان داده شده است [۴].

سرعت

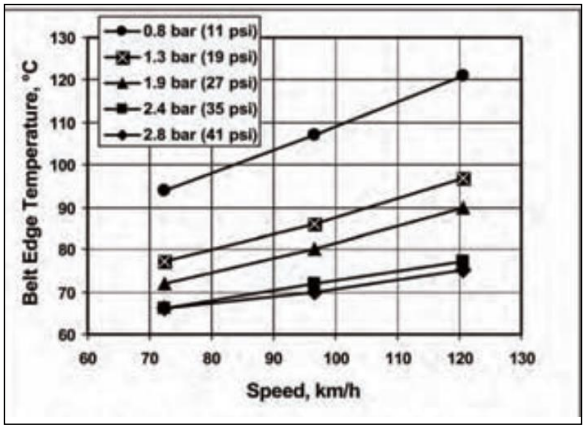
تغییر دادن سرعت چرخش تایر بر روی نیروی گریز مرکز و فرکانس تغییرشکل دینامیکی اثرگذار خواهد بود. این تغییرات باعث تغییر در مقدار تنش و کرنش در اجزای تایر خواهد شد که بر روی ویژگی‌های تولید گرما در تایر موثر خواهد بود. تغییرشکل‌هایی اضافه ناشی از موج‌های ثابت[2] اتفاق خواهد افتاد که این پدیده به اندازه، ساختار، سفتی و به‌ویژه به سرعت چرخش وابسته خواهد بود. تاثیر اصلی ناشی از سرعت زیاد، برروی فرکانس تغییرشکل‌های دینامیکی، اتفاق می‌افتد. با هر چرخش، یک سکشن شعاعی از تایر در لحظه عبور از ناحیه تماس تایر با زمین تحت تنش-کرنش دینامیکی قرار می‌گیرد. افزایش فرکانس سیکلی باعث افزایش تولید گرما می‌شود و بنابراین بر عملکرد تایر و به خصوص بر پارامترهای درگیر با دوام تایر تأثیرگذار خواهد بود.

نیروی گریز از مرکز طبق رابطه $F=mr\omega^2$ به جرم، فاصله از محور دوران و مجذور سرعت زاویه‌ای وابسته است. برای یک تایر، ترد و ساختار بلت در دورترین نقطه از محور دوران قرار دارند و شامل یک بخش قابل توجه از جرم تایر می‌باشند. بنابراین، نیروی گریز از مرکز بر روی ناحیه ترد و به‌خصوص شولدرها در زمانی که در هر چرخش تحت تنش-کرنش دینامیکی قرار می‌گیرند، تاثیر می‌گذارد[۱].

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که افزایش سرعت باعث افزایش دما در تایر به خصوص در ناحیه شولدر می‌شود. در شکل ۶، نتایج برای یک تایر مورد ازمون قرار گرفته در سرعت 120 Km/h در بار ثابت و فشار داخلی‌های متفاوت، نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، برای هر فشار ثابت رابطه بین سرعت و تغییرات دما در ناحیه بحرانی لبه بلت تقریبا خطی است، به طوریکه با کاهش فشار، شیب رابطه خطی افزایش پیدا می‌کند [۵ و ۶].



شکل ۵- توزیع چگالی انرژی کرنشی در یک سطح مقطع در مرکز فوت پرینت [۴]



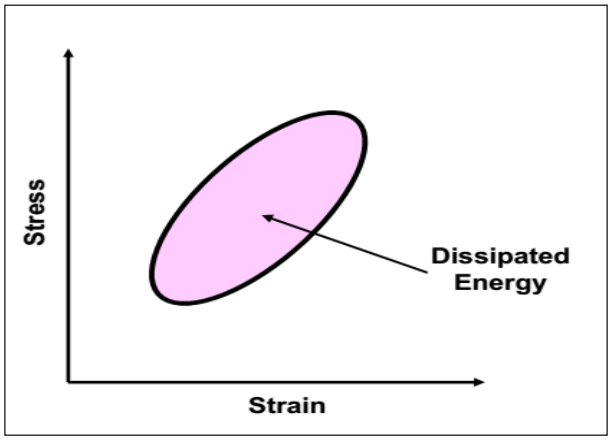
شکل۶- دمای ناحیه بلت از یک تایر در حال کارکرد برحسب سرعت در فشارهای داخلی متفاوت [۵ و ۶]

1. Solid element 2. Standing waves

برای مقابله با نیروی گریز از مرکز، راهکارهای متفاوتی وجود دارد. صرف از نظر از کاهش سایز تایر یا وزن آن که یک روش غیرعملی است، یک روش معمول در طراحی، استفاده از تقویت‌گر محیطی[1] در ناحیه ترد تایر است. در صنعت تایر به این منظور از کپ پلای[2]، استریپ[3] یا لایه استفاده می‌شود که ممکن است تک جزیی یا چند جزیی باشد. این به ویژه زیر سطح ترد اطراف ناحیه بلت فولادی و اغلب در ناحیه شولدر می‌باشد. در حقیقت، این اجزا، رشد تایر ناشی از نیروی گریز از مرکز در سرعت بالا را محدود می‌کند. برای تایرهای سواری به خصوص در سرعت‌های بالاتر از 180km/h این طراحی لازم است. به‌هرحال، برای تایرهای کامیونی سبک یا تایرهایی با Lugهای ترد سنگین ممکن است در سرعت‌های پایین‌تر نیاز پیدا کند.

گرما

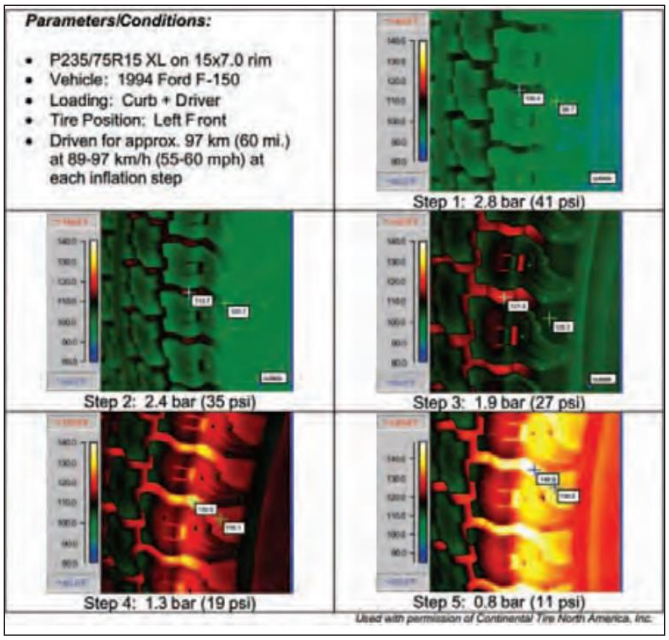
همانطور که قبلاً به آن اشاره شد، تایر که در حال دوران بر روی یک سطح است، تولید گرما می‌کند. لاستیک‌ها دارای خواص ویسکوالاستیک هستند. در بارگذاری کششی مقدار انرژی کرنشی ذخیره شده و در برگشت انرژی آزاد می‌شود. اختلاف این دو انرژی طی تغییرشکل رفت و برگشتی بصورت انرژی اتلافی هدر می‌رود که حاصل خاصیت ویسکوز لاستیک است و در شکل ۷ نشان داده شده است[۷].



شکل۷- منحنی تنش بر حسب کرنش برای یک رابر تحت کشش-فشار [۷]

هنگامی‌که یک تایر به صورت دینامیکی در حال تغییرشکل است، به یک تعادل گرمایی می‌رسد که این تعادل گرمایی خود را در ترم‌های مربوط به دماهای اجزای داخلی تایر و دمای محیط احاطه‌شده در اطراف تایر نشان خواهد داد. تغییرات مربوط به شرایط سرویس تایر (شامل فشار، بار، شرایط جاده و ...) و تغییرات فیزیکی ساختار تایر خود می‌تواند عاملی در تغییرات شرایط تعادل گرمایی باشد که باعث می‌شود دماهای اجزای داخلی تایر و دمای محیط احاطه شده اطراف تایر تغییر بکند.

افزایش تولید گرما یک فاکتور اصلی در واماندگی تایر است. افزایش دما سبب کاهش مقاومت پارگی[4] لاستیک خواهد شد که نتیجه آن افزایش ترویج شروع ترک و رشد ترک خواهد بود. از طرفی باید توجه کرد که افزایش دما باعث کاهش دائمی خواص مواد می‌شود که این خود بسته به تاریخچه[5] افزایش دما است. ناحیه شولدر در تایرهای رادیال باری ازجمله نواحی است که بالاترین تولید گرما را دارد. شکل ۸ نشان می‌دهد که دما در ناحیه شولدر با افزایش تغییرشکل، افزایش بیشتری خواهد داشت[۱].



شکل۸- تصویر ترموگرافی از یک تایر در سرویس با کاهش فشار [۱]

1. Circumferential reinforcement 2. Cap Ply 3. Strip

نتایجی که از شکل ۸ قابل استنتاج است به این صورت است که:

۱- دمای لبه سیم‌های بلت در اکثر اوقات به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

۲- از آنجایی‌که دوام لبه بلت به دمای آن وابسته است، انتخاب یک آمیزه با فاکتور اتلاف پایین و ضریب هدایت حرارتی بالا برای ناحیه تاج بلت، هدف نهایی برای کاهش تولید حرارت در تایر است.

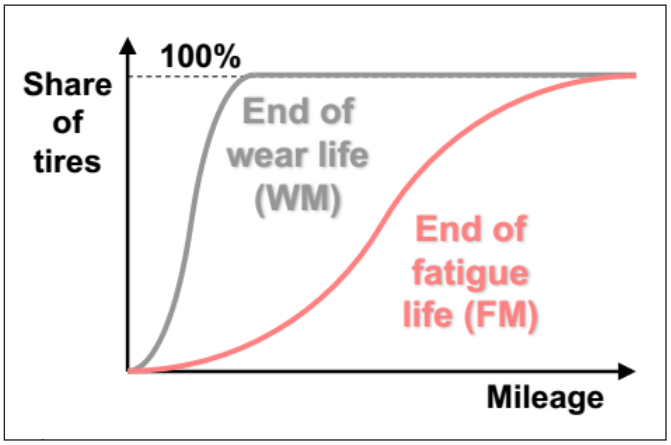
۳- با انتخاب آمیزه با فاکتور اتلاف پایین و ضریب هدایت حرارتی بالا، تاثیرات مفید این نوع آمیزه برای بهبود دوام ناحیه بید تایر نیز قابل‌ملاحظه می باشد.

تولید گرما بیش از حد باعث تنزل دائمی خواص لاستیک می‌شود که این خود باعث کاهش استحکام کششی[1] و باعث نرمی کلی[2] می‌شود. سرانجام، یک جز از تایر که دمای آن به حد دمای بحرانی می‌رسد، دچار زوال لاستیک[3] می‌شود که باعث کنده شدن تکه‌هایی از ترد یا کل ترد می‌شود. لاستیک تخریب‌شده دارای شکل متخلخل است.

مفاهیم مربوط به رشد ترک و خستگی در تایر

عمر سایشی و عمر خستگی پیش‌بینی شده تایر بستگی به شرایط سرویس دارند. شرایط سرویسی سنگین، عمر سایشی و عمر خستگی تایر را کوتاه می‌کند. بعلاوه سایش تایر ممکن است بر روی شرایط خستگی آن تاثیر بگذارد. اگر عمر خستگی کمتر از عمر سایش باشد، نارضایتی مشتری را به دنبال دارد. هدف مطلوب این است که عمر خستگی از عمر سایش بیشتر باشد. در نمودار شکل ۹ می‌توان نرخ تغییرات این دو عامل را به خوبی مشاهده نمود. لازم به ذکر است که با افزایش عمر سایشی تایر، لازم است که عمر خستگی تایر نیز افزایش یابد. به عبارت دیگر افزایش دوام باید به صورت هماهنگ برای تمام پارامترهای مهم هدف‌گذاری شود[۴].

خستگی دینامیکی یکی از مهم‌ترین آسیب‌های ماده تحت بار مکانیکی نوسانی است و در بیشترین مقدار تنش و کرنش مکانیکی و معمولا در سطح ماده یا در سطح مشترک مواد روی می‌دهد) انتهای برش خورده سیم‌ها در تایر از نظر وقوع پدیده خستگی ناحیه‌ای حساس محسوب می‌شود). پدیده خستگی با ایجاد ترک‌های ریز در ساختار ماده شروع شده و در ادامه، موجب رشد و ایجاد ترک‌هایی با ابعاد ماکروسکوپیک[4] در ساختار ماده خواهد شد. در مواردی و البته نه به صورت اجتناب‌ناپذیر، در مجاورت ناحیه‌ای از ماده که دچار شکست دینامیکی شده است آمیزه دچار تغییرات شیمیایی می‌شود.



شکل ۹- مقایسه عمر خستگی و عمر سایشی تایر [۴]

واماندگی‌ها در ساختار تایر

در بحث دوام، ناحیه بسیار اثرگذار بر روی دوام تایر در ناحیه انتهایی بلت و انتهایی لایه است. به صورت محلی، نواحی انتهایی تقویت‌کنندگان تایر همانند نواحی انتهای بلت و انتهای سیم لایه دارای تغییرشکل بالایی هستند. به‌طوریکه، در محل بلت ادج مقدار کرنش‌ها در حالت حرکت تایر می‌تواند به ۵۰ درصد نیز برسد. ناحیه تغییرشکل محلی با رشد ترک تغییر خواهد کرد و به صورت محلی، استحکام ساختار نیز تغییر می‌یابد. بنابراین، این نواحی پتانسیل بالایی برای شروع رشد ترک و ایجاد عیب در تایر دارند که با شروع رشد ترک و رسیدن آن به مقدار بحرانی، عمر تایر به پایان خواهد رسید. در تایرهای رادیال باری بالاترین سطح تنش-کرنش

1. Tensile strength 2. General softening 3. Reversion 4. macroscopic

(چگالی انرژی کرنشی) در نوک لبه بلت اتفاق خواهد افتاد.

تحت تنش یا کرنش‌های بسیار زیاد، هر ماده‌ای ممکن است وامانده شود. مواد تایر تحت اثر عوامل مختلفی همچون خستگی، سایش، خوردگی و آسیب‌های خارجی دیگر قرار می‌گیرند. مقدار و فرکانس نیروها و گشتاورهای خارجی می‌تواند سرانجام باعث خستگی یا پارگی لاستیک و یا باعث پارگی سیم‌های فولادی و نخ‌های پلی استر شود. این فرآیند خستگی و پارگی می‌تواند به کندی انجام شود و یا تغییرات سریع داشته باشد که بستگی به مقدار و نرخ انرژی وارد شده و شرایط محیطی همچون دما دارد [۸ و ۹].

وقتی که یک تایر پخته می‌شود، لایه‌های تایر و اجزای آن با یکدیگر مخلوط و یا همگن نمی‌شوند. در طی فرآیند پخت[1]، مواد به طور شیمیایی به یکدیگر متصل می‌شوند. شکست و شروع رشد ترک می‌تواند در سطح تماس دو ماده یا در هر کدام از مواد جداگانه رخ دهد یا ترکیبی از سطح تماس و داخل ماده‌ها رخ دهد. ترک‌های داخل لاستیک می‌تواند در نواحی یا نزدیکی سطح مشترک بین لاستیک و کورد تایر ایجاد شود که در شکل ۱۰ نشان داده شده است. چنین ترک‌هایی ممکن است اطراف کورد شروع به رشد کرده و یک حفره تولید کند. رشد ترک می‌تواند حاصل به هم پیوستن چندین ریزترک باشد. شکل ۱۰ نشان‌دهنده رشد ترک در نواحی بلت فولادی تایر است.

نحوه اثرگذاری خستگی بر ماده الاستومر

برای فهم نحوه تاثیر خستگی بر ماده الاستومر ابتدا باید ساختار این نوع مواد شناسایی شود. در ساختار ماده الاستومری، به صورت موضعی شبکه‌ای ناهمگن از زنجیره‌هایی با طول و انعطاف‌پذیری متفاوت وجود دارد. در طول اثر خستگی بر ماده، بخش‌هایی از این زنجیره‌ها به نحوی دچار گسیختگی می‌شوند که نمی‌توانند ساختار خود را با کرنش محلی وارد شده تطبیق دهند. در صورتی که انتهای آزاد زنجیره‌های ایجاد شده نتوانند با یکدیگر ترکیب شوند، ساختار ماده در همین ناحیه ضعیف خواهد شد. می‌توان گفت حضور اکسیژن در جلوگیری از ترکیب شدن انتهای آزاد زنجیره‌ها اثر قابل ملاحظه‌ای دارد. به عبارتی دیگر، غلظت موضعی اکسیژن بر شکل‌گیری و رشد ترک‌ها تاثیرگذار است. علاوه بر اکسیژن، به دلیل تاثیر دما بر میزان انعطاف‌پذیری زنجیره‌های ماده، خستگی تابعی از دمای موضعی نیز می‌باشد.

ترک بین لبه های بلت

ترک های ایجاد شده در ناحیه نزدیک به کورد پلی استر

شکل ۱۰- ترک‌های نواحی بحرانی تایر

1. Vulcanization

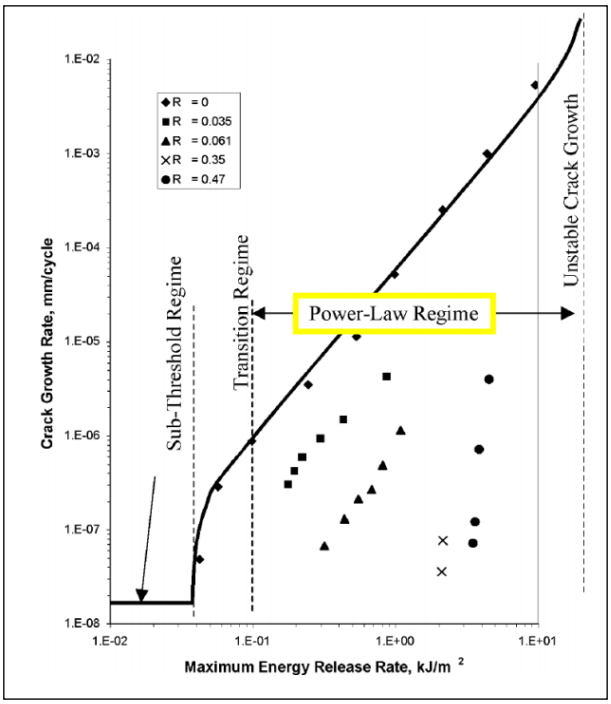
ترک‌های ایجاد شده در ساختار ماده به صورت محلی موجب کاهش سفتی ماده می‌شوند. در شرایط تغییرشکل با نیروی کنترل شده کاهش سفتی موجب افزایش کرنش در ماده و در نتیجه افزایش سرعت رشد ترک خواهد شد. همچنین خستگی تابعی از بار مکانیکی وارد شده (دامنه بار، بار حداقل، نوع بار وارد شده (برشی، کششی/ فشاری، زمان رهایی[1])) می‌باشد. نمودار شکل ۱۱ تغییرات سرعت رشد ترک در اثر خستگی را به صورت تابعی از بار مکانیکی نشان می‌دهد. باید در نظر داشت که مقاومت خستگی آمیزه می‌تواند در اثر پیرشدگی[2] به شدت تغییر کند. در نمودار سرعت رشد ترک بر حسب بار مکانیکی، G نرخ انرژی تلف شده در اثر شکست است و رابطه ریاضی آن بصورت کاهش انرژی پتانسیل کل به ازای واحد سطح شکست تعریف می‌شود. بر اساس نمودار مشخص است که به ازای مقادیر بزرگتر R شیب نمودار و در نتیجه سرعت رشد ترک بیشتر خواهد بود (R= G min/G max).

ماکزیمم مقدار بار خارجی وارد شده می‌تواند منجر به شکل‌گیری آسیب‌های موضعی شده و در نتیجه به میزان قابل ملاحظه‌ای عمر دوام را کاهش دهد. پایان عمر دوام تایر زمانی خواهد بود که اندازه‌ی ترک‌ها به حالت ماکروسکوپیک می‌رسد. فرآیند اثرگذاری خستگی بر بلت تایر رادیال سواری (شکل ۱۲) به صورت زیر است[۴]:

۱. یک فضای خالی در انتهای تمام بلت ها قرار دارد. دلیل وجود آن این است که انتهای بریده شده‌ی سیم‌های بلت پوشش برنجی ندارد و در نتیجه لاستیک به سیم فولادی نمی‌چسبد. فضای خالی در انتهای سیم‌های بلت تایر به دلیل عدم چسبندگی لاستیک با سیم‌های برش خورده و در اثر از بین رفتن پوشش برنجی، ایجاد می‌شود.

۲. با حرکت و جابجایی بلت‌ها فضاهای خالی رشد می‌کنند.

۳. با ادامه‌ی حرکت و جابجایی بلت فضاهای خالی انتهای سیم‌های مجاور به یکدیگر وصل می‌شوند. (هر چه تعداد سیم‌های بکار رفته در بلت[3] کمتر باشد مدت زمان لازم برای رسیدن فضاهای



شکل۱۱- سرعت رشد ترک در اثر خستگی به صورت تابعی از بار مکانیکی[۴]

1. relaxation time 2. Aging 3. End count

خالی به یکدیگر بیشتر خواهد بود).

۴. شکست در زیر بلت به دلیل تنش برشی میان بلت‌ها گسترده‌تر خواهد شد.

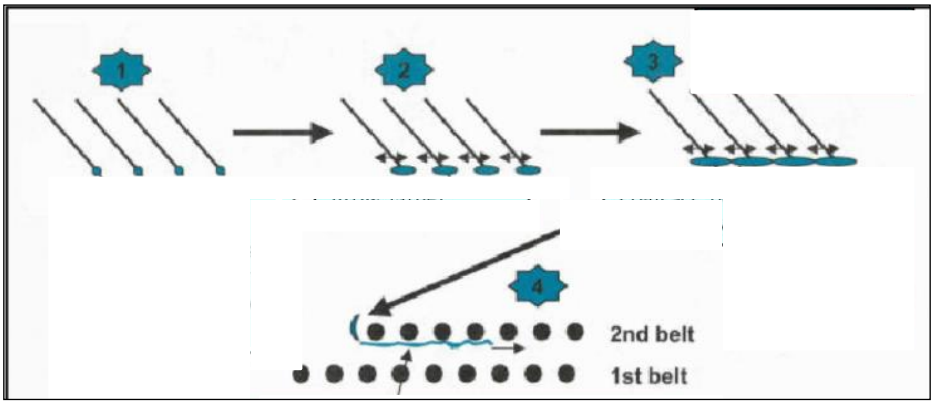
همچنین در جدول (۱) تاثیر خستگی با تاثیر پیرشدگی بر تایر نشان داده شده است:

تاثیر نوع کورد و تعداد سیم‌ها در واحد سانتی‌متر مربع[1] بر دوام بلت

در شکل ۱۳ نتیجه تست دوام بلت را برای سه چیدمان مختلف استیل کورد در بلت تایر رادیال باری نشان می‌دهد. مقایسه استیل کورد قرمزرنگ با استیل کورد زردرنگ نشان می‌دهد که با وجود

جدول ۱- تاثیر خستگی و تاثیر پیرشدگی بر تایر

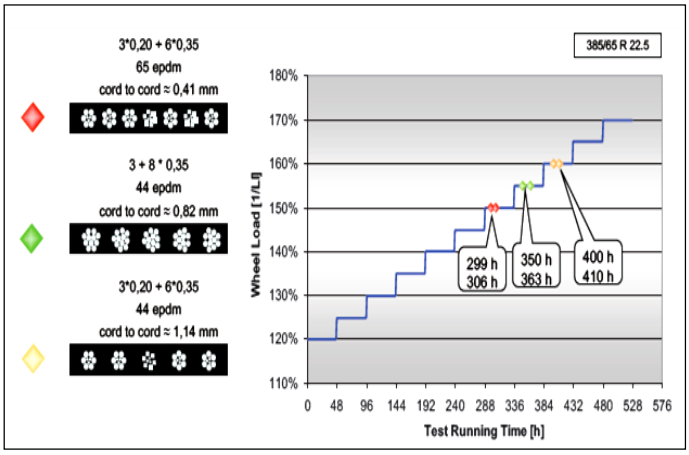
پیرشدگی	خستگی	
افت خواص ماده (فرایند شیمیایی)	تولید شدن سطح جدید (شروع و رشد ترک)، نوع فرایند فیزیکی است.	اثر
توزیع آسیب به صورت یکنواخت	تمرکز اصلی آسیب در نقاط ماکزیمم تنش/ کرنش	نحوه توزیع در ماده
دما و زمان	بار مکانیکی پریودیک	عامل اصلی بوجود آورنده
کاهش شیب تغییرات در طول زمان	افزایش شیب تغییرات طی مسافت پیموده شده	رشد و گسترش در مدت سرویس تایر
نوع ۱: افزایش کلی نوع۲: کاهش کلی	کاهش به صورت موضعی در محل آسیب	تاثیر بر stiffness



شکل۱۲- فرآیند اثرگذاری خستگی بر بلت تایر رادیال سواری[۴]

1. EPDM

فرمول ساختاری یکسان، استیل کورد با مقدار EPDM کمتر تحت بار بزرگتر وارد شده، دوام بیشتری داشته است. در پایان می‌توان گفت در محدوده ۱,۴ تا ۲ میلیمتر، هرچه فاصله بین کوردها بیشتر باشد دوام بلت بهتر خواهد بود و نوع استیل کورد بکار رفته تاثیری در دوام بلت ندارد.



شکل ۱۳- تست دوام بلت

مفاهیم مربوط به پیرشدگی در تایر

درک کلی از فاکتورهایی که منجر به تخریب پلیمر شده و مکانیزم‌هایی که توسط آن‌ها پلیمر تخریب می‌شود، به انتخاب محیط کاربری این مواد،کمک می‌کند. تخریب، روی ویژگی‌های ظاهری پلیمر تاثیر می‌گذارد. برخی تاثیرگذاری‌های رایج، منجر به بی‌رنگ شدن یا شکستن پلیمر می‌شود. تحت شرایط نهایی، آزاد شدن محصولات فرار یا حتی احتراق ممکن است اتفاق بیافتد. پلیمرها می‌توانند در اثر گسیختگی پیوندهای مولکولی تخریب شوند. این نوع تخریب ممکن است منجر به کاهش وزن مولکولی شود. چنین تخریبی می‌تواند در نتیجه‌ی تاثیرات جوی بر روی پلیمر و یا قرارگرفتن پلیمر در معرض گرما یا پرتو رخ دهد. حلال‌ها نیز می‌توانند باعث ایجاد تخریب و تغییر در ویژگی‌های مکانیکی پلیمرها شوند. درک چگونگی فعل و انفعال پلیمرها و حلال‌ها و تشکیل محلول‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه محلول‌ها اساس تشکیل انواع رنگ و چسب هستند[۱۱ و ۱۲].

روش‌های زیادی را می‌توان برای شناسایی مکانیزم تخریبی پلیمرها و مواد تشکیل شده در نتیجه تخریب پلیمرها به کار برد. عنصر جوی نظیر اکسیژن یا ازون می‌توانند گسستگی زنجیر در پلیمر را تسریع کنند. گرمانرم‌ها و الاستومرها به روش پراکسیدی، در شرایط محدود تخریب می‌شوند. پروکسیده‌شدن، یک واکنش زنجیری رادیکالی آزاد است که با هیدروپروکسیدها آغاز می‌شود:

$$PH + POO\cdot \rightarrow P\cdot + POOH$$

$$P\cdot + O_2 \rightarrow POO\cdot$$

که PH نمایانگر یک مولکول پلیمر است. هیدروپرکسیدها ترکیبات ناپایداری هستند به گونه‌ای که پیوند پروکسیدی وقتی گرما ببیند دستخوش تجزیه‌ی گرمایی می‌شود. این واکنش توسط یون‌های فلز واسطه که مهم‌ترین آغازکننده‌های پروکسیدشدن در عدم حضور نور هستند، کاتالیز می‌شود:

$$2POOH \xrightarrow{Heat,\ M+/M2+\ catalyst} PO\cdot + POO\cdot + H_2O$$

فرآیند اصلی آغاز در یک محیط آزاد، نورکافت یا فتولیز هیدروکسیدهاست:

$$ROOH \xrightarrow{h\nu,\ M+/M2+\ catalyst} RO\cdot + \cdot OH$$

یک پلیمر در طول فرآیند تخریب ممکن است در معرض نیروهای برشی قوی قرار گیرد و این موضوع منجر به اکسیدشدن مکانیکی شود:

$$P\text{-}P \xrightarrow{shear} 2P\cdot \xrightarrow{O_2} 2\ POO\cdot \xrightarrow{PH} 2POOH$$

که در فرمول بالا P-P نمایانگر یک مولکول پلیمر است. آنتی‌اکسیدان‌ها، پایدارکننده‌هایی هستند که به پلیمرها اضافه و از پروکسیدشدن آنها ممانعت به عمل می‌آورند. این افزودنی‌ها تشکیل هیدروپروکسیدها را کنترل می‌نمایند. عوامل تجزیه‌کننده پروکسید، هیدروپروکسید را به رادیکال‌های آزاد تبدیل می‌کنند.

عوامل تجزیه‌کننده پروکسید اغلب شامل ترکیباتی محتوی سولفور دو ظرفیتی یا فسفر سه ظرفیتی هستند:

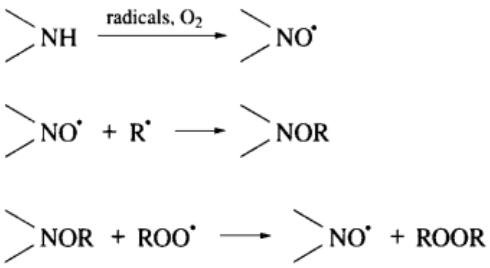
$$R2S + ROOH \rightarrow R2S{=}O + ROH$$

$$R3P + ROOH \rightarrow R3P{=}O + ROH$$

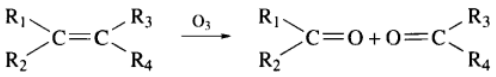
مکانیزم دیگری که توسط آن، آنتی‌اکسیدان‌ها عمل می‌کنند، واکنش با رادیکال‌های پروکسی است. این ترکیبات، تخریب ایجاد شده به وسیله چنین رادیکال‌هایی را با رقابت با پلیمر، کاهش می‌دهند.

$$ROO\cdot + RH \longrightarrow ROOH + R\cdot$$

فنول‌های استخلاف‌دار و آمین‌های آرماتیک نوع دوم، می‌توانند به عنوان منابع رادیکال‌های پروکسی مورداستفاده قرار گیرند. پلیمرها، همچنین می‌توانند با فرآیند به تله انداختن رادیکال، از اکسید شدن نوری محافظت شوند. در واقع افزودنی‌هایی که در این مکانیزم شرکت می‌کنند علاوه بر آنتی‌اکسیدان‌ها، تثبیت‌کننده‌های نوری نیز می‌باشند. این افزودنی‌ها، هم رادیکال‌های آلکیل و هم رادیکال‌های پروکسی را به تله انداخته و بنابراین از طریق افزایش تعداد مراحل تخریب، در این فرایند دخالت می‌کنند.



افزودنی‌هایی که رادیکال‌ها را به تله می اندازند، اغلب آمین‌های غیرآزاد هستند. اوزون که از عملکرد نور فرابنفش یا تخلیه الکتریکی برروی اکسیژن ایجاد شده است نیز منجر به تخریب چشمگیری در پلیمرها به ویژه در لاستیک می‌شود. اغلب، غلظت اندکی از ازون در محیط‌های صنعتی منجر به ایجاد ترک در مواد الاستومر می‌شود. در طی فرآیند ازونولیز، پیوندهای دوگانه در لاستیک گسسته و ایجاد دو ترکیب کربونیلی را می نمایند[۱۳، ۱۴ و ۱۵].



پیرشدگی

پیرشدگی[1] به معنای یک تغییر پیوسته و برگشت‌ناپذیر در خواص مواد در طول عمر تایر است. این تغییرات شامل موارد ذیل می‌باشد:

سخت‌تر شدن آمیزه در اثر تشکیل اتصالات عرضی اضافی

کوتاه‌تر شدن پیوندهای گوگرد (S1 – S2 - … - S8)

ایجاد پیوندهای بیشتر گوگردی

طولانی‌تر شدن زنجیره اصلی پلیمر (C – C , C – O - C)

نرم شدن پلیمر

تخریب زنجیره اصلی پلیمر

تبدیل پیوندهای عرضی گوگرد به حلقوی (Reversion)

پدیده‌های فوق همگی باهم اتفاق افتاده و با یکدیگر در تعامل می‌باشند.

شکل ۱۴ بیانگر عوامل موثر بر پیرشدگی آمیزه هستند[۱۵]:

علاوه بر عوامل خارجی (فشار باد داخلی، دما و زمان) ویژگی‌های آمیزه نیز بر پیرشدگی تاثیرگذار هستند این ویژگی‌ها می‌توانند شامل موارد زیر باشد:

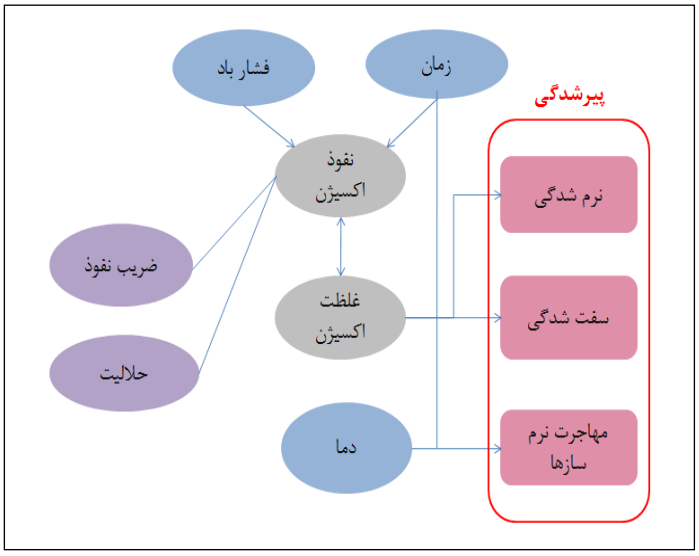
وجود پیوندهای دوگانه

میزان گوگرد

تاثیر اکسیژن بر پیرشدگی تایر

واکنش اکسیژن با الاستومرها باعث تخریب زنجیره‌ی اصلی و اتصالات عرضی می‌شود. در دماهای پایین تشکیل اتصالات عرضی اکسیژن رخ می‌دهد که منجر به افزایش مدول و سختی و نیز کاهش ازدیاد طول تا نقطه پارگی می‌شود. با این وجود،

1. Aging



شکل ۱۴- عوامل موثر بر پیرشدگی آمیزه[۱۵]

تخریب زنجیره‌ی الاستومرها در دمای بالاتر اتفاق می‌افتد و یا در زمان طولانی‌تر با دمای پایین‌تر، که این امر منجربه کاهش استحکام کششی و تخریب بیشتر می‌شود. در دماهای پایین‌تر از ۸۰ درجه سانتی‌گراد نفوذ اکسیژن سریع‌تر از مقدار مصرف آن می‌باشد، درحالی‌که در دماهای بالاتر این روند برعکس می‌شود. نفوذ اکسیژن به شکل محدودی برای قطعات با ضخامت زیاد در دماهای بالاتر اتفاق می‌افتد. تغییرات مدول، استحکام کششی و ازدیاد طول ناشی از حضور اکسیژن با لگاریتم غلظت آن متناسب است. علاوه بر این وجود فلزاتی مانند کبالت، روی، مس و آهن در شبکه لاستیکی باعث افزایش سرعت تخریب آن می‌شود. متفاوت بودن نتایج حاصل از آنالیزهای آزمایشگاهی و ارزیابی آزمون‌های میدانی نشان‌دهنده تاثیرات پیچیده شرایط سرویس است، که ناشی از تغییرشکل‌های مکانیکی است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، عوامل موثر بر واماندگی تایر مورد مطالعه قرار گرفت. این عوامل را می‌توان به سه دسته عوامل مکانیکی، گرمایی و پیرشدگی تقسیم کرد. هر کدام از این عوامل می‌تواند سهم بسزایی در واماندگی تایر داشته باشد. مهم‌ترین عامل مکانیکی در کاهش عمر تایر، بحث خستگی تایر است که وجود بارهای دینامیکی در تایر عامل پیدایش ترک و رشد ترک در محل‌های بحرانی (نواحی با بیشترین شدت تنش و چگالی انرژی کرنشی) است که نهایتا رشد ترک در نواحی مانند سر بلت و سرلایه که جابجایی زیادی دارا است، باعث پایان عمر تایر می‌شود. همچنین در این نواحی که مقدار کرنش‌ها زیاد است به علت خاصیت ویسکوالاستیک، گرمای زیادی ایجاد می‌شود که این گرما خود عامل مؤثری در کاهش عمر تایر است. همچنین، عامل پیرشدگی همراه با افزایش دما باعث کاهش استحکام کششی و تخریب تایر می‌شود.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

1. Pneumatic Tire, Alan Neville Gent ,Joseph D. Walter, 2006, The University Of Akron.
2. Baker, J.S. and McIlraith, G.D., Tire Disablements and Accidents on High-Speed Roads, Highway Research Record, Number 272, Highway Research Board, Washington, DC, 1969.
3. Williams, J.G., Fracture Mechanics of Polymers, Ellis Horwood Limited,
Chichester, 1984.
4. Tire Endurance "A Brief Introduction", OLE group, (TECHNICAL CONSULTANT).
5. Grant, J.L. Rim Line Grooves as an Indicator of Underinflated or Overloaded Tire
Operation in Radial Tires, Paper 45, Presented at the International Tire Exhibition and
Conference, Akron, Ohio, September 21-23, 2004.
6. Song, T.S., Lee, J.W., and Yu, H.J. Rolling Resistance of Tires—An Analysis of Heat
Generation, SAE Technical Paper 980255, Society of Automotive Engineers, Inc.,
Warrendale, 1998.
7. Termomechanical fatigue life investigation of an ultra-large mining dump truck tire, Wedam Nyaaba, Summer 2017, Doctoral Dissertations.
8. Belt edge deterioration in radial steel belted tires, Rubber & Plastics News ● November 27, 2006.
9. Failure Analysis of Tire Tread Separations, J.W. Daws, PFANF8 (2003) 5:73-80.
10. A Comprehensive Review of Tread Wear And Tire Conditions, Copyright 1994 The Maintenance Council Printed in U.S.A.
11. Sandier, S. R., Karo, W., Bonesteel, J. and Pearce. E. M., Polymer Synthesis and Churacrerization: A Laboratory Manual, Academic Press, San Diego, CA, 1998.
12. Yang, N. L., Liutkas, J. and Haubenstock, H., 'An ESR Study of Initially Formed Intermediatesin the Photodegradation of Poly(Viny1Chloride)', in Polymer Characterization byESRandNMR,
13. Woodward, A. E. and Bovey, F. A. (Eds), ACS Symposium Series 142, American Chemical
Society, Washington, DC, 1980, pp. 35-48.
14. Carlsson, D. J. and Wiles, D. M., 'Degradation',in Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 4, Mark, H. F. (Ed.), Wiley, New York, 1987, pp. 630-696.
15. Ormerod, M. G. and Charlesby, A., Polymer, 4, 459-464 (1963).

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

علمی- فنی

بررسی مدل‌های پیش‌بینی‌کننده جریان سیال درون اکسترودر؛ بخش اول: مدل کاستر

Models for Predicting Fluid Flow in Extruders; Part I: The Koster's Model

چکیده:

اکسترودر به عنوان یک ابزار شکل‌دهی مواد، تجهیزی اساسی و مهم در فرایند تولید در صنایع مختلف پلیمری ازجمله صنعت لاستیک، صنایع مبتنی بر شکل دهی پلاستیک‌ها، صنایع غذایی و... محسوب می‌شود. ازآنجا که در اغلب صنایع اکسترودرها به عنوان تجهیزی میانی و به صورت سری با سایر تجهیزات عمل می‌کنند ظرفیت تولید محصول می‌تواند وابسته به میزان تولید در اکسترودر باشد که خود به نوعی همان دبی سیال خروجی از اکسترودر است. عوامل مختلفی بر الگوی جریان و درنتیجه دبی خروجی از اکسترودر اثرگذار هستند. شناخت این عوامل و نحوه اثرگذاری آن‌ها در پیش‌بینی عملکرد و تعیین نقاط بهینه کارکرد این نوع از تجهیزات بسیار موثر است. از این رو، در پژوهش حاضر و در دو بخش به بررسی دو مورد از مهم‌ترین روش‌های مدل‌سازی جریان سیال درون اکسترودرها پرداخته می‌شود و نقاط ضعف و قوت هر یک در پیش‌بینی پروفایل جریان و همچنین دبی خروجی از اکسترودر مشخص می‌شود. در بخش اول مدل کاستر مورد بررسی قرار گرفته است و در بخش دوم مدل تدمور و گاگس مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نکته حائز اهمیت که تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است، این است که علی‌رغم ساده‌سازی‌های مختلف، می‌توان از نتایج حاصل از این مدل‌ها برای پیش‌بینی قابل قبولی از عملکرد اکسترودرهای مختلف در صنایع استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اکسترودر، مدلسازی، سیال، ظرفیت تولید

نوع مقاله: پژوهشی

محمدمهدی کامیابی*

دکترای تخصصی، استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

*mm.kamyabi@vru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۴

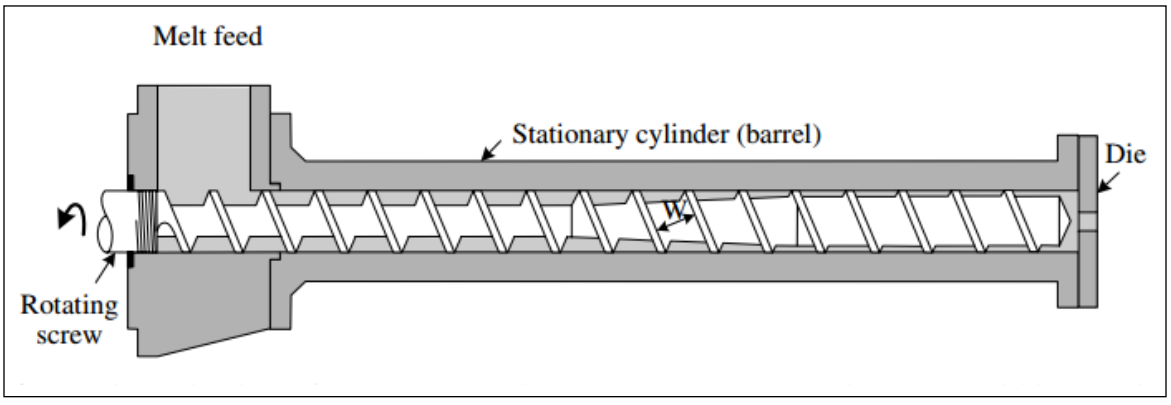
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۰

مقدمه

اکسترودرها در صنایع لاستیک تجهیزاتی هستند که تولید پیوسته[1] استریپ‌های مجزا یا چندگانه (متشکل از چند آمیزه مختلف) را انجام می‌دهند [۱]. بسته به هدف، خروجی از اکسترودر می‌تواند به عنوان محصول نهایی یا محصول میانی (ورودی مراحل بعدی) باشد. درصورتی که خروجی از اکسترودر محصول نهایی لاستیکی باشد (مثل آب‌بندها) فرایند پخت بصورت همزمان انجام می‌شود. در صورتی که محصول میانی باشد(مثل تایرسازی) فرایند پخت در مراحل بعدی انجام می‌شود [۲]. فرایند اکستروژن در مورد لاستیک‌ها کاملا با این فرایند برروی سایر مواد -مثل پلاستیک‌ها- متفاوت است. چرا که لاستیک‌ها ویسکوزیته به مراتب بالاتر و در نتیجه گشتاور و توان مصرفی بیشتری نیاز دارند. همچنین، تشکیل اتصالات عرضی ناشی از پخت در لاستیک، فرآیندپذیری آن‌ها را متفاوت از سایر پلیمرها می‌نماید.

با این‌حال آنچه که در همه فرآیندهای اکسترودری مشترک است این است که مواد از درون یک ابزار شکل‌دهنده و تحت فشار به نام قالب[2] عبور می‌کنند به گونه‌ای که یک یا چند پروفایل شکل‌گرفته به صورت جریان پیوسته تولید می‌شوند. از این رو اکستروژن یک فرایند معمول پیش فرم‌دهی در بسیاری از صنایع محسوب می‌شود. علاوه‌براین، در تمام فرایندهای مختلف اکستروژن، حرکت مواد و افزایش فشار از طریق حرکت چرخشی یک یا چند پیچه (اسکرو[3]) درون یک پوسته استوانه‌ای ثابت (برل[4]) صورت می‌گیرد (مطابق شکل ۱). پیچه، متشکل از یک هسته است که دور تا دور آن یک مارپیچ پیچیده شده است. به فاصله بین دو پیچ متوالی از پیچه یک گام[5] گفته می‌شود. همانطور که از شکل ۱ مشخص است شعاع هسته‌ی پیچه و در نتیجه عمق پیچ‌ها ممکن است در طول اکسترودر تغییر کند. زاویه‌ای که مارپیچ بر روی هسته می‌سازد نیز که زاویه باله[6] نام دارد و پارامتر هندسی مهم و اثرگذاری است. این زاویه با فاصله گرفتن از هسته پیچه (در راستای عمق پیچ‌ها) تغییر می‌کند.

می‌توان گفت که نحوه انتقال مواد در اکسترودر در واقع بصورت پمپ اسکرو با مارپیچ ارشمیدسی[7] به عنوان عامل جلو برنده است [۲]. مواد به صورت مماس بر اسکرو از طریق یک قیف (هاپر[8]) به سر ابتدایی اکسترودر وارد می‌شوند و با حرکت پیچه به جلو رانده می‌شوند تا درنهایت به صورت پروفایل‌دار یا بدون پروفایل به صورت محوری[9] از سر انتهایی اکسترودر خارج شوند. در طول عبور ماده از ورودی تا خروجی، و بسته به نوع ماده و طراحی انجام شده برای پیچه و پوسته، مواد تحت یک فرایند مخصوص به خود قرار می‌گیرند. خواص و رفتار اکستروژنی مواد و کاربرد موردنظر برای محصول خروجی از اکسترودر براساس نوع و سایز اکسترودر و ابعاد



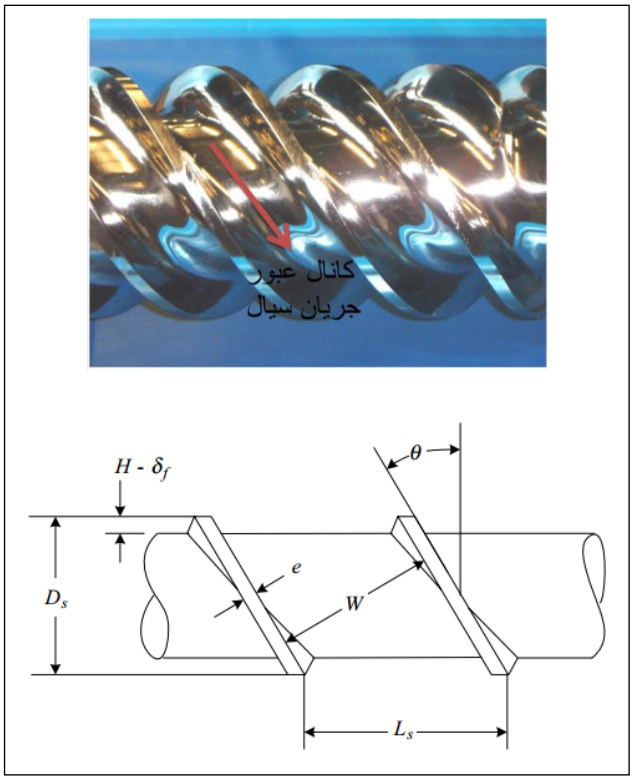
شکل ۱- شماتیک اکسترودر تک پیچه به همراه اجزا آن

1. Continuous 2. Die 3. Screw 4. Barrel 5. Pitch 6. Flight angle 7. Archimedes' screw 8. Hopper 9. Axial

هندسی و نوع طراحی پیچه و سایر پارامترهای طراحی اکسترودرها تعیین می‌شود [۲].

مدلسازی جریان

جریان آمیزه درون اکسترودر بسیار پیچیده است. پیچیدگی این جریان ناشی از دو عامل بسیار مهم هندسه‌ی پیچیده‌ی اسکرو و طبیعت پیچیده‌ی سیال اکسترود شده است. هندسه اکسترودر یک پیچه مطابق شکل زیر به گونه‌ای است که محل عبور جریان بین صفحات محصور بین دو پیچ متوالی، هسته‌ی پیچه و بدنه پوسته می‌باشد. زاویه باله (θ در شکل ۲) نیز در راستای عمق پیچ کانال متغیر است. جریان چرخشی اسکرو منجر به حرکت چرخشی زاویه‌دار مواد می‌شود که نهایتا اثر خود را به صورت حرکت محوری در راستای طول اکسترودر نشان می‌دهد.



شکل ۲- شماتیکی از فضای عبور جریان سیال از بین دو پیچ متوالی (چپ) و فضای واقعی عبور جریان (راست)

در مورد سیال نیز نکته حائز اهمیت این است که سیالیت مواد پلیمری (در اینجا آمیزه که شامل پلیمر و مواد افزودنی است) به سادگی سیالات نیوتونی قابل توصیف نیست. در سیالات نیوتونی تابعیت تنش برشی (نیروی برشی بر واحد سطح) به صورت خطی از نرخ برش است و این تابعیت توسط قانون نیوتون به صورت رابطه زیر توصیف می‌شود:

(۱)

$$\tau = \mu\dot{\gamma}$$

که μ ویسکوزیته سیال، خاصیت ثابت سیال نیوتونی است. $\dot{\gamma}$ تنسور نرخ کرنش است و به صورت زیر تعریف می شود:

(۲)

$$\dot{\gamma} = (\nabla V) + (\nabla V)^T$$

که در آن V سرعت جریان سیال، ∇ عملگر ریاضی بیانگر گرادیان و T بیانگر معکوس ماتریس است.

این در حالی است که پلیمرها اغلب سیالاتی ویسکوالاستیک هستند، یعنی رئولوژی حاکم بر آن‌ها مبتنی بر برآیند رفتارهای ویسکوز و الاستیک و در نتیجه غیرنیوتونی است [۳]. از این رو ویسکوزیته آمیزه به‌عنوان ماده‌ای با اساس پلیمری، تابع نرخ برش نیز هست و درنتیجه پارامتری غیرثابت است. علاوه‌براین، از آنجا که در اغلب اکسترودرها المان‌های گرمایی تعبیه شده در دیواره مسئولیت گرم کردن آمیزه را در حین حرکت در طول اکسترودر برعهده دارند، اثر دما بر ویسکوزیته نیز می‌تواند قابل توجه باشد.

بر طبق مدل کاستر، جریان سیال در فضای بین دو پیچ همانند جریان سیال درون یک کانال[1] است که در آن هسته‌ی پیچه (در محل کمترین شعاع پیچه) و بدنه‌ی پوسته به صورت دو صفحه مستقیم موازی در نظر گرفته می‌شوند که صفحه بالایی (یعنی اسکرو) با سرعت مشخص حرکت می‌کند (شکل۲). دو وجه دیگر این کانال در واقع صفحات جانبی دو پیچ پشت سر هم اسکرو هستند که ماده مورد نظر (آمیزه) بین این چهار صفحه و در یک جهت (به صورت یک بعدی و در راستای پیچش مارپیچ) جریان

1. Channel flow

دارد. یک بعدی در نظر گرفتن این جریان برای کانال‌های با عمق کم معتبر است [۴].

در این مدل، به عنوان یک فرض ساده‌کننده، دیگر سیال با رفتار نیوتونی در نظر گرفته می‌شود. درنتیجه با حل معادلات جریان و به خاطر چسبندگی آمیزه به پوسته و پیچه (شرط مرزی عدم لغزش[1] برقرار است) پروفایل سرعت خطی نسبت به ارتفاع کانال (h) برقرار است. بنابراین:

$$V = V_{max}(\frac{y}{h}) \quad (۳)$$

اگر شعاع خارجی پوسته R و شعاع پیچه در کمترین حالت خود r باشد، h=r-R است(شکل ۳).

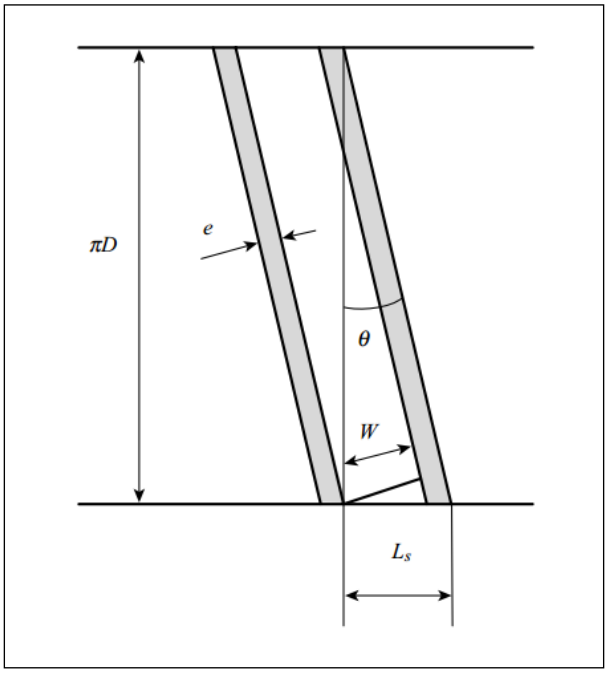
سرعت حرکت آمیزه در راستای چرخش مارپیچ است. حال با داشتن مدل جریان و پروفایل سرعت در اکسترودر می‌توان دبی جریان را بدست آورد.

همان‌طور که بیان شد، جریان بین دو پیچ متوالی اسکرو را می‌توان بصورت جریان داخل یک کانال در نظر گرفت که یک سطح آن با سرعت مشخص کشیده می‌شود. در این صورت شکل ۳ شماتیکی از دید از روبرو این کانال را نشان می‌دهد. در صورتی که سرعت زاویه‌ای چرخش پیچه ω باشد، سرعت خطی حرکت این صفحه ωr و در راستای چرخش پیچه خواهد بود. تصویر این سرعت در جهت طول کانال (جهت چرخش مارپیچ) به اندازه cosθωr است. به دلیل شرط مرزی عدم لغزش این سرعت عینا به فیلم سیال چسبیده و به پیچه منتقل می‌شود و به صورت بیشترین سرعت آمیزه (V_{max}) در کانال ظاهر می‌شود. با توجه به رابطه ۳ و از آنجا که ارتفاع کانال h=R-r است و بیشترین سرعت سیال V_{max} = rωcosθ است، خواهیم داشت:

$$V(h) = \frac{\omega r h cos\theta}{R-r} \quad for \ 0 < h < R-r \quad (۴)$$

اگر فرکانس چرخش اسکرو N دور بر ثانیه باشد می‌توان نوشت ω =2πN که واحد آن رادیان بر ثانیه است.

سرعت به‌دست آمده از رابطه ۴ در راستای طول کانال (راستای چرخش مارپیچ) است. برای اینکه سرعت در راستای محور



شکل ۳- تصویر باز شده‌ی مارپیچ اسکرو

1. No slip boundary condition

اکسترودر (V_x) بدست آید لازم است که تصویر سرعت بدست آمده در معادله قبل در راستای محور اکسترودر به‌دست آید، این سرعت در راستای محور اکسترودر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(۵)
$$V_x = V sin\theta$$

بنابراین:

(۶)
$$V_x = \frac{\omega r h \cos\theta . sin\theta}{(R-r)}$$

نتیجه به‌دست آمده از مدل کاستر در رابطه ۶ خلاصه شده است. مطابق این رابطه در حالت‌های حدی $\theta=0^\circ$ و $\theta=90^\circ$ میزان خروجی محوری اکسترودر برابر با صفر خواهد بود. این نتیجه قابل انتظار است، چرا که در حالتی که $\theta=0^\circ$ باشد، درواقع باله‌ها کاملا عمود بر محور اسکرو هستند و طول کانال $L_s=0$ است (شکل۳)، و در حالتی که $\theta=90^\circ$ باشد، باله‌ها به صورت موازی با محور اسکرو هستند و طول کانال در واقع بی‌نهایت است.

با مشتق‌گیری از میزان سرعت محوری نسبت به θ و برابر با صفر قرار دادن آن زاویه باله ای که بیشترین میزان سرعت محوری(و درنتیجه بیشترین دبی) را موجب می‌شود چنین بدست می‌آید:

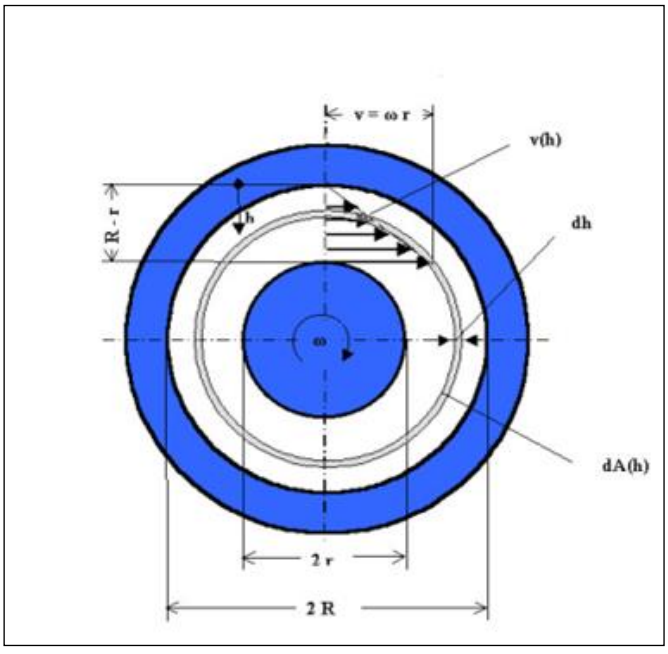
(۷)
$$\frac{dV_x}{d\alpha} = 0 \rightarrow \sin_\theta^2 = \cos_\theta^2 \rightarrow \theta_{opt} = 45^0$$

بنابراین مطابق مدل کاستر بیشترین دبی اکسترودر وقتی بدست می‌آید که زاویه باله اسکرو برابر ۴۵ درجه باشد.

همان گونه که قبل‌تر نیز ذکر شد، زاویه باله در ارتفاع‌های مختلف کانال h (فواصل مختلف از سطح داخلی پوسته) متفاوت است. شکل ۳ نمای بازشده‌ی اسکرو در فاصله بین دو پیچ متوالی را نشان می‌دهد. مطابق این شکل رابطه θ با Ls و h بدین صورت است:

(۸)
$$\theta = \arctan(\frac{L_s}{2\pi(R-h)})$$

با داشتن سرعت در کانال می‌توان دبی حجمی خروجی ماده را از طریق حاصل‌ضرب سرعت در سطح جریان بدست آورد. اما همان‌طور که در قسمت قبل بدست آمد، سرعت در کانال وابسته



شکل ۴- نمای روبرو از کانال عبور جریان

به ارتفاع کانال بوده و ثابت نیست. بنابراین، برای بدست آوردن دبی کل باید از حاصلضرب سرعت در المان سطح انتگرال گرفت. مطابق شکل ۴ مساحت المان سطحی با عرض *dh* برابر است با $dA=2\pi(R-h)dh$. بنابراین:

(۹)
$$dQ = V_x . dA = \frac{2\pi h\omega r(R-h)}{R-r}\cos\theta \sin\theta dh$$

و در نتیجه:

(۱۰)
$$Q = \frac{2\pi\omega r}{R-r}\int_0^{R-r} h(R-h)sin\theta\cos\theta\, dh$$

دلیل عدم خروج زاویه باله θ از انتگرال همانطورکه قبلا بیان شد این است که، زاویه موردنظر خود تابعی از h است(رابطه ۸). به عنوان یک ساده‌سازی و به دلیل اینکه تغییرات زاویه باله با ارتفاع کانال زیاد نیست، از مقدار متوسط زاویه باله (θ_m) که به صورت زیر تعریف می‌شود، برای ادامه محاسبات استفاده می‌شود:

(۱۱)
$$\theta_m = \frac{(\theta_j + \theta_i)}{2}$$

که θ_i و θ_j به ترتیب کمترین و بیشترین زاویه باله در ارتفاع کانال هستند.

بنابراین معادله دبی حجمی به‌صورت زیر ساده می‌شود:

(۱۲)
$$Q = \frac{2\pi\omega r sin\theta_m\cos\theta_m}{R-r}\int_0^{R-r} h(R-h)dh$$

با حل این انتگرال خواهیم داشت:

(۱۳)
$$Q = 2\pi\omega r(R-r)sin\theta_m\cos\theta_m[\frac{R}{2} - \frac{R-r}{3}]$$

این رابطه دبی حجمی را محاسبه می‌کند. دبی جرمی بر حسب کیلوگرم بر ساعت از رابطه زیر بدست می‌آید:

(۱۴)
$$G = 3.6\times 10^6 Q.\gamma$$

که در آن γ دانسیته آمیزه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب است. ضریب پشت رابطه به جهت یکسان‌سازی واحدها لحاظ شده است. دانسیته معمول آمیزه γ=1.1-1.2 g/cm^3 است.

محدودیت‌های مدل

محدودیت‌های هر مدل ریاضی در واقع به فرض‌های ساده‌کننده‌ای برمی‌گردد که در حین توسعه معادلات یا حل آن‌ها صورت گرفته است. در مورد مدل کاستر مهم‌ترین این فرض‌ها به اختصار عبارتند از:

۱- جریان پایا (صفر در نظر گرفتن جملات مشتقات زمانی در معادلات)

۲- سیال نیوتونی (ثابت فرض نمودن ویسکوزیته سیال)

۳- شرایط همدما (عدم در نظر گرفتن معادلات انرژی و تاثیر دما بر ویسکوزیته)

۴- جریان یک‌بعدی (در نظر گرفتن جریان تنها در راستای طول کانال)

۵- یکنواختی اسکرو از لحاظ فاصله گام‌ها و عمق مارپیچ در طول اکسترودر (ثابت در نظر گرفتن پارامترهای هندسی مثل ارتفاع کانال)

۶- در نظر نگرفتن وجود لقی (فاصله بسیار کوچک بین پوسته و نوک باله‌ها)

۷- در نظر نگرفتن گرادیان فشار در طول کانال و اکسترودر

فرضیات یک تا سه مربوط به شرایط عملیاتی اکسترودر هستند و فرضیات چهار تا شش به هندسه و در نتیجه طراحی اکسترودر برمی‌گردند. شرط چهار در صورتی که نسبت عرض به ارتفاع (W/h) کانال زیاد باشد معتبر است.

در مورد فرض هفتم نکته بسیار مهم این است که دبی بدست آمده از مدل کاستر بدون در نظر گرفتن فشار و جریان برگشتی در کانال و صرفا با در نظر گرفتن جریان رو به جلو (جریان درگ[1])، ناشی از چرخش اسکرو و آن هم به صورت خطی است. این در حالی

1. Drag flow

است که در واقعیت، فشار برگشتی به دلیل گرادیان فشار وجود دارد. درواقع درصورتی‌که، ماکزیمم جریان توسط مقاومت‌هایی نظیر یک ابزار شکل‌دهنده[1] با سطح مقطع کمتر محدود شود، یک جریان برگشتی با پروفایل سهموی نیز به دلیل فشار برگشتی[2] ایجاد شده به جریان اصلی جلوبرنده (جریان خطی) اضافه می‌شود. در شکل ۵ شماتیکی از پروفایل‌های سرعت درون کانال ناشی از حرکت چرخشی اسکرو و جریان برگشتی، به صورت کیفی مشخص شده است. همان‌طور که مشخص است جریان کل بصورت برایند جریان رفت و برگشت خواهد بود.

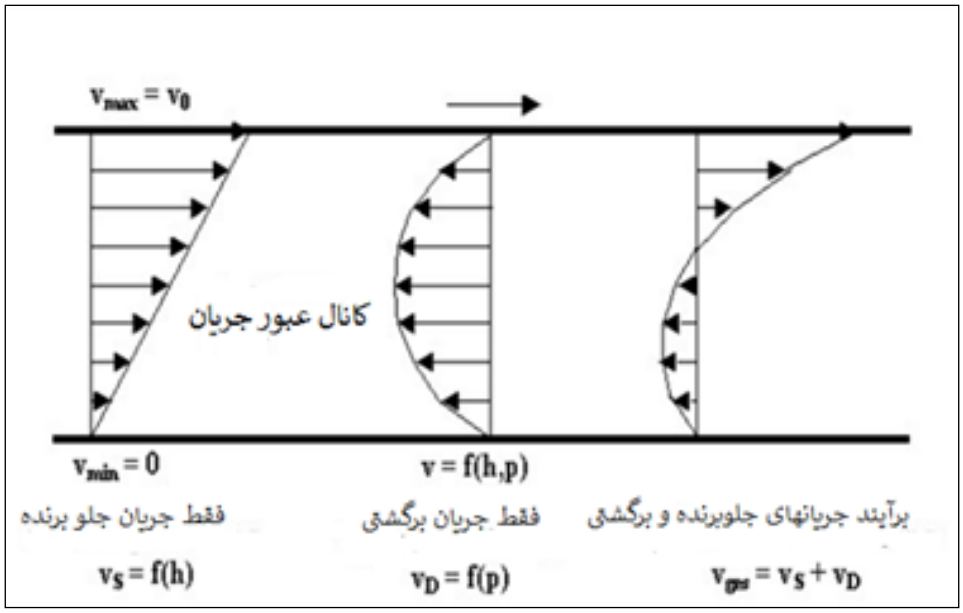
علاوه‌براین، محدودکننده‌های جریان مثل پین‌های[3] تعبیه شده در بدنه پوسته و طراحی‌های مختلف اسکرو،که به عنوان مثال عمق متغیر کانال یا طول گام‌ها در طول اسکرو راموجب می‌شوند، برروی پروفایل جریان اکسترودر نیز تاثیرگذار هستند.

اصلاح مدل جهت کاربردهای واقعی

همان‌طور که بیان شد مدل کاستر با فرضیات نسبتا زیادی همراه است، هرچند این فرضیات مدل را تا حدی از واقعیت دور می‌کند، اما می‌توان با اصلاحاتی آن را برای کابردهای واقعی به خوبی بکار برد [۴]. به عنوان مهمترین اثر جریان برگشتی (ناشی از فشار برگشتی) در معادلات قبلی به‌دست آمده لحاظ نگردیده است. در صورتی‌که فشار برگشتی لحاظ شود، دبی خروجی اکسترودر طبیعتا کمتر از مقدار بدست آمده در قسمت قبل خواهد بود. تفاوت بین مقدار تئوری محاسبه شده و مقدار واقعی دبی با در نظر گرفتن ضریب عملکرد واقعی η بصورت زیر لحاظ می‌شود:

$$\eta = \frac{Q_{real}}{Q_{theory}} \qquad (۱۵)$$

ضریب عملکرد به نوع اکسترودر، نوع طراحی اسکرو و خواص ماده وابسته و معمولا مقداری در حد ۰/۷ (برای اکسترودرهای گرم) و ۰/۹ (برای اکسترودرهای سرد پین‌دار بازده بالا) دارد. به عنوان یک راهکار دقیق‌تر می‌توان با انجام تست‌های عملی بر روی یک اکسترودر و مقایسه دبی با دبی بدست آمده از مدل کاستر اثر تمامی پارامترهای در نظر گرفته نشده در این مدل را در بطن این



شکل ۵- شماتیک پروفایل سرعت درون کانال تحت اثر نیروی درگ (سمت چپ)، گرادیان فشار (وسط) و هر دو (سمت راست)

1. Profiling 2. Back pressure 3. Pin

ضریب بدست آورد، و از آن برای پیش‌بینی اثر شرایط عملیاتی مختلف کارکرد اکسترودر بر دبی مورد انتظار استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

مدل کاستر به عنوان یکی از اولین مدل‌هایی است که توصیف جریان داخل اکسترودرهای تک پیچه را ممکن ساخته است. در واقع در مورد مدل کاستر آنچه که واضح است، سادگی آن هم در اثبات و هم در کاربرد است. این سادگی به فرض‌های ساده‌کننده نسبتا زیادی برمی‌گردد که در نظر گرفته شده است. با وجود تمام این فرض‌ها استفاده از نتایج این مدل، اولا برای شناخت و درک پارامترهای اثرگذار (پدیدار شناختی[1]) بر جریان در اکسترودرها و ثانیا با درصد خطای نه‌چندان زیاد در کاربردهای خاص موفقیت‌آمیز است. بخصوص با معرفی ضریب عملکرد اکسترودر و احتساب آن برای اکسترودرها، می‌توان انتظار داشت تا کاربرد این مدل در واقعیت را به خوبی مشاهده نمود. بر طبق مدل کاستر پارامترهای شعاع پیچ (r)، شعاع پوسته (R)، ارتفاع کانال عبور جریان(همان عمق مارپیچ) (R-r)، زاویه متوسط باله (θ_m)، سرعت زاویه‌ای چرخش پیچه (ω) و البته دانسیته سیال (γ) پارامترهایی هستند که به صورت مستقیم بر دبی آمیزه گذرنده از اکسترودر اثر می‌گذارند. آنچه که در عمل از اکسترودرها می‌دانیم، اگرچه موید اثر این پارامترهاست ولی پارامترهای دیگری نظیر ویسکوزیته، دما، گرادیان فشار، غیرنیوتونی بودن سیال و سایر پارامترهای هندسی اکسترودر مثل عرض کانال پیچ (W) و ضخامت پیچ (e) و لقی ... را نیز شامل می‌شود. اثر این پارامترها در مدلی که در قسمت دوم این مقاله خواهد آمد شناخته خواهد شد.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

1. Giles Jr, Harold F., Eldridge M. Mount III, and John R. Wagner Jr. Extrusion: the definitive processing guide and handbook. William Andrew, 2004.
2. Tadmor, Zehev, and Costas G. Gogos. Principles of polymer processing. John Wiley & Sons, 2013
3. Lakes, Roderic,. Viscoelastic materials. Cambridge university press, 2009.
4. Li, Yi, and F. Hsieh. "Modeling of flow in a single screw extruder." Journal of Food engineering 27.4 (1996): 353-375.
5. Rowell, H. S. & Finlayson, D. (1928). Screw viscosity pumps. Engineering, 126, 249-387.

1. Phenomenological

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

علمی- فنی

مطالعه سینتیک پخت و پایداری گرمایی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا

Study of curing kinetics and thermal stability of epoxy nanocomposites in the presence of silica nanoparticles

چکیده:

رزین اپوکسی به‌عنوان پوشش، چسب و ماده زمینه برای کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود و در صنایع اتومبیل، الکترونیک و ساختمانی کاربرد فراوانی دارد و در ساخت توربین بادی استفاده می‌شود. اصلاح سطح نانوکامپوزیت‌های اپوکسی درحضور نانوذرات سیلیکا، به علت افزایش چسبندگی و پیوند کووالانسی، باعث افزایش استحکام ضربه‌ای می‌شود و همچنین با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، مدول یانگ به صورت خطی افزایش می‌یابد که به دلیل افزایش پراکنش نانوذرات و کاهش تمرکز تنش است. با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، دمای بیشینه جریان گرمایی، کاهش و سرعت پخت افزایش می‌یابد و همچنین منحنی جریان گرمایی نانوکامپوزیت اپوکسی پهن‌تر می‌شود. حضور نانوذرات سیلیکا، انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد و علاوه‌براین، نانوذرات سیلیکا، در واکنش پخت با رزین اپوکسی نقش کاتالیزور را دارند. دو عامل مهم در کاهش تخریب حرارتی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی، پراکنش مناسب نانوذرات و عدم کلوخه‌ای شدن است. نانوذرات سیلیکا باعث افزایش دمای بیشینه تخریب گرمایی، پایداری گرمایی و درصد ذغال باقی‌مانده می‌شود. در این پژوهش، به بررسی سینتیک پخت، ریخت شناسی، خواص رئولوژیکی و مکانیکی، انرژی فعال‌سازی، درجه پخت، جریان گرمایی و پایداری گرمایی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی پرشده با نانوذرات سیلیکا پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: نانو سیلیکا، نانو سیلیکا اصلاح شده، رزین اپوکسی، سینتیک پخت، پایداری گرمایی

نوع مقاله: مروری

محمدحسین کرمی[۱]، محمدرضا کلایی[۲و*]

۱- دانشجو دکترا، گروه مهندسی پلیمر، مجتمع فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۲- دکترای تخصصی، دانشیار، گروه مهندسی پلیمر، مجتمع فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1- karami.polymerphd@gmail.com
2- *mohammad.kalaee@gmail.com

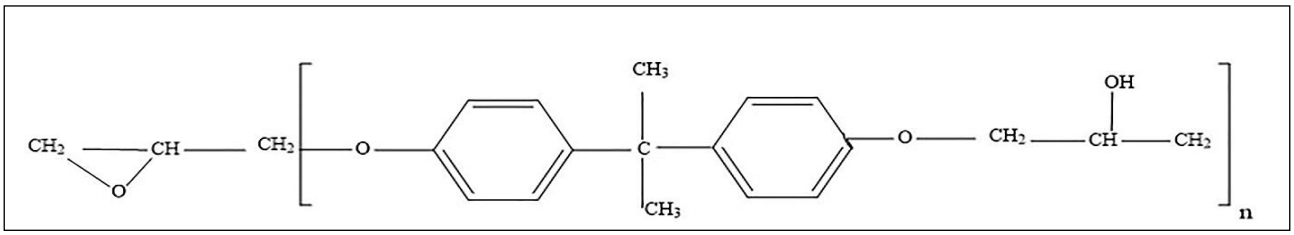
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰

مقدمه

یکی از مهم‌ترین پلیمرهای گرماسخت رزین اپوکسی است که به عنوان پوشش، چسب و ماده زمینه برای کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود، و همچنین در صنایع اتومبیل، الکترونیک، و ساختمانی کاربرد فراوانی دارند [۱]. ساختار بسیار شبکه‌ای رزین اپوکسی باعث شکننده بودن این رزین می‌شود و افزایش چقرمگی رزین‌های اپوکسی در حضور نانوذرات پلیمری، یکی از زمینه‌های مورد توجه پژوهشگران است [۲]. نانوسیلیکا به شکل‌های متفاوتی در محصولاتی متنوع استفاده شده و در بسیاری از کاربردها مانند کاتالیزورها یا جاذب‌ها به علت داشتن مقاومت شیمیایی بالا و پایداری حرارتی مناسب و نیز سازگار بودن با بسیاری از مواد مورد توجه قرار می‌گیرند. از نانوسیلیکا در تقویت بتن، زیست پزشکی، ساخت جوهر چاپ و لوازم آرایشی استفاده می‌شود [۳]. مقالات گوناگونی به بررسی سینتیک پخت نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات پلیمری پرداخته است و پخت مواد بوسیله آزمون‌های رئومتری و گرماسنجی روبشی تفاضلی بیشترین مقالات را به خود اختصاص داده‌اند [۴]. معادلات سینتیک پخت برای ارزیابی و بهینه‌سازی فرآیند تولید استفاده می‌شود. واکنش‌های پیچیده زیادی در زمان فرآیند پخت رزین اپوکسی وجود دارد، بنابراین، برای تعیین خواص نهایی رزین‌های پلیمری با مطالعه سینتیک پخت، می‌توان کیفیت محصول نهایی را افزایش داد. مدل‌سازی سینتیک تخریب گرمایی، به ابزاری اساسی برای مهندسان تبدیل شده است که منجر به کاهش هزینه‌ها و توسعه محصول طراحی شده، می‌شود [۵]. در ابتدای بررسی سینتیک پخت باید درجه پخت محاسبه شود و با مدل‌های متفاوت سرعت واکنش پخت برازش داده شده و بهترین مدل انتخاب شود، و درنهایت، پارامترهای سینتیک پخت (Ea,n,A) به دست می‌آیند [۶]. مدل‌سازی سینتیک پخت به دو روش، مدل‌دار (model fitting)، بدون مدل (model free) تقسیم‌بندی می‌شوند. در روش مدل‌دار، مدل‌های متفاوتی برروی داده‌های حاصل از آنالیز حرارتی برازش (curve fitting) می‌شوند، مدلی که بالاترین مجموع مربعات خطا (R2) را داشته باشد به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌شود، و در این روش انرژی فعال‌سازی و درجه واکنش به دست می‌آیند. در روش بدون مدل، فقط انرژی فعال‌سازی از شیب نمودار به دست می‌آید [۷]. در این پژوهش، به بررسی سینتیک پخت، ریخت شناسی، خواص رئولوژیکی و مکانیکی، انرژی فعال‌سازی، درجه پخت، جریان گرمایی و پایداری گرمایی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی پرشده با نانوذرات سیلیکا پرداخته شده است.

ساختار رزین اپوکسی و ریخت‌شناسی نانوکامپوزیت اپوکسی

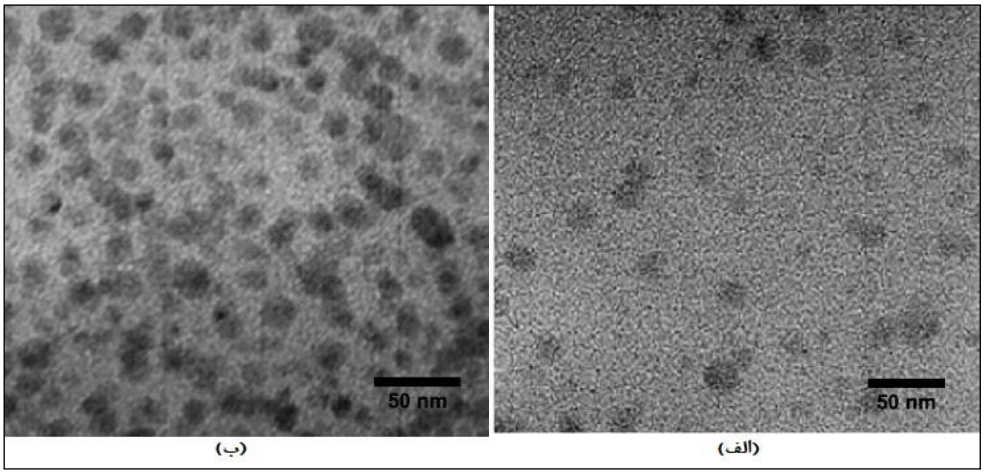
از واکنش اپی کلرو هیدرین و بیس فنولA، رزین اپوکسی تولید می‌شود. خواص آن‌ها بستگی به ترکیب خاص نوع رزین‌های اپوکسی و عوامل پخت مورد استفاده دارد. در شکل شماره۱، واکنش تولید رزین اپوکسی نمایش داده شده است.



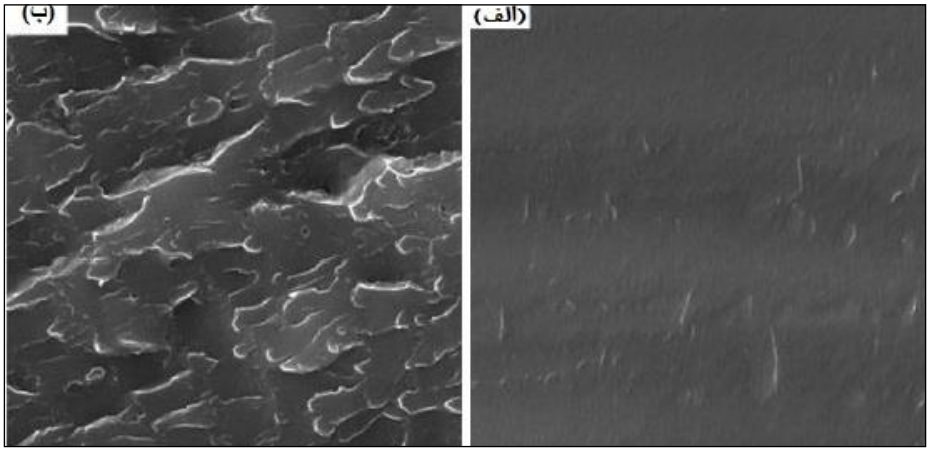
شکل۱- ساختار رزین اپوکسی [۸].

در شکل۲، تصاویر TEM [1]، نانوکامپوزیت‌های اپوکسی درحضور ۱/۳ و۱۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان داده شده است. نمونه (الف) حاوی ۱/۳ درصد وزنی نانو سیلیکا پراکنش مناسبی دارد و همچنین اثری از کلوخه‌ای شدن مشاهده نمی‌شود. با افزایش درصد وزنی نمونه (ب)، مقدار بسیار کمی کلوخه ای شدن دیده شده است و شفافیت نوری (optical transparency) افزایش یافته است [۹].

در پژوهشی دیگر اثر ۵ ،۱۵ و۲۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا در دو حالت پراکنشی به وسیله اختلاط برشی زیاد و کم بر ریخت‌شناسی رزین اپوکسی بررسی شد، نتایج نشان داد که در دو حالت نانوکامپوزیت‌های اپوکسی پراکنش مناسبی دارند و اثری از کلوخه‌ای شدن مشاهده نمی‌شود [۹]. در شکل۳، تصاویر SEM [2] سطوح شکست رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۱ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان داده شده است. نتایج نشان داد سطح شکست نمونه رزین اپوکسی خالص بسیار یکنواخت و به‌صورت خطوط رودخانه (river lines) است و با افزودن نانوذرات سیلیکا به ماتریس رزین اپوکسی، سطح شکست نانوکامپوزیت اپوکسی غیریکنواخت و زبر می‌شود و باعث کاهش رشد ترک، افزایش چقرمگی و استحکام نانوکامپوزیت اپوکسی می‌شود [۹].



شکل۲- تصاویر TEM نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانو سیلیکا (الف). ۱/۳ درصد وزنی (ب). ۱۵ درصد وزنی نانو سیلیکا [۹].



شکل۳- تصاویر SEM سطح شکست نمونه (الف). رزین اپوکسی (ب). نانو کامپوزیت اپوکسی در حضور ۱ درصد وزنی نانوسیلیکا [۹].

1. Transmission electron microscopy 2. scanning electron microscope

بررسی درجه پخت (روش‌های گرماسنج پویشی دیفرانسیلی و رئومتری) و مدل‌های سینتیک پخت نانوکامپوزیت‌های اپوکسی

α (درجه پخت) در روش رئومتری، براساس مدول ذخیره و در روش گرماسنج پویشی دیفرانسیلی بر اساس گرمای واکنش محاسبه می‌شود. در روش رئومتری $G'_{(t)}$ مدول ذخیره در هر زمان و $G'_{(0)}$ مدول ذخیره در زمان اولیه شروع واکنش است، همچنین $G'_{(\infty)}$ بیانگر مدول ذخیره در زمان بی‌نهایت است. در روش گرماسنج پویشی دیفرانسیلی، ΔH_t به معنای گرمای واکنش در هر لحظه و ΔH_T به معنی گرمای کلی واکنش پخت است.

$$\alpha = \frac{G'(t) - G'(0)}{G'(\infty) - G'(0)} \quad (۱)$$

$$\Delta H_t = \alpha \,.\, \Delta H_T \quad (۲)$$

مدل‌های تجربی بسیاری برای توصیف مدلسازی سینتیک پخت رزین‌های گرماسخت بررسی شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۱، نشان داده شده است. در این معادلات α درجه پخت، K_1 و K_2 ثابت‌های سرعت واکنش و پارامترهای m و n نماهای واکنش پخت هستند و همچنین T_p، دمای بیشینه پخت و R ثابت جهانی گازها است [۵-۱۵].

در جدول۱، E انرژی فعال‌سازی برحسب (kJ/mol)، β سرعت گرمادهی (C°/min) و C"، C' پارامترهای ثابت بدون بعد هستند [۱۲-۱۵].

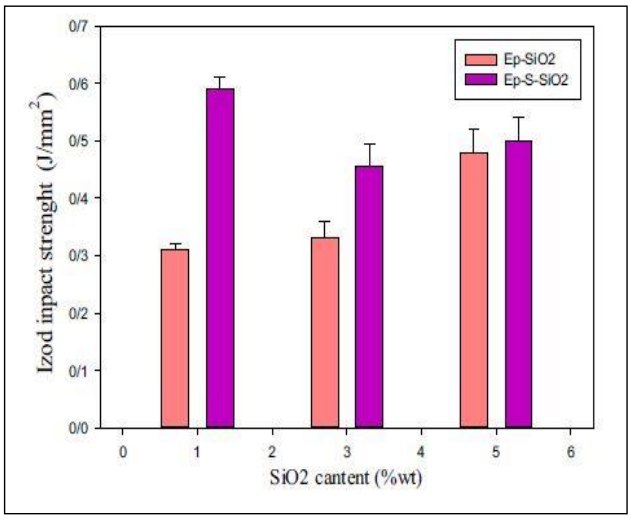
اثر نانوذرات سیلیکا بر خواص مکانیکی رزین اپوکسی

مطالعه مدول ذخیره رزین اپوکسی در حضور ۳،۱و۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان داد که با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، مدول ذخیره افزایش می‌یابد [۱۶]. مقایسه

جدول۱- مدل‌های سینتیک پخت [۵-۱۵].

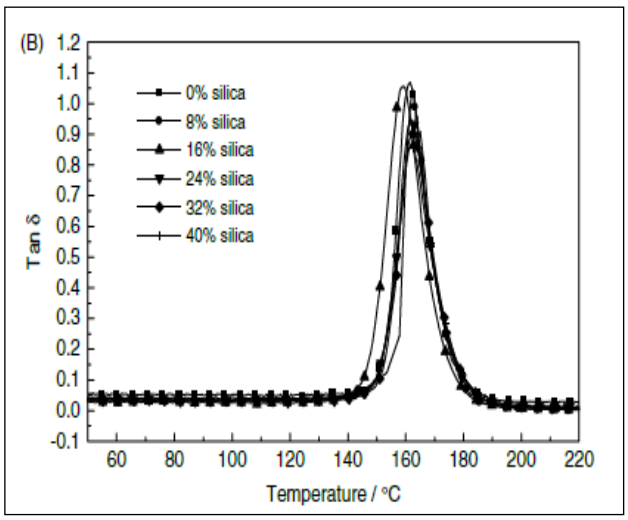
نام مدل	معادله
سیمون- گیلهام	$K_1(1-\alpha)^2 + K_2\alpha(1-\alpha)^2$ (۳)
کیسینجر	$Ln\frac{B}{T_P^2} = C' + \left(\frac{-Ea}{RT_p}\right)$ (۴)
اوزاوا	$LnB = C'' + \left(\frac{-Ea}{RT}\right)$ (۵)
مرتبه n ام	$\frac{d\alpha}{dt} = k\,.\,(1-\alpha)^n$ (۶)
سیستاک برگرن	$\frac{d\alpha}{dt} = k\alpha^m\,.\,(1-\alpha)^n$ (۷)
کمال	$\frac{d\alpha}{dt} = (k_1 + k_2\alpha^m)\,.\,(1-\alpha)^n$ (۸)

استحکام ضربه نانوکامپوزیت اپوکسی درحضور نانوذرات سیلیکا و نانوذرات سیلیکا اصلاح شده با گروه آمینی در شکل۴، نشان داده شده است. اصلاح سطح نانوکامپوزیت‌های اپوکسی باعث افزایش استحکام ضربه شده است که به علت افزایش چسبندگی و پیوند کووالانسی ایجاد شده بین رزین اپوکسی و نانوذرات سیلیکا اصلاح شده است [۱۷].



شکل۴- مقایسه استحکام ضربه نانوکامپوزیت اپوکسی درحضور نانوذرات سیلیکا و نانوذرات سیلیکا اصلاح‌شده با گروه آمینی [۱۷].

در پژوهشی دیگر اثر ۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا با اندازه ذرات ۳۰ و ۱۳۰ نانومتر بر چقرمگی شکست رزین اپوکسی نشان داد که افزایش نانوذرات با هر دو اندازه ذره باعث افزایش چقرمگی شکست شده و تقریبا رفتاری مشابه یکدیگر را دارند [۱۸]. آزمون دینامیکی مکانیکی (DMTA) نمونه نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور درصدهای متفاوت نانوذرات سیلیکا برای بررسی Tanδ در شکل۵، نشان داده شده است. با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی دمای انتقال شیشه‌ای تغییر چشمگیری ندارد و نمونه رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی تقریبا مقدار Tanδ برابری دارند [۱۹].



شکل۵- آزمون دینامیکی- مکانیکی نمونه نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور درصدهای متفاوت نانوذرات سیلیکا [۱۹].

در جدول۲، مدول نمونه رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی نشان داد شده است. نتایج نشان داد که با افزایش درصد وزنی نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، مدول افزایش می‌یابد، که این می‌تواند به دلیل ایجاد اتصالات شبکه‌ای مناسب میان نانوذرات سیلیکا و رزین اپوکسی باشد [۲۰].

جدول۲- مدول رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور درصدهای متفاوت نانوسیلیکا [۲۰].

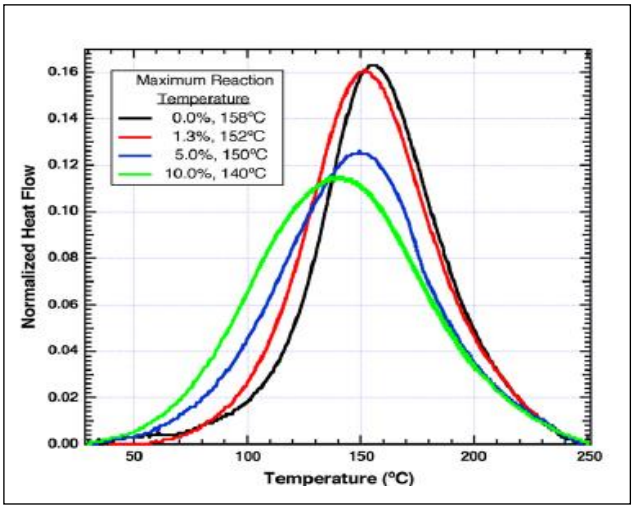
نمونه	مدول (Gpa)
رزین اپوکسی	۲/۹۶
نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۴ درصد وزنی نانوسیلیکا	۳/۲۰
نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۸ درصد وزنی نانوسیلیکا	۳/۴۲
نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱۵درصد وزنی نانوسیلیکا	۳/۶۰

در پژوهشی دیگر، بررسی مدول رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۱۰،۵ و ۱۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان داد که با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، مدول یانگ به صورت خطی افزایش می‌یابد که به دلیل افزایش پراکنش نانوذرات

سیلیکا در ماتریس رزین اپوکسی و کاهش تمرکز تنش است [۲۰].

اثر نانوذرات سیلیکا بر جریان گرمایی و درجه پخت رزین اپوکسی

مطالعه جریان گرمایی رزین اپوکسی و سخت‌کننده دی اتیل دی آمینو تولوئن و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۱/۳، ۵ و ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا بررسی شد. نتایج در شکل ۶، نشان داد که با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی دمای بیشینه جریان گرمایی و دمای پخت نانوکامپوزیت کاهش می‌یابد و همچنین آنتالپی کل واکنش تغییری نمی‌کند و افزودن نانوذرات سیلیکا باعث پهن‌تر شدن منحنی جریان گرمایی نانوکامپوزیت اپوکسی می‌شود. در ابتدای واکنش، رزین اپوکسی و سخت‌کننده آمینی برای شروع واکنش نیاز به دمای بیشتری دارند و پیک نمودار باریک است و با افزودن نانوذرات سیلیکا و حضور گروه OH در ساختار این نوع نانوذرات باعث افزایش واکنش پخت رزین اپوکسی و سخت‌کننده می‌شود و با افزایش درصد وزنی نانوذرات سیلیکا، (حضور بیشترگروه OH) واکنش پخت سریعتر انجام می‌شود و به دماهای کمتر انتقال پیدا می‌کند و باعث پهن‌تر شدن پیک نمودار می‌شود [۲۱،۲۲].



شکل۶- نمودار جریان گرمایی رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۱/۳، ۵ و ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا [۲۱].

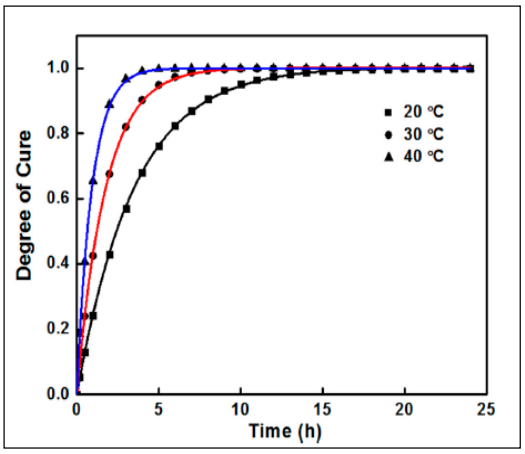
در پژوهشی دیگر، اثر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا در سرعت گرمادهی ۱۰C°/min، بر جریان گرمایی رزین اپوکسی و سخت‌کننده دی آمینو دی فنیل آمین (DDA) بررسی شد و نتایج نشان داد که حضور گروه OH در ساختار نانوذرات سیلیکا در واکنش پخت با رزین اپوکسی به عنوان یک کاتالیست عمل می‌کند و واکنش پخت به محدوده دمای کمتر انتقال پیدا می‌کند و همچنین دمای بیشینه پخت با افزودن نانوذرات سیلیکا، کاهش می‌یابد [۲۲]. بررسی جریان گرمایی نمونه رزین اپوکسی خالص و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا و نانوذرات سیلیکا اصلاح‌شده با گروه سیلان نشان داد که رفتار جریان گرمایی نمونه اصلاح‌شده با نمونه رزین اپوکسی مشابه یکدیگر است و گروه سیلانی از نقش کاتالیزوری گروه OH نانوذرات سیلیکا در واکنش پخت با رزین اپوکسی جلوگیری می‌کند، و نمونه اصلاح‌نشده باعث کاهش دمای پخت نانوکامپوزیت می‌شود [۲۳]. مطالعه اثر افزودن نانوذرات سیلیکا بر جریان گرمایی رزین اپوکسی نشان داد که در سرعت‌های گرمادهی ۱۰،۱۵و ۲۰C°/min، افزایش دما منجر به پیک‌های کوچکی در منحنی جریان گرمایی می‌شود که به دلیل فرآیند اتری شدن و کمبود گروه آمینی و فراوانی گروه OH در ساختار نانوذرات سیلیکا در واکنش پخت با رزین اپوکسی است [۲۴]. مقایسه دمای بیشینه پخت رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا نشان داد که رفتار مشابه یکدیگر دارند و افزودن پلی اتیلن گلایکول (PEG)، به نانوکامپوزیت اپوکسی باعث افزایش دمای بیشینه جریان گرمایی می‌شود [۲۵]. اثر اصلاح سطح فیزیکی نانوذرات سیلیکا با پلی اتیلن ایمین (PEI) برروی رفتار جریان گرمایی رزین اپوکسی در سرعت‌های گرمادهی ۲/۵، ۵، ۷و ۱۰C°/min بررسی شد و نتایج نشان دادند که اصلاح سطح باعث کاهش دمای بیشینه نانوکامپوزیت اپوکسی در مقایسه با رزین اپوکسی خالص می‌شود و فرآیند پخت تک مرحله‌ای است. گروه NH_2 در ساختار پلی اتیلن ایمین باعث افزایش واکنش گروه آمین نوع دوم و سوم می‌شود و باز شدن حلقه

اپوکسی (ring opening)، راحت‌تر انجام می‌شود و در نتیجه اصلاح سطح فیزیکی باعث تسهیل واکنش پخت نانوکامپوزیت اپوکسی می‌شود [۲۶]. بررسی اثر ۳،۱ و۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا بر جریان گرمایی رزین اپوکسی از نوع پودری (Powder)، نشان داد که حضور نانوذرات تاثیر چشمگیری بر جریان گرمایی رزین اپوکسی ندارد و رفتاری مشابه رزین اپوکسی خالص دارد [۲۷]. مقایسه درجه پخت نمونه نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا و رزین اپوکسی خالص و سخت‌کننده دی آمینو دی فنیل آمین (DDA) نشان داد که نانوذرات سیلیکا باعث افزایش درجه پخت می‌شود و زمان واکنش پخت کاهش پیدا می‌کند و این بدان معناست که نانوذرات سیلیکا می‌تواند نقش کاتالیزوری در واکنش پخت داشته باشد [۲۲]. در جدول۳، اثر ۳،۱ و۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا بر درچه پخت بررسی شده است. نتایج نشان داد حضور نانوذرات سیلیکا درجه پخت را افزایش داده است [۲۸].

جدول۳- درجه پخت رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور درصدهای متفاوت نانو سیلیکا [۲۸].

نمونه	درجه پخت
رزین اپوکسی	۰/۸۵
نانو کامپوزیت اپوکسی در حضور ۱درصد وزنی نانوسیلیکا	۰/۹۳
نانو کامپوزیت اپوکسی در حضور ۳درصد وزنی نانوسیلیکا	۰/۹۶
نانو کامپوزیت اپوکسی در حضور ۵درصد وزنی نانوسیلیکا	۰/۹۹

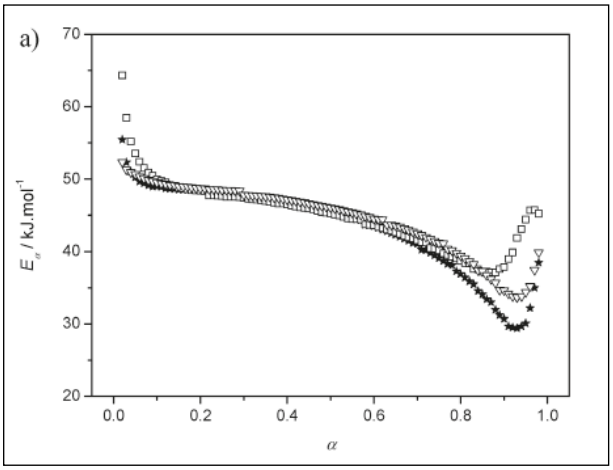
اثر 10phr، نانوذرات سیلیکا اصلاح‌شده با گروه سیلانی بر درجه پخت رزین اپوکسی در دماهای ۱۰۰،۱۱۰،۱۲۰،۱۳۰و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که این نوع نانوذرات در این دماها، تاثیر چندانی بر مقدار درجه پخت ندارد و درجه پخت نانوکامپوزیت اپوکسی در دماهای بالاتر کاهش می‌یابد [۲۹]. شکل۷، درجه پخت نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱/۵ درصد نانوذرات سیلیکا و سخت‌کننده فنولیک آمین در دماهای ۲۰،۳۰و۴۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند که دما و زمان دو عامل مهم برای درجه پخت است و پخت مناسب برای این نانوکامپوزیت، دمای۴۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳ ساعت است [۳۰].



شکل۷- نمودار نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا و سخت‌کننده فنولیک آمین در دماهای ۲۰،۳۰و۴۰ درجه سانتی‌گراد [۳۰].

اثر نانوذرات سیلیکا بر انرژی فعالسازی رزین اپوکسی

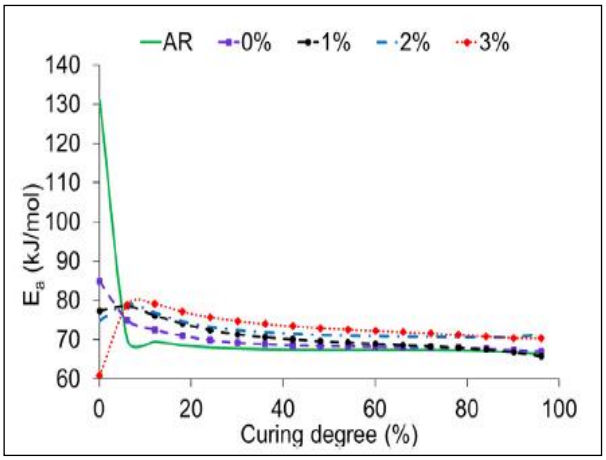
شکل ۸، نمودار انرژی فعالسازی رزین اپوکسی خالص (نمونه ستاره) و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی را در حضور نانوذرات سیلیکا (نمونه مربع) و نانوذرات سیلیکا اصلاح‌شده با گروه سیلان (نمونه مثلث) نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند که به غیر از ابتدا و انتهای واکنش.



شکل۸- نمودار انرژی فعال‌سازی رزین اپوکسی خالص(نمونه ستاره) و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا(نمونه مربع) و نانوذرات سیلیکا اصلاح شده با گروه سیلان(نمونه مثلث) [۲۳].

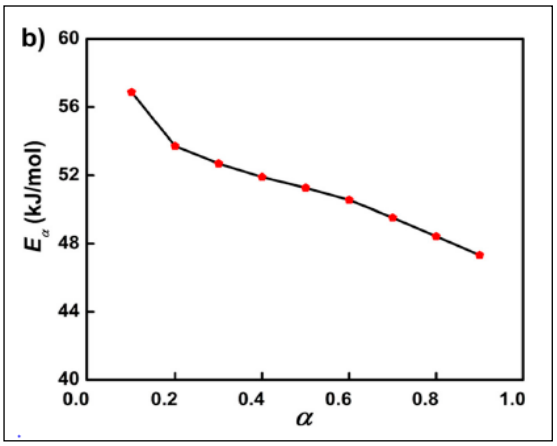
هر سه نمونه رفتاری مشابه یکدیگر دارند. در ابتدای واکنش، نانوکامپوزیت‌ها، در محدوده درجه پخت بین صفر تا ۰/۱ ، رفتار اتوکاتالیک از خود نشان می‌دهند که این به علت حضور گروه OH در ساختار نانوذرات سیلیکا است که یون اکسنیوم (oxonium ion) تولید می‌کند و با سخت‌کننده وارد واکنش می‌شود و در انتهای واکنش تحت شرایط نفوذ کنترل (Diffusion control) قرار می‌گیرد [۲۳]. مقایسه مقدار انرژی فعالسازی به دست آمده از مدل‌های کیسینجر، اوزاوا و KAS نشان داد که مقدار انرژی فعال‌سازی نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا و پلی اتیلن گلایکول، رفتاری مشابه یکدیگر ندارند و مقدار انرژی فعال‌سازی روش اوزاوا بیشتر از دو روش دیگر است. مقدار انرژی فعال‌سازی از مدل‌های کیسینجر، اوزاوا و KAS به ترتیب برابر ۹۶/۸۲، ۹۸/۶۹و۹۴/۱۴ $kJ.mol^{-1}$ است و در انتهای واکنش با توجه به شبکه‌ای شدن نانوکامپوزیت اپوکسی و کم شدن تحرک ملکولی، واکنش تحت شرایط نفوذ کنترل قرار می‌گیرد [۲۵].

در شکل۹، نمودار انرژی فعال‌سازی نمونه رزین اپوکسی پودری و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور، ۳،۱ و۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا از روش بدون مدل (model free) نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که رزین اپوکسی خالص در ابتدای واکنش، انرژی فعال‌سازی بیشتری برای شروع واکنش نیاز دارد و با افزودن نانوذرات سیلیکا، انرژی فعال‌سازی کاهش پیدا می‌کند و نانوذرات سیلیکا نقش کاتالیزوری در واکنش پخت با رزین اپوکسی دارد [۲۷].



شکل۹- نمودار انرژی فعال‌سازی رزین اپوکسی پودری و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور، ۳،۱ و۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا [۲۷].

در شکل۱۰، نمودار انرژی فعال‌سازی نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱/۵ درصد نانوذرات سیلیکا و سخت‌کننده فنولیک آمین نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که در ابتدای واکنش انرژی فعالسازی افزایش می‌یابد و پس از آن کاهش می‌یابد. فرآیند واکنش پخت به علت آنکه سخت‌کننده آمینی پیوند هیدروژنی دارد باعث باز شدن حلقه‌های رزین اپوکسی می‌شود و از نوع اتوکاتالیک است، و انرژی فعالسازی را کاهش می‌دهد. در ابتدای واکنش مقدار گروه‌های OH زیاد نیست و رفتار اتوکاتالیک مشاهده نمی‌شود و با افزایش گروه OH در واکنش بین رزین اپوکسی و نانوذرات، انرژی فعال‌سازی کاهش می‌یابد [۳۰].

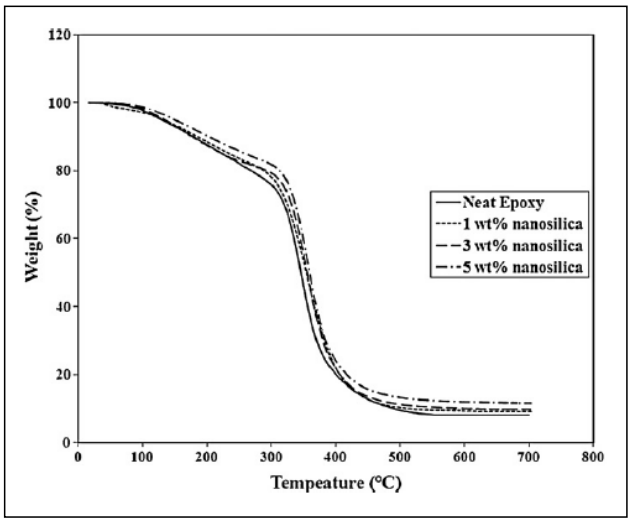


شکل۱۰- نمودار انرژی فعال‌سازی نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور۱/۵ درصد نانوذرات سیلیکا و سخت‌کننده فنولیک آمین [۳۰].

بررسی پایداری گرمایی و سنتیک تخریب نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا

شکل ۱۱، نمودار آنالیز گرماوزن‌سنجی رزین اپوکسی خالص و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۳،۱ و ۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا در محیط نیتروژن در سرعت گرمادهی ۲۰C°/min از دمای محیط تا دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی دمای بیشینه تخریب گرمایی و درصد ذغال باقیمانده تخریب حرارتی، افزایش می‌یابد و این بدان معناست که نانوذرات سیلیکا باعث افزایش

پایداری گرمایی شده است [۳۱].



شکل ۱۱- نمودار آنالیز گرماوزن‌سنجی رزین اپوکسی خالص و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور ۳،۱ و ۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا در محیط نیتروژن [۳۱].

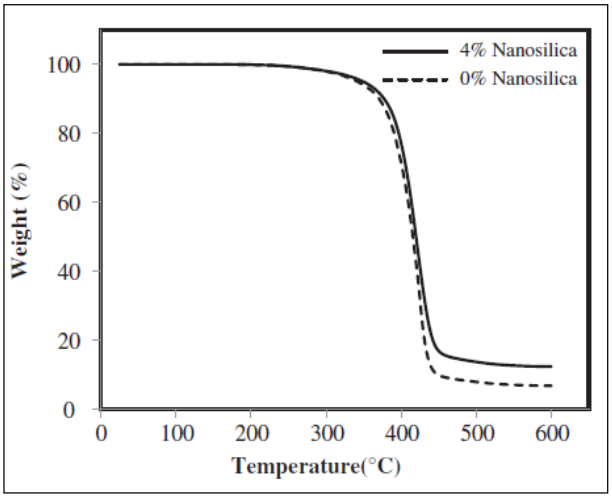
در پژوهشی دیگر، اثر نانوذرات سیلیکا بر رزین اپوکسی و سخت‌کننده دی آمینو دی فنیل سولفون (DDS)، در محیط اکسیژن از دمای محیط تا دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گرداد بررسی شد. نتایج نشان دادند که با افزودن نانوذرات سیلیکا به مقدار ۲۰ و ۴۰ درصد وزنی، درصد ذغال باقیمانده، دمای ۵۰ درصد کاهش وزن (T_{50})، و پایداری گرمایی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در مقایسه با رزین اپوکسی خالص افزایش یافته است [۳۲] درجدول۴، داده‌های آنالیز گرماوزن‌سنجی رزین اپوکسی و سخت‌کننده دی آمینو بنزامید (DQPB) و نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا که در محیط نیتروژن و سرعت گرمادهی ۱۰C°/min از دمای محیط تا ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، درصد ذغال باقیمانده و دمای بیشینه تخریب گرمایی افزایش می‌یابد و پایداری گرمایی بهبود می‌یابد و همچنین دمای ۱۰ درصد کاهش وزن (T_{10})کاهش می‌یابد. سنتیک تخریب گرمایی با استفاده از مدل هوروویتزمتزگر بررسی شد و نتایج نشان دادند که حضور نانوذرات سیلیکا باعث افزایش پایداری گرمایی شده است [۳۳].

نانوکامپوزیت اپوکسی در دمای ۴۰۰ تا۶۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند باعث بهبود پایداری گرمایی شود و از دمای محیط تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد نمونه رزین اپوکسی خالص، رفتار تخریب گرمایی مشابه نانوکامپوزیت اپوکسی دارد [۳۳]. پایداری گرمایی نانوکامپوزیت اپوکسی درحضور ۲۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا و ۵، ۱۰ و۱۵ درصد وزنی میکروذرات تیتانیوم اکساید در محیط نیتروژن از دمای محیط تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد بررسی شد. نتایج نشان دادند که حضور میکروذرات تیتانیوم اکساید بیش از ۵ درصد وزنی باعث افزایش کلوخه‌ای شدن می‌شود و پایداری گرمایی کاهش می‌یابد و همچنین حضور ۵ درصد وزنی میکروذرات تیتانیوم اکساید در رزین اپوکسی/ نانوسیلیکا، باعث افزایش پایداری گرمایی می‌شود که به علت افزایش چگالی شبکه‌ای شدن (crosslinking density) است [۳۴]. مقایسه دمای بیشینه تخریب گرمایی رزین اپوکسی خالص و سخت‌کننده انیدریدی و نانوکامپوزیت اپوکسی و ۵، ۱۳ و۲۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان دادند که حضور نانوذرات سیلیکا باعث افزایش دمای بیشینه تخریب گرمایی شده و پایداری گرمایی را افزایش می‌دهد و این

جدول۴- داده‌های آنالیزگرماوزن سنجی رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا [۳۳].

نمونه	T_{10}(°c)	T_{max}(°c)	انرژی اکتیواسیون (kJ/mol)
رزین اپوکسی	۳۹۰	۴۳۰	۱۴۸
نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا	۳۹۰	۴۳۶	۱۶۰

بدان معناست که پیوند فصل مشترک رزین اپوکسی و نانوذرات بسیار قوی است [۳۵]. پایداری گرمایی رزین اپوکسی و سخت کننده تولوئن دی آمین (TDA)، در مقایسه با هیبرید نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور همزمان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا و نانوذرات گرافن اکساید نشان داد که با توجه به تشکیل پیوند کووالانسی و اثر هم‌افزایی (synergistic) نانوذرات پلیمری، پایداری گرمایی افزایش می‌یابد [۳]. اثر اصلاح سطح نانوذرات سیلیکا با گروه آمینوسیلان بر تخریب گرمایی رزین اپوکسی از دمای محیط تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد در محیط اکسیژن بررسی شد. نتایج نشان دادند که اصلاح سطح باعث بهتر شدن فرایند شبکه‌ای شدن می‌شود و پایداری گرمایی در مقایسه با رزین اپوکسی خالص بهبود می‌یابد که این به دلیل پراکنش مناسب نانوذرات اصلاح شده در ماتریس اپوکسی است که می‌تواند از تخریب گرمایی رزین اپوکسی جلوگیری کند [۳۷]. در شکل ۱۲، اثر ۴ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا بر رفتار تخریب حرارتی رزین اپوکسی دارای گروه وینیل استر نشان داده شده است. با افزودن نانوذرات سیلیکا دمای بیشینه تخریب گرمایی و درصد ذغال باقیمانده نانوکامپوزیت اپوکسی و همچنین پایداری گرمایی افزایش یافته است. نانوذرات سیلیکا به دلیل کم بودن پتانسیل انرژی سطح می‌تواند به مانند یک عایق عمل کند و تخریب گرمایی را کاهش دهد [۳۸-۴۸].



شکل۱۲. نمودار درصد کاهش وزن رزین اپوکسی و نانو کامپوزیت اپوکسی [۳۸].

حضور سخت‌کننده (DEP) حاوی گروه فسفر (phosphorous) در ترکیب رزین اپوکسی/ نانوذرات سیلیکا باعث افزایش پایداری گرمایی می‌شود و همچنین گروه فسفر با نانوذرات سیلیکا اثر هم‌افزایی دارد [۳۹-۴۸].

نتیجه گیری

نتایج عکس‌های آنالیز TEM مربوط به نانوکامپوزیت‌های اپوکسی درحضور ۱/۳ و۱۵ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا نشان داد که نمونه حاوی ۱/۳ درصد وزنی نانوسیلیکا پراکنش مناسبی دارد و همچنین اثری از کلوخه‌ای شدن مشاهده نمی‌شود و با افزایش درصد وزنی، مقدار بسیار کمی کلوخه‌ای شدن دیده شده است و شفافیت نوری افزایش یافته است. با افزودن نانوذرات سیلیکا به رزین اپوکسی، دمای انتقال شیشه‌ای تغییر چشمگیری ندارد و نمونه رزین اپوکسی و نانوکامپوزیت‌های اپوکسی تقریبا مقدار Tanδ برابری دارند. اثر اصلاح سطح فیزیکی نانوذرات سیلیکا با پلی‌اتیلن ایمین برروی رفتار جریان گرمایی رزین اپوکسی نشان داد که اصلاح سطح باعث کاهش دمای بیشینه نانوکامپوزیت اپوکسی در مقایسه با رزین اپوکسی خالص می‌شود و فرآیند پخت تک‌مرحله‌ای است. مقایسه درجه پخت نمونه نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور ۱۰ درصد وزنی نانوذرات سیلیکا و رزین اپوکسی خالص و سخت‌کننده دی آمینو دی فنیل آمین نشان داد که حضور نانوذرات سیلیکا باعث افزایش درجه پخت و کاهش زمان واکنش پخت شده است، که این بدان معناست که نانوذرات سیلیکا می‌توانند نقش کاتالیزوری در واکنش پخت داشته باشند. مقدار انرژی فعالسازی نانوکامپوزیت اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا و پلی‌اتیلن گلایکول، رفتار مشابه یکدیگر ندارند و مقدار انرژی فعالسازی روش اوزاوا بیشتر از دو روش دیگر است و در انتهای واکنش با توجه به شبکه‌ای شدن نانوکامپوزیت اپوکسی و کم شدن تحرک ملکولی، واکنش تحت شرایط نفوذ کنترل است. حضور نانوذرات سیلیکا باعث افزایش پایداری گرمایی و کاهش تخریب حرارتی نانوکامپوزیت‌های اپوکسی می‌شود که به

دلیل کم بودن پتانسیل انرژی سطح می‌تواند به مانند یک عایق عمل کند و تخریب گرمایی را کاهش دهد. حضور همزمان نانوذرات سیلیکا با میکروذرات تیتانیوم اکساید و گرافن اکساید باعث بهبود پایداری گرمایی شده است. با توجه به عدم اطلاعات کافی و تحقیق در زمینه سینتیک تخریب نانوکامپوزیت‌های اپوکسی در حضور نانوذرات سیلیکا، نمی‌توان گزارش کافی و اطلاعات زیادی در مورد سینتیک تخریب گزارش کرد.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

1. Ahmadi Z., Epoxy in nanotechnology: A short review, Prog. Org. Coat,132, 445-448, (2019).
2. Martone A, Formicola C, Giordano M, Zarrelli M. Reinforcement efficiency of multi- walled carbon nanotube/epoxy nano composites. Compos. Sci. Technol, 70, 1154- 1160,(2010).
3. Hsieh, T.H.; Kinloch, A.J.; Masania, K.; Taylor, A.C.; Sprenger, S. The mechanisms and mechanics of thetoughening of epoxy polymers modified with silica nanoparticles, Polym, 51, 6284-6294, (2010).
4. Tezel G.B , Sarmah A, Desai S, Vashisth A, Micah J. G, Kinetics of carbon nanotube-loaded epoxy curing: Rheometry, differential scanning calorimetry, and radio frequency heating, Carbon ,175,1-10,(2021).
5. Ngo T. D., Ton That., Hoa M.T., Cole K. C., Curing kinetics and mechanical properties of epoxy nanocomposites based on different organoclays., Polym. Eng.Sci ,47, 649-661, (2007)
6. H. Zhang, L. Tang, Z. Zhang, L. Gu, Y. Xu, C. Eger, Wear-resistant and transparent acrylate-based coating with highly filled nanosilica particles, Tribol. Int. 43 , 83–91,(2010).
7. Florian H. Gojny, Malte H.G. Wichmann, Bodo Fiedler, Karl Schulte, Influence of different carbon nanotubes on the mechanical properties of epoxy matrix composites – A comparative study, Compos. Sci .Technol, 65 , 2300-2313, ,(2005).
8. Forcellese A, Simoncini M, Vita A, Giovannelli A, Leonardi L, Performance analysis of MWCNT/Epoxy composites produced by CRTM, J. Mater. Process. Technol., 286 , 116839, (2020).
9. Fulmali, A. O., Kattaguri, R., Mahato, K. K., Prusty, R. K. & Ray, B. C. Effect of CNT addition on cure kinetics of glass fiber/ epoxy composite. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 338, 012003, (2018).
10. Ahn SN, Lee HJ, Kim BJ, Tan LS, Baek JB. Epoxy/Amine-Functionalized Short- Length Vapor Grown Carbon Nanofiber Composites. J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem. , 46, 7473-7482,(2008).
11. Cha J, Jun GH, Park JK, Kim JC, Ryu HJ, Hong HS. Improvement of modulus, strength and fracture toughness of CNT/Epoxy nanocomposites through the functionalization of carbon nanotubes. Compos Part B-Eng., 129, 169-179,(2017).
12. Cha J, Jin S, Shim JH, Park CS, Ryu HJ, Hong SH. Functionalization of carbon nanotubes for fabrication of CNT/epoxy nanocomposites. Mater. Des. , 95, 1-8,(2016)

13. Dutta AK, Penumadu D, Files B. Nanoindentation testing for evaluating modulus and ardness of single-walled carbon nanotube–reinforced epoxy composites. J MATER RES , 19 (1), 158-164,(2004)
14. J.C. Domínguez. J.c, M.V. Alonso,m.v, M. Oliet.M, E. Rojo, F. Rodríguez, Kinetic study of a phenolic-novolac resin curing procesby rheological and DSC analysis, Thermochim. Acta, 498 , 39-44,(2010).
15. Málek J , A computer program for kinetic analysis of non-isothermal thermoanalytical data, Thermochim. Acta,138, 337-346,(1989).
16. Allahverdi, A., Ehsani, M., Janpour, H. & Ahmadi, S. The effect of nanosilica on mechanical, thermal and morphological properties of epoxy coating. Prog. Org. Coatings 75, 543–548 (2012).
17. Kamran-Pirzaman, A., Rostamian, Y. & Babatabar, S. Surface improvement effect of silica nanoparticles on epoxy nanocomposites mechanical and physical properties, and curing kinetic. J. Polym. Res. 27, 13 (2020).
18. Conradi, M., Zorko, M., Kocijan, A. & Verpoest, I. Mechanical properties of epoxy composites reinforced with a low volume fraction of nanosilica fillers. Mater. Chem. Phys. 137, 910–915 (2013).
19. Pethrick, R. A., Miller, C. & Rhoney, I. Influence of nanosilica particles on the cure and physical properties of an epoxy thermoset resin. Polym. Int. 59, 236–241 (2010).
20. Sprenger, S. Epoxy resin composites with surface-modified silicon dioxide nanoparticles: A review. J. Appl. Polym. Sci. 130, 1421–1428 (2013).
21. Chen, C., Justice, R. S., Schaefer, D. W. & Baur, J. W. Highly dispersed nanosilica–epoxy resins with enhanced mechanical properties. Polymer (Guildf). 49, 3805–3815 (2008).
22. Alzina, C., Sbirrazzuoli, N. & Mija, A. Epoxy-amine based nanocomposites reinforced by silica nanoparticles. Relationships between morphologic aspects, cure kinetics, and thermal properties. J. Phys. Chem. C 115, 22789–22795 (2011).
23. Tikhani, F., Jouyandeh, M., Jafari, S. H., Chabokrow, S., Ghahari, M., Gharanjig, K., Klein, F., Hampp, N., Ganjali, M. R., Formela, K. & Saeb, M. R. Cure Index demonstrates curing of epoxy composites containing silica nanoparticles of variable morphology and porosity. Prog. Org. Coatings 135, 176–184 (2019).
24. Ghaemy, M., Nasab, S. M. A. & Barghamadi, M. Nonisothermal cure kinetics of diglycidylether of bisphenol-A/amine system reinforced with nanosilica particles. J. Appl. Polym. Sci. 104, 3855–3863 (2007)
25. H. Nowruzi Varzeghani, I. Amiri Amraei, S.R. Mousavi, Dynamic Cure Kinetics and Physical-Mechanical Properties of PEG/Nanosilica/Epoxy Composites, Int. J. Polym. Sci. 2020 (2020).
26. S. Ghiyasi, M.G. Sari, M. Shabanian, M. Hajibeygi, P. Zarrintaj, M. Rallini, L. Torre, D. Puglia, H. Vahabi, M. Jouyandeh, F. Laoutid, S.M.R. Paran, M.R. Saeb, Hyperbranched poly(ethyleneimine) physically attached to silica nanoparticles to facilitate

curing of epoxy nanocomposite coatings, Prog. Org. Coatings. 120 , 100-109,(2018).

27. M. Fernández-Álvarez, F. Velasco, A. Bautista, J. Abenojar, Effect of silica nanoparticles on the curing kinetics and erosion wear of an epoxy powder coating, J. Mater. Res. Technol. 9,455–464,(2020).

28. P. Rosso, L. Ye, Epoxy/Silica Nanocomposites: Nanoparticle-Induced Cure Kinetics and Microstructure, Macromol. Rapid Commun. 28 , 121–126, (2007).
29. C.F. Yang, L.F. Wang, S.M. Wu, C.C. Su, Characterization and curing kinetics of epoxy/silica nano-hybrids, Materials (Basel). 8 , 7032–7040, (2015).
30. T. Zheng, X. Wang, C. Lu, X. Zhang, Y. Ji, C. Bai, Y. Chen, Y. Qiao, Studies on curing kinetics and tensile properties of silica-filled phenolic amine/epoxy resin nanocomposite, Polymers (Basel). 11 (2019).
31. A. Allahverdi, M. Ehsani, H. Janpour, S. Ahmadi, The effect of nanosilica on mechanical, thermal and morphological properties of epoxy coating, Prog. Org. Coatings,75 , 543-548, (2012).
32. T.-M. Lee, C.-C.M. Ma, Nonaqueous synthesis of nanosilica in epoxy resin matrix and thermal properties of their cured nanocomposites, J. Polym. Sci. Part A Polym. Chem. 44 ,757–768, (2006).
33. M. Ghaemy, M. Bazzar, H. Mighani, Effect of nanosilica on the kinetics of cure reaction and thermal degradation of epoxy resin, Chinese J. Polym. Sci. (English Ed. 29, 141–148,(2011).
34. M. Parimalam, M.R. Islam, R.M. Yunus, Effects of nanosilica and titanium oxide on the performance of epoxy–amine nanocoatings, J. Appl. Polym. Sci. 136, 47901, (2019).
35. A. Jumahat, N.R. Zamani, C. Soutis, N.R.N. Roseley, Thermogravimetry analysis of nanosilica-filled epoxy polymer, Mater. Res. Innov. 18 , S6-274-S6-279, (2014).
36. R. Wang, D. Zhuo, Z. Weng, L. Wu, X. Cheng, Y. Zhou, J. Wang, B. Xuan, A novel nanosilica/graphene oxide hybrid and its flame retarding epoxy resin with simultaneously improved mechanical, thermal conductivity, and dielectric properties, J. Mater. Chem. A. 3 (2015)
37. M.M.A. Nikje, A.B. Garmarudi, Z.M. Tehrani, M. Haghshenas, S. Shakhesi, Thermal and Mechanical Evaluation of Epoxy Resin Composites by Synthesis of Amine-Based Coupling Agent-Nano Silica Complex, Polym. Plast. Technol. Eng.,50, 646–650, (2011).
38. V. Arabli, A. Aghili, The effect of silica nanoparticles, thermal stability, and modeling of the curing kinetics of epoxy/silica nanocomposite, Adv. Compos. Mater. 24 ,561–577, (2015).
39. Y.-L. Liu, W.-L. Wei, K.-Y. Hsu, W.-H. Ho, Thermal stability of epoxy-silica hybrid materials by thermogravimetric analysis, Thermochim. Acta. 412, 139-147, (2004).

40. M.H.Karami, M.R. Kalaee, Review of curing kinetics of epoxy nanocomposites in the presence of iron oxide nanoparticles, Polymerization,)2021), DOI:10.22063/BASPARESH.2021.2824.1537.

41. M.H.Karami, M.R. Kalaee,S. Mazinani, V.G.Martínez, R.M.R.Wellen , A.M. Shanmugharaj, K.Kim, Isoconversional Model Approach and Cure Kinetics Of Epoxy/ NBR Nanocomposites", Proceeding of the 14th International Seminar on Polymer Science and Technology (ISPST 2020), Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 9-12 November, 10 (2020) Part4,9-10.

42. M.H.Karami, M.R. Kalaee, Curing of Epoxy/UFNBRP Nano Composites Using Calorimetric Method, Proceeding of the 11th International Chemical Engineering Congress & Exhibition (IChEC 2020), Tehran University ,Fouman, Iran, 15-17 April (2020) 15-17.

43. M.H.Karami, M.R. Kalaee, S. Mazinani, Chemorheology of Nano acrylonitrile butadiene rubber (n-NBR)/epoxy nanocomposites", Proceeding of the 1st International Conference on Rheology (ICOR), Iran Polymer and Petrochemical Institute, Tehran, Iran, 17-18 December ,(2019)104-105 .

44. M.H.Karami, M.R. Kalaee, Chemorheology of epoxy nanocomposites in the presence of elastomeric nanoparticles, Proceeding of the National Conference on Advanced Technologies in Energy, Water and Environment, Sharif Energy Research Institute, Tehran, Iran,3March, (2021)209-216.

45. M.H.Karami, M.R. Kalaee, Modeling of curing kinetics of epoxy nanocomposites by time sweep method, Proceeding of the National Conference on Advanced Technologies in Energy, Water and Environment, Sharif Energy Research Institute, Tehran, Iran,3March ,(2021)234-241 .

46. M.H.Karami, M.R. Kalaee, A review of the applications of cross-linked elastomeric nanoparticles, Iranian Rubber Magazine,25 (2021)37-56 .

47. M.H.Karami, M.R. Kalaee, A review of the curing kinetics of epoxy nanocomposites/nano clay, Iran polymer technology, Research and development,6,29-38 (2021).

48. M.H.Karami, M.R. Kalaee, Review of degradation kinetics of epoxy nanocomposites in the presence of clay nanoparticles, Polymerization, (2021),DOI: 10.22063/BASPARESH.2021.2895.1552.

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

مدیریت

شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در صنعت تایرسازی (مطالعه موردی: شرکت ایران تایر)

Identifying the effective parameters on the promotion of human resource productivity in tire industry (case study: Iran tire co)

چکیده:

در دنیای کنونی مهم‌ترین عامل توسعه، ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی است. شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری منابع انسانی و اولویت‌بندی آن‌ها در ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی قابل توجه بوده است و می‌تواند نویدبخش دستیابی به بهره‌وری سازمانی و ملی باشد. در این پژوهش سعی بر آن است که شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی (مطالعه موردی: شرکت ایران تایر) ارائه شود. جامعه آماری تحقیق کارمندان و پرسنل شرکت تولیدی ایران تایر به تعداد ۱۲۰ نفر و حجم نمونه ۹۲ نفر تعیین شد. روش تحقیق حاضر توصیفی پیمایشی است. ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه‌ای به تعداد ۲۸ سوال محقق ساخته است. روائی پرسش‌نامه با استفاده از نظر خبرگان مورد تایید قرار گرفت و همچنین پایائی پرسش‌نامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ به مقدار ۹۱٪ به دست آمد که نشان از صحت و قابلیت بالای پرسش‌نامه می باشد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات از نرم افزار SPSS و آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و آزمون پارامتریک T-test استفاده گردید. نتایج نشان از تایید ۲ فرضیه و عدم تایید ۵ فرضیه است، بطوریکه فاکتورهای شناخت شغل و سازگاری محیطی بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در شرکت تولیدی ایران تایر موثر هستند و فاکتورهای توان، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی عملکرد و اعتبار تصمیم بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در این شرکت موثر نمی‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ایران تایر، ارتقاء، بهره‌وری، منابع انسانی

نوع مقاله: پژوهشی

بیژن محمدیان*

کارشناسی ارشد، مدیر عامل شرکت آویژه اتوماسیون پارس، تهران، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

* info@avijehpars.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲

مقدمه

نیروی انسانی و بهره‌وری آن، امروزه به عنوان مهم‌ترین متغیر مؤثر در دست‌یابی سازمان‌ها وشرکت‌ها به اهداف خود می‌باشد. عامل نیروی انسانی یکی از عمده‌ترین و مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار و تعیین‌کننده در موفقیت یا شکست سازمان‌ها است. بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری منابع انسانی می‌تواند راهکاری برای مدیران تصمیم‌گیرنده سازمان‌ها باشد تا با شناخت هرچه بهتر عوامل در ارتقاء آن‌ها بکوشند و برنامه‌ریزی مناسب داشته باشند. امروزه یکی ازمشکلات اساسی در سازمان‌ها و شرکت‌ها پایین بودن بهره‌وری کارکنان است. یکی از مهم‌ترین علل شکست حرکت‌های بهبود و بهره‌وری، بی‌توجهی نسبت به شناخت عوامل مؤثر بربهره‌وری است [۱]. بهره‌وری اغلب تفاوت بین سود و زیان و درواقع معیاری برای شناخت موفقیت یا عدم موفقیت است. در هر حال بهره‌وری اکثرا حاصل رویارویی با این واقعیت است که بازده و برون‌داد یک سازمان باید مساوی یا بیشتر از درون‌داد آن باشد [۲]. یکی از مسائل مهم در فرایند مدیریت این است که بسیاری از مدیران در نشان دادن ضعف‌های کارکنان مؤثر و قوی هستند ولی درکمک به علت‌یابی ضعف‌ها به همان میزان بهره‌ور نمی‌باشند. به عبارت دیگر بسیاری از مدیران در شناسائی مسأله قوی هستند، اما در تشخیص علت یا تحلیل آن ضعیف هستند [۳]. امروزه تنها عاملی که سرانجام جهت، سرعت و آهنگ رشد توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشور را تأمین می‌کند، منابع انسانی آن جامعه می باشد و نه سرمایه‌های فیزیکی یا منابع طبیعی و مادی. بنابراین، شرط اساسی بالندگی جامعه در توسعه سرمایه‌های انسانی و تربیت نیروی کار آن نهفته است. امروزه بهره‌وری فراتر از یک معیار و شاخص اقتصادی است و به عنوان یک رویکرد جامع، فرهنگ و نگرش نظام‌گرا و یک کل مرکب از همه اجزا مطرح است، به طوری که می‌تواند هر یک از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، سازمان و یا افراد را تحت تاثیر متقابل قرار دهد. بهره‌وری یکی از موضوع‌های اساسی است که در سطوح مختلف و در فعالیت‌های گوناگون بشری، سابقه چند صد ساله دارد و اهمیت آن در فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و صنعتی به شدت مورد تاکید قرار گرفته است. بدون شک در میان سرمایه‌های موجود، نیروی انسانی جایگاهی رفیع را به خود اختصاص داده است. باید به این نکته توجه کرد که پیشرفت هر ملتی وابسته به کار و تلاش همه اقشار جامعه است و بهره‌وری معیاری برای ارزیابی عملکرد این فعالیت‌ها و تلاش‌ها در بخش‌های مختلف اجتماعی و اقتصادی است. بهره‌وری در سازمان به عنوان عامل تعیین‌کنندهٔ حقوق و دستمزد، قیمت و دیگر عوامل تولید بشمار می‌آید، و نسبت‌های بهره‌وری برای مدیریت به عنوان یک وسیله کنترل در فرآیند تولید استفاده می‌شود و همچنین از آن به عنوان یک معیار مقایسه بین عملکردهای مؤسسات نیز استفاده می‌گردد [۴]. بهره‌وری در لغت به معنای قدرت تولید، بارور بودن و مولد بودن است. چند سالی است که این واژه در فرهنگ علمی و اداری کشور رایج شده است. در برخی نوشتارهای تحقیقاتی برای واژه بهره‌وری معادل‌هایی مانند راندمان، بازدهی، قدرت تولید و قابلیت تولید برگزیده شده است [۵]. از آن جا که نیروی انسانی یکی از عوامل مهم در بهره‌وری محسوب می‌شود و بهره‌وری منابع انسانی یکی از عوامل مؤثر در پیشرفت ارتقاء شغلی، زندگی، صنعتی و ملی هر فرد کشور است و شالوده ارتقاء بهره‌وری هر سیستم و سازمان بر نیروی انسانی استوار شده است، توجه به این منبع عظیم و بالقوه، باعث شکوفایی و توانمندی آن سیستم یا سازمان می گردد. لذا هدف تحقیق حاضر شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره وری منابع انسانی (مطالعه موردی : شرکت ایران تایر) است.

خیراندیش و همکاران [۶] در مقاله‌ای به بررسی شناسایی و رتبه‌بندی چالش‌های منابع انسانی به منظور ارتقای بهره‌وری دورکاری در سازمان‌های دولتی پرداختند. جامعه آماری تحقیق در مرحله شناسایی چالش‌ها، تعداد ۲۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان ستادی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی بود که تعداد ۱۴۴ نفر به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند و در مرحله

رتبه‌بندی از تعداد ۱۰ نفر از خبرگان جامعه آماری به روش نمونه‌گیری قضاوتی هدف‌مند استفاده شد. چالش‌های منابع انسانی از طریق مطالعه پیشینه نظری و تجربی شناسایی شدند و داده‌های موردنیاز به کمک پرسش‌نامه محقق ساخته گردآوری و از طریق تحلیل عاملی اکتشافی و همچنین روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل سلسله مراتبی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد چالش‌های مرتبط با مسائل شغلی، ویژگی‌های شخصیتی، کیفیت زندگی کاری، نگرش فردی، صلاحیت فردی و ویژگی‌های شخصی به‌ترتیب مهم‌ترین چالش‌های منابع انسانی افراد دورکار را تشکیل می‌دهند. محبی و همکاران [۷] در مقاله‌ای در جهت ارائه الگوی سیستمی ارتقای بهره‌وری منابع انسانی در دانشگاه، با رویکرد دیماتل فازی (مطالعه موردی: واحدهای دانشگاه آزاد استان آذربایجان شرقی) به تحقیق پرداختند. جامعه آماری این تحقیق شامل تمامی اعضای هیئت‌علمی واحدهای مختلف دانشگاه آزاد مستقر در استان آذربایجان شرقی در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ بوده است. ابزار گردآوری داده‌ها، دو نوع پرسش‌نامه محقق ساخته است که اولی در راستای شناسایی عوامل ارتقای بهره‌وری منابع در دانشگاه و بر مبنای طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت تهیه و تنظیم گردید. پرسش‌نامه نوع دوم بر مبنای انجام مقایسات زوجی مورد نیاز رویکرد سیستمی دیماتل فازی تهیه و تنظیم شده است. روایی پرسش‌نامه‌ها با رویکرد محتوایی و پایایی آن بر اساس رویکردهای سازگاری درونی و آزمون مجدد بررسی‌شده است. داده‌های حاصل از پرسش‌نامه نوع اول حاوی ۱۷ شاخص تحت آزمون آماری تی استیودنت قرار گرفته و ۵ عامل مؤثر بر ارتقای بهره‌وری منابع انسانی دانشگاهی شناسایی شد. در گام دوم پرسش‌نامه نوع دوم بر مبنای مقایسات زوجی مطابق با رویکرد سیستمی دیماتل تشکیل گردید. یافته‌ها نشان داد که زمینه‌سازی برای بروز خلاقیت و نوآوری، ارائه آموزش‌های هدفمند و بهره‌گیری از راهبردها و رویه‌های مناسب مدیریت دانشی به‌عنوان عواملی با برآیند اثرگذاری و اثرپذیری بالا در سیستم تحت مطالعه می‌باشند. همچنین ارائه آموزش‌های هدفمند به‌عنوان عاملی دارای برآیند بالاتر از منظر اثرگذاری بر سایر عامل‌های سیستم شناسایی شد. به‌علاوه دو عامل توسعه روندهای شایستگی‌سالاری در ترفیع، ارتقا و زمینه‌سازی برای بروز و ظهور خلاقیت و نوآوری در سازمان به عنوان دو عامل با برآیند اثرپذیری از سایر عامل‌ها شناسایی‌شده است. بهارین و همکاران [۸] در مقاله‌ای به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری منابع انسانی بر بهره‌وری نیروی کار در اندونزی به تحقیق پرداختند. پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیل ARDL به بررسی اثر سرمایه انسانی بر بهره‌وری نیروی کار در اندونزی می پردازد. این مطالعه از متغیر سرمایه انسانی به همراه سطح جایگزین آموزش نیروی کار، وضعیت سلامت نیروی کار و بهره‌وری نیروی کار استفاده می‌کند. داده‌های مورد استفاده از مطالب منتشر شده توسط بانک جهانی بین سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۴ به دست آمده است. نتایج تحلیل مبتنی بر روش ARDL[1] نشان داد که تحلیل‌های کوتاه‌مدت شامل متغیرهای مربوط به تحصیلات ابتدایی، دبیرستانی و دانشگاهی و همچنین متغیرهای مربوط به بهداشت، تاثیر مثبت و معناداری برروی بهره‌وری نیروی کار دارند. در مقابل، تحلیل طولانی‌مدت شامل تحصیلات ابتدایی و دبیرستان اثر مثبتی بر بهره‌وری نیروی کار داشت در حالی که متغیر تحصیلات دانشگاهی به اثر منفی معنادار منجر می‌شد. اگرچه متغیر سلامت نیروی کار واجد اثر مثبت بود، اما این اثر معنادار نیست. این مسئله نشان می‌دهد که کیفیت سرمایه انسانی در اندونزی هنوز هم مشکلی پیش‌روی بهره‌وری نیروی کار است. گورمو و همکاران [۹] نیز در مقاله‌ای به شناسایی و رتبه‌بندی فاکتورهای موثر بر بهره‌وری منابع انسانی پرداختند. داده‌های کمی، از ۳۹ پیمانکار در پروژه‌های ساختمانی چند طبقه به اتمام رسیده بین سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۶ جمع‌آوری شد. تجزیه‌وتحلیل همبستگی انجام شد و ارتباطات بین بهره‌وری، شیوه‌های مدیریت منابع انسانی (HRM[2])، پروفایل شرکت و مشخصات پروژه بررسی شد. نتایج نشان داد که برای دستیابی به بهره‌وری بالاتر یا پایین‌تر در مقایسه با بهره‌وری پایه، یکی از

1. Autoregressive Distributed Lag 2. Human Resource Management

اقدامات مهم، تجزیه‌وتحلیل بهره‌وری نیروی کار در پروژه‌های عمرانی است. مک و همکاران [۱۰] در مقاله‌ای در خصوص تجزیه و تحلیل پیشرفته ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی به تحقیق پرداختند. این تحقیق با استفاده از بانک اطلاعاتی Scopus انجام شد و از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ را پوشش داد که نتیجه آن ۱۱۵ مقاله علمی بود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از طریق ابزارهای تحلیل محتوا و پردازش آماری چکیده‌ها توسط نرم‌افزار Alceste، نسخه ۲۰۱۵ انجام شده است. نتایج نشان از تاثیر مثبت ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی دارد. آلیو و همکاران [۱۱]. در مقاله‌ای به بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری منابع انسانی برروی پروژه‌های ساخت‌وساز در اتیوپی پرداختند. در این مطالعه، عوامل موثر بر بهره‌وری منابع انسانی برروی پروژه‌های ساخت‌وساز در اتیوپی ابتدا شناسایی شدند و سپس رتبه‌بندی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انجام گرفته است. کرسیتنا برنارد و همکاران [۱۲] هم در مقاله خود اثر ادغام و حق مالکیت را بر روی بهره‌وری در بانک‌های اسپانیا بررسی کرده‌اند. همچنین در این تحقیق پیامدها و محدودیت‌های ادغام در یک محدوده زمانی و اثر آن در بلندمدت برروی بهره‌وری ارزیابی شده است. بر طبق نتایج به دست آمده، با ادغام بانک‌های اسپانیا بهبود بهره‌وری در طول دوره تجزیه‌وتحلیل نصف شده است. جان سیلوان [۱۳] نیز در مقاله‌اش به این نکته اشاره دارد که گذشته از اینکه بهره‌وری در سطح کلان(جامعه) تاثیرگذار است، در سطح خرد(فرد) هم نیز بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. به طور قطع ارتقای بهره‌وری داروی بسیار مؤثری در کم کردن حجم کارهاست. شاید بتوان گفت علت اصلی تنش و فشارهای روانی در بسیاری موارد، بهره‌وری پایین است. کسی که در کارهای روزانه‌اش به بهره‌وری نمی‌اندیشد فاقد ذهنیتی است که بتواند فعالیت‌های اثربخش و غیر اثربخش را در راه رسیدن به هدف تمییز دهد، بنابراین، نمی‌تواند حرکتی هدف‌دار داشته باشد، به علاوه قادر نیست کارآمدترین شیوه انجام فعالیت‌ها را انتخاب کند. به عبارت روشن‌تر اگر اندیشه و فکر بهره‌وری ضعیف باشد، انجام فعالیت بسیار مهم‌تر از تشخیص فعالیت‌های ضروری و غیرضروری جلوه خواهد کرد.

در این راستا، تصمیم گرفته شد تا عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در شرکت ایران تایر شناسایی و بررسی گردد. جهت انجام این کار، هفت فاکتور توان، شناخت شغل، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی عملکرد، اعتبار تصمیم و محیط که طبق نظریه هرسی – بلانچارد عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی می‌باشند، در شرکت تولیدی ایران تایر مورد بررسی قرار گرفت.

بخش تجربی

روش تحقیق

هدف این مقاله شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی (مطالعه موردی : شرکت ایران تایر) است. لذا روش تحقیق از حیث هدف کاربردی است زیرا نتیجه انجام این تحقیق به سازمان کمک می کند تا بتواند موثرترین عوامل در بهره‌وری را شناسایی کرده و با بکارگیری روش مدیریتی صحیح، به بالارفتن بهره‌وری سازمان کمک شایان توجهی کند. روش اجرا پیمایشی، انتخاب روش انجام تحقیق بستگی به ماهیت اهداف موضوع پژوهش دارد. با توجه به ماهیت ابزار پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات از دو روش کتابخانه‌ای میدانی استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق، پرسنل و کارمندان شرکت تولیدی ایران تایر به تعداد ۱۲۰ نفر می باشند. در این تحقیق، از نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده استفاده شده است. و حجم نمونه برابر با ۹۲ با استفاده از فرمول کوکران محاسبه شده است. جهت اندازه‌گیری داده‌های تحقیق از پرسش‌نامه محقق ساخته، استفاده شده است. تعداد سوالات پرسشنامه ۲۸ سوال و در قالب طیف لیکرت ۵ تایی تنظیم شده است. روائی پرسش‌نامه با استفاده از نظر خبرگان مورد تایید قرار گرفت و همچنین پایائی پرسش‌نامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ به مقدار ۹۱٪ به دست آمد که نشان از صحت و قابلیت بالای پرسش‌نامه می‌باشد.

در این مقاله به سؤالات زیر پاسخ خواهیم داد:

۱- آیا توان در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است ؟

۲- آیا شناخت مشاغل در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است؟

۳- آیا حمایت سازمانی در ارتقاء بهره وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است؟

۴- آیا عوامل انگیزشی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است؟

۵- آیا بازخورد عملکرد در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در شرکت ایران تایر مؤثر است؟

۶- آیا اعتبار تصمیمات در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است؟

۷- آیا سازگاری محیطی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است؟

همچنین فرضیاتی که در این مقاله در نظر گرفته شده‌اند عبارتند از:

۱- توان در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۲- شناخت مشاغل در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۳- حمایت سازمانی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۴- عوامل انگیزشی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۵- بازخورد عملکرد در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۶- اعتبار تصمیمات در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

۷- سازگاری محیطی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است.

شکل زیر مدل مفهومی تحقیق را نشان می‌دهد در این تحقیق متغیرهای توان، شناخت شغل، حمایت سازمانی، عوامل انگیزشی، بازخورد عملکرد، اعتبار و عوامل محیطی به عنوان متغیرهای مستقل پژوهش می‌باشند. متغیر وابسته دراین تحقیق بهره‌وری منابع انسانی است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها جهت بررسی فرضیه‌های تحقیق از نرم‌افزار SPSS و از آزمون نرمال بودن کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شده است. در این تحقیق، هفت فرضیه مطرح شده و شرایط رد یا قبول آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

If: Sig > α (=0.05) → H0 :داده‌های نرمال

Sig < α (=0.05) → H1 :داده‌های نرمال

همانطورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، سطح معناداری تمام

جدول ۱- نتایج آزمون نرمال بودن کولموگروف- اسمیرنوف

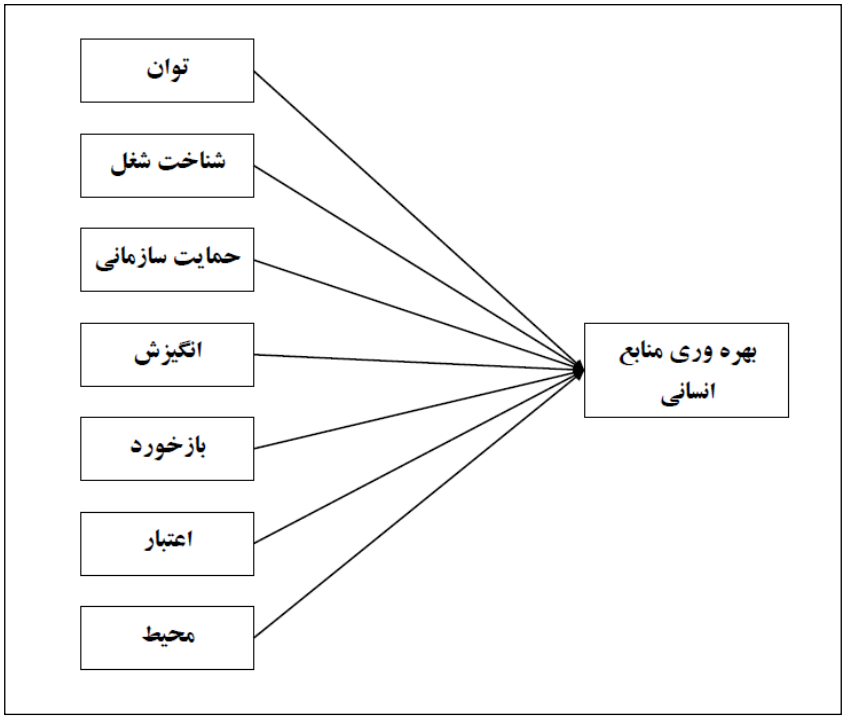
فرضیه‌های تحقیق	تعداد داده‌ها	میانگین	مقدارکولموگروف- اسمیرنوف	سطح معناداری
۱	۹۲	۴۲,۴۲۳۹	۰/۸۰۴	۰/۵۳۸
۲	۹۲	۵۴,۹۱۳۰	۰/۷۰۹	۰/۶۹۷
۳	۹۲	۴۱,۴۱۳۰	۰/۵۱۶	۰/۹۵۳
۴	۹۲	۴۰,۰۱۰۹	۱,۰۰۵	۰/۲۶۵
۵	۹۲	۳۵,۵۱۰۹	۰/۹۰۷	۰/۳۸۳
۶	۹۲	۳۶,۵۵۴۳	۰/۶۷۲	۰/۷۵۷
۷	۹۲	۴۴,۸۶۹۶	۰/۶۷۵	۰/۷۵۲

فرضیه‌های تحقیق، بالاتر از ۰/۰۵ است، لذا تمامی داده‌های تحقیق نرمال هستند و اثبات نرمال‌بودن داده‌های تحقیق محقق شده است. با توجه به اینکه داده‌های تحقیق نرمال هستند از آزمون پارامتریک T-test استفاده می‌شود.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با توجه به اینکه مقدار P در فرضیه‌های ۲ و ۷ کمتر از ۵ درصد است، فرضیه‌های صفر رد شده و فرضیه‌های تحقیق یا مورد پذیرش قرار می‌گیرند. اما در خصوص فرضیه های ۱ و ۳ و ۴و ۵ و ۶ با توجه به اینکه مقدار P بیشتر از ۵ درصد است، فرضیه های صفر تایید شده و فرضیه های پژوهش مورد پذیرش قرار نگرفتند.

جدول ۲- نتایج آزمون T-TEST

فرضیه‌های تحقیق	تعداد داده‌ها	میانگین	مقدار T	مقدار P	نتیجه
۱	۹۲	۴۲,۴۲۳۹	۱,۵۵	۰/۰۶۳	عدم تایید
۲	۹۲	۵۴,۹۱۳۰	۱۳,۳۵	۰/۰۰۰	تایید
۳	۹۲	۴۱,۴۱۳۰	۱,۱۲	۰/۱۳۳	عدم تایید
۴	۹۲	۴۰,۰۱۰۹	۰/۰۱	۰/۴۹۷	عدم تایید
۵	۹۲	۳۵,۵۱۰۹	-۳,۱۱	۰/۹۹۹	عدم تایید
۶	۹۲	۳۶,۵۵۴۳	-۳۸,۲	۰/۹۹۹	عدم تایید
۷	۹۲	۴۴,۸۶۹۶	۴,۷۰	۰/۰۰۰	تایید



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق برگرفته از ادبیات تحقیق

نتایج و بحث

هدف این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی (مطالعه موردی: شرکت ایران تایر) است. جهت انجام این کار، هر یک از هفت فاکتور (توان، شناخت شغل، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی عملکرد، اعتبار تصمیم و محیط) که طبق نظریه هرسی – بلانچارد عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی می‌باشند، در شرکت تولیدی ایران تایر مورد بررسی قرار گرفت.

مطابق فرضیه مورد قبول اول، عامل توان (استعداد ذاتی، تحصیلات مرتبط و تجربه کاری) در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر نیست و این بدان معنی است که مدیریت شرکت نتوانسته است از فاکتور توان جهت افزایش بهره‌وری نیروی انسانی خود بهره لازم و مناسب را ببرد. در تفسیر آن می‌توان گفت که پرسنل شرکت از توان (استعداد، تحصیلات و تجربه) لازم جهت انجام مناسب شغل‌های خود برخوردار نیستند. عدم انطباق استعداد شخص با کاری که باید انجام دهد باعث می‌شود که وی نتواند با شغل خود ارتباط مناسب روحی و جسمی برقرار کند. یعنی از عهده انجام کار بر نخواهد آمد و در نتیجه اثربخشی و کارائی وی کاهش می‌یابد. در این مورد پیشنهاد می‌شود که مدیریت شرکت با تدوین سیستم استخدامی مناسب و آزمون‌های لازم، استعداد موردنیاز هر شغل را مشخص کرده و در هنگام جذب و استخدام برای هر شغل آزمون‌های استاندارد لازم انجام گیرد و یکی از شرط‌های لازم استخدام، کسب حداقل امتیاز موردنیاز باشد. در مورد فاکتور تحصیلات مرتبط نیز، مدیریت باید با تدوین یک نظام جامع طبقه‌بندی مشاغل، حداقل تحصیلات موردنیاز جهت احراز هر شغل را مشخص نماید و با توجه به این موضوع در هنگام جذب و استخدام برای هر شغل، فردی که حداقل تحصیلات مورد نظر را دارا است یکی دیگر از شروط لازم استخدام را دارا خواهد بود و اگر فرد در استخدام شرکت باشد و تحصیلات موردنظر سمت سازمانی خود را نداشته باشد، شرایطی جهت ادامه تحصیل تا مقطع موردنظر فراهم گردد. در مورد عامل تجربه کاری نیز سعی شود در هنگام جذب و استخدام، بین دو نفری که شرایط یکسانی دارند ارجحیت با کسی باشد که تجربه قبلی کار موردنظر را داشته است.

مطابق فرضیه مورد قبول دوم: شناخت مشاغل در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است. این یعنی در شرکت تولیدی ایران تایر عامل شناخت مشاغل به خوبی مورد استفاده قرار گرفته است و وضوح مشاغل، اهمیت شغل و شرح وظایف به گونه‌ای مناسب تدوین و استقرار یافته است که منجر به ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت تولیدی ایران تایر می‌شود و می‌توان گفت یکی از معدود نقاط قوت شرکت است. زیرا شرح وظایف، دستورالعمل‌ها، روشهای اجرای کارها و اهمیت شغل به خوبی واضح و مشخص گردیده است. در این مورد پیشنهاد می‌گردد که مدیریت شرکت با ارتباط بیشتر و نزدیک تر با پرسنل، اهمیت شغل و ارزش های انسانی آنها را برای شرکت، بیش از پیش گوشزد کند. همچنین با ایجاد یک سیستم طبقه بندی مشاغل مناسب، می‌تواند مرز تداخل و همپوشانی مشاغل را که مفری برای فرار از انجام وظیفه می باشد، بیش از پیش از بین ببرد. مدیریت شرکت باید به بطور مستمر پرسنل را از وضعیت سازمان، اهداف کوتاه و بلند مدت و استراتژی های آن آگاه کند. همچنین باید راهی نیز برای ارائه نظرات و پیشنهادات فراهم کند تا پرسنل خود را جزئی از سازمان و دخیل در سود و زیان بدانند و در نتیجه تمام سعی و تلاش خود را جهت انجام بهتر امور محوله صورت دهند. یکی از روش‌های پیشنهادی ایجاد صندوق پیشنهادات و انتقادات و توجه به اهمیت آن است.

مطابق فرضیه مورد قبول سوم، حمایت سازمانی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر نیست و این یعنی حمایت و پشتیبانی‌های موردنیاز که یکی از عوامل مهم جهت

انجام کارها است، در شرکت ایران تایر به میزان و مقدار و زمان مناسب نمی‌باشد و امکانات و تجهیزات و تسهیلات لازم جهت انجام کار برای کارکنان فراهم نشده است. یکی از عوامل مهم در کاهش بهره‌وری نیروی انسانی عدم توجه به حمایت‌های سازمانی موردنیاز است، زیرا پرسنل حمایت‌های موردنیاز مادی و معنوی خود را در شرکت نمی‌یابند در نتیجه، حس تعلقی نیز به شرکت نخواهند داشت و این به معنی کاهش فزاینده کارائی و در نتیجه بهره‌وری است. در این مورد پیشنهاد می‌شود که مدیریت شرکت با تصویب و ارائه بودجه، تسهیلات، تجهیزات و امکانات اولیه، حمایت خود را جهت انجام شغل کارمندان فراهم کند. کاملا واضح است هر چقدر اینگونه حمایت‌ها بیشتر باشد، کار بهتر انجام خواهد شد. همچنین پیشنهاد می‌شود با تدوین استراتژی مناسب، مدیران خود را به آموزش‌های لازم و کافی جهت ارائه مدیریت علمی و سیستماتیک تجهیز نماید تا آن‌ها نیز از لحاظ معنوی کارکنان را یاری دهند. تخصیص بودجه، امکانات، تجهیزات و تسهیلات مناسب موردنیاز برای پرسنل باعث ایجاد آرامش فکری و جسمی آن ها می‌شود و وقت آن‌ها را جهت تهیه آن امکانات به طرق مختلف تلف نخواهد کرد. همچنین ارائه مدیریت علمی و سیستماتیک که با آموزش مدیران حاصل می‌گردد باعث ایجاد فضای سالم در محیط کار می گردد و پرسنل مطمئن می گردند که شخصیت و ارزش انسانی آن‌ها حفظ خواهد شد و به این ترتیب کارائی و اثربخشی و در نتیجه بهره‌وری افزایش می‌یابد.

مطابق فرضیه مورد قبول چهارم، عوامل انگیزشی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر نیست و این یعنی عوامل و سیستم‌های انگیزشی به مقدار لازم و کافی و به طور مناسب در شرکت وجود ندارند و یا به خوبی تدوین نشده‌اند تا منجر به ارتقاء بهره‌وری در شرکت شوند. می‌توان گفت عدم وجود عوامل انگیزشی مناسب یکی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن بهره‌وری منابع انسانی در شرکت ایران تایر است، زیرا یکی از مهم‌ترین دلایل انجام هر کاری وجود انگیزه لازم برای انجام آن است، و اگر پرسنل انگیزه لازم چه از لحاظ مادی و چه از لحاظ معنوی برای انجام کارهایشان نداشته باشند، کاری پیش نخواهد رفت. در این مورد پیشنهاد می‌شود که شرکت به تدوین یک نظام دقیق و کارآمد برای تشویق و تنبیه در سازمان اقدام نماید تا کارکنان به طور کامل آگاه باشند که چه مسائلی باعث تشویق، ارتقاء و امنیت شغلی و چه مسائلی باعث تنبیه، جلوگیری از ارتقاء و عدم امنیت شغلی آن‌ها می‌شود. در صورتی که پرسنل بدانند چه عواملی باعث تشویق و ارتقای شغلشان می باشد، سعی می‌کنند با رعایت آن‌ها و دوری از عواملی که مانع پیشرفتشان باشد، در چهارچوب قوانین و مقررات سازمان حرکت کرده و به مدیریت شرکت نشان دهند که دوست دارند پیشرفت داشته باشند. این به معنی افزایش اثربخشی و در نتیجه افزایش بهره‌وری است.

مطابق فرضیه مورد قبول پنجم، بازخورد عملکرد در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر نمی‌باشد و این یعنی در شرکت ایران تایر سیستم بازخورد عملکرد مناسبی که عملکرد مثبت یا منفی افراد را مورد سنجش قرار دهد و آن را به اطلاعشان برساند تا با شناسائی نقاط قوت به تقویت و با شناسائی نقاط ضعف به رفع آن بپردازند، وجود ندارد. در این مورد پیشنهاد می‌شود که مدیریت شرکت با تدوین روش‌های علمی و نوین به ارزیابی کارکرد افراد بپردازد و در ارزیابی به طور کاملا شفاف و واضح نقاط قوت و ضعف را به اطلاع کارکنان برساند و در تقویت نقاط مثبت و رفع نقاط ضعف بر اساس قوانین و مقررات شرکت عمل کند. در تدوین سیستم ارزیابی افراد، باید به طور کامل تمامی معیارهای ارزشیابی به اطلاع افراد رسانده شود تا آن‌ها بدانند بر چه اساسی سنجش کارشان انجام شده است. در ضمن باید ارزیابی در زمان‌های مختلف و توسط ارزیاب‌های مختلف و به طور کاملا علنی و آشکار انجام شود و کارکنان نیز از تمامی آن آگاهی داشته

باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود، ارزشیابی پرسنل با حضور آن‌ها و با تبادل نظر انجام شود و نقاط ضعف به طور واضح برای آن‌ها تشریح شده و انتظارات از آن‌ها به اطلاعشان رسانده شود تا بدانند شرکت چه توقعات و انتظاراتی در مورد کار و رفتار آن‌ها دارد.

مطابق فرضیه مورد قبول ششم، اعتبار تصمیمات در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر نیست و این یعنی تصمیماتی که در مورد نیروی انسانی در شرکت اتخاذ می‌شوند از اعتبار و وجاهت قانونی مناسبی برخوردار نیستند، این در واقع یکی از عوامل مهم در پایین بودن بهره‌وری نیروی انسانی شرکت است. در این مورد پیشنهاد می‌شود که مدیریت شرکت در تصمیم‌گیری‌های خود که جهت رفع موانع و مشکلات در شرکت اتخاذ می‌کند، به طور کامل در چهارچوب و همینطور براساس قوانین و مقررات قانونی و رسمی عمل کند و تصمیمات خارج از حوزه‌های مشخص شده نباشند، یعنی در تصمیم‌گیری نباید به هیچ عنوان، خواسته یا ناخواسته، خودآگاه یا ناخودآگاه، تعصبات شخصی، سوابق ذهنی گذشته، عواطف و حالات و احساسات مدیریت دخیل باشند، در حقیقت اخذ تصمیم در چهارچوب‌های مدون انجام پذیرد. رعایت این نکته باعث می‌شود کارکنان مطمئن باشند که در مورد آن‌ها به‌طورکامل مطابق قوانین و مقررات تصمیم خواهند گرفت و امیال شخصی دخالتی در تصمیم و سرنوشت آن‌ها نخواهد داشت، درنتیجه با آرامش فکری و آسودگی خیال کار خود را به خوبی انجام خواهند داد و این به مفهوم افزایش کارائی و درنهایت افزایش بهره‌وری است.

مطابق فرضیه مورد قبول هفتم، سازگاری محیطی در ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی شرکت ایران تایر مؤثر است و این بدان معنی است که عوامل خارج از سازمان به طور کامل بر عملکرد افراد شرکت اثرگذار هستند و این به این دلیل است که افراد بیش از نیمی از زمان خود را در خارج از محیط کار و در ارتباط با آن هستند و درنتیجه هر گونه مسئله‌ای خارج از شرکت بر عملکردشان تأثیرگذار خواهد بود. در این مورد پیشنهاد می‌شود، مدیریت شرکت با برنامه ریزی حرکت در زمینه کیفی در تمامی ابعاد شرکت و در نهایت با افزایش کیفیت محصولات خود توان رقابت، فروش و قدرت تأثیرگذاری خود در بازار را افزایش دهد. رسیدن به این نقطه باعث درآمد بیشتر شرکت و درنتیجه توان رسیدگی بیشتر به کارکنان و جلب رضایت شغلی آن‌ها می‌شود. همچنین شرکت باید سعی کند سطح حقوق و دستمزد خود را در سطح قابل قبولی نگه دارد تا تفاوت قابل‌توجهی با سایر مؤسسات و شرکت‌های منطقه خود نداشته باشد، در غیر این صورت به علت تأثیر محیط، حفظ و نگهداری نیروی انسانی بسیار مشکل و حتی غیرممکن خواهد بود. مدیریت شرکت در بررسی مشکلات و مسائل اگر علل را در خارج از شرکت بیابد، نباید کارکنان را مقصر بداند و تنبیه کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای کاربردی

در این تحقیق، هفت فاکتور توان، شناخت شغل، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی عملکرد، اعتبار تصمیم و محیط که طبق نظریه هرسی – بلانچارد عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی می‌باشند، در شرکت تولیدی ایران تایر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که فاکتورهای شناخت شغل و سازگاری محیطی بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در شرکت تولیدی ایران تایر موثر بوده و فاکتورهای توان، حمایت سازمانی، انگیزش، ارزیابی عملکرد و اعتبار تصمیم بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی در این شرکت موثر نیستند. در پایان چند پیشنهاد جهت پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:

- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل میوری اینسورت و نیووِیل اسمیت
- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل گری دسلر

- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل جوزف ام- پوتی
- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل کنفدراسیون جهانی دانش بهره‌وری
- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل دیوید کیت و جان نیواستورم
- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل روش کانن
- بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء بهره‌وری منابع انسانی بر اساس مدل استوان یابا
- بررسی رابطه فرهنگ سازمانی با بهره‌وری نیروی انسانی
- بررسی سبک رهبری و بهره‌وری منابع انسانی

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

۱. ایران نژاد، مهدی، (۱۳۷۳)، نقش بهساز منابع انسانی در بهبود بهره وری، مجموعه مقالات و سخنرانی‌های اولین کنگره ملی بهره وری ایران، سازمان ملی بهره وری.
۲. بیان، حسام الدین، (۱۳۷۲)، آئین مدیریت، انتشارات مرکز آموزش دولتی.
۳. رضائیان، علی، (۱۳۷۲)، مدیریت رفتار سازمانی، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۴. سلیمانی جواد، سیدجوادین سید رضا، شاه‌حسینی محمدعلی، (۱۳۹۹)، طراحی مدل توسعه شایستگی رهبری مدیران صنعت فولاد با استفاده از نظریه برخاسته از داده‌ها، فصلنامه مدیریت منابع انسانی در صنعت نفت، (۴۳)۱۱، ۱۳۸-۱۰۹.
۵. بامداد صوفی جهانیار، حسینی صفا صدیقه، متقی محمد، پهلوانی عبدالکریم، (۱۳۹۴)، طراحی الگویی برای ارزیابی بهره‌وری نظام مدیریت منابع انسانی در صنعت نفت. فصلنامه مدیریت منابع انسانی در صنعت نفت، (۲۶)۷ ۸۹-۶۳.
۶. خیراندیش مهدی، عسگری ناصر، (۱۳۹۹)، شناسایی و رتبه‌بندی چالش‌های منابع انسانی به منظور ارتقای بهره‌وری دورکاری در سازمان های دولتی، مدیریت بهره‌وری، ۱۴(۱)(۵۲)بهار)، ۱۱۶-۹۷.
۷. غفاری زنوزی مهرداد، محبی سراج‌الدین، دانش فرد کرم اله، (۱۳۹۸)، ارائه الگوی سیستمی ارتقای بهره‌وری منابع انسانی در دانشگاه با رویکرد دیماتل فازی (مطالعه موردی: واحدهای دانشگاه آزاد استان آذربایجان شرقی)، مدیریت بهره‌وری، در نوبت چاپ.

8. Baharin, R., Syah Aji, R. H., Yussof, I., & Mohd Saukani, N. (2020). Impact of Human Resource Investment on Labor Productivity in Indonesia. Iranian Journal of Management Studies, 13(1), 139-164.
9. Gurmu, A. T., & Ongkowijoyo, C. S. (2020). Predicting Construction Labor Productivity Based on Implementation Levels of Human Resource Management Practices. Journal of Construction Engineering and Management, 146(3), 04019115.
10. Macke, J., & Genari, D. (2019). Systematic literature review on sustainable human resource management. Journal of Cleaner Production, 208, 806-815.

11. Alyew, A., Bassa, M., Reta, A., & Tora, M. A. (2019). A Study on Factors Affecting Labour Productivity on Construction Projects in Wolaita Zone, Ethiopia. International Journal of Engineering Research & Technology, 8(12), 817-822.
12. Bernad, C., Fuentelsaz, L., & Gomes, J. (2010). The Effect of Mergers and Acquisitions on Productivity: An Empirical Application to Spanish Banking. Omega, 38(5), 283-293.
13. Sullivan, J. (2011). Increasing Employee Productivity: The Strategic Role That HR Essentially Ignores. Talent Management ERE.

IRM

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

مدیریت

تاثیر مدیریت ریسک بازار و ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید

The Impact of Market Risk Management and Commercialization on the Performance of New Service Development

چکیده:

در این پژوهش قصد بر این است تا تأثیر مدیریت ریسک بازار و ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید بررسی شود. روش تحقیق مورد استفاده از نوع توصیفي، پیمایشي است. جامعه آماری شامل ۱۰۸۰ نفر از مدیران و کارکنان شرکت بیمه ایران مي‌باشد. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران، ۲۸۴ نفر به دست آمد که این تعداد نفر بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. به‌منظور اندازه‌گیری مفاهیم موردنظر از پرسش‌نامه استفاده شد و با استفاده از آزمون‌هاي آماري، توصيفي و استنباطي، داده‌های گردآوری‌شده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. روایی پرسش‌نامه‌ها بر اساس روایی سازه و همگرا و پایایی آن با ضریب آلفای کرونباخ بررسی گردید. آزمون مدل پژوهش براساس روش حداقل مربعات جزئی و نرم افزار SmartPLS انجام گرفت. نتایج این تحقیق حاکي از آن است که مدیریت ریسک بازار بر عملکرد توسعه خدمات جدید تاثیر مثبت دارد. همچنین ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید تاثیر مثبت دارد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک بازار، مدیریت ریسک تجاری‌سازی، توسعه خدمات جدید، صنعت بیمه

نوع مقاله: پژوهشی

ناصر سیف‌الهی انار[1و*]، ایمان قاسمی همدانی[2]
۱- دکترای تخصصی، دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی،دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- دانشجوی دکتری، مدیریت، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1- *naser_seifollahi@yahoo.com
2- imanghasemi72@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۷

مقدمه

صنعت بیمه از جمله صنعت‌های مهم و مطرح در کشور ما است. با گسترش روزافزون دانش بشری، این صنعت نیز از این دانش بهره‌مند شده است. امروزه شرکت‌های بیمه‌ای یکی از موتورهای محرک رشد اقتصادی اکثر کشورها به حساب می‌آیند و همین مساله موجب شده است که فضای رقابتی تنگاتنگی بین آن‌ها برقرار باشد و با توسعه روزافزون تکنولوژی و صنعتی شدن کشورها، مدیران شرکت‌های بیمه سعی بر افزایش ارائه خدمات جدید از طریق بهبود قابلیت‌های خود دارند تا از طریق ارائه خدماتی متمایزتر از رقبا بتوانند به مشتریان بیشتری دست یابند[۱]. هدف از توسعه محصول جدید می‌تواند پاسخ به نیاز مشتریان، تطابق با شرایط بازار، تغییرات محیطی، افزایش سود، رضایت مشتریان و مقابله با سیاست‌های رقبا باشد [۲]. امروزه با توجه به تغییرات سریع و غیرقابل پیش‌بینی در عرصه بیمه از جمله رشد سریع فناوری، افزایش ریسک‌پذیری و مخاطره در بازارهای داخلی و جهانی و تغییرات روزافزون در نیازهای مشتریان، لزوم بهره‌گیری از فنون بازاریابی جهت گسترش بازار و معرفی خدمات نوین بیمه در شرایط رقابتی موجود گریزناپذیر است.

فرایند توسعه محصول جدید عبارت است از کلیه فرایندهای مرتبط با راهبرد، سازمان‌دهی، تولید مفهوم، ایجاد و ارزیابی محصول، ایجاد و ارزیابی برنامه بازاریابی و تجاری‌سازی یک محصول جدید. براساس تعریف دیگری، توسعه محصول جدید عبارت است از استفاده از منابع و قابلیت‌ها برای خلق یک محصول جدید یا بهبود یک محصول موجود [۳]. اگرچه محصولات جدید، فرصت‌های جدیدی برای شرکت‌ها ایجاد می‌کنند، ولی نباید ریسک قابل‌توجهی که این محصولات دارند نادیده گرفته شود. ادبیات پژوهش، نشان‌دهنده شکست درصد بالایی از تلاش‌های توسعه محصولات جدید است. ابهام در اهداف فرآیند توسعه محصول، مدیریت نامناسب زمان، ناکافی بودن اطلاعات بازار و تیم‌های پروژه غیرکارآمد، برخی از دلایلی است که می‌توان به آن‌ها اشاره کرد[۴،۵،۶]. در تمامی صنایع، ریسک در توسعه محصول جدید ذاتی است. زیرا با وجود اطلاعات پروژه‌های توسعه محصول گذشته، هنوز هم عدم قطعیت در طول توسعه محصول جدید وجود دارد [۷]. بنابراین درک، شناسایی وکاهش ریسک، اهمیتی استراتژیک برای شرکت‌ها دارد و استراتژی‌های مناسب مدیریت ریسک بطور قابل‌توجهی می‌تواند احتمال موفقیت توسعه محصول جدید را بهبود بخشد[۸]. مدیریت ریسک عبارت است از فرایندی که در آن انواع ریسک‌ها و تهدیدات شناسایی و اندازه‌گیری و کنترل می شوند[۹].

دسته‌بندی به تشخیص روابط مهم احتمالی و ساختار ریسک‌ها کمک می‌کند. صلواتی و همکاران [۶] این شاخص‌ها را شامل ریسک‌های فن‌آوری، بازار، سازمانی و تجاری‌سازی در نظر گرفتند. (O'connor & Rice 2013) ریسک در توسعه محصول جدید را شامل ریسک‌های فنی، بازار، سازمانی و منابع در نظر گرفتند [۱۰]. (Schulte & Hallstedt 2018) ریسک‌های مالی، تجاری‌سازی بر توسعه محصول جدید را موثر دانسته‌اند. در این مقاله با توجه به مرور ادبیات، موضوع، شاخص‌های ریسک مرتبط با توسعه محصولات جدید شامل ریسک‌های بازار[1] و تجاری‌سازی[2] در نظر گرفته شده است[۱۱].

ماهیت عملیات بیمه، پذیرش ریسک است و بیمه‌ها بدون پذیرش ریسک قادر به سودآوری و رشد نیستند. در واقع، وجود عوامل متعددی از جمله بین‌المللی بودن فعالیت بیمه‌ها، افزایش فعالیت و نوآوری در صنعت بیمه، وجود بحران‌های مالی و ورشکستگی، عدم توانایی وام‌گیرندگان در بازپرداخت بدهی و پیچیده‌شدن معاملات و روابط اقتصادی ناشی از جهانی شدن از دیرباز تاکنون سبب شده که پدیده ریسک همواره به عنوان تهدید، فعالیت بیمه‌ها را در معرض تهدید جدی قرار دهد[۱۲]. بنابراین استراتژی توسعه محصولات جدید بیمه به عنوان یک زمینه تحقیقاتی مهم در مدیریت ریسک توسعه خدمات جدید ظهور یافته است و مطالعاتی متعدد در دو دهه اخیر درباره آن به انجام رسیده است[۱۳]. در هیچ

1. Marketing Risk 2. Commercialization Risk

یک از مطالعات قبلی در ایران، ریسک‌های شناسائی‌شده در فرآیند توسعه خدمات جدید در قالب مدلی کاربردی برای صنعت بیمه مشاهده نشده است. همچنین، در زمینه ارائه راهکاری در ارتباط با مدیریت ریسک‌های این فرآیند، تحقیقات اندکی صورت گرفته است. بنابراین، یافته‌های این تحقیق می‌تواند راهکارهای مناسبی را به مدیران بخش بیمه در راستای کاهش اثرات منفی ریسک‌های مختلف توسعه خدمات جدید و افزایش احتمال موفقیت پروژه‌های نوآورانه آن‌ها فراهم نماید.

مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

ریسک توسعه محصولات جدید

دلیل اصلی اینکه که یک شرکت در تلاش برای توسعه و تا حدی عرضه محصول جدید به بازار است، ماندگاری در بین رقبای خود است [۱۴]. توسعه موفقیت‌آمیز و تجاری‌سازی محصولات جدید در طول زمان برای مزیت رقابت پایدار شرکت‌ها ضروری است [۱۵]. توسعه محصول جدید، فرایندی برای تحقق بخشیدن به تبدیل ایده‌ها به محصولات نوآورانه است تا درنهایت آن‌ها را به بازار منتقل کند. بنابراین، توسعه محصول جدید با پذیرش و مدیریت ریسک‌ها در ارتباط است [۸]. مدیریت ریسک را می‌توان به عنوان فرآیند تعیین حداکثر سطح قابل قبول ریسک کلی برای درگیر شدن در فعالیت های تجاری تعریف کرد [۱۶]. توسعه محصول جدید، فرآیندی برای تبدیل ایده‌ها و تحقق آن به محصولات نوآورانه است تا درنهایت به بازار منتقل شود. این امر ذاتاً با پذیرش و مدیریت ریسک مرتبط است، زیرا بیشتر فعالیت‌ها را می‌توان به عنوان کاهش ساختاریافته عدم‌اطمینان تفسیر کرد. مطالعات نیازهای مشتری و روند بازار می‌تواند عدم اطمینان پیرامون الزامات برای توسعه محصول جدید را کاهش دهد. این امر قابلیت‌های شرکت را تضمین می‌کند. تحقیقات مختلف نشانگر آن است که عدم قطعیت بیشتر در طول فرآیند توسعه محصول جدید، امکان موفقیت آن را کاهش می‌دهد [۱۷،۱۸،۱۹]. کاهش ریسک در توسعه محصول جدید نیز می‌تواند ارزش مشتری را افزایش دهد [۸] و می‌تواند برای تجزیه‌وتحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای توسعه محصول استفاده شود [۲۰]. یافته‌های تحقیق توسط Moenaert و همکاران [۲۱] نشان داد که هرچه عدم اطمینان در طول فرآیند نوآوری محصول جدید کاهش یابد، احتمال موفقیت تجاری‌سازی یک محصول جدید بیشتر می شود. این تحقیق بر کاهش عدم اطمینان بازار برای اطمینان از تجاری‌سازی محصولات جدید توافق دارد.

نتایج مطالعات کیزرا و همکاران [۴] نشان می‌دهد که کارآفرینان به‌طور گسترده از استراتژی‌های کاهش ریسک داخلی در محیط‌های ناپایدار به‌ویژه در مدیریت ریسک فناوری و ریسک عملیاتی استفاده می‌کنند و شبکه‌های بیشتری را تشکیل می‌دهند.

ریسک بازار

ریسک بازار به عدم‌اطمینان در مورد انواع و میزان نیازهای مشتری اشاره دارد که می‌تواند توسط یک فناوری خاص یا محصول جدید ارضا شود [۲۲]. بسیاری از شواهد تحقیقاتی موجود نشان می‌دهد که شکست توسعه محصول جدید ممکن است تا حد زیادی به دلیل بازاریابی نامناسب باشد. ریسک بازار زمانی زیاد است که مصرف‌کنندگان تجربه مصرف کمی با یک محصول داشته باشند، بنابراین تعریف الزامات محصول دشوار می شود. برخلاف ریسک فناوری، ریسک بازار برای شرکت‌ها بیرونی است [۲۳] و کمترین عامل خطر قابل‌کنترل در توسعه محصول جدید است [۱۹]. دلایل ریسک بازار می‌تواند متعدد باشد. ابتدا ریسک درک‌شده توسط مشتری است که در آن مشتریان احساس عدم‌اطمینان یا ترس می‌کنند و شک دارند که آیا محصول جدید می‌تواند نیازها و انتظارات آنها را برآورده کند یا خیر. دوم تغییر نیازهای مشتریان است. نیازهای مشتریان ممکن است با توجه به آخرین روند و عدم درک آن‌ها از یک محصول جدید در بازار تغییر کند و سوم پیش‌بینی است. پیش‌بینی حجم فروش بالقوه محصولات جدید

برای شرکت‌ها دشوار شده است [۲۴]. ریسک بازار، اگرچه دشوار و پیچیده به نظر می‌رسد، اما قابل‌مدیریت است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که درک بهتر و دقیق‌تر نیازها و رفتار مشتریان منجر به موفقیت در توسعه محصولات جدید می‌شود. همچنین مطالعات نشان داده است که دانش به موقع و قابل‌اعتماد در مورد ترجیحات و نیازهای مشتری یکی از مهم‌ترین انواع اطلاعات برای توسعه محصول است [۲۵]. نتایج مطالعات اومن و همکاران[1][۱۸]، ریکوندو و همکاران[2][۲۶] و دورینگ و پارایر[3] [۲۷] نشان‌دهنده تاثیر ریسک بازار بر عملکرد توسعه خدمات و محصولات جدید است. با توجه به این توضیحات فرضیه اول به صورت زیر قابل بیان است.

H_1 به عنوان مدیریت ریسک بازار بر عملکرد توسعه خدمات جدید در صنعت بیمه تاثیر دارد.

ریسک تجاری‌سازی

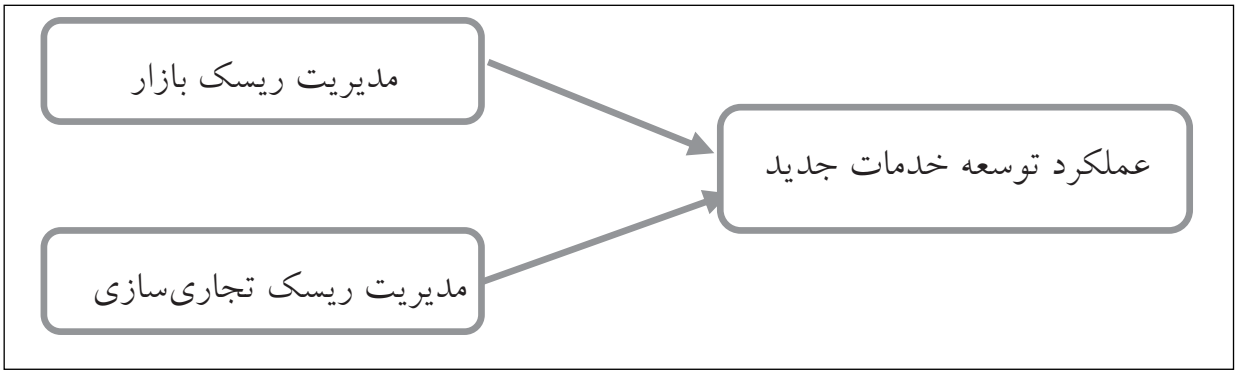
تجاری‌سازی و توسعه فناوری عنصر مهمی برای ایجاد شایستگی بنگاه‌ها و رقابت با بازار است. محصولات و فناوری‌های جدید، هم با نیازهای بازار و هم به مشتریان آینده مرتبط هستند، و هم موجب توسعه و افزایش ظرفیت تولید بنگاه‌ها می‌شوند. فرآیند تجاری‌سازی زمانی آغاز می‌شود که یک ایده جدید در سازمان تولید می‌شود و با معرفی یک محصول جدید به بازار پایان می‌یابد. تمامی فعالیت‌های توسعه، نیازمند منابعی است که در مورد بنگاه‌ها شامل سرمایه انسانی و مالی و همچنین دانش فنی می شود. افراد از دانش و خلاقیت خود برای انجام تحقیقات و ایجاد راه‌حل‌های جدید استفاده می‌کنند که پس از یک فرآیند تجاری‌سازی موفق، با حمایت سرمایه مالی از سمت کسب‌وکار به بازار معرفی می‌شوند. دانش، مهارت و توانایی استفاده از ایده‌ها، فناوری‌ها و سرمایه برای توسعه شرکت مبتنی بر محصولات نوآورانه است [۲۸،۲۹] .اسکلت و هال استد [۱۱] در مطالعه‌ای در زمینه شیوه‌های مدیریت ریسک در فعالیت‌های توسعه محصول به ریسک تجاری‌سازی اشاره کرده‌اند. همچنین نتایج مطالعات آیالا کروز[4][۱۷]، و آذر و همکاران [۳۰] نشان‌دهنده تاثیر ریسک تجاری‌سازی بازار بر عملکرد توسعه خدمات و محصولات جدید است. با توجه به این توضیحات فرضیه دوم به صورت زیر قابل بیان است.

H_2 به عنوان مدیریت ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید در صنعت بیمه تاثیر دارد.

بر اساس توضیحات ارائه شده مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی است و از نظر شیوه گردآوری و تحلیل اطلاعات این پژوهش، توصیفی و از نوع پیمایشی است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش[۳۱،۱۱]

1. Oehmen et al. 2. Ricondo et al. 3. Doering & Parayre 4. Ayala-Cruz

جامعه آماری شامل ۱۰۸۰ مدیر و کارمند شرکت بیمه ایران است. بر اساس فرمول کوکران، حجم نمونه ۲۸۴ نفر به دست آمد که این تعداد نفر بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. جهت گردآوری اطلاعات از روش‌های کتابخانه‌ای برای تعیین شاخص‌ها و متغیرها در ادبیات و پیشینه و برای گردآوری داده‌های میدانی از پرسشنامه استفاده شده است. پرسش‌نامه مشتمل بر دو بخش است. بخش اول در مورد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شامل سؤالاتی در مورد مشخصات عمومی پاسخگویان از قبیل تحصیلات، سابقه خدمت، سن و جنسیت و بخش دوم نیز شامل سؤالاتی در مورد متغیرهای مدیریت ریسک تجاری‌سازی (۹ سؤال)، مدیریت ریسک بازار(۸ سؤال) و عملکرد توسعه خدمات جدید(۴ سوال) می‌باشد، که به منبع پرسشنامه‌ها در جدول شماره ۲ اشاره شده است. مقیاس مورداستفاده، مقیاس پنج درجه‌ای لیکرت است. به منظور ارزیابی روایی و پایایی پرسش‌نامه، از روش حداقل مربعات جزیی و معیارهای روایی سازه، تشخیصی، همگرا و پایایی استفاده شده است. نتایج حاصل از سنجش روایی و پایایی برای تمام سؤالات پرسش‌نامه در شکل شماره ۲ و جدول شماره ۲ ارائه شده است. برای تحلیل توصیفی داده‌ها از نرم افزار SPSS و به منظور آزمون مدل و بررسی فرضیه‌های پژوهش از رویکرد مدل‌یابی معادلات ساختاری و نرم‌افزار Smart PLS 3.0 استفاده شده است.

یافته‌ها

تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان در جدول ۱ نشان داده شده است.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، بیشترین درصد سطح تحصیلات با ۶۶/۲ درصد مربوط به سطح تحصیلات لیسانس است. بیشترین درصد سابقه کار با ۵۵ درصد از ۱۰ تا ۱۵ سال می‌باشد. بیشترین درصد سن پاسخگویان، با ۳۴/۲ درصد مربوط به پاسخگویان ۳۳ تا ۳۷ سال است که، ۲۹/۶ درصد پاسخگویان زن و ۷۰/۴ درصد مرد هستند.

جدول ۲ نتایج ارزیابی روایی و پایایی پرسشنامه شامل روایی تشخیصی و همگرا و پایایی با استفاده از روش حداقل مربعات

جدول ۱- یافته‌های جمعیت‌شناختی نمونه موردمطالعه

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی	طبقات	فراوانی	درصد
سطح تحصیلات	کمتر از لیسانس	۲۲	۷/۷
	لیسانس	۱۸۸	۶۶/۲
	فوق لیسانس	۶۰	۲۱/۱
	دانشجوی دوره دکتری یا دکتری	۱۴	۴/۹
سابقه کار	۵ تا ۱۰سال	۵۸	۲۰
	۱۰ تا ۱۵ سال	۱۵۵	۵۵
	۱۵ سال و بالاتر	۷۱	۲۵
سن	۱۸- ۲۲ سال	۶۷	۲۳/۶
	۲۳- ۲۷ سال	۳۷	۱۳
	۲۸-۳۲ سال	۶۹	۲۴/۳
	۳۳-۳۷ سال	۹۷	۳۴/۲
	۳۸ سال و بالاتر	۱۴	۴/۹
جنسیت	زن	۸۴	۲۹/۶
	مرد	۲۰۰	۷۰/۴

جدول۲ - نتایج روایی تشخیصی، روایی همگرا و پایایی و منبع پرسشنامه‌ها

متغیر	ضریب آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی (CR)	میانگین واریانس استخراج شده (AVE)	منبع پرسشنامه
مدیریت ریسک بازار	۰/۷۵۳	۰/۷۴۱	۰/۵۱۱	صلواتی و همکاران (۲۰۱۶)، مو و همکاران (۲۰۰۹)، منصور و همکاران (۲۰۱۶)
مدیریت ریسک تجاری‌سازی	۰/۸۶۷	۰/۸۹۶	۰/۵۲۴	صلواتی و همکاران (۲۰۱۶)
توسعه خدمات جدید	۰/۷۸۲	۰/۸۶	۰/۶۰۶	صلواتی و همکاران (۲۰۱۶)

جزیی و منبع پرسشنامه‌ها را نشان می‌دهد.

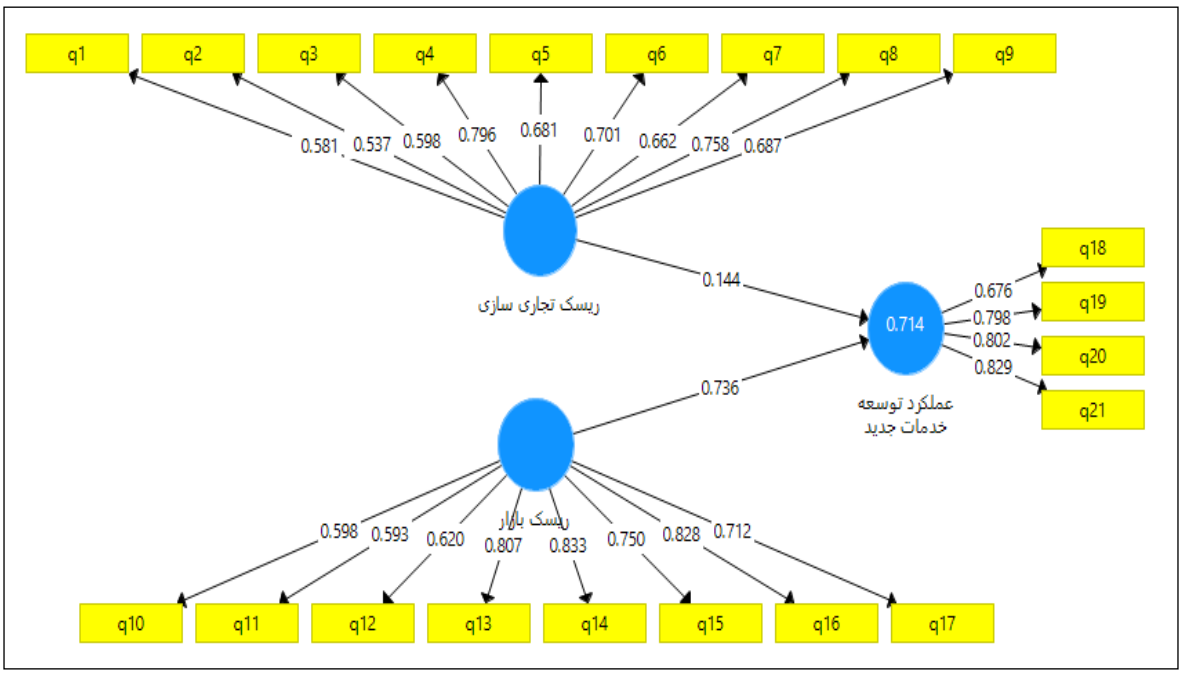
در این پژوهش، ملاک برای مناسب بودن ضرایب بار عاملی، ۰/۵ در نظر گرفته شد، با توجه به نتایج نمودار ۲، تمامی ضرایب بیشتر از ۰/۵ بوده و بر این اساس می‌توان دریافت از نظر تحلیل بار عاملی تمام گویه‌ها مورد تایید قرار گرفته است. علاوه بر روایی سازه به بررسی روایی تشخیصی، روایی همگرا و پایایی نیز در جدول ۲ پرداخته شده است. با توجه به اینکه مقادیر میانگین واریانس استخراج شده بزرگتر از مقدار بحرانی ۰/۵ می‌باشد، بنابراین روایی تشخیصی برقرار است. مقادیر ضریب دیلون- گلداشتاین که بیشتر از ۰/۷ است، نشانگر برخورداری سازه‌ها از پایایی ترکیبی مناسبی است. همچنین در این بررسی برای شناخت انسجام درونی (پایایی) گویه‌های مفاهیم تحقیق از آلفای کرونباخ استفاده شد که ضرایب آن در کل بالاتر از ۰/۷ بود که این نشانگر بالا بودن میزان انسجام درونی گویه‌ها است..

همچنین به منظور سنجش روایی واگرا، از ماتریس فورنل و لارکر (مقایسه میزان همبستگی یک سازه با شاخص‌هایش در مقابل همبستگی آن سازه با سایر سازه‌ها) استفاده شده است. نتایج در جدول ۳ گزارش شده است. همان طور که مشاهده می شود، مقادیر روی قطر اصلی (جذر AVE) از مقادیر زیرین خود در هر ستون بیشترند که این نشان‌دهندۀ همبستگی بیشتر هر سازه با شاخص‌هایش در مقایسه با همبستگی آن سازه با سایر ساز ها و تایید روایی واگرا است.

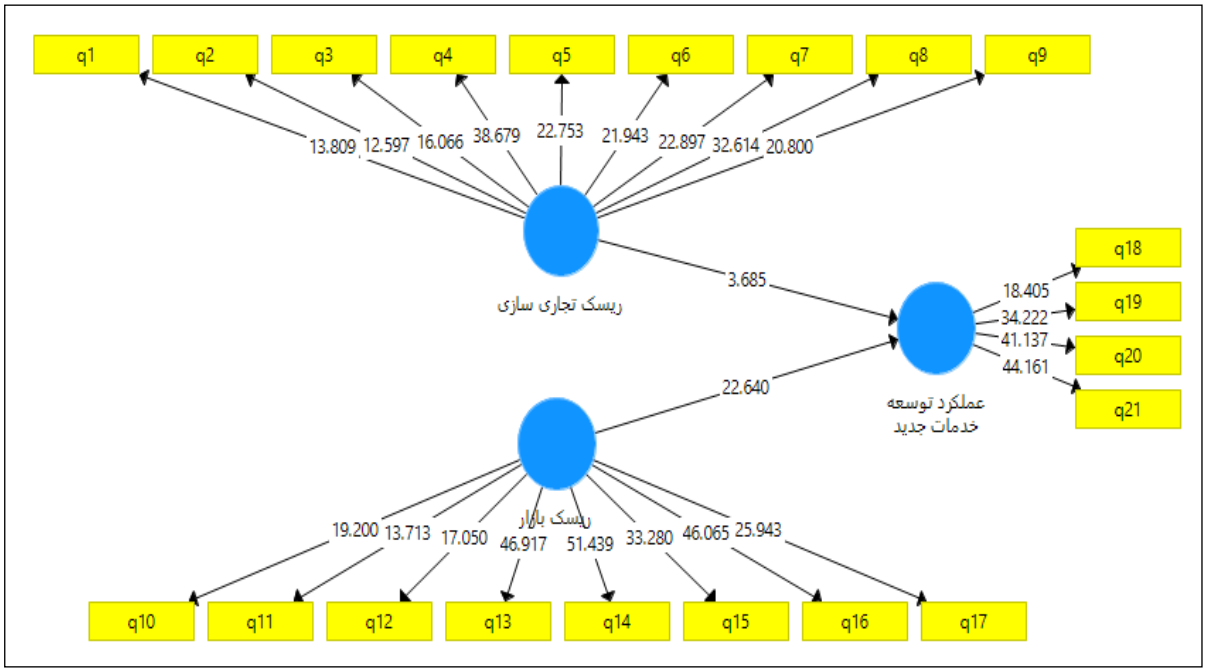
شکل ۲و ۳ مدل پژوهش را همراه با متغیرهای مکنون و مشاهده شده موجود در آن، در قالب مدل‌های اندازه‌گیری انعکاسی، همراه با ضرایب مسیر بین متغیرها و همچنین مقادیر ضریب تعیین و آماره تی استیودنت، نشان می‌دهند.

جدول۳- نتایج روایی واگرا

متغیر	مدیریت ریسک بازار	مدیریت ریسک تجاری‌سازی	عملکرد توسعه خدمات جدید
مدیریت ریسک بازار	۰/۷۲۴	-	-
مدیریت ریسک تجاری‌سازی	۰/۷۰۵	۰/۶۷۱	-
عملکرد توسعه خدمات جدید	۰/۶۸۹	۰/۶۴۸	۰/۷۷۹



شکل ۲- ضرایب مسیر و مقادیر ضریب تعیین



شکل ۳- مقادیر آماره تی استیودنت

یکی از مهم‌ترین معیارها جهت بررسی برازش مدل ساختاری، معیار ضریب تعیین (R^2) است. سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به عنوان مقدار ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی R^2 در نظر گرفته می‌شوند. مطابق با شکل ۲ برای متغیر درون‌زایی مدل یعنی عملکرد توسعه خدمات جدید، R^2 برابر ۰/۷۱۴ به دست آمده است. بنابراین با توجه به مقادیر در نظر گرفته شده، مدل در مجموع از برازش ساختاری مناسبی برخوردار است. نتایج ضرایب مسیر همراه با مقادیر آماره تی استیودنت و سطح معناداری در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج به دست آمده در جدول ۳ نشان داد که مدیریت ریسک بازار با ضریب استاندارد ۰/۱۴۴ تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد توسعه خدمات جدید دارد. بنابراین فرضیه اول مورد تأیید قرار گرفت. همچنین ریسک تجاری سازی تأثیر مثبت و معنادار با ضریب استاندارد ۰/۷۳۶ بر عملکرد توسعه خدمات جدید تاثیر مثبت دارد. بنابراین فرضیه دوم نیز مورد تأیید قرار گرفت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سرعت تحولات در سازوکارهای مالی جهان که پس از گسترش فناوری اطلاعات به شکل چشم‌گیری افزایش یافت، موجب شد تا صنعت بیمه به منظور بقای خود در جهت بهره‌مندی از فناوری اطلاعات، به سمت توسعه محصولات جدید گرایش یابد و این صنعت در طی سال‌های اخیر در به کارگیری روش‌هایی برای ایجاد محصولات جدید موفق بوده است. علاوه بر حفظ رقابت و افزایش بهره‌وری، فرآیند موثر توسعه محصول جدید، نقش مهمی در ارتباط غیرمستقیم بیمه با مشتریان ایفا می‌کند. از طرف دیگر، توسعه محصولات جدید در صنعت بیمه به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد از جمله پایین بودن احتمال موفقیت در تجاری‌سازی این محصولات نیازمند فرآیند خاص مدیریت ریسک است. مدیریت ریسک عمل مهمی است که اگر به موقع طی فرآیند توسعه محصولات جدید آغاز شود، می‌تواند ابزاری قدرتمند برای شناسایی سریع نقاط ضعف باشد تا بدین ترتیب تیم تحقیق و توسعه بتواند برنامه‌های عملیاتی را جهت اداره کردن ریسک‌ها سازماندهی کند و از تبدیل شدن آنها به مساله‌ای بزرگ در آینده جلوگیری نماید. بر این اساس، در پژوهش حاضر تلاش گردید تا تاثیر شاخص‌های مدیریت ریسک تجاری‌سازی و بازار بر عملکرد توسعه خدمات جدید در صنعت بیمه شناسایی گردد. با توجه به نتایج آزمون فرضیه اول، تاثیر مدیریت ریسک بازار بر عملکرد توسعه خدمات جدید در بیمه تأیید شد، از آنجا که تغییر در ساختار بازار، مشکلات در چرخه عمر محصول، یکپارچگی زنجیره فروش، عدم وجود کانال‌های بازاریابی مناسب و دشواری در تعیین نیازهای مشتری با عملکرد توسعه خدمات جدید مرتبط است، بنابراین برای توسعه خدمات جدید، همواره باید شرایط بازار مدنظر قرار گیرد؛ بنابراین مدیریت ریسک بازار تأثیر بسزایی بر عملکرد توسعه خدمات جدید دارد. نتایج مطالعات [۱۸،۲۶،۲۷] نشان‌دهنده تاثیر ریسک بازار بر عملکرد توسعه خدمات و محصولات جدید است که از نظر استفاده از این متغیرها و نتیجه حاصل از تحقیق با فرضیه فوق مطابقت دارند. براساس نتایج آزمون فرضیه دوم، مدیریت ریسک تجاری‌سازی بر عملکرد توسعه خدمات جدید در صنعت بیمه تاثیر معنادار دارد. از آنجا که تجاری‌سازی نیازمند برخی اطلاعات، از جمله مشخصات فنی، داشتن تجربه در صنعت، اطلاعات درباره مشتری و بازار،

جدول ۳- نتایج آزمون فرضیه‌های اول تا سوم

فرضیه ها	ضریب مسیر	آماره t	نتیجه
H_1 : ریسک تجاری سازی ← عملکرد توسعه خدمات جدید	۰/۱۴۴**	۳/۶۸۵	تأیید
H_2 : ریسک بازار ← عملکرد توسعه خدمات جدید	۰/۷۳۶**	۲۲/۶۴	تأیید

** در سطح ۱ درصد معنادار است.

توانایی تشخیص قابلیت شغلی، ارتباطات و رابطه نزدیک با عوامل کلیدی است، مدیریت ریسک تجاری‌سازی می‌تواند در زمینه بهبود عملکرد توسعه خدمات جدید در صنعت بیمه مؤثر باشد. نتایج تحقیقات صورت گرفته [۱۱،۱۷،۳۰] در مطابقت با نتایج حاصل از این فرضیه، نشان‌دهنده تاثیر ریسک تجاری‌سازی بازار بر عملکرد توسعه خدمات و محصولات جدید است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده راهکارهای اجرایی به منظور مدیریت اثربخش ریسک‌های توسعه محصولات جدید ارائه می‌شود. در ارتباط با ریسک تجاری‌سازی، در نظر گرفتن سرعت تغییرات تکنولوژیکی، فراهم‌سازی زیرساخت‌های فنی و آزمایشگاه‌های فنی، بهبود تحقیق و توسعه، توسعه تیم کاری، بهره‌گیری از کارکنان متعهد، متخصص، آموزش‌دیده، باتجربه و باانگیزه، چابک‌سازی ساختار سازمانی، افزایش قدرت تصمیم‌گیری و افزایش هم‌افزایی توصیه می‌شود. جهت مدیریت ریسک بازار ضروری است تا مدیران، روابط با ذی‌نفعان بیرونی به ویژه مشتریان را به خوبی مدیریت کنند و خدمات جدید کاملا متنوعی را برای پاسخ‌گویی به نیازها و خواسته‌های بخش‌های مختلف بازار ارائه دهند. کاهش دادن زمان معرفی و عرضه خدمات جدید به بازار، مشتریان را از وجود این خدمات آگاه می‌سازد و با جمع‌آوری اطلاعات از استراتژی‌های رقبا و انعطاف‌پذیری در انطباق با محیط بیرونی می‌توان احتمال وقوع ریسک تجاری‌سازی را تا حد قابل‌توجهی کاهش داد.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

1. Keizera, Jimme A., Johannes IM Halman, and Michael Song. From experience: applying the risk diagnosing methodology." Journal of Product Innovation Management 19, no. 3: 213-232 (2002)
2. Cierpicki, S., Wright, M., & Sharp, B. (2002). Managers' Knowledge of Marketing Principles: The Case of New Product Development. Journal of Empirical Generalisations in Marketing Science, 5, 771-790.
3. Salavati, M. T. (2016). Improving New Product Development Performance by Risk Management. Journal of Business & Industrial Marketing, 418-425.
4. Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2004). Product design and development . Third Edition. New York, McGraw-Hill.
5. Mu, Jifeng, Gang Peng, and Douglas L. MacLachlan. Effect of risk management strategy on NPD performance. Technovation 29, no. 3: 170-180 (2009).

۶. براتي، سعيد؛ لرستاني، عليرضا (۱۳۹۵). بررسي عوامل مديريت ريسک در بانک ها، مجموعه مقالات کنفرانس بين المللي پژوهش هاي نوين در مديريت، اقتصاد و حسابداري

7. O'connor, . C., & Rice, M. P. (2013). Comprehensive Model Of Uncertainty Associated With Radical Innovation. Product Innovation Management, 30, 2-18.
8. Schulte ,J. & Hallstedt, S. (2018). Risk Management Practices in Product Development Companies, In: Proceedings of Norddesign

۹. ندری، کامران و محرابی، لیلا (۱۳۹۷). بررسی أنواع ریسک و مدیریت ریسک در نظام بانکداری اسلامی، راهبرد، ۵۴، ۱۶۰-۱۸۱

۱۰. رمضانی، بیان‌اله؛ کریم‌خانی، مسعود (۱۳۹۴). استراتژی درتوسعه محصولات و خدمات بانکداری الکترونیکی (NPD) نظام بانکی، مجموعه مقالات دومین کنفرانس اقتصاد و مدیریت کاربردی با رویکرد ملی، شرکت پژوهشی طرود شمال.

11. Duval, J. (2013). Eight Simple Steps For New Product Development. London. , 7_ 22

12. Hartley, R.H.,

13. 2006. Marketing Mistakes and Successes, 10th ed. Wiley,New York, NY

14. Plourd, K(2009). Rethinking risk. CFO. January, 66-69.

15. Ayala-Cruz, J. (2016). Project Risk Planning In High-Tech New Product Development. Academia Revista Latinoamericana De Administración, 29(2), 110-124.

16. Oehmen, J., Olechowski, A., Kenley, C., & Ben-Daya, M. (2014). Analysis Of The Effect Of Risk Management Practices On The Performance Of New Product Development Programs. Technovation, 38(8), 441-453.

17. Park, Y. H. (2010). A Study of Risk Management and Performance Measures on New Product Development. Asian Journal on Quality, 11(1), 39-48.

18. Browning, T. R., Deyst, J. J., Eppinger, S. D., & Whitney, D. E. Adding value in product development by creating information and reducing risk. Engineering Management, IEEE Transactions on, 49(4), 443-458 (2002).

19. Moenaert, Rudy K., Amoud De Meyer, William E. Souder, and Dirk Deschoolmeester. R&D/marketing communication during the fuzzy front-end. Engineering Management, IEEE Transactions on 42, no. 3: 243-258 (1995).

20. Moriarty, R.T., Kosnik, T.J.,. High-tech marketing: concepts, continuity, and change. Sloan Management Review 30 (4), 7–17 (1989).

21. Kim, Y., & Vonortas, N. S. (2014). Managing risk in the formative years: Evidence from young enterprises in Europe. Technovation, 34(8), 454-465.

22. Meyerowitz, B.E., Chaiken, S., The effects of message framing on BSE attitudes, intentions, and behavior. Journal of Personality and Social Psychology 52 (3), 500–510 (1987).

23. Cooper, R.G., Kleinschmidt, E.J., Benchmarking the firm□s critical success factors in new project development. Journal of Product Innovation Management 12 (5), 374–391 (1995).

24. Ricondo, I., Arrieta, J. A., & Aranguren, N. (2006). NPD Risk Management: Proposed Implementation to Increase New Product Success. Technology Management Conference, IEEE International. 2006.

25. Doering, D.S., Parayre, R. (2000). Identification and assessment of emerging technologies. In: Day, G., et al. (Eds.), Wharton on Managing Emerging Technologies. Wiley, New York

26. Gibson D. and Gurr G., (2001). “Quicklook” Assessment of greater Adelaide’s assets & challenges for accelerated technology-based growth, Adelaide Knowledge Hub Project, Final Report, November, pp. 16–18.

27. Trzmielak D.M. (2013). Commercialization of knowledge and technology – determinants and strategies [in Polish], Lodz University Press, Łódź, pp. 179–180.

۲۸. آذر، عادل؛ قیدرخلجاني، جعفر؛ هاشمي مجومرد، سیدمجتبي (۱۳۹۵). طراحي و انتخاب طرح بهینه از دیدگاه ریسک هاي موجود در توسعه محصول جدید، مدیریت صنعتي (دانش مدیریت)، ۸(۱)، ۱-۲۲

29. Mansor, N,. Norbaya, S., Kazuhiro, O. (2016). Risk Actors¬ Affecting New Product Development (NPD) Performance in Small Medium Enterprises (SMEs), IJRRAS. 27(1), 18-25.

۳۰. صفری، شاهین، مرشدی، هادی؛ شفیعی، علی (۱۴۰۰). بررسی تاثیر جهت گیری بازار بر عملکرد کسب و کار از طریق نقش میانجی یادگیری سازمانی و قابلیتهای نوآورانه در شرکت بیمه ایران، رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری، ۵۵(۴)، ۵۴-۶۴

۳۱. فتحی عبداللهی، محمد (۱۳۹۵). تاثیر مشارکت مشتری بر عملکرد توسعه محصول جدید با استفاده از روش فرا تحلیل. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده مدیریت و حسابداری

۳۲. میرزارمضاني، ابوالفضل؛ گلستان هاشمي، سیدمهدي؛ ناصریان، سیدمحمدمسعود (۱۳۹۶). شناسایي ریسک هاي فناورانه فرایند توسعه محصول جدید و اولویت بندي با فرایند تحلیل شبکه اي(□□□) ، رشد فناوری، ۱۴(۵۳)، ۱۸-۲۶

IRM

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

مدیریت

مطالعه تاثیر هوشیاری کارآفرینانه بر توسعه کارآفرینی با نقش میانجی پاسخگویی اجتماعی در صنایع لاستیک کشور

Study of the effect of entrepreneurial awareness on entrepreneurship development with the mediating role of social accountability in the rubber industry

چکیده:

هوشیاری کارآفرینانه مدیران و کارمندان و داشتن مهارت‌های کارآفرینی به عنوان سازوکار مهم توسعه کارآفرینی تلقی می‌شود. امروزه، انتظارات و توقعات اکثر مردم از سازمان‌ها، قدم به خواسته‌های اجتماعی گذارده است؛ همین امر، سازمان‌ها را در راستای پاسخگویی به انتظارات اجتماعی، حرکت می‌دهد. این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها، کمی می‌باشد. جامعه آماری ۵۰ نفر از مدیران و کارکنان باسابقه شرکت لاستیک آرتاویل است که ۴۴ نفر به عنوان نمونه به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. برای انجام تجزیه‌وتحلیل از نرم‌افزار PLS و SPSS استفاده شد. بر این اساس به منظور بررسي پايايي مدل اندازه‌گيري پژوهش، به بررسي ضرايب بارهاي عاملي، ضرايب آلفاي كرونباخ و پايايي تركيبي، روايي همگرا و روايي واگرا پرداخته شد. نتايج پژوهش نشان می‌دهد که روابط همخطی بین متغیرها مورد تایید قرار گرفته است و هوشیاری کارآفرینانه می‌تواند بر توسعه کارآفرینی اثرگذار باشد و سازمانی می‌تواند به موفقیت برسد که دارای کارکنان و مدیرانی با مهارت‌های کارآفرینی و هوشیاری کارآفرینانه باشند که درنهایت بتواند پاسخگویی اجتماعی را در محیط سازمان ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: هوشیاری کارآفرینانه، توسعه کارآفرینی، پاسخگویی اجتماعی

نوع مقاله: پژوهشی

محبوبه پرگو[۱]، وحیدرضا میرابی[۲*]، حمیده رشادت‌جو[۳]، حسین وظیفه‌دوست[۴]
۱-دانشجوی دکترا، کار آفرینی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲- دکترای تخصصی، دانشیار گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرکز، تهران، ایران
۳- دکترای تخصصی، دانشیار گروه مدیریت آموزش عالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۴- دکترای تخصصی، استاد گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1- mahboub.porgou@yahoo.com
2- * vrmirabi@yahoo.com
3- reshadatjoohamideh@gmail.com
4- vazifehdust@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

مقدمه

با توجه به فضای کسب‌وکار پرتلاطم کنونی، طی طریق به روش‌های مرسوم، سهم مناسبی از بازار را در اختیار صاحبان کسب‌وکار نخواهد گذاشت و نیاز به روش‌های نوآورانه و کارآفرینانه در بازار به‌شدت احساس می‌شود (ناظم و همکاران،۱۴۰۰). از آنجا که فعالیت‌های کارآفرینی پیش زمینه مهمی در رقابت اقتصادی و ظرفیت نوآوری است (گالیندو ومندز[1] ،۲۰۱۴، پاگانو و همکاران[2] ،۲۰۱۹). هدف از کارآفرینی کسب سود است، اما سود فقط در جنبه‌های اقتصادی خلاصه نشده است و ابعاد مختلفی نظیر ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و ... نیز خواسته یا ناخواسته دربردارد (علیزاده‌مجد و همکاران،۱۳۹۷). بسیاری از اقتصادهای توسعه‌یافته، سرمایه‌گذاری زیادی در آموزش کارآفرینی در دانشگاه‌ها انجام داده‌اند. چین به عنوان یک اقتصاد با رشد سریع، از اهمیت آموزش کارآفرینی استقبال کرده و در واقع آن را تبدیل به یک اولویت ملی از سال ۲۰۱۴ کرده است. دولت چین یک طرح استراتژیک در سراسر کشور را برای انگیزه کارآفرینی و نوآوری به منظور تقویت رشد اقتصادی پیشنهاد کرده است. در مرکز این ابتکار، موسسات آموزشی چین، به ویژه دانشگاه‌ها، بسیاری از سیستم‌های نوآورانه (به عنوان مثال ، تلاش‌هایی فراتر از برنامه‌های درسی منظم) را برای ارائه آموزش کارآفرینی ایجاد و اجرا کرده‌اند. سازمان‌های دولتی، به وسیله مردم و برای مردم ایجاد می‌شوند و باید در برابر آنها پاسخگو باشند (محمدیان ، ۱۳۹۵). رابطه بین دولت و شهروندان، سیستم پاسخگویی را شکل می‌دهد که به موجب آن ، سازمان‌های دولتی وظایف مربوط را انجام داده و شهروندان نیز اجازه می‌دهند که این وظایف انجام شود، مشروط بر اینکه وکیل از حد خود تجاوز نکند و پاسخگو باشد. پاسخگویی مبنای هر جامعه‌ای است که ادعا می‌کند دموکراتیک است. امروزه دستگاه‌های دولتی با نوعی تعارض و دوگانگی مواجه هستند: از یک سو، در مقابل مردمان و سازمان‌های ملی خود احساس مسئولیت می‌کنند و باید در برابر نیازهای آنان پاسخگو باشند و از سوی دیگر، الزامات بین‌المللی و نیروهای جهانی آنان را وادار به اعمال روش‌ها و شیوه‌هایی می‌کند که در عمل مغایر خواست و انتظارات شهروندان است (الوانی ،۱۳۹۶).

در ایران طی چند برنامه اخیر توسعه کشور و چشم‌انداز ۱۴۰۴ به این مهم پرداخته نشده است، حتی این مفهوم برای بسیاری از دست‌اندرکاران و افراد جامعه کاملاً شناخته شده نیست، شاید به همین دلیل است که تاکنون برنامه درسی و بسترسازی مناسبی در حوزه‌های اقتصادی اجتماعی و نظام آموزش عالی کشور برای توسعه کارآفرینی صورت نگرفته است (غدیری و همکاران،۱۳۹۲). پاسخ‌گویی اجتماعی آموزش کارآفرینی به منزله جهت‌دهی تمامی فعالیت‌های آموزش کارآفرینی به سمت تربیت کارآفرینانی است که قادر به مرتفع نمودن نیازهای جامعه هدف باشند. نتیجه توجه به پاسخگویی و تعهد بیشتر از سوی دانشگاه‌ها شفافیت و مسئولیت‌پذیری بیشتر است. اخیراً مفهوم مسئولیت‌پذیری اجتماعی به پاسخگویی اجتماعی تغییریافته که اشاره به قدرت پاسخگویی سازمان در برابر فشارهای جامعه دارد (گل محمدی و همکاران،۱۳۹۵). پاسخگویی، ابزاری است برای دادن توضیح متعهدانه اعمال و تصمیمات نهاد به فرد یا نهاد دیگر . احساس پاسخگویی در مقابل جامعه، می تواند سازمان‌ها را از ورود به بی‌راهه و غلتیدن در نگرش‌های آمرانه و یک‌سونگرانه باز دارد. پاسخگویی اجتماعی مفهوم جدیدتری نسبت به مسئولیت اجتماعی است. سازمان‌ها به عنوان حلقه‌های واسط بین فرد و جامعه، یکی از اجزای بنیادین پیکره اجتماعی بشر امروزی به شمار می‌آیند که به منظور بقا و ادامه فعالیت خود به جامعه نیازمندند، در این ارتباط سازمان‌های پیشرو توجه به ارائه خدمات نوین اجتماعی را در راس فعالیت‌های مربوط به تحقیق‌وتوسعه خود قرار داده‌اند (شیخ و بیز[3] ،۲۰۱۱). بنابراین، سازمان‌ها باید حس مسئولیت‌پذیری، پاسخگویی و توجه به حقوق اعضای جامعه را در قالب برنامه‌های راهبردی خود، مورد توجه قرار دهند و در عین حال که از سرمایه‌های زیستی- اجتماعی و علمی محیط پیرامون

1. Galindo & Mendez 2. Pagano et al 3. Sheikh & Beise

خود تغذیه می‌کنند، در برنامه‌های راهبردی خود توجه ویژه‌ای به مقوله مسئولیت اجتماعی سازمانی و رعایت حقوق شهروندان داشته باشند (پیتر و همکاران[1]، ۲۰۰۱).

پاسخگویی اجتماعی، گرایش مدیریتی دارد و معطوف به اقدامات عملی در سازمان برای پاسخگویی به مسائل اجتماعی است. عملیاتی بودن پاسخگویی اجتماعی موجب می‌شود تا بتوان به سادگی متوجه شد که تا چه حدی پاسخگویی اجتماعی در رفع مسائل اجتماعی موفق بوده است و الگوی پاسخگویی موفق چیست (لی و همکاران[2]، ۲۰۱۳). پاسخگویی هم چون اهرمی عمل می‌کند که ایفاگران نقش در عرصه اجتماعی را ملزم می‌کند تا در قبال عملکرد خود مسئول باشند. سازمان‌ها و نهادهای اجتماعی با پاسخگویی در قبال مردم قدم در مسیر شفاف‌سازی و بهبود عملکرد خود می‌گذارند، و در مقابل، مردم هم موظف به پاسخگویی در قبال جامعه هستند. از این رو، پاسخگویی می تواند پیونددهنده ساختارهای کلان جامعه همچون دولت و نهادهای اجتماعی با مردم و بدنه اجتماع محسوب شود (توحیدلو ،۱۳۹۲).

خبرگان و متخصصان کسب‌وکار براین باور هستند، که ساختن و حفظ یک برند قدرتمند کارآفرینانه جهت رشد، دوام و ماندگاری یک کسب‌وکار در محیط‌های رقابتی و پیچیده امروزی از اهمیتی فوق‌العاده حیاتی برخوردار است (موسوی و همکاران،۱۳۹۹). در سازمان‌های بزرگ، این موضوع حیاتی است که برای رشد عملکرد و کسب مزیت رقابتی، از رفتارهای کارآفرینانه در همه سطوح سلسله مراتبی حمایت کنند (علیزاده‌مجد و همکاران،۱۳۹۸). کارآفرینان، دارای درک عمیق از شناسایی فرصت‌ها به واسطه ویژگی‌های خاص خود از جمله هوشیار بودن کارآفرینانه هستند. عوامل گوناگونی همچون ویژگی‌های شخصیتی، تحول در محیط پیرامونی، تجارب پیشین، دانش پیشین، دستیابی به اطلاعات و مسائل روان شناختی برای تشریح چگونگی شناخت و توسعه فرصت‌های جدید توسط افراد کارآفرین به ویژه با هویت هوشیارانه از دید محققان این حوزه در سالیان اخیر مد نظر قرار گرفته است (شفرد و همکاران، ۲۰۱۰). انجام فعالیتهای کارآفرینانه برای سازمان‌ها در محیط پویای رقابت جهانی امروز که تغییرات سریعی را در خود میبینند، ضروری است (علیزاده‌مجد و همکاران،۱۳۹۹). در سال‌های اخیر مفهوم هوشیاری کارآفرینانه به ساختار کلیدی در پژوهش‌های کارآفرینی تبدیل شده است (تانگ و همکاران، ۲۰۱۲) مفهوم هوشیاری کارآفرینانه که از ویژگی‌های کارآفرینان فرصت گرا است، به عنوان مفهوم اساسی در حوزه کارآفرینی مطرح است(صفا و همکاران، ۱۳۹۵). کرزنر، اولین کسی بود که از واژۀ هوشیاری برای تشخیص فرصت کارآفرینانه استفاده کرد (طالبی و همکاران، ۱۳۹۷). آردیچویلی و همکاران و کرزنر بیان می‌کنند که هوشیاری کارآفرینانه یکی از مهم‌ترین عوامل در تشخیص فرصت‌های کارآفرینی محسوب می‌شود. بسیاری از محققان موافقند که هوشیاری شامل ذهنیتی بر پایه چندین ظرفیت و فرایند همچون دانش قبلی، مهارت‌های تشخیص الگو و پردازش اطلاعات بنا نهاده شده است (آزاد و همکاران،۱۴۰۰).

صنعت لاستیک موانعی را در توسعه خود تجربه می کند. موانع خارجی به دلیل نوسان قیمت لاستیک ایجاد می‌شوند. درحالی‌که، موانع داخلی درست مانند نقاط ضعف شرکت‌های ملی که دارای مالکیت مشترک هستند، یعنی فقدان مهارت‌های لازم برای اداره خوب شرکت، رقابت‌پذیری ضعیف، رضایت مدیران ارشد از نتایج به دست آمده، قادر به استفاده کم از فرصت‌های موجود و به وجود آمده و کمبود سرمایه برای تلاش و گسترش شرکت. توانایی صنعت لاستیک برای رشد و بقا تاکنون تحت حمایت عوامل داخلی و خارجی است. عوامل داخلی مربوط به توانایی کارآفرینان در مدیریت کسب‌وکار است، درحالی‌که، عوامل بیرونی با عوامل حمایتی خارج از کسب‌وکار مانند بازار و موسسات حمایتی (اتحادیه اعتبار) مرتبط است. عنصر تعهد به شغل، تعیین اهداف، جستجوی اطلاعات و اعتماد به نفس ،عناصر توانایی و جستجو و بهره‌برداری از فرصت‌های تجاری، اراده در دستیابی به اهداف، تمایل به ریسک، تقاضا برای کیفیت و کارایی، توانایی برنامه‌ریزی

1. Peter et al 2. Lee et al

و نظارت سیستماتیک و توانایی انجام تار و پود کار و متقاعدسازی که برای آن هنوز باید تلاشی برای بالا بردن نمایه کارآفرینی برای زنده ماندن و برنده شدن در رقابت فزاینده باشد.

می‌دانیم که حمل و نقل از الزامات ضروری پیشرفت هر اقتصادی است. بخش سنگینی از حمل‌ونقل متعلق به حمل‌ونقل‌های جاده‌ای است، لذا برای داشتن حمل‌ونقلی ایمن و اثربخش نیاز به صنعت لاستیکی با کیفیت ممتاز هستیم. در سال‌های گذشته یعنی قبل از انقلاب، کشورمان یکی از واردکنندگان عمده تایر بود و در حدود ۱۵۰ میلیون دلار در سال تایر وارد می‌کرد. درحال‌حاضر، میزان واردات محدود به سایزهایی از تایر شده است که در ایران تولید نمی‌شوند یا تولید آن‌ها محدود است و برای سرمایه‌گذاری مقرون به‌صرفه نیست. شاغل بودن ۱۵۰۰۰ نفر در این صنعت، یکی دیگر از ابعاد اهمیت این صنعت را نشان می‌دهد. دیگر توانایی‌های این صنعت، وجود نیروی تحصیل کرده در این رشته در داخل کشور است. صنعت تایر در ایران یکی از مهم‌ترین صنایع در راستای توسعه کشور است. سند راهبردی توسعه صنعتی کشور، سیاست‌های ایمنی اصل ۴۴ قانون اساسی، برنامه چهارم توسعه و نیز سند چشم‌انداز ۲۰ ساله توسعه تایر کشور همگی صنعت تایر را جزء صنایع مهم و تأثیرگذار در توسعه کشور می‌دانند و توسعه این صنعت را در اولویت برنامه‌های توسعه کشور قرار داده‌اند.

هدف هر جامعه‌ای دستیابی به رشد و توسعه است. با مقایسه روند رشد کشورهای پیشرفته و کشورهای در حال توسعه و بررسی مشکلات این کشورها (از قبیل بیکاری، تورم و ..) می‌توان پی برد که یکی از عوامل مهم و موثر برای موفقیت کشورهای در حال توسعه جهت رسیدن به پیشرفت و توسعه پایدار، توجه به مبحث مهم کارآفرینی است. لذا کشور ما و سایر کشورهای در حال توسعه در جهت رشد و توسعه ناگزیرند توجه خاصی را به مقوله کارآفرینی مبذول نمایند. کارآفرینی با شتاب دادن به فعالیت‌های اقتصادی و ایجاد و خلق شغل‌ها و کارهای جدید، نقش راهبردی در توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. قرن بیست و یکم به عنوان قرن دانش معرفی شده است، در این عصر، سرمایه اصلی جوامع، دانش، مهارت و نگرش منابع انسانی آن‌ها است. برای اینکه این سرمایه در خدمت سعادت جامعه باشد به قابلیت‌های کارآفرینی نیاز است. در حال حاضر، توسعه کارآفرینی، هسته برنامه‌های توسعه کشورها است. به دلیل نقش و جایگاه ویژه کارآفرینان در روند توسعه و رشد اقتصادی، بسیاری از دولت‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تلاش می‌کنند با حداکثر امکانات و بهره‌برداری از دستاوردهای تحقیقاتی، شمار هر چه بیشتری از جامعه را که دارای ویژگی‌های کارآفرینی هستند به آموزش در جهت کارآفرینی و فعالیت‌های کارآفرینانه تشویق و هدایت کنند. کارآفرینان نقش کلیدی در توسعه اقتصادی و تحولات اجتماعی دارند. کارآفرینان به عنوان عناصر اصلی در تسریع توسعه کشورهای در حال توسعه و در تجدید حیات و استمرار توسعه کشورهای صنعتی مورد توجه و مطالعه بوده‌اند. در شرایط کنونی اقتصاد کشورمان که با مسائل و نارسایی‌های مهمی نظیر فرار مغزها، بیکاری یا کم‌کاری به ویژه فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها و نیروی انسانی متخصص، کاهش سرمایه‌گذاری دولت، عدم تحرک و رشد اقتصادی کافی روبروست، پرورش و آموزش کارآفرینان توسعه کشور از اهمیت مضاعفی برخوردار است.

ادبیات تحقیق

توسعه کارآفرینی: در زمینه توسعه کارآفرینی نیز تعاریف متعددی بیان شده است. توسعه کارآفرینی را «اقدام‌های انجام شده برای تحریک کارآفرینی، قبل از آغاز هدف، راه‌اندازی و پس از راه اندازی فرایند کارآفرینی، در سه حوز ۀ انگیزش، کشف فرصت‌ها و آموزش مهارت‌ها، با هدف اصلی تشویق بیشتر مردم برای شروع کسب وکار» تعریف کرده‌اند. سیاست‌های توسعۀ کارآفرینی به دو بخش خرد و کلان تقسیم شده که که سیاست‌های خرد در سطوح پایین و سیاست‌های کلان در سطوح عالی دولت انجام می‌شود که محیط کسب وکار را بهبود می‌بخشند و به‌طورکلی، اثرگذارتر از

سیاست‌های خرد هستند(داوری و همکاران،۲۰۱۲).

پاسخگویی اجتماعی: پاسخگویی اجتماعی سازمانی را می‌توان ظرفیت بالفعل سازمان در جهت برآورده‌سازی عملی و واقعی توقعات و انتظارات اجتماعی از سازمان تعریف نمود (احمدی و همکاران،۱۳۹۱). پاسخگویی اجتماعی به معنی درجه اثربخشی و بازدهی یک سازمان در نشان دادن پیگیری برای ایفای مسئولیت‌های اجتماعی، است. در دیدگاه پاسخگویی اجتماعی، سازمان‌ها به مانند شرکایی در کنار نهادهای جامعه‌اند و تلاش دارند تا به حل مشکل‌های جامعه بپردازند و در نهایت سطح رفاه و کیفیت زندگی اجتماعی مردم را با رعایت برآورده شدن نیازهای تمامی طرفهای ذی نفع بالابرند (یعقوبی،۱۳۸۹).

هوشیاری کارآفرینانه: کرزنر از جمله دانشمندانی بود که برای اولین بار از کلمه هوشیاری کارآفرینانه به منظور تحلیل و تبیین در حوزه تشخیص فرصتهای کارآفرینی استفاده کرد. کرزنر اشاره می‌کند که کارآفرینان چه در حال و چه در آینده متصور خود، باید نسبت به کشف فرصت‌ها آگاه و هوشیار باشند (کرزنر،۲۰۰۹). او پیش از این نیز معتقد بود هوشیاری کارآفرینانه به توجه نشان دادن به فرصت های نادیده گرفته شده، حتی بدون جست‌وجو برای آن‌ها، اطلاق می‌شود، همچنین، این برداشت از هوشیاری را شور و شوقی برای شکل‌بندی تصویری از آینده می‌نامید. تانگ هوشیاری کارآفرینانه را از حیاتی‌ترین عوامل در تشخیص فرصت‌های کارآفرینی می‌داند و از سه منظر جستجو برای کسب اطلاعات، ارتباط دادن تمام اطلاعات یافت شده و تحلیل و ارزیابی اطلاعات آن را مورد بررسی قرار داده است. در واقع او بیان می‌کند هوشیاری، توانایی ارتباط برقرار کردن بین تکه‌هایی از اطلاعات پراکنده و تجمیع آن‌ها به منظور تحلیل و در ادامه دستیابی به فرصتی کارآفرینانه در بازار کار می‌باشد (تانگ و همکاران، ۲۰۱۲). فرآیند فرصت‌یابی کارآفرینانه توسط افراد هوشیار، فرایندی آگاهانه و تیزبینانه است که شامل شناخت و بهره‌برداری از فرصت است (لامپکین و لیختنشتاین،۲۰۰۵). هوشیاری کارآفرینانه به مثابه یک منبع شناختی است که یک کارآفرین از آن بهره می‌برد و در مهارت‌های شناسایی فرصت‌های ایجاد کسب‌وکار در بازار بیشتر از دیگران توانایی دارد (هلفات و پتراگتانگ،۲۰۱۵). تانگ در سال ۲۰۱۲ با مطالعه هوشیاری کارآفرینانه به ارائه مدلی بر مبنای ۳ بعد جستجوی اطلاعات، ارتباط دادن بین آن‌ها و ارزیابی بر هوشیاری کارآفرینانه و پی بردن به اهمیت و نقش آن‌ها در فرایند هوشیاری رسید.

پیشنه تحقیق

ورکیانی پور و همکاران(۱۳۹۸) در تحقیقی تحت عنوان "ارائه مدل توسعه کارآفرینی زنان با رویکرد توسعه پایداری روستایی" بیان داشتند زنان نقش مهمی در ارتقای اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی جامعه ایفا می کنند؛ بنابراین، هویت دادن و استقلال بخشیدن به آنان و فراهم کردن زمینه مشارکت فعال آن‌ها در امور مختلف اقتصادی اجتماعی به خصوص فعالیت های کارآفرینی، عامل مهمی در انگیزش بیشتر این نیروی عظیم در چرخه های تولیدی اجتماعی است.

حقیقت دوستی سیار و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان" ارائه مدل آموزش توسعه کارآفرینی در مراکز رشد دانشگاه‌های آزاد اسلامی استان مازندران " به این نتیجه رسیدند که دانشگاه کارآفرین دانشگاه نوآوری است که دانش را تجاری‌سازی می‌کند و با جامعه، دولت و صنعت ارتباط داشته و به سمت استقلال داخلی و تامین مالی پیش می‌رود و ویژگی آن جنبه‌های اقتصادی، کارایی و رقابت‌پذیری آن نسبت به سایر مدل‌های آموزشی دانشگاهی است.

گودرزی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی با عنوان " چارچوبی برای توسعه کارآفرینی دانشگاهی در رشته‌های علوم انسانی در ایران" انجام داده‌اند. درنهایت، ۷ بعد فرهنگ کارآفرینی شامل نقش دولت، ساختار دانشگاه‌ها، شیوه آموزشی دانشگاه، تحقیق و تجاری‌سازی، ارتباطات بیرونی و زیرساخت مالی برای توسعه دانشگاه کارآفرین

در حوزه علوم انسانی شناسایی شده‌اند.

شهباززادگان (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان "پاسخگویی اجتماعی در آموزش پزشکی" بیان داشت که تحول آکادمیک در محورهای اجتماعی، علمی و اقتصادی و در حوزه های آموزش، پژوهش، بهداشت، درمان و نوآوری باید مورد توجه قرار گیرد. هم‌راستا کردن پیامدهای نظام آموزشی با نیازهای جامعه از طریق نیازسنجی اجتماعی و مفهوم مسئولیت‌پذیری در نظام آموزشی باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین اشکال مختلف تعامل بین سازمانی و استانداردهای تعامل در فرآیندهای بین حوزه‌ای لازم است.

مخبر دزفولی و همکاران (۱۳۹۶) تحقیقی با عنوان "طراحی مدل توسعه کارآفرینی در مراکز آموزش کشاورزی و تحلیل استراتژیک وضعیت کارآفرینی" انجام داده‌اند. نتایج تحقیق در دو قسمت مدل پیشنهادی توسعه کارآفرینی در مراکز آموزش عالی و همچنین استراتژی های توسعه کارآفرینی مبتنی بر مدل SWOT ارائه شد.

اکرامی و قلمکاری (۱۳۹۵) در تحقیقی تحت عنوان "ارائه مدل توسعه کارآفرینی بر پایه مدیریت دانش" بیان داشتند نتایج همبستگی بنیادی نشان داده است که یافته‌های پژوهش به عنوان مدل بهینه کارآفرینی بر پایه ابعاد مدیریت دانش و ویژگی‌های فردی کارکنان به صورت یک مدل اقتضایی معرفی می‌شود و بین کارآفرینی با سنوات خدمت و سن رابطه معناداری وجود ندارد.

شیعه و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی تحت عنوان "تبیین شاخص‌های پاسخگویی اجتماعی دانشکده‌های علوم پزشکی" مطالعه‌ای برروی ارائه چهارچوبی برای سنجش میزان پیشرفت دانشکده‌ها در مسیر پاسخگویی و تبیین ابعاد دانشکده‌های پاسخگو در علوم پزشکی ارائه دادند. که درنهایت ۵۸ شاخص در ۴ حیطه تبیین شد.

شریف‌زاده و عبدالله‌زاده (۱۳۹۴) تحقیقی با عنوان "مولف های توسعه آموزش کارآفرینی در نظام آموزش عالی کشاورزی" انجام دادند. این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مجموعه‌ای نمایان از مولفه‌های آموزش کارآفرینی در حوزه آموزش عالی کشاورزی انجام شد.

سیدی و تقی‌خانی (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان "موانع توسعه کارآفرینی و نقش دولت در تسهیل توسعه کارآفرینی" به بررسی موانع کارآفرینی در سه مرحله: آموزش و زمینه‌سازی، تحرک کارآفرینی و جهش (منابع و فرصت‌ها) پرداختند.

الوانی و رودگرنژاد (۱۳۸۹) در تحقیقی با عنوان "مدل توسعه کارآفرینی در سازمان‌های کوچک و متوسط" با ارائه یک مدل محقق‌ساخته برای توجیه تاثیر متغیرهای پرورش ویژگی‌ها، تحریک انگیزه‌ها و دانش و مهارت‌های کارآفرینی بر توسعه کارآفرینی به بررسی این عوامل پرداختند. در این پژوهش، یک مدل سه بعدی پرورش ویژگی‌ها، تحریک انگیزه‌ها و دانش و مهارت‌های کارآفرینی آزمون شده و مورد تایید قرار گرفته است.

مکی آل آقا (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان "نقش دانشگاه در توسعه کارآفرینی" به دنبال یافتن پاسخ این سوال بود که عوامل گسترش و ترویج کارآفرینی در دانشگاه چیست، در این راستا شناسایی موانع و عوامل توسعه و گسترش کارآفرینی در دانشگاه مد نظر بود و درنهایت راهکارهای عملی به منظور ارتقاء و توسعه کارآفرینی در بین دانش‌آموختگان دانشگاه ارائه شد. این پژوهش نشان داد که معرفی فرصت‌های کارآفرینی در دانشگاه در ایجاد تسهیلات برای توسعه قابلیت‌های حرفه‌ای و کارآفرینی بسیار موثر است.

ننه (۲۰۱۹) با مطالعه عملگرایی در هوشیاری کارآفرینانه به این نتیجه رسید که در فرایند هوشیاری، خلاقیت‌های کارآفرینانه و عملگرا و متعهد بودن، مشخصه‌هایی هستند که نقش اساسی را بازی می کنند. لی و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه هوشیاری کارآفرینانه و تاثیر آن روی کارآفرینی سازمانی به این نتیجه رسیدند که هوشیاری کارآفرینانه می‌تواند رفتار سازمانی کارآفرینانه را تمایز دهد و می‌تواند سرعت تصمیم‌گیری‌های تیم مدیریتی را بالا برد و فرایند شناخت فرصت‌های کارآفرینانه را بهبود بخشد.

صفا و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه هوشیاری کارآفرینانه به این نتیجه رسیدند که مفهوم فرصت‌گرایی در کارآفرینی، در میان کارآفرینان ایرانی مطرح و این مفهوم ماهیتا ذاتی و اکتسابی است. طالبی و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه ابعاد هوشیاری کارآفرینانه و رابطه آن‌ها برمبنای رویکرد پردازش اطلاعات انسانی به این نتیجه رسیدند که رابطه ی معناداری بین دانش پیشین و تحلیل بازار، تشخیص فرصت و هوشیاری کارآفرینانه وجود دارد.

گرجی و همکاران[1] (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی پاسخگویی اجتماعی در مدیران بیمارستان به این نتیجه رسیدند که وضعیت پاسخگویی اجتماعی مدیران در بیمارستان‌های خصوصی بهتر از بیمارستان‌های دولتی است. عدم توجه مدیران به مسئولیت‌پذیری اجتماعی بر کیفیت سایر خدمات آموزشی، بهداشتی و درمانی تأثیر می‌گذارد. این واقعیت لزوم توجه بیشتر مدیران به مقوله پاسخگویی اجتماعی را افزایش می دهد.

پریهاتینیگ و همکاران[2] (۲۰۲۰)، مفهوم پاسخگویی اجتماعی را مورد بررسی قرار دادند. این مفهوم از سال ۱۹۹۵ توسط WHO و مؤسسات آموزشی حرفه‌های پزشکی و بهداشتی پذیرفته نشده است و همچنین، هنوز توسط سیاست‌گذاران کلیدی و مدیران بهداشت در بسیاری از مناطق و کشورها حمایت نشده است. چند مطالعه موردی ثابت کرده‌اند که مفهوم پاسخگویی اجتماعی امکان‌پذیر و قابل مدیریت است. و درنهایت تأثیر مفیدی برای جامعه در ارتقای وضعیت سلامت به همراه دارد. تا زمانی که بازیگران کلیدی از سطوح بین‌المللی، ملی، نهادها و جامعه با یکدیگر هماهنگ باشند، می‌توان از دستورالعمل‌ها و رویکردهای موجود برای تسریع پذیرش پاسخگویی اجتماعی استفاده کرد.

بویدل و همکاران[3] (۲۰۱۹) در تحقیقی تحت عنوان "بررسی پاسخگویی اجتماعی در زمینه تقویت سیستم بهداشت و درمان: نوآوری‌ها و ملاحظات مربوط به کارهای آینده" بیان داشتند، تحقیقات در حال رشد در مورد نقش مسئولیت‌پذیری اجتماعی در دستیابی به مراقبت‌های بهداشتی بیشتر و باکیفیت‌تر وجود دارد. در اینجا، ما به مسئولیت‌پذیری اجتماعی به عنوان "تلاش شهروندان در تعامل معنادار مداوم با نهادهای عمومی برای پاسخگویی در تهیه کالاهای عمومی" اشاره می‌کنیم. این فرآیندها دارای چندین مؤلفه و فرایندهای متصل به هم هستند و طیف وسیعی از بازیگران را در اقدامات محور جامعه، غالباً غیرقابل پیش‌بینی و وابسته به متن قرار می دهند، که چالش‌های زیادی را برای محققان به وجود می‌آورد. در ژوئن سال ۲۰۱۷، دانشمندان و مجریانی که در این زمینه کار می‌کنند برای به اشتراک گذاشتن تجربیات، بحث در مورد رویکردها ، شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی و در نظر گرفتن جهت‌گیری برای مطالعات آینده گرد هم آمدند. این مطالعه یادگیری‌های این بحث را به اشتراک می‌گذارد.

مالسکی[4] (۲۰۱۸) در تحقیقی تحت عنوان "اکوسیستم های توسعه کارآفرینی" به بررسی ادبیات، مفاهیم و کاربردی بودن مفهوم اکوسیستم‌های کارآفرینی پرداخت. با وجود برخی علاقه‌ها در سطح ملی، درک می‌شود که کارآفرینی در مناطق یا اکثر مناطق، با استفاده از منابع محلی، موسسات و شبکه‌ها صورت می‌گیرد. شواهد کتابخانه‌ای نشان می‌دهد که استفاده از اصطلاح اکوسیستم کارآفرینی بر سایر مفاهیم، مانند محیط‌هایی برای کارآفرینی پیشی گرفته است و سازوکارها، موسسات، شبکه‌ها و فرهنگ‌هایی را که از کارآفرینان پشتیبانی می‌کند، برجسته کرده است. این تحقیق، چندین موضوع خاص را مانند انتخاب مقیاس، دانشگاه‌ها به عنوان قطب‌های اکوسیستم، و چگونگی تکامل چنین اکوسیستم مورد بررسی قرار می‌دهد. این پیشنهادات به دنبال دستورالعمل تحقیق آینده است و توجه ویژه‌ای به روش‌شناسی‌ها دارد.

چارچوب نظری

با توجه به مطالعات انجام شده در پژوهش‌های پیشین مهم است که امکان استفاده از هوشیاری کارآفرینانه به عنوان یک ابزار کارآفرینی در صنعت لاستیک جهت بالا بردن توسعه کارآفرینی

1. Gorji&etal 2. Prihatiningsih&etal 3. Boydel et al 4. Malecki

مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی درکی که مشتری می‌تواند از خدمات ارائه شده داشته باشد، ممکن است تحت تاثیر پاسخگویی اجتماعی قرار گیرد و همچنان در افزایش کارآفرینی تاثیرگذار باشد. مهم است بررسی شود که آیا صرف پاسخگویی اجتماعی می‌تواند سود کلی ناشی از درکی که مشتری می‌تواند از خدمات داشته باشد را پوشش دهد از طرفی آنچه که می‌تواند همچنان مشتریان را وفادار کرده و به نوعی منجر به رضایت آنها شود نقش پاسخگویی اجتماعی در صنعت لاستیک است که به نوعی استفاده از هوشیاری کارآفرینانه می‌تواند بهبود دهنده توسعه کارآفرینی باشد و به‌کارگیری پاسخگویی اجتماعی می‌تواند این رابطه را بهبود دهد. در واقع جای خالی این نوع بررسی‌ها در پژوهش‌های پیشین، کاملا احساس می‌شود.

فرضیه ۱- هوشیاری کارآفرینانه بر توسعه کارآفرینی تأثیر دارد.

فرضیه ۲- هوشیاری کارآفرینانه بر پاسخگویی اجتماعی تاثیر دارد.

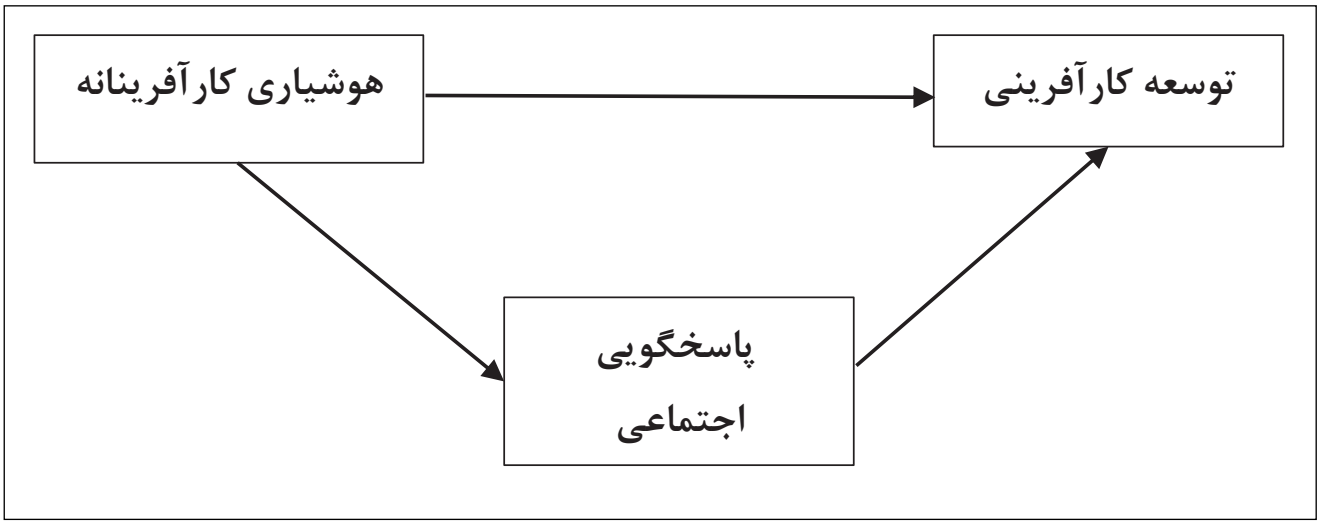
فرضیه ۳- پاسخگویی اجتماعی بر توسعه کارآفرینی تاثیر دارد.

فرضیه ۴- پاسخگویی اجتماعی نقش میانجی را در رابطه بین هوشیاری کارآفرینانه و توسعه کارآفرینی دارد.

تجربی

روش‌شناسی

پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس ماهیت و روش، توصیفی- همبستگی است، اطلاعات به‌دست‌آمده در این تحقیق از طریق پرسشنامه و مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌آوری داده‌های میدانی در صنعت مربوطه به‌دست‌آمده است. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات برای تجزیه‌وتحلیل از پرسشنامه استاندارد استفاده شده است. پرسشنامه این تحقیق شامل ۳۹ سوال است. برای طراحی سؤالات از طیف پنج گزینه‌ای لیکرت استفاده شده است که یکی از رایج‌ترین مقایسه‌های اندازه‌گیری به شمار می‌رود. جامعه آماری این پژوهش شامل ۵۰ نفر از مدیران و کارکنان باسابقه شرکت لاستیک آرتاویل است.در این تحقیق، روش نمونه‌گیری انتخاب‌شده روش نمونه‌گیری تصادفی ساده است. برای تعیین نمونه موردنظر از فرمول آماری کوکران استفاده شده است، که در آن سطح اطمینان ۹۵ و خطای برآوردی ۵



شکل ۱- مدل تحقیق

لحاظ شده است و حجم نمونه آماری این تحقیق نیز ۴۴ نفر به دست آمده است. هر پژوهش میدانی به مدل تحقیق نیاز دارد که در قالب ابزار تحلیلی مناسب، متغیرها و روابط بین آن‌ها را نشان می‌دهد.

در این تحقیق، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های مختلف آمار توصیفی، استنباطی و روش حداقل مربعات جزئی، به‌وسیله نرم‌افزارهای SPSS 22 و 2SmartPLS استفاده شده است. در آمار تحلیلی این تحقیق به منظور آزمون فرضیه‌های تحقیق از مدل معادلات ساختاری استفاده شده است.

نتیجه‌ها و بحث

به‌منظور بررسی پایایی مدل اندازه‌گیری پژوهش، به بررسی ضرایب بارهای عاملی، ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی، روایی همگرا و روایی واگرا پرداخته شده و برازش بخش ساختاری مدل از طریق بررسی مقادیر R^2 (واریانس تبیین شده) و مقادیر Q^2 (قدرت پیش‌بینی مدل) صورت می‌پذیرد.

R^2 معیاری است که نشان از تأثیر یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا دارد و سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به‌عنوان مقدار ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی R^2 در نظر گرفته می‌شود. همانطورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مقدار R^2 برای سازه‌های درون‌زای پژوهش محاسبه شده است که با توجه به سه مقدار ملاک، متوسط بودن برازش مدل ساختاری تایید می‌شود. در صورتی که مقدار Q^2 در مورد یک سازه درون‌زا سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ را کسب نماید، به ترتیب نشان از قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی سازه یا سازه‌های برون‌زای مربوط به آن را دارد. نتایج جدول نشان از قدرت پیش‌بینی متوسط مدل در خصوص سازه‌های درون‌زای پژوهش داشته و برازش مدل ساختاری را تائید می‌کند.

سپس از معیار Gof استفاده شده است که توسط این معیار، پژوهشگر پس از بررسی برازش بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل پژوهش، برازش بخش کلی را نیز کنترل می‌کند که سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای Gof معرفی شده است. با توجه به مقدار به دست آمده برای GOF به میزان ۰/۴۶۲ برازش مناسب (متوسط) مدل کلی تائید می‌شود.

آزمون فرضیه‌های پژوهش براساس روش حداقل مربعات جزئی انجام شده است. اندازه ضریب مسیر نشان‌دهنده قدرت و قوت رابطه بین دو متغیر بوده و برای معنادار بودن ضریب مسیر لازم است مقدار آماره تی هر مسیر از عدد ۱/۹۶ بیشتر باشد.

جدول۱- آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی

متغیرها	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	سطح پذیرش
هوشیاری کارآفرینانه(EA)	۰/۹۳۹	۰/۸٤٦	۰/۷
توسعه کارآفرینی(ED)	۰/۸۸۰	۰/۷۹۸	۰/۷
پاسخگویی اجتماعی(SA)	۰/۹۵۹	۰/۸۸٦	۰/۷

جدول۲- میانگین واریانس استخراجی

متغیرها	میانگین واریانس استخراجی	سطح پذیرش
هوشیاری کارآفرینانه	۰/۵۹۰	۰/۵
توسعه کارآفرینی	۰/۵۲٦	۰/۵
پاسخگویی اجتماعی	۰/۷۳۰	۰/۵

جدول۳- روایی واگرا

متغیرها	هوشیاری کارآفرینانه	توسعه کارآفرینی	پاسخگویی اجتماعی
هوشیاری کارآفرینانه	۰/۷٦۸		
توسعه کارآفرینی	۰/٤٥۳	۰/۷۲٥	
پاسخگویی اجتماعی	۰/۳۰۱	۰/٦۰۳	۰/۸٥٤

جدول۴- واریانس تبیین شده

متغیرها	R^2
توسعه کارآفرینی	۰/۸٥۲
پاسخگویی اجتماعی	۰/٥۹۱

جدول۵-قدرت پیش‌بینی مدل

متغیرها	SSO	SSE	Q^2
توسعه کارآفرینی	۱٦۲۰/۰۰۰۰۰۰	۱۰۴۸/۴۶۷۹۲۴	۰/۳٦۲
پاسخگویی اجتماعی	۱۱۸۸/۰۰۰۰۰۰	۱۱۲۴/۰۲۰٦٦٦	۰/۴٥۳

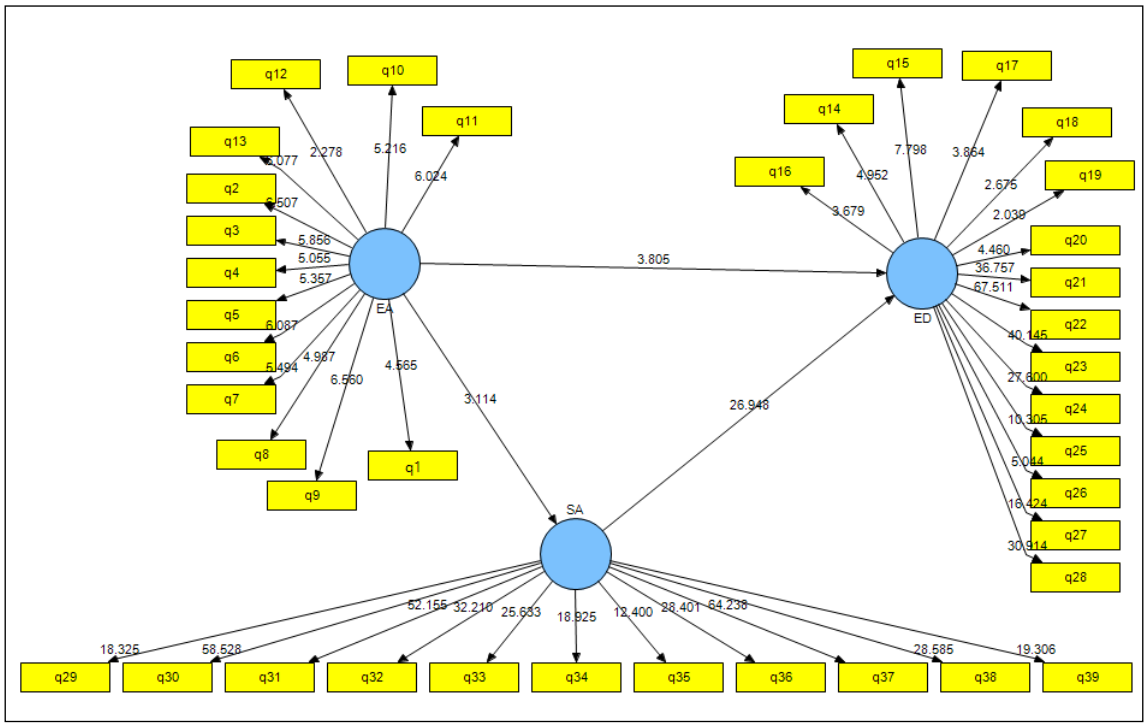
جدول۶- معیار Gof

متغیرها	R^2	Communalities
هوشیاری کارآفرینانه	-	۰/٥۹۰
توسعه کارآفرینی	۰/۸٥۲	۰/٥۲٦
پاسخگویی اجتماعی	۰/٥۹۱	۰/۷۳۰
میانگین	۰/۷۲۱	۰/٦۱٥
GOF		۰/٦٦٥

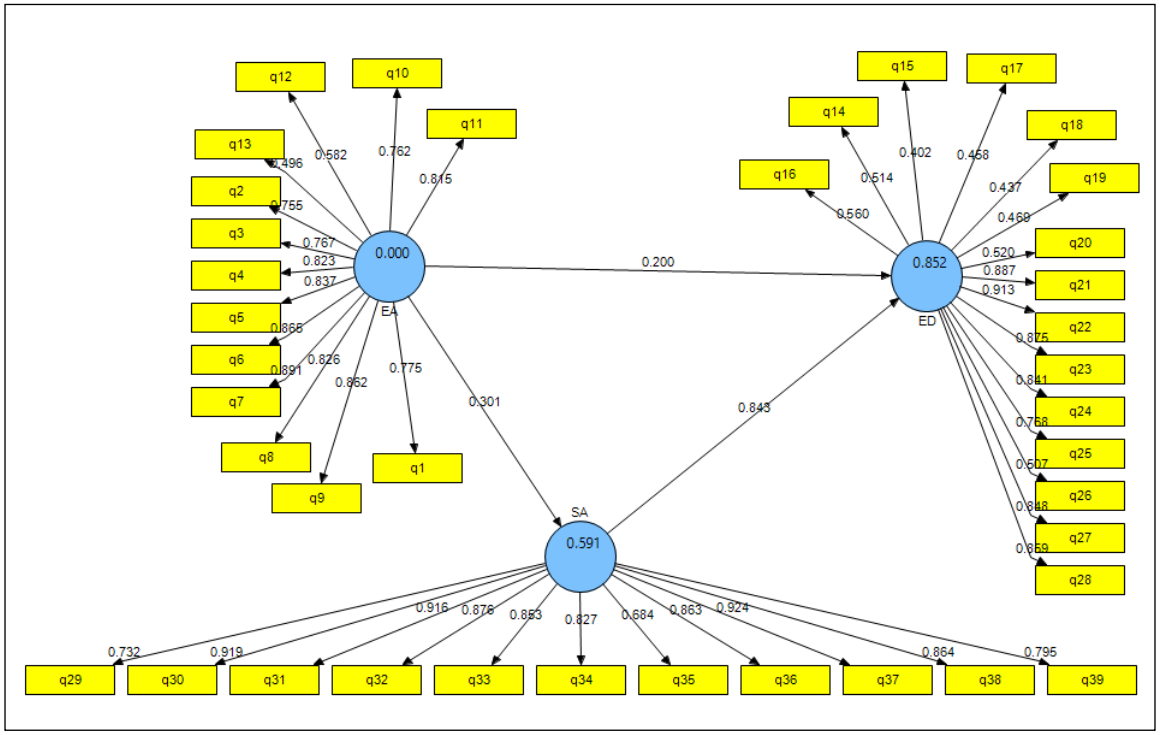
جدول۷- فرضیات

مسیر	ضریب مسیر	آماره تی (۱/۹٦<)	نتیجه
هوشیاری کارآفرینانه ← توسعه کارآفرینی	۰/۲۰۰	۳/۸۰٥	پذیرش
هوشیاری کارآفرینانه ← پاسخگویی اجتماعی	۰/۳۰۱	۳/۱۱۴	پذیرش
پاسخگویی اجتماعی ← توسعه کارآفرینی	۰/۸۴٥	۲٦/۹۴۸	پذیرش
هوشیاری کارآفرینانه ← پاسخگویی اجتماعی ← توسعه کارآفرینی	۰/٥٥۹	٥/٦۷۰	پذیرش

مطابق شکل‌های ۲و۳، مقدار ضریب مسیر برای متغیر و همچنین، مقدار آماره تی که مقدار آن بیشتر از ۱/۹۶ است، به‌دست آمده است. بنابراین فرضیات مورد تایید هستند.



شکل۲- آماره تی



شکل۳- ضریب مسیر

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش می‌توان اینگونه نتجه‌گیری کرد که احساس پاسخ‌گویی در مقابل جامعه، می‌تواند سازمان‌ها را از ورود به بی‌راهه و غلتیدن در نگرش‌های آمرانه و یک‌طرفه باز دارد. سازمان با پاسخگویی‌هایش معنا و مفهوم می‌یابد. در طی تاریخ کوتاه سازمان‌های بزرگ تجاری، مسئولیت و سنجش، حاصل کار محدود به علایق و منافع بوده است. دنیای کسب‌وکار، موفقیت سازمان‌ها و مدیران را عمدتا براساس سود، سنجیده است. مدیران امروزی باید ابعاد اجتماعی و عمومی حرفه خود را شناخته و از آثار سازمان خود روی محیط اجتماعی خویش آگاه باشند، تا بتوانند با بینش و آگاهی، پاسخگوی نیازهای مشتریان و مسائل روز جامعه باشند. سازمان‌ها باید این مسئولیت را حس کنند که مشکلات جامعه بخشی از مشکلات آنان بشمار می‌رود و باید نسبت به حل‌وفصل آن‌ها همت گمارند و بخشی از امکانات مالی و انسانی خود را در این راه بکارگیرند. بویدل و همکاران[1] (۲۰۱۹)، در تحقیقی تحت عنوان "بررسی پاسخگویی اجتماعی در زمینه تقویت سیستم بهداشت و درمان: نوآوری‌ها و ملاحظات مربوط به کارهای آینده" بیان داشتند، که تحقیقات در حال رشدی در مورد نقش مسئولیت‌پذیری اجتماعی در دستیابی به مراقبت‌های بهداشتی بیشتر و با کیفیت‌تر وجود دارد. در این تحقیق، ما به مسئولیت‌پذیری اجتماعی به عنوان "تلاش شهروندان در تعامل معنادار و مداوم با نهادهای عمومی برای پاسخگویی در تهیه کالاهای عمومی" اشاره می‌کنیم. امروزه، بیشتر نظریه‌پردازان با این دیدگاه موافق هستندکه نخستین مسئولیت اجتماعی هر شرکت این است که سودی را به دست آورد تا هزینه‌های آینده را تامین کند، زیرا اگر به چنین سودی دست نیابد از عهده هیچ مسئولیت اجتماعی دیگری برنخواهد آمد. نظریه‌پردازان، باید از دیدگاه هزینه‌ها و منافع بالقوه‌ای که مسائل اجتماعی برای سازمان دارند به موضوع نگاه کرده و به آن دسته از مساله‌های اجتماعی که منافع سازمان را به بهترین شکل ممکن تامین می‌کنند، توجه نمایند. به تعبیری دیگر مقصود از مسئولیت اجتماعی این است که چون سازمان‌ها تأثیر عمده‌ای بر سیستم اجتماعی دارند، بر این اساس، چگونگی فعالیت آن‌ها باید به گونه‌ای باشد که در اثر آن زیانی به جامعه نرسد و در صورت رسیدن زیان، سازمان‌های مربوطه ملزم به جبران آن باشند. واقعیت این است که، سازمان‌ها باید به عنوان جزیی مرتبط با نظام بزرگتر که درآن قرار دارند، عمل کنند، چون یک نظام فرعی از کل نظام اجتماعی را تشکیل می دهند. شهباززادگان (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان "پاسخگویی اجتماعی در آموزش پزشکی" تحول آکادمیک در محورهای اجتماعی، علمی و اقتصادی و همچنین، در حوزه‌های آموزش، پژوهش، بهداشت، درمان و نوآوری را مورد توجه قرار داده است. هم‌راستا کردن پیامدهای نظام آموزشی با نیازهای جامعه از طریق نیازسنجی اجتماعی و مفهوم مسئوولیت‌پذیری در نظام آموزشی باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین اشکال مختلف تعامل بین سازمانی و استانداردهای تعامل در فرآیندهای بین حوزه‌ای لازم است. در واقع به اهمیت پاسخگویی اجتماعی در بسیاری از تحقیقات پیشین در حوزه آموزش و در صنایع مختلف پرداخته شده و یکی از صنایعی که بسیار مورد بحث بوده است، حوزه بهداشت و درمان است (کلی و همکاران[2] ،۲۰۲۱؛ بنجان و همکاران[3]،۲۰۲۲). ۹ محرک کلیدی در پژوهش والینگ و همکاران[4] (۲۰۲۱) برای پاسخگویی اجتماعی از داده‌ها پدید آمدند که شامل چشم انداز یکپارچه، رهبری متعهد، استانداردهای اعتباربخشی، قهرمانان مسئولیت‌پذیری اجتماعی، مشارکت واقعی جامعه، فرصت‌های یادگیری مبتنی بر جامعه، ساختار سازمانی و حاکمیتی حمایتی، تنوع در دانشکده‌های پزشکی و سنجش است. که در این میان هیچکدام به عنوان اثر کارآفرینی سنجیده نشده است.

از این منظر، مدیران باید از جزءنگری و شیفتگی صرف نسبت به اهداف سازمانی خود دست بردارند و اهداف جامعه و کشور را به عنوان راهنمای خود در تلاش‌هایشان موردنظر قرار دهند. امروزه دیگر نمی‌توان جامعه سربلند و کشوری سرافراز داشت درحالیکه

1. Boydel et al 2. Khelly&etal 3. Benjane&etal 4. Walling&etal

مدیران و سازمان‌های آن هرکدام به دنبال اهداف خود بوده و منافع کلی سازمان را مدنظر قرار نمی‌دهند. باید بین سازمان‌ها و اهدافشان با جامعه پیوند زده شود و در منشور هر سازمان، اهداف اجتماعی سرلوحه امور قرار گیرد. روشن است که رشد اقتصادی و توسعه و بهبود اجتماعی دو وجه یک واقعیت‌اند و سازمان‌ها باید برای رسیدن به هردو اهتمام ورزند.

در صورتی‌که توسعه کارآفرینی افزایش پیدا کند قطعا می‌تواند منجر به هوشیاری کارآفرینانه و ارتقا پاسخگویی اجتماعی شود. توسعه از طریق کارآفرینی تبدیل به کانون توجه همه ملل جهان شده است. این امر توسط کشورهای کمتر توسعه‌یافته و در حال توسعه آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی که نیازمند تحول فوری به سمت اقتصاد توسعه‌یافته هستند، بهتر درک می شود. با این حال، توسعه اقتصادی از طریق کارآفرینی می‌تواند با تمرکز و سرمایهگذاری در آموزش کارآفرینی، تقویت شود. معلوم شده است که کارآفرینی قابل آموزش و آموختن است. ادراک مبهم از پایداری منجر به تعاریف متفاوت و اغلب متضاد کارآفرینی پایدار می‌شود. بازنگری در سیاستگذاریها و برنامه‌ریزی کلان در نظام درخصوص تغییر دیدگاه موجود و توجه بیشتر به توسعه کارآفرینی است.

آنچه در تحقیقات گذشته به آن می‌توان پی برد، اهمیت توسعه کارآفرینی در دانشگاه‌ها بوده است، درواقع بسیاری از پژوهش‌ها به بررسی توسعه کارآفرینی در دانشگاه‌ها، مراکز آموزش پرداخته‌اند(حقیقت دوستی‌سیار و همکاران،۱۳۹۷؛ مخبر دزفولی و همکاران،۱۳۹۶؛ اکرامی و قلمکاری،۱۳۹۵). سیدی و تقی خانی (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان "موانع توسعه کارآفرینی و نقش دولت در تسهیل توسعه کارآفرینی" به بررسی موانع کارآفرینی درسه مرحله: آموزش و زمینه‌سازی، تحرک کارآفرینی و جهش (منابع و فرصت‌ها) پرداختند، موضوعی که می‌تواند به پژوهش حاضر هم کمک شایانی داشته باشد.

احساس حمایت اجتماعی باعث می‌شود، ترس از شکست که یکی از موانع کارآفرینی در سر راه کارآفرینان است، کاهش یابد و کارآفرینان با اطمینان خاطر و اعتماد به نفس بیشتری فعالیت خود را آغاز نمایند. ثبات قوانین و جنبه قوانین و ضمانت اجرایی آن‌ها می‌تواند در افزایش هوشیاری کارآفرینان در سرمایه‌گذاری‌های جدید موثر باشد. محققان معتقدند پردازش‌هایی که توسط قابلیت هوشیاری کارآفرینانه روی دانش پیشین انجام می‌گیرد، موجب تأثیرگذاری بیشتر آن بر تشخیص فرصت می‌شود. یافتهها نشان داد نیمی از تأثیر دانش پیشین بر تشخیص فرصت با میانجی‌گری هوشیاری کارآفرینانه اتفاق می‌افتد. (ننه،۲۰۱۹؛ طالبی و همکاران،۱۳۹۷؛ صفا و همکاران،۱۳۹۵). لی و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه هوشیاری کارآفرینانه و تاثیر آن روی کارآفرینی سازمانی به این نتیجه رسیدند که هوشیاری کارآفرینانه می تواند رفتار سازمانی کارآفرینانه را تمایز دهد و می‌تواند سرعت تصمیم‌گیری‌های تیم مدیریتی را بالا برد و فرایند شناخت فرصت‌های کارآفرینانه را بهبود بخشد در واقع این پژوهش همان چیزی است که می‌تواند آن را تکمیل کند.

در ادامه جهت تقویت روابط موجود بین متغیرها می‌توان پیشنهادات زیر بیان نمود:

پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها به منظور افزایش توانایی حسگری بازار، ارتقا هوشیاری کارآفرینانه و نهایتاً تقویت هوشمندی رقابتی خود به منظور حفظ و ایجاد مزایای رقابتی پایدار، قابلیت بازارگرایی خود را بهبود دهند. سازمان‌ها به منظور تقویت قابلیت بازارگرایی خود می‌توانند با تمرکز بر بازار نسبت به تدوین برنامه‌های استراتژیک اقدام نمایند و فرآیندهای سیستماتیکی را برای تجزیه‌وتحلیل بازار و دریافت بازخورد از بازار، طراحی و عملیاتی کنند که دانش حاصل از آن بتواند مبنای هماهنگی سازمان با بازار قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها در راستای ارتقا هوشیاری کارآفرینانه خود از طریق تبادل اطلاعات استراتژیک مکانیزم‌های همکاری مبتنی بر اعتماد را توسعه دهند، و از این طریق تا حد ممکن

شکاف بین واحدهای عملیاتی سازمان را پر کنند. همچنین، لازم است سازمان‌ها به منظور شناسایی فرصت‌های کلیدی و انعکاس پیچیدگی‌های محیطی تبادل اطلاعاتی خود را تقویت نمایند. اعضا سازمان باید از طریق تعامل و با استفاده از به اشتراک گذاشتن تجربیات، به درک و فهم یکسانی از محیط اطرافشان برسند و حسگری بازار سازمان را ارتقا دهند.

پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها در درک‌وتحلیل محیط خود دیدگاه چند بعدی داشته باشند و محیط فعالیت خود را از بعد رقبا، مشتریان، محصولات و نهایتاً از یک نگاه کل‌نگر در سطح محیط کلان، مورد بررسی قرار داده و براساس اطلاعات حاصل از ابعاد چندگانه تحلیل محیطی، خود را تعدیل و اصلاح نمایند. هرچه مدیران در سطوح مختلف به ویژه مدیران ارشد، در سیاست‌گذاری‌ها، تعیین راهبردها و برنامه‌های عملیاتی، درخصوص توسعه کارآفرینی و هوشیاری کارآفرینانه بیشتر سرمایه‌گذاری کنند؛ پاسخگویی اجتماعی که یکی از متغیرهای مهم و کلیدی محسوب می‌شود، از سوی کارکنان، بهبود و توسعه خواهد یافت.

بر این اساس، میتوان ادعا کرد که با افزایش تجربه و دانش افراد و نیز ارتقای سطح آموزش‌های مربوط به هوشیاری کارآفرینانه و بازاریابی، همچون آگاهی از نحوۀ نیاز مشتری و آگاهی از نحوۀ مناسب خدمت‌رسانی به مشتری، توانایی شناسایی و پیش‌بینی بازار مناسب، با توجه به آگاهی از روند عرضه و تقاضا در بازار، می‌توان موجب افزایش هوشیاری کارآفرینانه و تشخیص فرصت‌های مناسب در حوزۀ کسب‌کارهای بومی و ایرانی شد، که این موارد از اجزاء و ارکان اساسی و اولیۀ شکل‌گیری فرایند کارآفرینی هستند.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

۱. اکرامی ،محمود و قلمکاری،مهان(۱۳۹۵)" ارائه مدل توسعه کارآفرینی بر پایه مدیریت دانش" فصلنامه مدیریت توسعه و تحول ، شماره ۲۴،صفحه ۳۳-۴۴
۲. آزادارمکی،امیر؛داودی،عارفه؛علیزاده مجد،امیررضا(۱۳۹۹).تاثیر نرخ ارز بازار بر رفتار خرید مصرف کنندگان لاستیک با نقش میانجی هوشیاری کارآفرینانه، نشریه لاستیک ایران، سال۲۵، شماره۹۹، ص۹۹-۱۲۰
۳. توحید لو، وحیده .(۱۳۹۲) بررسي ابعاد پاسخگويي اجتماعي در تعامل مردم و سازمان هاي اجتماعي (مورد مطالعه: دهياري و شوراي روستاي قمصر از توابع استان تهران) ،پايان نامه کارشناسي ارشد در رشته توسعه روستايي(توسعه اجتماعي)، دانشکده علوم اجتماعي ،دانشگاه تهران.
۴. حقیقت دوستی سیار, وحید, صالحی, محمد, فلاح, وحید. (۱۳۹۶). ارائه مدل آموزش توسعه کارآفرینی در مراکز رشد دانشگاه های آزاد اسلامی استان مازندران. فصلنامه توسعه آموزش جندی شاپور اهواز, ۹(ویژه نامه ۹۷), ۲۴-۳۱.
۵. داوري علي,افشم نسترن,فرخ منش ترانه (۱۳۹۴). سياست هاي کلان موثر بر توسعه کارآفريني بر اساس الگو هاي محيط کسب و کار، همايش ملي بهبود محيط کسب و کار، ۱۳۹۴, دوره۲
۶. سیدی ، تقی خانی ، امیر ،(۱۳۹۰)، موانع توسعه کارآفرینی و نقش دولت در تسهیل توسعه کارآفرینی،کار و جامعه ، شماره ۱۳۵، شهریور ماه
۷. شريف زاده محمدشريف, عبداله زاده غلامحسين،(۱۳۹۴). مولفه هاي توسعه ي آموزش کارآفريني در نظام آموزش عالي کشاورزي، پژوهش مديريت آموزش کشاورزي ، دوره ۱، شماره ۳۲ ; از صفحه ۹۶ تا صفحه ۱۱۲ .
۸. شهباززادگان, سمیرا (۱۳۹۷) پاسخگویی اجتماعی در آموزش پزشکی. همایش کشوری آموزش پزشکی پاسخگو, ۲۴-۲۶

مرداد ۹۷, تبریز - ایران
۹. شیعه،هاجر وقنواتی، شیرین ونبیئی، پریسا وامینی، میترا (۱۳۹۴) در تحقیقی تحت عنوان " تبیین شاخص های پاسخگویی اجتماعی دانشکده های علوم پزشکی" نشریه دانشگاهی یادگیری الکترونیکی (مدیا) » شماره۱
۱۰. صفا، لیلا؛ علم بیگي، امیر و غلامي، حسام الدین (۱۳۹۵) اعتباریابي و پایایي سنجي مقیاس سنجش هوشیاري کارآفرینانه در میان دانش آموختگان شرکت هاي تجاري کشاورزي استان کرمان ». فصلنامه پژوهش های ترویج و آموزش کشاورزی(۱) ۹، .۵۷-۶۸.
۱۱. طالبی، محمدرضا؛ الوانی، مهدی؛ محمودزاده، مجتبی و عطایی، محمد (۱۳۹۷) شناسایی ابعاد هوشیاری کارآفرینانه برمبنای رویکرد پردازش اطلاعات انسانی ». فصلنامه علمی پژوهشی توسعه کارآفرینی ، (۲) ۱۱ ، ۲۲۱ – ۲.
۱۲. علیزاده‌مجد،امیررضا؛بدیع‌زاده،علی؛حسینی،سیدرسول؛سعیدنیا،حمیدرضا؛علیرضایی،ابوتراب(۱۳۹۷). تبیین نقش فرهنگ در ایجاد دانشگاه کارآفرین،فصلنامه انجمن ایرانی مطالعات فرهنگی و ارتباطات، ۱۴،۵۱، ص۲۲۷-۲۴۸.
۱۳. علیزاده‌مجد،امیررضا؛داودی،عارفه؛سقازاده،نرگس(۱۳۹۸).مطالعه تاثیر مهارت‌های برقراری ارتباط، اعتماد سازمانی و رفتار کارآفرینانه در صنایع لاستیک کشور(مورد مطالعه:شرکت لاستیک یزدتایر)،نشریه علمی صنعت لاستیک ایران،دوره۲۴، شماره۹۷، ص۶۷-۱۲۶.
۱۴. علیزاده‌مجد،امیررضا؛داودی،عارفه؛سقازاده،نرگس(۱۳۹۹).مطالعه تاثیر فرهنگ سازمانی کارآفرینانه بر ظرفیت یادگیری در صنایع لاستیک کشور(مورد مطالعه:آرتاویل تایر) ،نشریه علمی صنعت لاستیک ایران،دوره۲۵، شماره۹۹، ص۵۵-۱۲۳.
۱۵. غدیری، مصطفی و فهیم زاده، طاهر و کریمی آخورمه، امیر،(۱۳۹۲)،بررسی و تحلیل مشکلات در فرآیند آموزش کارآفرینی در دانشگاه ها و تاثیر آن بر فرآیند ایجاد و توسعه کسب و کارهای واحدهای استراتژیک،اولین کنفرانس بین المللی حماسه سیاسی (با رویکردی بر تحولات خاورمیانه) و حماسه اقتصادی(با رویکردی بر مدیریت و حسابداری)،رودهن
۱۶. گل محمدی, عماد, نکوئی زاده, مریم, محمدی, نشاط, گل محمدی, میلاد. (۱۳۹۵). رابطه رهبری تحول‌آفرین با پاسخ‌گویی اجتماعی سازمانی. فصلنامه توسعه مدیریت منابع انسانی و پشتیبانی۷۹،۴۱-۱۰۴
۱۷. گودرزی, ریحانه, حسینی, سید رسول, طبائیان, سید کمال (۱۳۹۷). چارچوبی برای توسعه کارآفرینی دانشگاهی در رشته‌های علوم انسانی در ایران.فصلنامه علمی پژوهشی توسعه کارآفرینی۴(۱۱)،۶۶۱-۶۷۹.
۱۸. محمدیان ، مهدی ،(۱۳۹۵)، مدیریت پاسخگویی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی دانشگاه تبریز
۱۹. مخبر دزفولی, عبداله, جمشیدی, امید, حاجی میررحیمی, سید داوود. (۱۳۹۶)، طراحی مدل توسعه کارآفرینی در مراکز آموزش کشاورزی و تحلیل استراتژیک وضعیت کارآفرینی (مورد مطالعه: مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره) رویکردهای پژوهشی کارآفرینانه در کشاورزی, ۷۳-۹۰.
۲۰. مکي آل آقا، بدیع الزمان(۱۳۸۶) نقش دانشگاه در توسعه کارآفریني ، نوآوري هاي مدیریت آموزشي پاییز , دوره۲ ,۴ شماره مسلسل ۸، ۱۲۷-۱۱۵.
۲۱. موسوی،زهراسادات؛علیرضایی،ابوتراب؛شاه‌منصوری،اشرف؛علیزاده‌مجد،امیررضا(۱۳۹۹). ارائه مدل برندینگ کسب‌وکارهای زنجیره‌ای روستایی در ایران، دراسات فی‌العلوم الانسانیه،۲۷(۳)،ص۱-۱۷.
۲۲. ناظم،میترا؛علیزاده‌مجد،امیررضا؛نارنجی،مسعود(۱۴۰۰).تاثیر بازاریابی کارآفرینانه بر عملکرد کسب‌وکارهای کوچک و متوسط با نقش میانجی: رفتار کارآفرینانه(مورد مطالعه:شرکت‌های منتخب حوزه فناوری اطلاعات)، دراسات فی العلوم الانسانیه،۲۸(۱)،صص۶۷-۹۲.
۲۳. الوانی، سید مهدی (۱۳۹۶)؛ "مدیریت عمومی"، تهران نشر نی.
۲۴. الوانی، سید مهدی ، رودگرنژاد،فروغ،(۱۳۸۹). مدل توسعه کارآفرینی در سازمانهای کوچک و متوسط ، چشم انداز مدیریت بازرگاني،شماره۴، پیاپی ۳۷،زمستان ۸۹، ص ص ۸۷-۷۳
۲۵. ورکیانی پور ،نفیسه و حسینی،سید محد رضا وسمیعی، روح‌الله و اشرفی ،مجید(۱۳۹۸) در تحقیقی تحت عنوان

"ارایه مدل توسعه کارآفرینی زنان با رویکرد توسعه پایداری روستایی" تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم ،شماره ۵۴

۲۶. یعقوبی،نورمحمد(۱۳۸۹)؛ "مدیریت دولتی: سیر اندیشه های نوین "؛ انتشارات سمت

27. Benjamine MARIA, MAJDA SEBBANI, LATIFA ADARMOUCH, OUASSIM MANSOURY, and MOHAMED AMINE,(2022) The social accountability of nursing training institutes in Morocco: The knowledge, perceptions and realization of its aspects, J Adv Med Educ Prof. 2021 Oct; 9(4): 197–203.
28. Boydell victoria,Heather McMullen, Joanna Cordero, Petrus Steyn & James Kiare (2019). Studying social accountability in the context of health system strengthening: innovations and considerations for future work,Health Research Policy and Systems volume 17, Article number: 34
29. Galindo-Martin Miguel-Angel& Méndez-Picazo María-Teresa(2014). Entrepreneurship, economic growth, and innovation: Are feedback effects at work? Journal of Business Research 67(5):825–829
30. Gorji Hasan Abolghasem, Noureddin Niknam, Zeinab Ghaedchukamei,Abdulsamad Gharavinia,Mehdi Safari,Maasumeh Elahi,Razie Rahmati,Nezamaddin Mengelizadeh,6 Nahid Aghaei,Hamid Alaee Ghojogh,and Khosro Shakeri(2021) Evaluation of social accountability in hospital managers, J Educ Health Promot. 2021; 10: 104.
31. Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2015). Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. Strategic Management Journal , 36 (6), 831-850.
32. Kelly Dervla.,Sarah Hyde &Mohamed Elhassan Abdalla(2021) Mapping health, social and health system issues and applying a social accountability inventory to a problem based learning medical curriculum, Medical Education Online ,Volume 27, 2022 - Issue 1
33. Lee, E.M., Park, S.Y. and Lee, H.J. (2013), "Employees' perception of CSR activities: its antecedents and consequences", Journal of Business Research, Vol. 66 No. 10, pp. 1716-1724.
34. Lee, K., Kim, Y., & Koh, D. (2016). Organizational learning, top management team's entrepreneurial alertness, and corporate entrepreneurship in high-tech firms. Asian Journal of Technology Innovation, 24(3), 338-360
35. Lumpkin, G. T., & Lichtenstein, B. B. (2005). The role of organizational learning in the opportunity–recognition process. Entrepreneurship theory and practice, 29(4), 451-472.
36. Malecki Edward J. (2018)"Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems" john Wiley & Sons Ltd https://doi.org/10.1111/gec3.12359
37. Neneh, B. N. (2019). From entrepreneurial alertness to entrepreneurial behavior: The role of trait competitiveness and proactive personality. Personality and Individual Differences, 138, 273-279
38. Pagano, A., Petrucci, F. & Bocconcelli, R., (2019), 'A business network perspective on unconventional entrepreneurship: A case from the cultural sector', Journal of Business Research 92(1), 455–464. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.07.012
39. Peter. K. (2001), "corporate Social Responsibility Audit within a Quality" Management Frome work Journal of Business Ethics, Vol 131
40. Prihatiningsih Titi Savitri ,Robert Woollard,Julian Fisher, Mohamed Elhassan Abdalla, Charles Boelen,Yassein Kamal(2020). Social Accountability and Accreditation Impacting Health System Performance and Population Health,social innovations journal24(5),1-19

41. Sheikh, S, R & Beise, R (2011), “Corporate Social Responsibility or Cause-Related Marketing? The Role of Cause Specificity of CSR", Journal of Consumer Marketing, Volume 28, Number 1, pp: 27–39
42. Shepherd, D. A., Patzelt, H., & Haynie, J. M. (2010). Entrepreneurial spirals: Deviation–amplifying loops of an entrepreneurial mindset and organizational culture. Entrepreneurship theory and practice, 34(1), 59-82.
43. Tang, J., Kacmar, K. M. M., & Busenitz, L. (2012). Entrepreneurial alertness in the pursuit of new opportunities. Journal of Business Venturing, 27(1), 77-94.
44. Walling Erin,Eric Lachance,Lisa Yeo,Kira Koepke,Adrienne Wasik &Robert Woollard(2021). Key drivers of social accountability in nine Canadian medical schools. Medical Teacher .Volume 43, 2021 - Issue 2

IRM

نشریه صنعت لاستیک ایران
سال ۲۶/شماره ۱۰۴/زمستان ۱۴۰۰

مدیریت

متنوع‌سازی صادرات محصولات پلاستیکی ایران با رویکرد ساختارگرایان جدید

Export Diversification of Plastic Products Using New Structuralists Approach

چکیده:

صنعت محصولات پلاستیکی طیف وسیعی از محصولات پایه تا واسطه‌ای و نهایی را شامل می‌شود.گسترش و نفوذ محصولات پلاستیکی به صنایع مختلف و نیز تامین نیاز خانوارها سبب شده این صنعت جزء صنایع پیشرو به شمار آید و تنوع صادراتی در آن برای کشورها اهمیت یابد. بدین منظور هدف از پژوهش فعلی استفاده ازکلانداده پیچیدگی اقتصادی و ارائه نتایج آن در راستای افزایش متنوع‌سازی محصولات صنعت پلاستیک ایران است. مقاله با تحلیل داده‌های تجارت جهانی بر اساس کدهای شش رقمی HS برای ۱۲۸ کشور طی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۸ با رویکرد ساختارگرایان جدید و بهره‌گیری از تئوری فضای محصول و علم شبکه محصولاتی را جهت افزایش تنوع صادراتی ایران در صنعت پلاستیک معرفی و توالی فعالسازی این محصولات را مشخص نموده است. نتایج پژوهش دلالت بر آن دارد، که ایران از میان ۱۲۲ کد محصول پلاستیکی در صادرات، ۱۴ محصول دارای مزیت نسبی آشکار شده، ۴۷ محصول دارای مزیت نسبی پنهان و ۶۱ محصول فاقد مزیت نسبی آشکار و پنهان می‌باشد. در مرحله بعد با لحاظ نمودن این که شاخص منفعت فرصت بزرگتر یا برابر با صفر باشد، محصولات دارای مزیت نسبی پنهان از ۴۷ به ۱۲ کاهش و نهایتا توالی فعالسازی این ۱۲ محصول با استراتژی‌های مختلف و نیز استراتژی ترکیبی با روش‌های بردا و کپ لند تعیین گردید. بر اساس استراتژی ترکیبی، صادرات لوله پلی وینیل کلراید سفت و سخت، کیسه‌های پلیمرهای اتیلن و لوله‌های پلاستیکی انعطاف‌پذیر بخش عمده فرصت‌های صادراتی ایران را تشکیل می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: ساختارگرایان جدید، صنعت پلاستیک، علم شبکه، فضای محصول، پیچیدگی

نوع مقاله: پژوهشی

انور خسروی[۱]، سعید دائی‌کریم‌زاده[۲و*]، بهروز شاهمرادی[۳]، هیرش سلطان‌پناه[۴]
۱- دانشجوی دکترا، مربی، رشته علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
۲- دکترای تخصصی، دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
۳- دکترای تخصصی، استادیار، عضو هیات علمی گروه تامین مالی و اقتصاد علم، فناوری و نوآوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران
۴-دکترای تخصصی، استادیار، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج، سنندج، ایران
ایمیل نویسندگان و عهده‌دار مکاتبات:

1- anvar_khosravi@yahoo.com
2-* saeedkarimzade@yahoo.com
3- shahmoradi@nrisp.ac.ir
4- heresh@iausdj.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۶

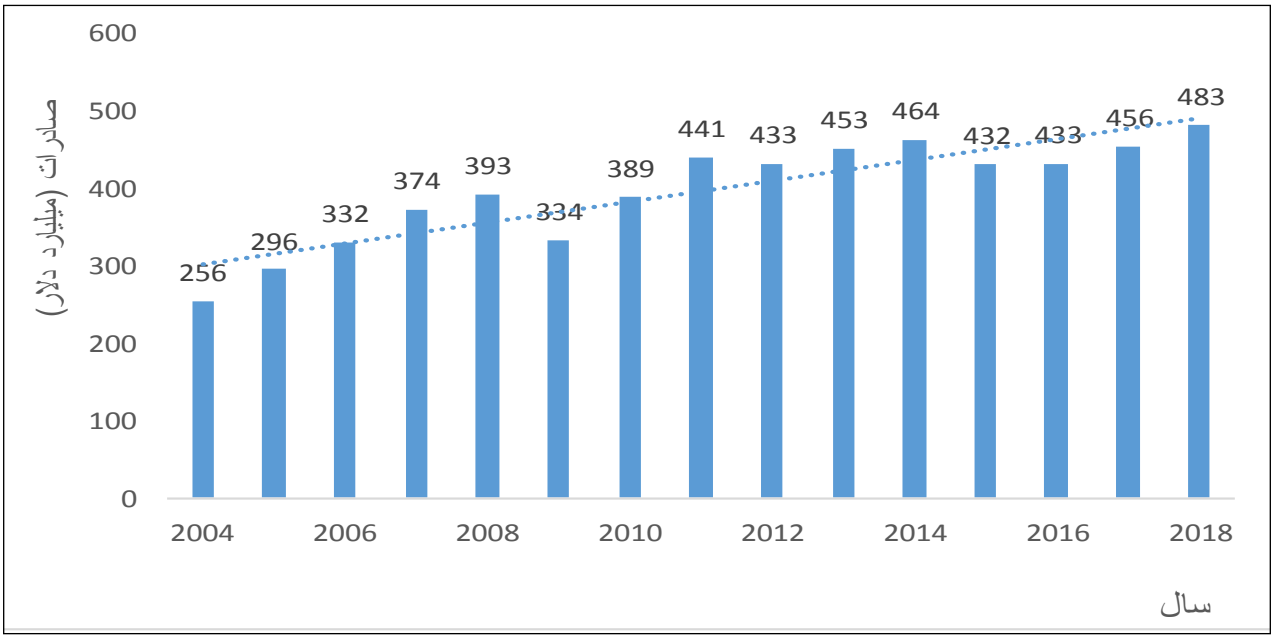
مقدمه

نظریه پردازان اقتصاد کلاسیک از آدام اسمیت[1] (۱۷۷۶) تا ریکاردو[2] (۱۸۹۱) و رومر[3] (۱۹۹۰)، بر اهمیت تخصصی بودن تولید کشورها و تولید تعداد کمی کالاهای باکیفیت تاکید دارند. اما مطالعات جدید نشان داده که متنوع‌سازی صادرات رشد اقتصادی را به همراه دارد[۱]. و تنوع صادراتی بالا به عنوان عاملی ضربه‌گیر در مقابل شوک‌های خارجی عمل نموده، نوسانات وارده بر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله رشد اقتصادی را تعدیل می‌نماید [۲].

اما بررسی ترکیب محصولات صادراتی ایران، نشان می‌دهد که ایران دارای تنوع صادراتی پایینی بوده و عمده کالاهای صادراتی ایران را نفت خام، گاز طبیعی و سایر مواد خام و طبیعی تشکیل می‌دهد. که این موضوع آسیب پذیر بودن اقتصاد ایران با توجه به بی‌ثباتی قیمت این محصولات صادراتی را نمایان می‌سازد. به ویژه تحریم‌های اقتصادی سال‌های اخیر شکنندگی اقتصاد ایران را از وابستگی به صادرات محصولات خام بیشتر آشکار نموده است. اما سوالی که اینجا مطرح می‌شود این است که کدام محصولات را جهت متنوع‌سازی صادرات انتخاب نماییم.

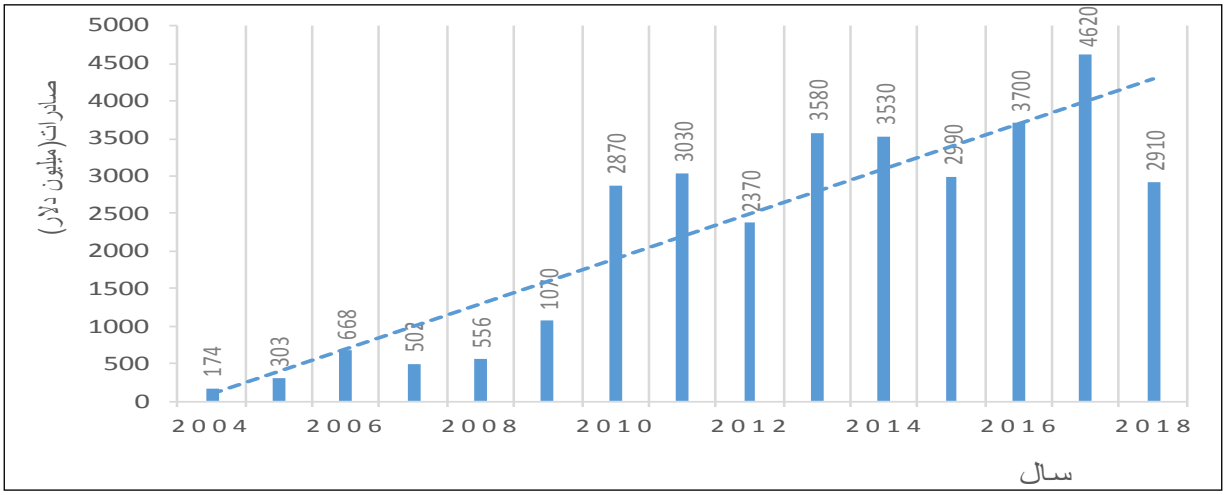
صنعت پلاستیک از زیرمجموعه‌های محصولات شیمیایی بوده و ۱۲۲ کد محصول بر اساس کدهای شش رقمی HS[4] را شامل می‌شود. بررسی صادرات محصولات پلاستیکی جهان همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، روندی رو به رشد بوده و با نرخ رشد ۸۹ درصد از ۲۵۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۴ به ۴۸۳ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۸ رسیده است [۳].

ارزش صادرات محصولات پلاستیکی ایران نیز روندی صعودی را نشان می‌دهد و از ۱۷۴ میلیون دلار در سال ۲۰۰۴ به ۴۶۲۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۷ رسیده اما در سال ۲۰۱۸ به دلیل تحریم‌ها به ۲۹۱۰ میلیون دلار کاهش یافته است [۳]. براساس میانگین داده‌های ۲۰۱۸ -۲۰۱۴ صادرات محصولات پلاستیکی ایران ۳۵۵۰ میلیون دلاربوده که ۴۷ درصد صادرات محصولات شیمیایی ایران طی این دوره می‌باشد که بیانگر اهمیت این صنعت در سبد صادراتی کشور است [۴].



شکل ۱- روند صادرات جهانی محصولات پلاستیکی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸

1. Adam Smith 2. Ricardo 3. Romer 4. Harmonized System Code



شکل ۲- روند صادرات محصولات پلاستیکی ایران طی دوره۲۰۱۸-۲۰۰۴

در دهه‌های اخیر تحقیقات انجام شده بیانگر آن است احتمال این که کشوری شروع به تولید یا صادرات محصولی جدید، یا توسعه یک صنعت یا تکنولوژی جدید بنماید با تعداد فعالیت‌های مرتبط در آن کشور ارتباط دارد[۴، ۵، ۶ و ۷]. این فعالیت‌ها با استفاده از روش شبکه قابل مدل‌سازی می‌باشند. این ادبیات درک متفاوتی از وابستگی‌های مسیر تجربی محصولات ایجاد می‌کند شبکه‌ها مسیر را برای توسعه صادرات جدید تعریف می‌نمایند [۸]. به همین منظور، از شبکه محصولات می‌توان به عنوان نقشه راه نمایش قابلیت‌های تولیدی فعلی و تعیین مسیر آینده استفاده کرد. به عبارت دیگر، ترکیب محصولات تولیدی و صادراتی یک کشور، پیش بینی از تنوع و الگوی بعدی رشد اقتصادی آن کشور است[۹].

از مشکلات ایران و کشورهای با ساختار مشابه که وابسته به صادرات محصولات اولیه می‌باشند، دشواری تولید و صادرات محصولات با تکنولوژی بالا و مرتبط با قابلیت‌های کشور است، که با کمک رویکرد ساختارگرایان جدید و بهره‌گیری از تئوری پیچیدگی اقتصادی، فضای محصول و علم شبکه می‌توان به شناسایی و امکان انتخاب راهبردهای مناسب با لحاظ نمودن محدودیت‌ها و فرصت‌های ساختاری پرداخت.

به همین منظور، هدف اصلی این مقاله تعیین راهبرد مناسب جهت متنوع‌سازی صادرات محصولات پلاستیکی ایران است که جهت دستیابی به هدف مذکور، پس از بررسی وضعیت فعلی محصولات پلاستیکی ایران به لحاظ شاخص پیچیدگی، فضای محصولات این صنعت بر اساس کدهای ۶ رقمی سامانه هماهنگ شده ترسیم خواهد شد. در این فضا محصولات به سه دسته فعال[1] یا محصولاتی دارای مزیت نسبی آشکار شده، بالقوه فعال[2] یا محصولات دارای مزیت نسبی پنهان و غیرفعال[3] یعنی محصولاتی که فاقد مزیت نسبی آشکار یا پنهان می‌باشند، دسته بندی می‌شوند. سپس براساس استراتژی‌های درجه پایین حریصانه، حداکثری، درجه بالا و ترکیبی از این استراتژی‌ها، اولویت‌های متنوع‌سازی صادرات ایران در صنعت پلاستیک مشخص می‌شود. لذا سوالاتی که مقاله به دنبال پاسخگویی به آن‌ها است عبارتند از:

۱. ایران در صادرات کدام محصولات صنعت پلاستیک دارای مزیت نسبی آشکار شده می‌باشد؟

۲. ایران در صادرات کدام محصولات صنعت پلاستیک دارای مزیت نسبی پنهان می‌باشد؟

۳. توالی فعالسازی محصولات دارای مزیت نسبی پنهان بر اساس

1. Active 2. Potential Active 3. Inactive

استراتژی‌های مختلف چگونه باید باشد؟

برای پاسخ گویی به سوالات فوق، در ادامه مقاله، ابتدا، مبانی نظری ارائه خواهد شد. سپس روش تحقیق و معرفی داده‌ها و در نهایت به ترتیب یافته‌های تحقیق و نتایج مطالعه ارائه خواهد شد.

مبانی نظری

مباحث اقتصاد توسعه پس از جنگ جهانی دوم از دیدگاه ساختاری شامل سه نسل بوده است. نسل اول یا ساختارگرایی قدیم بر شکست بازار تمرکز و به دولت‌ها توصیه می‌کرد که استراتژی جایگزینی واردات را برای توسعه صنایع مدرن اتخاذ کنند. نسل دوم، توسط نئو کلاسیک‌ها در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مطرح و شکست دخالت دولت در اقتصاد را مطرح و بر کارکرد بازارها در تخصیص منابع تاکید داشت. نسل سوم یعنی اقتصاد ساختارگرایی جدید بر درون‌زایی ساختار کشورها در سطوح مختلف توسعه تأکید می‌کند و راهنمایی عمل گرا برای تدوین سیاست‌های صنعتی جهت تسریع توسعه اقتصادی را ارائه می‌دهد[۱۰].

طبق رویکرد نسل سوم یا ساختارگرایان جدید، ساختار بهینه صنعتی هر کشور به وسیله موجودی عوامل تولید آن کشور تعیین می‌شود و لازمه‌ی بهبود ساختار صنعتی، ارتقای ساختار موجودی عوامل تولید و بهبود زیرساختهای مربوطه است. بر اساس این رویکرد بهترین راه برای ارتقای ساختار موجودی عوامل تولید یک کشور، توسعه صنایع آن کشور با توجه به مزیت‌های نسبی تعیین شده توسط ساختار موجودی عوامل تولید در آن زمان است و در فرآیند توسعه اقتصادی، بازار، نهاد اساسی اقتصاد است[۱۱].

از تئوری‌های ارائه شده بر مبنای رویکرد ساختارگرایی جدید می‌توان به تئوری‌های فضای محصول[1] و پیچیدگی اقتصادی[2] اشاره نمود. تئوری پیچیدگی اقتصادی به عنوان رویکردی جدید توسط دانشگاه‌های هاروارد[3] و ماساچوست[4] در سال ۲۰۰۷ معرفی شده است طبق این نظریه تکیه بر ساختار دانش و تولید اقتصادی کشورها، به طور قابل ملاحظه‌ای مسیر آینده اقتصادها را به سوی فناوری و صنایع مرتبط با قابلیت‌های آنها سوق می‌دهد به همین دلیل کشورها و مناطق به سمت فعالیت‌های مرتبط گرایش دارند [۸،۱۲]. با بهره‌گیری از تئوری فضای محصول می‌توان صنایع و محصولات دارای مزیت نسبی پنهان در یک کشور را شناسایی و استراتژی توسعه صنعتی بر اساس تغییرات ساختاری را مورد بررسی قرارداد[۱۳].

توسعه و ورود به فعالیت‌هایی که هیچ ارتباطی با فعالیت‌های جاری و سبد تولیدی آنها ندارد، می‌تواند سخت و ریسک‌پذیر باشد (ژو[5] و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه بر این، صنایع و یا محصولات پیچیده معمولاً به تعداد بیشتری از فعالیت‌های مرتبط برای دوام نیاز دارند. نظریه پیچیدگی اقتصادی بیان می‌کند که رشد اقتصادی زمانی اتفاق می‌افتد که کشورها توانایی‌های تولیدی را جمع می‌کنند این هم‌افزایی آن‌ها را قادر به تولید و صادرات مجموعه‌ای متنوع از محصولات پیچیده می‌کند [۱۴،۱۵].

هر چند که در طول دهه‌های گذشته رویکردهای مختلفی جهت شناسایی و توسعه فرصت‌های تنوع‌پذیری در اقتصاد توسعه یافته‌اند [۲۸]. در این پژوهش، بر روی روش‌هایی متمرکز می‌شویم که به ما اجازه شناسایی امکان‌پذیری و تولید محصولات جدید پلاستیکی مختلف را می‌دهد [۸،۲۹]. در همین راستا لین و مونگا[6] (۲۰۱۱) پیشنهاد کردند که کشورهای در حال توسعه باید از کشورهای نوظهوری که دارای ساختار مشابه اما با درآمد سرانه بالاتر از آنها هستند، روند توسعه‌یافتگی را بیاموزند [۳۰]. آنگاه این کشورهای در حال توسعه می‌بایست صنایع قابل تجارتی را که طی بیست سال گذشته نقش مهمی در رشد چنین کشورهایی داشته‌اند را شناسایی کنند تا تنوع‌پذیری اقتصاد خود را بر آن پایه برنامه‌ریزی کنند. این موضوع در ارتباط با تاکید رودریک[7] (۲۰۰۶) بر حرکت کشورها به سمت تولید محصولاتی است که معمولاً در کشورهای با سطح درآمد بالاتر تولید می‌شوند [۳۲]. البته این حرکت باید در راستای محصولاتی با سطح درآمد سرانه بالاتر باشد. بنابراین، کشورها نباید تنوع خود را بر اساس روند قبلی مزیت نسبی خود

1. Product Space 2. Economic Complexity 3. Harvard 4. Masachuset 5. Zhu et al 6. Lin& Monga 7. Rodrik

جدول۱- مروری بر تعدادی از مطالعات انجام شده مرتبط

محقق یا محققان	سال	روش و نتایج تحقیق
خسروی و همکاران [۴]	۱۴۰۰	با بهرگیری از مدل اقتصادسنجی داده‌های پانل نشان دادند که شاخص‌های مربوط به پیچیدگی اقتصادی و فضای محصول، پویایی صادرات ایران در صنعت محصولات شیمیایی را توجیه می‌نمایند و ۱۴۵ محصول شیمیایی را جهت تنوع‌پذیری صادرات ایران، از طریق استراتژی بهینه معرفی نمودند
ثاقب [۱۶]	۱۳۹۹	نتایج این تحقیق دلالت بر آن دارد که ایران بر اساس طبقه‌بندی چهار رقمی HS از میان ۱۹۴ گروه کالایی صنعت محصولات شیمیایی در تولید ۶۰ گروه کالایی دارای اولویت است اما تنها در ۱۳ گروه کالایی مزیت نسبی صادراتی دارد.
شاهمرادی و همکاران[۱۷]	۱۴۰۰	با مطالعه‌ای بر روی محصولات صادراتی ایران در مقایسه با جهان با استفاده از رویکرد شاخص پیچیدگی اقتصادی به شناسایی محصولات مرز قابلتهای فناورانه کشور دست زدند. آنها ۸۶ محصول را شناسایی کردند که در صورت تمرکز بیشتر بر تولید آنها، می‌توان به انباشت قابلیت‌های فناورانه بیشتر دست یافت و کشور به سمت تنوع و پیچیدگی اقصادی بالاتری سوق یابد.
رنجبر و همکاران [۱۸]	۱۳۹۸	آن‌ها پویایی صادرات غیرنفتی ایران را با کمک نظریه پیچیدگی اقتصادی در دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۷ بر اساس کدهای چهار رقمیHS مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که درجه پیچیدگی اقتصاد ایران پایین بوده و سبد صادراتی موجود محرک قوی برای اقتصاد ایران محسوب نمی‌شوند
لیان و همکاران[۱][۱۹]	۲۰۲۱	با کاربرد تئوری پیچیدگی اقتصادی و مدل‌های اقتصادسنجی نشان دادند که سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌ها، آموزش ، تحقیق و توسعه و تسهیل اعتبارات بانکی از عوامل موثر بر متنوع‌سازی اقتصاد در کشورهای جنوب آسیا می‌باشند.
لی و همکاران[۲][۲۰]	۲۰۲۱	مکانیسم تکامل فضای محصول کشورهای جهان را بررسی و با کمک تئوری فضای محصول و مدل‌های اقتصادسنجی بر پایه داده‌های ۱۸۶ کشور جهان و کدهای چهار رقمی ISIC نشان دادند تنوع در صادرات محصولات شیمیایی و ماشین آلات اثرات مثبتی بر توسعه اقتصادی کشورها دارد.
سورنسن و همکاران[۳] [۲۱]	۲۰۲۰	آن‌ها با تحلیل داده‌های ۱۳۱ کشور بر اساس کدهای چهاررقمی سامانه هماهنگ شده در ۱۲۲۱ محصول نتیجه گرفتند که استراتژی کوتاه‌مدت حریصانه یا میوه‌های آویزان پایین برای کشور موزامبیک مناسب است.
هاسمن و همکاران[۴][۲۲]	۲۰۲۰	فرصت‌های جدید برای متنوع‌سازی صادرات در کشور اردن را بررسی و محصولات جدید را جهت تولید و صادرات بر اساس تئوری پیچیدگی اقتصادی شناسایی و معرفی نمودند.
سزایی اتا[۵][۲۳]	۲۰۲۰	به کمک شبکه فضای محصول بر اساس کدهای چهار رقمی آیسیک ۲۰ محصول جدید با تکنولوژی بالا را جهت تولید و صادرات در ترکیه معرفی نموده است و سیاست‌های تشویقی دولت را نیز در این راستا ارائه داده است
الشمسی و همکاران[۶][۸]	۲۰۱۸	به ارائه مدلی جهت تعیین استراتژی بهینه تنوع در شبکه‌های مربوط به حوزه‌های مرتبط با محصولات و تحقیقات پرداختند. به عقیده آن‌ها پنج نوع استراتژی را در شبکه های عمومی مقیاس آزاد می‌توان متصور شد. این پنج استراتژی عبارت بودند از تصادفی، درجه بالا، درجه پایین، حریصانه و اکثریت. آن‌ها با استفاده از ایدئولوژی فضای محصول و نیز بهره‌گیری از علم شبکه، مدل جدیدی را جهت تعیین استراتژی بهینه در شبکه‌های عمومی مقیاس آزاد معرفی نمودند
گنزالس و همکاران[۷][۲۴]	۲۰۱۸	با استفاده از تحلیل فرایند سلسله مراتبی، ابزاری برای شناسایی بخش‌های استراتژیک و محصولات جهت حرکت به سمت اقتصاد پیچیده‌تر در کشور پاراگوئه ارائه کردند و بخش‌های تولیدی بالقوه را در این خصوص معرفی نموده اند
فورتانتو و همکاران [۸][۲۵]	۲۰۱۵	با استفاده از تئوری فضای محصول و محاسبه شاخص‌های منفعت فرصت و نزدیکی، محصولاتی را در راستای متنوع‌سازی صادرات کشور اتیوپی بر اساس کدهای چهاررقمی شناسایی و پیشنهاد دادند

1. Lian et al 2. Li et al 3. Sorensen et al 4. Hausmann et al 5. Sezai, Ata 6. Alshamsi et al 7. Gonzále et al 8. Fortunato et al

ادامه جدول ۱

هاسمن و چاوین[1][۲۶]	۲۰۱۵	با کمک تئوری پیچیدگی اقتصادی و فضای محصول و تعیین سه شاخص، بیشترین پیچیدگی، کمترین فاصله و بیشترین منفعت فرصت محصولاتی را جهت افزایش تنوع صادراتی، کشور رواندا اولویت‌بندی و نتیجه گرفتند اگر رواندا به حفظ محیط باثبات سیاسی و اجتماعی ادامه دهد، می‌تواند به‌عنوان الگویی از عملکرد خوب توسعه برای کشورها در منطقه خود و فراتر از آن تبدیل شود
بوجتیک و همکاران [2][۲۷]	۲۰۱۳	تحلیلی از پتانسیل صادراتی و تنوع صادراتی مونته‌نگرو را با آنالیز فضای محصول این کشور ارائه می‌دهد. نتایج پژوهش وی که بر اساس داده‌های سال ۲۰۱۲ نشان داد که مونته‌نگرو سبد صادراتی خیلی متمرکزی دارد و این کشور در آستانه انتقال گسترده‌ای به سمت اقتصاد توریسم محور و خدمات محور است.

پیش ببرند[۳۳،۳۴].

تحلیل‌های مرتبط با علم شبکه نیز علاوه بر درآمد، دانش مرتبط و پیچیدگی محصولات را متغیرهای مهم جهت شناسایی فرصت‌های رشد در کشورها و تنوع‌پذیری در اقتصاد می‌دانند[۳۵]. کشورها باید به سمت صنایع پیچیده‌تری که نزدیک به قابلیت‌های مولدشان است حرکت کنند. هدف از اتخاذ این استراتژی حرکت گام به گام جهت بهبود سطح پیچیدگی اقتصادی و باز نمودن فرصت‌های بیشتر جهت متنوع‌سازی اقتصاد در قسمت‌های پیچیده و در هم تنیده نقشه فضای محصول است. لازم به ذکر است که این رویکرد با دیدگاه افرادی که حرکت به سوی محصولات دانش‌بنیان و فناوری محور برای توسعه بلندمدت را الزام‌آور می‌دانند، مطابقت دارد[۳۶].

مطالعات انجام شده در بالا نشان می‌دهد که تحقیقات زیادی با استفاده از بکارگیری شاخص‌های پیچیدگی و فضای محصول جهت شناسایی پتانسیل‌های تولیدی و صادراتی بر اساس کدهای ۴ رقمی ISIC یا HS صورت گرفته است. اما در این مطالعه بر مبنای رویکرد ساختارگرایان جدید و با استفاده از تئوری فضای محصول و علم شبکه محصولات صنعت پلاستیک دارای مزیت نسبی پنهان بر اساس کدهای ۶ رقمی HS شناسایی و با راهبردهای مختلف و نهایتا استراتژی ترکیبی با روش‌های بردا و کپ لند[3] توالی فعالسازی این محصولات مشخص و کشورهای پیشرو جهت الگوبرداری ایران نیز در هر محصول مشخص خواهند شد.

روش تحقیق

این مطالعه به لحاظ هدف کاربردی و از جهت گردآوری داده‌ها، توصیفی از نوع پیمایشی مقطعی محسوب می‌شود اما از آنجا که مقاله به دنبال تعیین راهبرد برای صنعت محصولات پلاستیکی است می‌توان آن را در چارچوب نگرش سیستمی جزو تحقیقات سخت طبقه‌بندی نمود. جهت کاربردی نمودن رویکرد ساختارگرایان جدید در صنعت محصولات پلاستیکی ایران، از تئوری فضای محصول و علم شبکه استفاده خواهد شد تا محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی پنهان شناسایی شوند. به همین منظور از کلان‌داده ۱۲۸ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۱۴ که از وبسایت دانشگاه هاروارد استخراج شده جهت محاسبه شاخص‌های مربوطه استفاده خواهد شد. رسم فضای محصولات پلاستیکی نیز براساس داده‌های مربوط به صادرات ۱۲۲ کد شش رقمی سامانه هماهنگ شده HS6 انجام گرفته و کلیه محاسبات بر مبنای میانگین صادرات ۱۲۸ کشور طی این دوره پنج‌ساله است. دلیل انتخاب میانگین پنج‌ساله این بوده که با توجه به شرایط تحریمی ایران و نیز امکان نوسان در صادرات کشور، داده‌های میانگین صادرات پنج‌ساله قابل اتکاتر از یک سال است.

نحوه محاسبه پیچیدگی

برای محاسبه شاخص پیچیدگی کشور و محصول از روش ارائه شده توسط هیدالگو و هاسمن (۲۰۰۹) استفاده خواهد شد [۳۵].

1. Hausmann& Chauvin 2. Bogetic 3. Borda and Copland

به این صورت که پس از محاسبه مزیت نسبی آشکارشده[1] (RCA) معرفی‌شده توسط بالاسا[2] (۱۹۶۴)، از این معیار به‌منظور تشکیل ماتریس کشور-محصول[3] (Mcp) استفاده خواهد شد. ماتریس کشور - محصول به‌طور خلاصه بیان میکند که هر کشور در تولید چه محصولاتی رقابتپذیر است. مقدار $M_{cp}=1$ اگر کشور C صادرکننده رقابتپذیر برای محصول P باشد و در غیر این صورت برابر صفر خواهد بود. ماتریس Mcp بر اساس RCAcp هر کشور مطابق رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$M_{cp} = \begin{cases} ۱ & if\ RCA_{cp} \geq ۱; \\ . & otherwise \end{cases} \quad (۱)$$

پس از محاسبه ماتریس کشور-محصول، با استفاده از این ماتریس، تنوع[4] و فراگیری[5] محصولات به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\text{تنوع} = k_{c0} = \sum_{P} M_{c_P} \quad (۲)$$

$$\text{فراگیری} = k_{p0} = \sum_{C} M_{c_P} \quad (۳)$$

تنوع یک کشور به این معناست که آن کشور در تولید و صادرات چه تعداد از محصولاتش دارای مزیت نسبی آشکار شده بوده است و فراگیری هر محصول به این معناست که چه تعداد کشورهایی در تولید و صادرات آن محصول دارای مزیت نسبی آشکار شده بوده‌اند. در نهایت با بهره‌گیری از تنوع و فراگیری و با روش معرفی شده توسط هیدالگو و هاسمن (۲۰۰۹) شاخص پیچیدگی کشورها و محصولات در صنعت محصولات پلاستیکی محاسبه شده است.

روش ترسیم فضای محصول

فضای محصول در این مطالعه، شبکه‌ای از تمام محصولات پلاستیکی است که در سطح جهانی معامله می‌شوند. مجاورت یا نزدیکی محصولات در شبکه فضای محصول بر اساس ماتریس مربع مجاورت مشخص می‌شود.

محصولات به هم مرتبط می‌باشند اگر توسط کشور یا کشورهایی به‌طور مشترک صادر شوند. هیدالگو و همکاران، (۲۰۰۷) برای رسم شبکه از تشابهات میان قابلیت‌های موردنیاز برای تولید یک جفت محصول استفاده کردند [۵]. ازآنجایی‌که قابلیت‌های موردنیاز برای تولید محصولات، قابل‌مشاهده و اندازه‌گیری نیست، آن‌ها از احتمال صادرات همزمان دو محصول بهره گرفتند. شاخص پیشنهادی آن‌ها بر این مبناست که احتمال صادرات محصول p درصورتی‌که محصول p' صادر شود چقدر است. شاخص مجاورت برابر است با:

$$Prox_{p,p'} = \frac{\sum_c M_{cp} M_{cp'}}{\max(k_{p0}, k_{p'0})} \quad (۴)$$

به‌طوریکه M_cp برابر با یک خواهد بود اگر کشور c در صادرات محصول p دارای مزیت نسبی آشکار شده باشد و در غیر این صورت برابر با صفر خواهد بود.

برای ترسیم فضای محصول چند نکته می‌بایست مدنظر قرار گیرد. اول این که تمامی محصولات به هم متصل باشند و دوم تراکم محصولات بسیار زیاد یا بسیار کم نباشد. برای این کار هیدالگو و همکاران(۲۰۰۷) از روش درخت پوشای ماکسیمم[6] بر اساس شاخص مجاورت استفاده کرده‌اند [۵].

در مرحله بعد به‌منظور ایجاد ارتباط بیشتر، محصولات دارای بیشترین تشابه را علاوه بر نقاط متصل شده طبق روش درخت پوشای ماکزیمم به یکدیگر متصل می‌کنند. طبق روش ارائه‌شده در این مقاله، تمامی نقاط دارای ضریب تشابه بیشتر از ۰,۵۵ به یکدیگر متصل می‌شوند تا فضای محصولات ترسیم شود. لازم به توضیح است. برای ترسیم فضای محصول از نرم‌افزار سایتواسکیپ[7] ورژن ۳,۶,۱ استفاده‌شده است.

مدل متنوع‌سازی محصولات

جهت شناسایی محصولات دارای مزیت نسبی پنهان از مدل ارائه‌شده توسط الشمسی و همکاران (۲۰۱۸) استفاده شده است

1. Revealed Comparative Advantages 2. Balassa 3. Country-Product Matrix` 4. Diversity 5. Ubiquity 6. Maximum Spanning Tree 7. Cytoscape

[۸]. آن‌ها با بهره‌گیری از تئوری فضای محصول و بررسی رفتار کشورها، احتمال فعال‌سازی صادرات محصول i را به‌صورت زیر کرده‌اند:

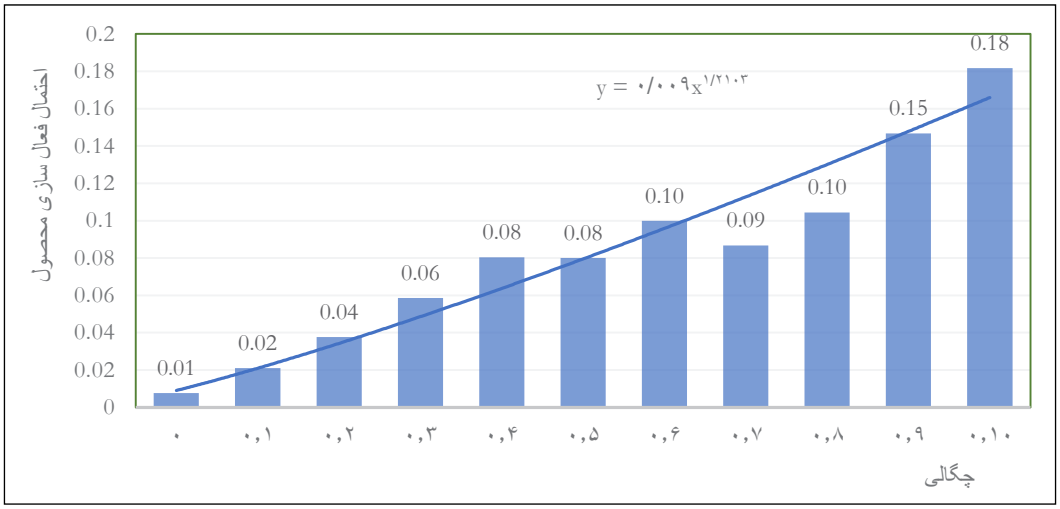
$$P_i = B\left(\frac{\sum_{j=1} a_{ij} M_j}{k_i}\right)^{\alpha} \quad (۵)$$

در این رابطه پارامتر a_{ij} نشان می‌دهد که آیا محصول i با محصول j در شبکه فضای محصول به یکدیگر متصل هستند یا خیر. M_j نشان می‌دهد که آیا محصول j در حال حاضر توسط کشور مورد بررسی صادر می‌شود. k_i تعداد محصولاتی که با محصول i در شبکه مرتبط هستند را نشان می‌دهد. B احتمال فعال شدن محصول i را با فرض این که تمامی محصولات مرتبط با آن فعال باشند را نشان می‌دهد در محاسبات انجام‌گرفته، مقدار پارامتر B برابر ۱ در نظر گرفته‌شده است. α ضریبی برای مشخص کردن میزان اهمیت ارتباطات میان محصولات را نشان می‌دهد. به‌طور مثال اگر α برابر صفر باشد، بدین معنی خواهد بود که احتمال فعال شدن یک محصول در شبکه با تمامی رئوس دیگر یکسان خواهد بود. اگر برابر یک باشد احتمال فعال شدن یک رأس به‌طور خطی با افزایش تعداد رئوس فعال مرتبط افزایش می‌یابد. مقادیر بزرگ‌تر از ۱ هم بیان‌گر آن خواهد بود که احتمال فعال شدن یک رأس به‌طور مقعر با افزایش تعداد رئوس فعال مرتبط با آن افزایش می‌یابد. به‌منظور محاسبه α، از تابع چگالی و روش پیشنهادشده توسط هیدالگو و همکاران در سال ۲۰۰۷ استفاده‌شده است به این صورت که احتمال فعال شدن یک محصول برحسب میزان چگالی آن محصول محاسبه می‌شود تابع چگالی محصول j برای کشور k ام برابر است با:

$$density_j^k = \frac{\sum_k Mcp_i \emptyset_{ij}}{\sum_i \emptyset_{ij}} \quad (۶)$$

$\emptyset_{ij}$ ماتریس مجاورت بین دو محصول i و j می‌باشد. چگالی بالاتر به معنی آن است که کشور k ام محصولات فعال بیشتری در اطراف محصول jام دارد. محصولات با چگالی بالاتر محصولاتی هستند که بیشتر با ظرفیت‌های صادراتی یک کشور مرتبط هستند درحالی‌که محصولات با چگالی پایین‌تر مربوط به محصولات نامرتبط هستند.

برای محاسبه آلفا در این مطالعه، ابتدای دوره سال ۲۰۱۴ و انتهای دوره سال ۲۰۱۸ لحاظ شده است به این صورت که برای هر کشور بررسی‌شده چه محصولاتی در سال ۲۰۱۴ غیرفعال و در انتهای دوره یعنی سال ۲۰۱۸ فعال‌شده‌اند. سپس چگالی این محصولات در یازده بازه طبقه‌بندی و احتمال فعال شدن محصولات غیرفعال برحسب این طبقه‌ها در هر بازه محاسبه گردید. در گام آخر براساس مقادیر چگالی و احتمال فعال‌سازی، مطابق روش پیشنهادی هیدالگو و همکاران (۲۰۰۷) براساس رگرسیون توانی ($Y=AX^a$) رابطه میان آن‌ها محاسبه‌شده است. با برآورد رگرسیون مقدار آلفا ۱/۲۱۰۳ به دست آمد.



شکل ۳- رابطه میان مقادیر چگالی و احتمال فعال‌سازی محصولات

با محاسبه احتمال فعال‌سازی، محصولات به سه دسته فعال، به‌طور بالقوه فعال یا دارای مزیت نسبی پنهان و غیرفعال تقسیم می‌شوند. محصولاتی که کشور در حال حاضر در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده می‌باشد، فعال محسوب می‌شوند و محصولات دارای مزیت نسبی پنهان ، محصولاتی‌اند که کشور در حال حاضر در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده نمی‌باشد. اما احتمال فعال‌سازی این محصولات بزرگ‌تر از صفر است. محصولاتی که کشور در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده نبوده و احتمال فعال‌سازی آن‌ها نیز برابر صفر باشد غیرفعال به‌حساب می‌آیند.

پس از مشخص شدن محصولات باقوه فعال با توجه به اهمیت شاخص منفعت فرصت[1]، محصولاتی انتخاب شدند که دارای منفعت فرصت آن‌ها بزرگتر یا برابر با صفر باشد. لازم به ذکر است منفعت فرصت یک محصول میزان بهبود شاخص پیچیدگی اقتصادی یک کشور را درصورتی‌که آن کشور در صادرات آن محصول دارای مزیت نسبی آشکار شده شود، نشان می‌دهد. منفعت فرصت برابر است با:

$$OPG = \sum_{p'} \frac{\emptyset_{pp'}}{\sum_{p''} \emptyset_{p''p'}} \left(1 - M_{cp'}\right) PCI_{p'} - (1 - d_{cp}) PCI_p \quad (۷)$$

که $\emptyset_{pp'}$ همان شاخص مجاورت تعریف‌شده در رابطه (۴)، $M_{cp'}$ ماتریس کشور-محصول و PCI_p شاخص پیچیدگی محصول P می‌باشد.

d_{cp} فاصله بین محصولاتی که یک کشور تولید میکند و سایر محصولاتی که نمیتواند تولید کند را اندازهگیری می‌نماید، و به صورت مجموع، نزدیکی بین محصول p و سایر محصولاتی که آن کشور تولید نمیکند محاسبه می‌شود. سپس با تقسیم مقدار به دست آمده بر مجموع نزدیکی‌های بین محصول p و تمامی محصولات، معیار فاصله نرمال می‌شود. در این صورت اگر کشور c صادرکننده اکثر محصولات مرتبط با محصول p باشد، آنگاه مقدار معیار فاصله عددی کوچک، نزدیک به صفر، به دست خواهد آمد. در صورتی که کشور c سهم کوچکی از محصولات مرتبط با محصول p را صادر کند، آنگاه معیار فاصله عددی نزدیک به ۱ خواهد بود. این معیار به صورت زیر محاسبه میشود:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{p'} \left(1 - M_{cp'}\right) \emptyset_{pp'}}{\sum_{p'} \emptyset_{pp'}} \quad (۸)$$

در مرحله بعد جهت فعال‌سازی محصولات دارای مزیت نسبی پنهان در شبکه چهار استراتژی انتشار مورداستفاده قرار خواهد گرفت که شامل استراتژی‌های حریصانه[2]، درجه بالا[3]، درجه پایین[4] و حداکثری[5] می‌باشد. در استراتژی حریصانه در هر مرحله گره با بالاترین احتمال فعال‌سازی و به ترتیب زمان فعال‌سازی کم‌تر انتخاب می‌شود. در استراتژی درجه بالا در هر مرحله گره با بالاترین درجه برای فعال‌سازی انتخاب می‌شود و فعال‌سازی گره با کم‌ترین درجه جهت فعال‌سازی در هر مرحله، استراتژی درجه پایین می‌باشد و نهایتاً در استراتژی اکثریت گره با بیش‌ترین تعداد اتصالات به گره‌های فعال در هر گام انتخاب می‌شود. لازم به توضیح است که منظور از گره همان محصولات است و درجه هر گره نیز تعداد محصولات یا گره‌های متصل به هر گره می‌باشد.

پس از تعیین توالی فعال‌سازی محصولات دارای مزیت نسبی پنهان براساس استراتژی‌های بالا، می‌توان استراتژی ترکیبی را با استفاده از روش‌های بردا و کپ لند مشخص نمود. در روش بردا، ماتریس مقایسه زوجی بین گزینه‌ها تشکیل می‌شود، در صورتی که بر اساس چهار استراتژی عنوان شده، تعداد ارجحیت‌های یک استراتژی بر سایر استراتژی‌ها بیش از تعداد مغلوب شدن آن بر سایر استراتژی‌ها باشد، در ماتریس مقایسه زوجی عدد یک و در غیر این صورت صفر گذاشته می‌شود. تعداد عناصر هر سطر، تعداد مسلط شدن اولویت‌بندی می‌شوند. تعداد مقایسات برابر $m(m-1)/2$ است که m تعداد گزینه است. معیار اولویت در این روش، آن است که در چند دفعه بردهای گزینه در سطر دارای اکثریت است.

اما روش کپ لند با اتمام روش بردا آغاز می‌شود. در روش کپ

1. Opportunity Gain 2. Greedy 3. High degree 4. Low degree 5. Majority

لند امتیازی که به هر استراتژی داده می‌شود با کم کردن تعداد باخت‌های هر استراتژی از تعداد بردها تعیین می‌شود. و در نهایت گزینه‌ها بر اساس تفاضل مقادیر مسلط شدن بر مغلوب‌شدن اولویت‌بندی می‌شوند.

نتایج تجربی

در این قسمت ابتدا پیچیدگی محصولات پلاستیکی براساس کدهای ۶ رقمی HS بر مبنای میانگین داده‌های ۲۰۱۸-۲۰۱۴ محاسبه خواهد شد. در مرحله بعد، فضای محصولات صنعت پلاستیکی با استفاده از نرم‌افزار سایتو اسکیپ رسم و مشخص خواهد شد. در این فضا بر اساس مدل ارائه شده، کدام محصولات دارای مزیت نسبی آشکار شده، کدام محصولات دارای مزیت نسبی پنهان و کدام محصولات غیر فعال می‌باشند. پس از شناسایی محصولات دارای مزیت نسبی پنهان برای ایران، توالی فعالسازی این محصولات بر اساس استراتژی‌های مختلف تعیین خواهد شد و با استفاده از روش‌های بردا و کپ لند، استراتژی ترکیبی در راستای متنوع‌سازی صادرات محصولات پلاستیکی ایران معرفی می‌گردد.

محاسبه پیچیدگی محصولات پلاستیکی

نتایج محاسبه شاخص پیچیدگی ۱۲۲ محصول پلاستیکی بر اساس کدهای شش رقمی سامانه هماهنگ در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس این محاسبات ورق پلاستیک، استات سلولز با کد ۳۹۲۰۷۳ و پیچیدگی ۲/۸۳۰ و ورق پلاستیک،لاستیک ولکانیزه با کد ۳۹۲۰۷۲ و پیچیدگی ۲/۴۳۵ در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند.کم‌ترین پیچیدگی نیز به ترتیب مربوط به محصولات کیسه‌های پلاستیکی به جز پلیمرهای پلی‌اتیلن با پیچیدگی ۱/۸۱۰- و بطری‌های پلاستیکی با پیچیدگی۱/۷۸۳- می‌باشند. محصولات دارای شاخص پیچیدگی بالاتر فراگیری کمتری داشته و کشورهای کم‌تری در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده هستند.

جدول ۲- رتبه‌بندی ۱۲۲ محصول پلاستیکی بر اساس شاخص پیچیدگی

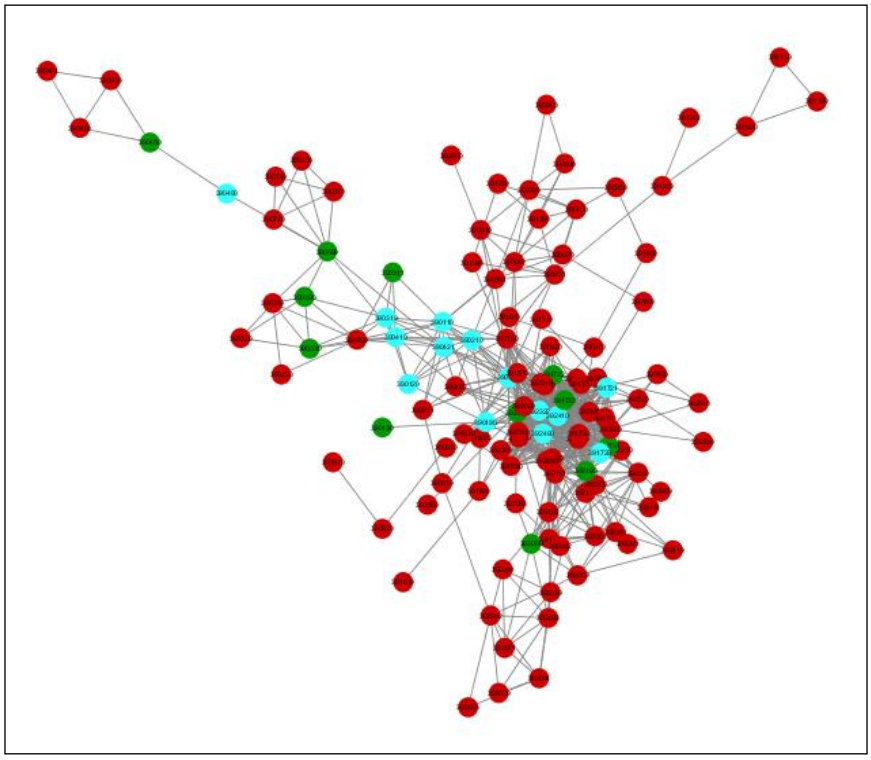
رتبه پیچیدگی	کدHS	شرح کد	شاخص پیچیدگی	فراگیری
۱	۳۹۲۰۷۳	ورق پلاستیک، استات سلولز	۲,۸۳۰	۲
۲	۳۹۲۰۷۲	ورق پلاستیک، لاستیک ولکانیزه	۲,۴۳۵	۲
۳	۳۹۰۵۹۰	پلیمرهای وینیل، آلفین های هالوژنه	۲,۰۱۵	۵
۴	۳۹۰۴۶۹	فلور پلیمرها	۱,۸۲۹	۷
۵	۳۹۰۷۱۰	پلی استال ها	۱,۷۳۳	۸
. . .				
۱۱۹	۳۹۲۳۲۱	کیسه های پلیمرهای اتیلن	-۱,۷۵۷	۵۳
۱۲۰	۳۹۱۵۹۰	ضایعات پلاستیکی	-۱,۷۷۰	۶۱
۱۲۱	۳۹۲۳۳۰	بطری های پلاستیکی	-۱,۷۸۳	۵۳
۱۲۲	۳۹۲۳۲۹	کیسه های پلاستیکی، به غیر از پلیمرهای اتیلن	-۱,۸۱۰	۵۵

فضای محصولات پلاستیکی

در شکل ۴ فضای محصولات پلاستیکی که با استفاده از نرم‌افزار سایتو اسکیپ ورژن۳,۶,۱ رسم شده، نمایش داده شده است. در این شکل، اعداد داخل گره‌ها، کد محصولات می‌باشند.

برای نشان دادن وضعیت ایران در فضای محصولات پلاستیکی می‌توان این فضا را به سه دسته تقسیم نمود. دسته اول محصولات پلاستیکی که ایران در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده می‌باشد که بارنگ آبی مشخص شده‌اند، دسته دوم محصولاتی که دارای مزیت نسبی پنهان بوده واحتمال فعال‌سازی آن‌ها وجود دارد که این محصولات شامل ۱۴ کد محصول شش رقمی HS بوده که با رنگ سبز مشخص شده‌اند و دسته سوم محصولات پلاستیکی هستند که احتمال فعال‌سازی آن‌ها برابر با صفر و یا دارای منفعت فرصت منفی می‌باشند که غیرفعال محسوب و با رنگ قرمز مشخص شده‌اند.

از میان ۱۲۲ محصول پلاستیکی، ایران در صادرات چهارده کد محصول مطابق جدول۳ شامل پلیمرهای پلی‌اتیلن، پلی‌وینیل کلراید، پلی‌استایرن غیر قابل انبساط و .. دارای مزیت نسبی آشکار شده هستند. میانگین پیچیدگی محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی آشکار شده ایران ۸۲/.- بوده که از میانگین پیچیدگی کل محصولات پلاستیکی ۱۸۶/.- بسیار کمتر است. این موضوع نشان‌دهنده تعداد اندک و نیز سطح پایین پیچیدگی محصولات صادراتی رقابت‌پذیر ایران می‌باشد. بیشترین صادرات محصولات پلاستیکی ایران با ۱۴۲۸ میلیون دلار مربوط به پلی اتیلن با گرانش مشخصات >۹۴/. کد ۳۹۰۱۲۰ است که این محصول ۴۰ درصد صادرات محصولات پلاستیکی ایران را تشکیل داده و دارای پیچیدگی ۶۸۵/.- بوده و ۲۷ کشور در صادرات آن دارای مزیت



شکل ۴- فضای محصولات پلاستیکی (برای ایران گره‌های آبی محصولات دارای مزیت نسبی آشکارشده،گره های سبز محصولات دارای مزیت نسبی پنهان و گره‌های قرمز محصولات فاقد مزیت نسبی می‌باشند)

نسبی آشکار شده هستند.

با مشخص شدن ۱۴ کد محصول پلاستیکی که ایران در صادرات آن‌ها دارای مزیت نسبی آشکار شده می‌باشد، لازم است از میان ۹۸ محصول باقیمانده محصولات دارای مزیت نسبی پنهان در راستای افزایش تنوع صادراتی مشخص شوند که بر اساس مدل ارائه‌شده، احتمال فعال‌سازی ۹۸ محصول برای ایران محاسبه و مشخص

جدول ۳- محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی آشکارشده ایران

رتبه	کد محصول	نام محصول	شاخص پیچیدگی محصول	رتبه در میان ۱۲۲ محصول	فراگیری
1	390190	پلیمرهای اتیلن	0.146441	45	16
2	390410	کلرید پلی وینیل	0.011327	48	21
3	390319	پلی استایرن، غیر قابل انبساط	-0.08963	50	21
4	390490	پلیمرهای وینیل کلراید	-0.14262	53	13
5	390110	پلی اتیلن<۹۴.گرانش مشخصات	-0.4165	63	25
6	390421	پلی وینیل کلراید، پلاستیکی نشده	-0.64608	75	28
7	390120	پلی اتیلن>۹۴. گرانش مشخصات	-0.68555	77	27
8	390210	پلی پروپیلین	-0.73365	80	33
9	390750	رزین های آلکیدی	-1.27885	102	32
10	391729	لوله پلاستیکی	-1.41701	110	35
11	391721	لوله پلی اتیلن،سفت و سخت	-1.4277	111	38
12	392410	ظروف پلاستیکی آشپزخانه	-1.45586	112	51
13	392490	محصولات پلاستیکی	-1.6007	116	57
14	392329	کیسه های پلاستیکی، بجز پلیمرهای اتیلن	-1.80786	122	55

جدول ۴:-محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی پنهان ایران

ردیف	کد محصول	نام محصول	احتمال فعال سازی	شاخص پیچیدگی محصول	رتبه پیچیدگی در میان ۱۲۲ محصول	فراگیری	درجه گره	تعداد محصولات فعال متصل به گره
1	390130	کوپلیمرهای اتیلن-وینیل استات	0.431	1.306	15	10	2	1
2	390311	پلی استایرن- قابل انبساط	0.538	-0.370	62	20	5	3
3	390330	کوپلیمرهای ABS	0.218	1.023	22	9	7	2
4	390390	پلیمرهای استایرن نه SAN, ABS	0.094	0.507	33	14	7	1
5	390450	پلیمرهای وینیلیدین کلراید	0.186	0.953	23	9	4	1
6	390690	پلیمرهای اکریلیک	0.232	0.642	28	15	10	3
7	391722	لوله پلی پروپیلین، سفت و سخت	0.080	-1.607	117	37	31	3
8	391723	لوله پلی وینیل کلراید، سفت و سخت	0.122	-1.728	118	50	33	6
9	391731	لوله پلاستیکی انعطاف پذیرmbp<۲۷,۶ Mpa	0.129	-0.750	81	31	26	5
10	392069	ورق پلاستیک نسوز اکریلیک	0.040	-0.369	61	24	4	1
11	392190	ورق‌های پلاستیکی و غیره	0.077	-1.009	87	26	32	5
12	392321	کیسه‌های پلیمرهای اتیلن	0.091	-1.757	119	53	35	5

شد محصولاتی که برای ایران احتمال فعال‌سازی آن‌ها بزرگتر از صفر است ۴۷ محصول هستند و احتمال فعال‌سازی ۶۱ محصول باقی‌مانده برابر با صفر می‌باشد. با نگاهی به تعداد محصولات فعال ایران،۱۴ محصول، و محصولات بالقوه فعال، ۴۷ محصول، بدیهی به نظر می‌رسد که امکان فعال‌سازی ۴۷ محصول بالقوه فعال وجود ندارد و لازم است با اعمال فیلترهایی این تعداد کاهش یابد. بنابراین از شاخص منفعت فرصت استفاده و محصولاتی انتخاب شدند که دارای منفعت فرصت مثبت باشند. با توجه به این که ۳۵ محصول از ۴۷ محصول دارای منفعت فرصت منفی بودند تعداد محصولات دارای پتانسیل پنهان، ۱۲ محصول تعیین شد. که این محصولات در جدول ۴ مشخص شده‌اند.

سؤال بعدی این خواهد بود که توالی فعال‌سازی۱۲ محصول دارای مزیت نسبی پنهان چگونه باید باشد؟ کشورها می‌توانند در این راستا استراتژی‌های گوناگونی را برگزینند که در این مقاله همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است، براساس استراتژی‌های حداکثری، حریصانه، درجه بالا و درجه پایین، توالی فعال‌سازی ۱۲ محصول دارای مزیت نسبی پنهان در راستای افزایش تنوع صادراتی مشخص‌شده است. در استراتژی حداکثری طی هر مرحله محصول با بیشترین اتصال به محصولات فعال انتخاب می‌شود بر اساس این استراتژی سه محصول اول به ترتیب لوله پلی وینیل کلراید سفت و سخت، کیسه پلیمرهای پلی‌اتیلن و ورقه‌های پلاستیکی هستند. در استراتژی حریصانه طی هر مرحله محصول با بالاترین احتمال فعال‌سازی به ترتیب زمان فعال‌سازی کمتر انتخاب می‌شود. اولویت‌های اول تا سوم بر مبنای این استراتژی به ترتیب پلی استایرن قابل انبساط، کوپلیمرهای اتیلن-میلین استات و پلیمرهای اکریلیک هستند. در استراتژی درجه بالا در هر مرحله محصولی جهت فعال‌سازی انتخاب می‌شود که در شبکه بیشترین ارتباط را با سایر محصولات داشته باشد. طبق استراتژی درجه بالا، سه محصول اول به ترتیب کیسه‌های پلیمرهای اتیلن، لوله پلی وینیل کلرید، سفت و سخت و ورق های پلاستیکی می‌باشند.در استراتژی درجه پایین طی هر

جدول ۵- توالی فعالسازی محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی پنهان

ردیف	کد محصول	نام محصول	استراتژی حداکثری	استراتژی درجه بالا	استراتژی درجه پایین	استراتژی حریصانه	استراتژی ترکیبی
1	390130	کوپلیمرهای اتیلن-وینیل استات	9	12	1	2	9
2	390311	پلی استایرن- قابل انبساط	7	9	4	1	6
3	390330	کوپلیمرهای ABS	8	8	5	4	7
4	390390	پلیمرهای استایرن نه´SAN, ABS	10	7	6	8	11
5	390450	پلیمرهای وینیلیدین کلرید	11	10	3	5	10
6	390690	پلیمرهای اکریلیک	6	6	7	3	8
7	391722	لوله پلی پروپیلین، سفت و سخت	5	4	9	10	5
8	391723	لوله پلی وینیل کلرید، سفت و سخت	1	2	11	7	1
9	391731	لوله پلاستیکی انعطاف پذیرmbp<۲۷,۶ Mpa	4	5	8	6	3
10	392069	ورق پلاستیک نسوز اکریلیک	12	11	2	11	12
11	392190	ورق های پلاستیکی و غیره	3	3	10	12	4
12	392321	کیسه های پلیمرهای اتیلن	2	1	12	9	2

مرحله محصول با کمترین ارتباط با سایر محصولات در شبکه جهت فعال‌سازی برگزیده می‌شود. بر مبنای این استراتژی سه محصول اول کوپلیمرهای اتیلن-وینیل استات، ورق پلاستیک نسوز اکریلیک و پلیمرهای وینیلیدین کلراید می‌باشند.

اما همانگونه که توضیح داده شد می‌توان با استفاده از روش‌های بردا و کپ‌لند استراتژی ترکیبی را که تلفیقی از چهار استراتژی می‌باشد، تعیین نمود. براساس استراتژی ترکیبی توالی فعالسازی، ۱۲ محصول دارای مزیت نسبی پنهان به ترتیب لوله پلی وینیل کلراید سفت و سخت، کیسه‌های پلیمرهای پلی‌اتیلن، لوله پلاستیکی انعطاف‌پذیر mbp>27.6 Mpa و ورق پلاستیک نسوز اکریلیک می‌باشند.

بررسی روند صادرات جهانی محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی پنهان طی سال‌های ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که به جز کوپلیمرهای ABS با کد ۳۹۰۳۳۰ که دارای نرخ رشد منفی ۵/۳ درصد بوده سایر محصولات از رشد مثبت در صادرات برخوردار بوده‌اند. بالاترین نرخ رشد صادرات طی دوره مذکور مربوط به لوله پروپیلن سفت و سخت با کد۳۹۱۷۲۲ با نرخ رشد ۱۷۴ درصد بوده و پس از آن، محصولات کوپلیمرهای اتیلن- وینیل استات با کد ۳۹۰۱۳۰ و لوله پلاستیکی انعطاف‌پذیر با کد ۳۹۱۷۳۱ به ترتیب با نرخ رشد ۱۵۷ درصد و ۱۱۸ درصد قرار دارند.

نتایج

شبکه فضای محصول شامل سرنخ‌های زیادی برای توسعه کشورهاست. درحالی‌که کشورهای توسعه‌یافته پس از رسیدن به قله‌های تنوع در سبد صادراتی محصولات روند نزولی را نشان می‌دهند. بیشتر کشورهای درحال‌توسعه در تلاش هستند خود را به قله برسانند. اما مهم انتخاب درست و مناسب مسیر و نقشه راه متنوع‌سازی است. هرچند ایران در اکثر برنامه‌های توسعه، استراتژی توسعه صادرات را برگزیده است اما آمار و اطلاعات موجود نشان‌گر عدم موفقیت در دستیابی به اهداف تعیین‌شده می‌باشد.

در این مطالعه، پس از پیاده‌سازی مدل روی‌داده‌ها مشخص شد که از میان ۱۲۲ محصول پلاستیکی موردبررسی، ایران در صادرات ۱۴ محصول دارای مزیت نسبی آشکار شده یا فعال، در ۴۷ محصول بالقوه فعال و پتانسیل فعال شدن را داراست و در ۶۱ محصول غیرفعال و احتمال فعال‌سازی برابر با صفر است. میانگین پیچیدگی محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی آشکار شده ایران۸۸/.- است که نشان از سطح پایین پیچیدگی محصولات صادراتی دارد. پیچیده‌ترین محصولات پلاستیکی صادراتی ایران به ترتیب پلیمرهای پلی‌اتیلن با پیچیدگی ۱۴۶/.، پلی وینیل کلراید با پیچیدگی ۰۱۱/.، و پلی استایرن غیر قابل انبساط با پیچیدگی ۰۹۰/.- است.

اما لازم است به این نکته اشاره کرد رتبه شاخص پیچیدگی اقتصادی ایران درسال ۲۰۱۸ میان ۱۲۸ کشور در کل اقتصاد ۱۰۱ اما در محصولات پلاستیکی ۳۳ می‌باشد. که بیانگر پیچیده‌تر بودن سبد محصولات پلاستیکی ایران نسبت به کل سبد محصولات صادراتی است.

با توجه به زیاد بودن محصولات بالقوه فعال نسبت به محصولات دارای قدرت رقابت، لازم بود با اعمال فیلترهای علمی و منطقی این تعداد کاهش یابد که در این خصوص با اعمال محدودیت منفعت فرصت مثبت، تعداد محصولات جهت توالی فعال‌سازی به ۱۲ محصول کاهش یافت. و بر اساس استراتژی‌های حداکثری، حریصانه، درجه بالا، درجه پایین و ترکیبی، توالی فعال‌سازی ۱۲ محصول در راستای تنوع صادراتی مشخص گردید.

یافته‌های این مطالعه را می‌توان به صورت خلاصه به صورت زیر برشمرد:

۱- از میان ۱۲۲ محصول پلاستیکی بر مبنای میانگین داده‌های سال های ۲۰۱۸-۲۰۱۴ ایران در صادرات ۱۴

محصول دارای مزیت نسبی آشکار شده بوده است.

۲- احتمال فعال‌سازی ۴۷ محصول پلاستیکی بزرگتر از صفر است. اما اگر بخواهیم محصولاتی را انتخاب نماییم که ایران را به هسته فضای محصول نزدیک‌تر کند، یعنی دارای منفعت فرصت مثبت باشند تعداد این محصولات به ۱۲ محصول کاهش می‌یابد.

۳- تعیین نقشه راه فعال‌سازی این ۱۲ محصول بر اساس استراتژی‌های مختلف از یافته‌های مهم این مطالعه به شمار می‌آید یکی از این استراتژی‌ها حریصانه می‌باشد. دستیابی به اهداف در این استراتژی راحت‌تر و به همین جهت به میوه‌های آویزان پایین تشبیه شده است. اما در استراتژی‌های درجه بالا و حداکثری محصولاتی جهت فعال‌سازی انتخاب می‌شوند، که در آینده امکان فعالسازی محصولات بیشتری را بوجود آورند. این استراتژی‌ها، محصولاتی را هدف قرار می‌دهد که برای فعال شدن در اوایل با مشکل روبرو هستند اما می‌تواند به فعال شدن سایر محصولات در مراحل بعدی کمک کند. در حالی که در استراتژی حریصانه و درجه پایین امکان فعالسازی محصولات کم‌تری در آینده وجود خواهد داشت.

۴- از مهم‌ترین یافته‌های این مطالعه یافتن استراتژی ترکیبی با بهره‌گیری از روش‌های بردا و کپ‌لند می‌باشد. که بر اساس این استراتژی ترکیبی نیز توالی فعال‌سازی محصولات پلاستیکی دارای مزیت نسبی پنهان مشخص و مسیر متنوع‌سازی محصولات پلاستیکی ایران براساس این استراتژی مشخص شد. برمبنای این استراتژی ترکیبی، رتبه نخست جهت متنوع‌سازی صادرات متعلق به لوله پلی وینیل کلراید، با کد ۳۹۱۷۲۳ است که طی سال‌های ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ این محصول با رشد صادرات ۴۵ درصدی در بازارهای جهانی مواجه بوده است و ۵۰ کشور در صادرات آن داری مزیت نسبی آشکار شده بوده اند. این محصول در شبکه محصولات پلاستیکی به ۳۳ گره متصل بوده که ۶ گره آن فعال می‌باشد، احتمال فعالسازی این محصول برای ایران ۱۲/۲ درصد بوده و دارای پیچیدگی ۱/۷۲۸- می‌باشد. متوسط صادرات سالانه ایران در این کد محصول طی پنج سال مورد مطالعه(۲۰۱۸-۲۰۱۴) بیش از ۶ میلیون دلار بوده است و سه کشور نخست در صادرات این کد محصول چین، آمریکا و ایتالیا به ترتیب با صادرات ۱۳۹، ۱۲۴ و ۱۱۷ میلیون دلار هستند. .رتبه دوم در میان محصولات دارای مزیت نسبی پنهان بر اساس استراتژی ترکیبی مربوط به کیسه‌های پلیمرهای پلی‌اتیلن با کد ۳۹۲۳۲۱ است. رشد صادرات جهانی محصول طی دوره ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ بیش از ۸۲ درصد بوده و از ۴۵۴۰ میلیون دلار به ۸۲۸۰ میلیون دلار افزایش یافته است و ۵۳ کشور در صادرات محصول دارای مزیت نسبی بوده اند. این کد محصول در فضای محصولات صنعت به ۳۵ محصول متصل بوده که ۵ محصول آن فعال بوده‌اند. احتمال فعالسازی این محصول برای ایران ۹/۱ درصد و دارای پیچیدگی ۱/۷۵۷- می‌باشد. براساس میانگین سال‌های ۲۰۱۴ الی ۲۰۱۸ کشورهای پیشرو در صادرات این کد محصول به ترتیب آلمان، ایالات متحده آمریکا و تایلند به ترتیب با صادرات ۹۵۲، ۷۰۲ و ۵۸۲ میلیون دلار هستند و میانگین صادرات سالیانه ایران طی دوره مذکور ۷۲ میلیون دلار بوده است. سومین محصول دارای مزیت نسبی پنهان لوله پلاستیکی انعطاف‌پذیر با کد ۳۹۱۷۳۱ می‌باشد. صادرات جهانی این محصول از ۵۲۷ میلیون دلار در سال ۲۰۰۴ به ۱۱۵۰ میلیون دلار در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته و ۳۱ کشور در صادرات آن دارای مزیت نسبی آشکار شده بوده‌اند. احتمال فعالسازی این کد محصول برای ایران ۱۲/۹ درصد، شاخص پیچیدگی محصول ۰/۷۵- و در فضای محصول به ۲۶ گره متصل بوده که ۵ گره آن فعال است. در این تحقیق، محصولات دارای مزیت نسبی پنهان معرفی و کشورهای پیشرو صادراتی

شناسایی شدند، براساس رویکرد ساختارگرایان جدید، مرحله بعد برداشتن موانع تولید و صادرات این محصولات خواهد بود که لازم است دولت زیرساخت‌های نرم و سخت را جهت تحقق متنوع‌سازی صادرات فراهم نماید. دولت باید هزینه بنگاه‌هایی که در زمینه تولید و صادرات محصولات دارای مزیت نسبی پنهان فعالیت می‌نمایند را از طریق احداث مناطق ویژه صنعتی، اعطای مشوق‌های مالیاتی برای دوره محدود، تامین مالی مشترک سرمایه‌گذاری، جذب سرمایه‌گذاری خارجی و ... کاهش دهد.

سپاسگزاری

IRM...

مراجع

1. Grossman, G.M., E. Helpman, Rev. Econ. Stud. 58, 43 (1991)
2. Dunning.T.(2005). Resource Deependence, Economic Performance, and Political Stability. Journal of Conflict Resolution,49(4),451-482
3. atlas.cid.harvard.edu/explore/tree_map
4. Khosravi, A., Daei-Karimzadeh, S., Shahmoradi, B., Soltanpanah, H. Optimizing the Export Diversification Strategy of Iran's Chemical Products Using Product Spaces and Economic Complexity Theories. Iranian Journal of Economic Studies. (2021) 2: 595-621. DOI: 10.22099/ijes.2021.40183.1744.
5. Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A. L., & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. Science, 317(5837), 482-487
6. Bahar, D., Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2014). Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion?. Journal of International Economics, 92(1), 111-123.
7. Guevara, M., Hartmann, D., Aristaran, M., Mendoza, M., & Hidalgo, C. (2016): The Research Space: using the career paths of scholars to predict the evolution of the research output of individuals, institutions, and nations, Scientometrics, 103.9, 1695-1709
8. Alshamsi, A., Pinheiro, F. L. & Hidalgo, C. A(2018). Optimal diversification strategies in the networks of related products and of related research areas. Nat. Commun. 9, 13-28.
9. Hartmann, D., Guevara, M. R., Jara-Figueroa, C., Aristarán, M. & Hidalgo, C. A.(2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. World Dev. 93, 75–93
10. Lian, W,, Liy, F,, Svirydzenka, K,, Zhu, B.(2021). A Diversification Strategy For South Asia. IMF Working Paper.

۱۱. میر جلیلی، سید حسین (۱۳۹۷). ارزیابی نظری رویکرد ساختارگرایان جدید در اقتصادتوسعه:مزایا و چالش ها. نشریه سیاست گذاری اقتصادی.(۱۹) ۱۰. ۵۱-۳۷

12. Hartmann, D.,Bezerra, M,,Lodolo,B,, Pinheiro, F (2020). International trade, development traps, and tye core-periphery structure of income inequality.Economia.21.255-278.
13. Hausmann,R., Klinker, B.(2006). Structural transformation and pattern of comparative advantage the product space.Harvard University. Working Paper.128
14. Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., & Yildirim, M. A.

(2013). Diversification and structural transformation for growth and stability in low-income countries: The atlas of economic complexity mapping paths to prosperity. www.cid.harvard.edu/atlas.

15. Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the national academy of sciences, 106(26), 10570-10575

۱۶. ثاقب، حسن(۱۳۹۹). شناسایی زمینه های متنوع سازی صادرات محصولات صنعتی: کاربرد رویکرد پیچیدگی اقتصادی و فضای محصول.فصلنامه علمی پژوهش های اقتصاد صنعتی. (۱۲)۴. ۵۶-۳۵

۱۷. شاهمرادی، بهروز، سمندر علی اشتهاردی، مژگان. (۱۴۰۰). شناسایی مسیر توسعه قابلیت های فناورانه کشور با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی، پژوهش های اقتصادی ایران. (۸۶)۲۶. ۷۲-۴۴

۱۸. رنجبر ،امید، ثاقب، حسن و صادق یضایی بیگدلی(۱۳۹۹). تحلیل پویایی صادرات غیر نفتی ایران: نتایج جدید با کمك نظریه پیچیدگی اقتصادی. تحقیقات اقتصادي.(۱)۵۴ ۷۳-۴۷

19. Lian, W,, Liy, F,, Svirydzenka, K,, Zhu, B.(2021). A Diversification Strategy For South Asia. IMF Working Paper.

20. Li, S,, Li, X,, Lang, W,,Chen H, Huwang, X(2021). The Spatial and Mechanism Difference in the Export Evolution of Product Space in Global Countries. Sustaianability. Vol 13. https://doi.org/10.3390/su13042255

21. Sørensen, Bo Bjørn,,Estmann, Christian,, Sarmento, Enidle Francisco.(2020). Economic complexity and structural transformation: the case of Mozambique. WIDER Working Paper 141

22. Hausmann, Ricardo, Patricio Goldstein, Ana Grisanti, Tim O'Brien, Jorge Tapia, and Miguel Angel Santos(2020). "A Roadmap for Investment Promotion and Export Diversification: The Case for Jordan." CID Working Paper Series 2019.374, Harvard University, Cambridge.

23. Sezai, Ata.(2020).Evolution of the product space and a new proposal for Turkeys export incentive system. Turkey. Presidency of strategy and budget.

24. Gonzále, A., Ortigoza, E., Llamosas, C., Blanco, G. & Amarilla, R. (2018), Multi-criteria analysis of economic complexity transition in emerging economies: The case of Paraguay, Socio-Economic Planning Sciences.

25. Fortunato, Piergiuseppe,, Razo, Carlos,,Vroligk, Kasper.(2015) . Operationalizing the Product Space: A Road Map to Export Diversificatio. UNCTAD.Discussion Papers. No219

26. Hausmann, R and Chauvin, J. (2015). Moving to the Adjacent Possible: Discovering Paths for Export Diversification in Rwanda, CID (Center for International Development at Harvard University) Working Paper No. 294.

27. Bogetic, Z., Pejovic, I., & Osorio-Rodarte, I. (2013). Expanding and Diversifying Montenegro's Exports: A Product Space Analysis. Available at SSRN 2288087.

28. Santoalha, A. (2016). New indicators of smart specialisation. A related diversification approach applied to European regions (TIK Working Papers on Innovation Studies No. 20161220). Oslo: University of Oslo.

29. Zaldivar, f, Perez, E. (2021). Evolution of the Productive Capabilities of Mexico: Economic Complexity Analysis for the Development of Special Economic Zones (SEZ).The International Trade Journal. https://doi.org/10.1080/08853908.2020.1851328

30. Lin, J., & Monga, C. (2011). Growth Identification and Facilitation: The Role of the State in the Dynamics of Structural Change. Development Policy Review, 29 (3): 264–90

31. Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2013). Diversification and structural transformation for growth and stability in low-income countries: The atlas

of economic complexity mapping paths to prosperity. www.cid.harvard.edu/atlas.
32. Rodrik, D. (2006). What's so special about China's exports? China & World Economy, 14(5), 1–19
33. Klinger, B., and D. Lederman. (2004). Discovery and development: an empirical exploration of new' products. Policy Research Working Paper, No. 3450. Washington, D.C.: World Bank.
34. Pinheiro, F. L., Alshamsi, A., Hartmann, D., Boschma, R. & Hidalgo, C. A.(2018). Shooting high or low: do countries benefit from entering unrelated activities? Preprint at arXiv https://arxiv.org/abs/1801.05352
35. Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the national academy of sciences, 106(26), 10570-10575.
36. Lall, S. (2000). The Technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985□98. Oxford development studies, 28(3), 337-369.

IRM

شرکت مهندسی هیوا

HEC

HIGH QUALITY

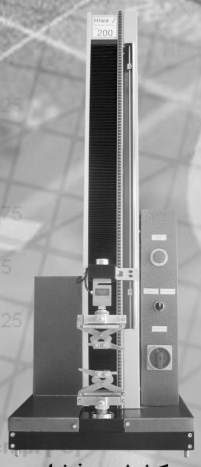
HIWA ENG CO.

Material testing machine

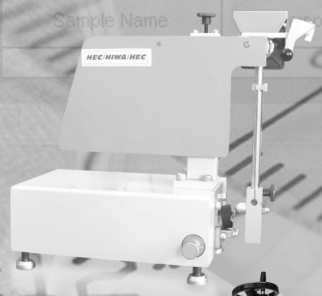
HIGH PERFORMANCE

کشش و فشار یونیورسال

رئومتر با قالب نوسانی MDR


کشش و فشار

رئومترODR و مونی ویسکومتر


آزمون جهندگی

پایه سختی سنج

آزمون ضربه

آزمون سایش

آزمون خستگی

شرکت مهندسی هیوا برترین تولید کننده تجهیزات و ماشین آلات آزمایشگاهی صنایع گوناگون

اولین تولید کننده دستگاه های رئومتر ODR و MDR و مونی ویسکومتر در ایران

صادرات به کشورهای آسیایی و اروپایی و ارائه محصولات به بیش از دویست مرکز صنعتی دولتی و خصوصی

هیوا متعهد به خدمات پس از فروش، ارائه کیفیت بالا و جلب رضایت مشتری می باشد.

به روز رسانی دستگاه های آزمایشگاهی و صنعتی قدیمی با کمک سخت افزار و نرم افزار تحت ویندوز و PLC

شرکت مهندسی هیوا آماده ارائه مشاوره و خدمات مهندسی و تامین تجهیزات در زمینه های اتوماسیون صنعتی

و تاسیسات هوشمند ، مدلسازی و طراحی و تحلیل سیستمهای مختلف در صنایع گوناگون توسط نرم افزار های روز دنیا می باشد

تلفن وفکس : 021-77387193

همراه :09121783974

website : www.hiwaco.com ,Email : info@hiwaco.com

راهنمای تدوین، ترجمه و ارسال مقاله

از استادان محترم دانشگاه‌ها، مدیران، کارشناسان و پژوهش‌گران گرامی صنعت تایر و قطعات لاستیکی کشور و نیز از دانشجویان عزیز رشته‌ی پلیمر و رشته‌های مرتبط با بخش‌های نشریه، دعوت می‌شود برای ارسال مقاله‌های پژوهشی، تألیفی و ترجمه شده‌ی خود، در زمینه‌های فنّاوری طراحی و تولید تایر، فنّاوری تولید قطعات لاستیکی، آمیزه‌کاری، مواد اولیه و فرایندهای تولید محصولات لاستیکی، دانش روز مدیریت، مدیریت استراتژیک و شاخه‌های مدیریت (تولید/ عملیات/ منابع انسانی)، نظام‌های کیفی و کنترل کیفیت، بازاریابی و خدمات پس از فروش، از طریق آدرس اینترنتی www.iranrubbermag.ir ثبت نام کرده و با دریافت نام کاربری و رمز عبور مربوطه، اقدام به بارگذاری مقاله مطابق با بندهای این راهنما نمایند. برای مقاله‌های ترجمه شده، ارسال فایل اصل مقاله ضروری‌ست. از کارشناسان و دانشجویان محترمی که قصد دارند از طریق ترجمه‌ی مقاله با این نشریه همکاری داشته باشند تقاضا می‌شود قبل از ترجمه، فایل متن اصلی یا چکیده‌ی آن را برای تأیید از طریق آدرس الکترونیکی entesharat.rierco@yahoo.com به دبیرخانه نشریه ارسال کنند.

مقاله‌های پژوهشی و تألیفی نباید همزمان به نشریه‌ی دیگری برای چاپ فرستاده شود یا قبلاً به چاپ رسیده باشد.

1 متن مقاله

1-1 متن مقاله باید در قالب Word 2007، با فاصله‌ی سطرهای یک در میان (با قلم میترا، نازنین، لوتوس) با قلم 12 تایپ شده باشد. تیترهای فرعی درون مقاله با قلم 13 بولد تایپ شود.

2-1 مقاله باید حداکثر در ۱۵ صفحه‌ی A4 تنظیم شده باشد.

3-1 حاشیه‌ی متن مقاله از هر طرف باید ۲٫۵ سانتی‌متر باشد.

۴-1 توصیه می‌شود در نوشتن متن مقاله از شیوه‌ی نگارش جدید خط فارسی استفاده شود به‌طوری که تمام حروف جدا نوشته شود (ی، ها، می، آن‌ها، آن‌که، و...).

۵-1 صفحه‌ی نخست مقاله باید شامل عنوان فارسی و انگلیسی (قلم فارسی ترافیک و لاتین تایمز 18 بولد)، نام کامل مؤلف یا مؤلفان یا مترجم، نام مسؤول مکاتبات، سطح تحصیلی، واحد سازمانی و نشانی و تلفن محل کار ایشان (قلم میترا 10 بولد) باشد. نشانی الکترونیکی مسؤول مکاتبات نیز باید درج شده باشد.

۶-1 مقاله باید دارای چکیده (شامل هدف پژوهش یا تألیف، روش انجام و نتیجه‌های به دست آمده) به زبان فارسی (با قلم خرمشهر 12) و زبان انگلیسی (با قلم Times New Roman فونت 13) باشد.

7-1 مقاله باید دارای واژه‌های کلیدی (حداکثر ۵ واژه) به زبان فارسی (با قلم خرمشهر 13 بولد) و زبان انگلیسی (با قلم Times New Roman فونت 13) باشد.

8-1 متن مقاله به ترتیب باید شامل بخش مقدمه، بخش تجربی (مواد، دستگاه‌ها، روش‌ها و استانداردها)، بخش نتیجه‌ها و بحث، بخش نتیجه‌گیری، و مراجع باشد.

9-1 تمام نمادها و علامت‌های اختصاری که برای نشان دادن متغیرها، ثابت‌ها، مقادیر و خواص، استانداردها و نیز معرفی نام سازمان‌ها و مراکز پژوهشی در مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید در نخستین کاربرد توضیح داده شده و معادل انگلیسی کامل آن‌ها در پاورقی (با قلم RL Times فونت 8) بیاید.

10-1 شماره‌ی مراجع مورد استفاده به ترتیب در متن مربوطه، داخل کروشه درج شود.

2 جدول‌ها

1-2 جدول‌ها باید به ترتیب شماره‌گذاری، در متن مشخص شود. متن جدول‌ها با قلم نازنین 10 تایپ شود و در صفحه‌های جداگانه در پایان مقاله آورده شوند.

2-2 تمام مقدارهای جدول‌ها باید دارای واحد یکسان باشد، و مقدارهایی که نیاز به توضیح داشته باشد باید پس از علامت‌گذاری روی آن‌ها، به شکل پانویس در زیر جدول شرح داده شوند.

3-2 تمام جدول‌ها باید دارای عنوان یا شرح باشند (قلم میترا 11 بولد). اعلام نام مرجع برای جدول‌هایی که کار نویسنده نباشد ضروری‌ست.

۴-2 تمام جدول‌ها باید در word اجرا و ارسال شود (اسکن نشود).

3 شکل‌ها و عکس‌ها

1-3 شکل‌ها به ترتیب شماره‌گذاری باید در متن مشخص و مورد اشاره قرار گیرند. شکل‌ها و عکس‌ها در صفحه‌های جداگانه در پایان مقاله آورده شود.

2-3 عنوان و شرح تمام شکل‌ها و عکس‌ها باید در زیر آن‌ها درج شود (با قلم میترا 11 بولد).

3-3 عکس‌ها باید وضوح کامل داشته باشند (در صورت امکان عکس‌ها در فرمت jpg و با 300 resolution باشد).

۴ نوع مقاله: نویسندگان باید نوع مقاله از نظر پژوهشی، تألیفی، مروری، یا ترجمه بودن را در بالای نام نویسندگان مقاله درج کنند.

فرم اشتراک نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران (*IRM*)

(علمی، فنی، اقتصادی و خبری)

خواهشمند است به نکات زیر توجه فرمایید:

۱- بهای هر شماره ۶۰۰,۰۰۰ ریال است.
۲- بهای اشتراک سالانه با تخفیف ۲,۰۰۰,۰۰۰ ریال است.
۳- بهای اشتراک دو ساله با تخفیف ۴,۴۰۰,۰۰۰ ریال است.
۴- از فرستادن وجه نقد جهت اشتراک حتی الامکان خودداری کنید.
۵- نشانی و کدپستی خود را به‌صورت کامل و خوانا بنویسید.
۶- نام و شماره‌ی تماس خود را روی فیش بانکی بنویسید.

Email:entesharat.rierco@yahoo.com

Website:www.iranrubbermag.ir

در صورت تمایل به اشتراک نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران، فرم زیر را تکمیل و به همراه اصل فیش بانکی واریز حق اشتراک، به نشانی زیر ارسال، یا به شماره‌ی ۴۴۷۸۷۹۰۵-۰۲۱ فاکس نمایید.

شماره حساب: بانک ملت، شعبه‌ی شهرک راه‌آهن، حساب جاری جام، شماره‌ی ۵۹۰۰۵۷۰۰۴۹ به نام "شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک - واحد انتشارات" (شماره‌ی شبا IR050120000000005900570049)

نشانی: تهران، اتوبان تهران-کرج، بعد از ایران خودرو، خروجی شهرک علم و فناوری، انتهای بلوار پژوهش، جنب پژوهشکده‌ی هواشناسی، انتهای کوچه، شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک
تلفن: ۴۴۷۸۷۹۱۷-۰۲۱ فاکس: ۴۴۷۸۷۹۰۵-۰۲۱ کدپستی: ۱۴۹۷۷۱۶۳۶۵

فرم اشتراک
نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران (IRM)

نوع اشتراک:

اشتراک جدید ☐ تمدید اشتراک ☐

نام و نام خانوادگی مشترک

سمت | ایمیل

نام شرکت | نوع فعالیت

نشانی

تلفن | تلفن همراه

تلفن | صندوق پستی | کدپستی

به پیوست فیش بانکی به شماره ____ و به مبلغ ____ ریال بابت حق اشتراک یک ساله/دوساله‌ی نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران از شماره‌ی ____ ارسال می‌شود.

تاریخ امضاء

فرم نظرسنجی از خوانندگان

نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران (*IRM*)

(نشریه‌ی سال بیست‌وششم، شماره‌ی ۱۰۴، زمستان ۱۴۰۰)

نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران با هدف آگاهی از میزان رضایت‌مندی شما خوانندگان گرامی نسبت به مطالب و صفحه‌های متفاوت نشریه، فرم نظرخواهی حاضر را تهیه کرده است. ضمن تشکر از همراهی شما عزیزان خواهشمندیم در هنگام پاسخ دادن، دقت و صراحت لازم را مبذول فرمایید.

ردیف	عوامل مورد ارزشیابی	عالی ۵	بسیارخوب ۴	خوب ۳	متوسط ۲	ضعیف ۱	بسیارضعیف ۰
۱	مقاله‌های بخش علمی- فنی						
۲	مقاله‌های بخش مدیریت						
۳	سایر نظرها:						

* کدام یک از بخش‌های نشریه را بیش از سایر بخش‌ها مطالعه می‌کنید؟ لطفاً با درصد بیان کنید.

* آیا کمبودی در مطالب نشریه احساس می‌کنید؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، مطالب موردنظر را بیان کنید.

* موضوع پیشنهادی شما برای ارائه‌ی سرمقاله چیست؟

* عمده‌ترین تغییرهایی که به‌نظر شما باید در محتوای نشریه ایجاد شود، چیست؟

* به‌منظور افزایش و بهبود کیفی مطالب، در چه زمینه‌هایی می‌توانید در ارائه‌ی مطالب همکاری کنید؟

* نام و نام خانوادگی و شماره‌ی تماس در صورت تمایل:

لطفاً پس از تکمیل، فرم مربوطه را برای واحد انتشارات فاکس کنید.

تلفن: ۹۰۵ و ۴۴۷۸۷۹۱۷-۰۲۱ فاکس: ۴۴۷۸۷۹۰۵-۰۲۱ www.iranrubbermag.ir Email:entesharat.rierco@yahoo.com

سامانه‌ی پیامکی : ۴۴۷۸۷۹۱۱-۰۲۱

Export Diversification of Plastic Products Using New Structuralists Approach

A. Khosravi[1], S. Dae-karimzadeh[*,2], B. Shahmoradi[3], H. Soltanpour[4]

1. PhD student, Instructor, Department of Economic Sciences, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan, Iran
2. PhD, Associate Professor, Department of Economics, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan, Iran
3. PhD, Assistant Professor, Faculty Member, Department of Financing and Economics, Science, Technology and Innovation, Scientific Policy Research Center, Tehran, Iran
4. PhD, Assistant Professor, Department of Management, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran

∗**Corresponding author Email:** saeedkarimzade@yahoo.com

Abstract: The plastic products industry comprises a wide range of products from basic products to intermediate and final products. The expansion and application of plastic products in various industries, as well as the satisfaction of the needs of households, has made this industry one of the main industries and its export diversification is important for the countries. Using new structuralists approach, product space theory and product network science, this paper uses six-digit HS codes for 128 countries over the period 2018-2014 to represent the increase in the diversity of Iranian exports in the plastics industry and determine their sequence of activation. The findings indicate that out of 122 plastic product codes, Iran has 14 products that have an revealed comparative advantage in exports, 47 products with a implied comparative advantage, and 61 products with no revealed and implied comparative advantage. In the next step, considering the positive opportunity gain index, products with implied comparative advantage were reduced from 47 to 12. Finally, using different strategies and applying a combined strategy of Borda and Copeland methods, the activation sequence of these 12 products were identified. According to the combined strategy, the export of rigid polyvinyl chloride pipes, ethylene polymer bags and flexible plastic pipes constitute the major part of Iran's export opportunities.

Keywords: New structuralists, plastic industry, network science, product space, Complexity

Study of the effect of entrepreneurial awareness on entrepreneurship development with the mediating role of social accountability in the rubber industry

M.Porgou[1], V. Mirabi[2,*], H. Reshadat-jou[3], H. Vazifeh-doust[4]

1. PhD Student, Entrepreneurship, Faculty of Management and Economics, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2. PhD, Associate Professor, Department of Business Management, Islamic Azad University, Center Branch, Tehran, Iran
3.PhD, Associate Professor, Department of Higher Education Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
4. PhD, Professor of Business Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

∗**Corresponding author Email:** vrmirabi@yahoo.com

Abstract: Entrepreneurial awareness of managers and employees and having entrepreneurial skills are considered as an important mechanism of entrepreneurship development. Today, the expectations of most people from organizations have stepped into social demands; This moves organizations to meet social expectations. This research is practical in terms of purpose and quantitative in terms of data collection method. The statistical population is 50 managers and experts of Artavil Rubber Company, of which 44 people were selected as a simple random sample. PLS and SPSS software were used for analysis. Therefore, in order to evaluate the reliability of the research measurement model, factor load coefficients, Cronbach's alpha coefficients and combined reliability, convergent validity and divergent validity were used. The results show that the linear relationships between the variables have been confirmed and entrepreneurial awareness can affect the development of entrepreneurship and an organization can succeed if it has employees and managers with entrepreneurial skills and entrepreneurial awareness that can ultimately be socially responsible. Create in the organization environment.

Keywords: Entrepreneurial Awareness, Entrepreneurship Development, Social accountability

The Impact of Market Risk Management and Commercialization on the Performance of New Service DevelopmentCommitments

N. Seyfollahi[1,*], I.Gh. Hamedani[2]

1. PhD, Associate Professor, Department of Business Management, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
2. PhD student, Management, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

∗**Corresponding author Email:** naser_seifollahi@yahoo.com

Abstract: This study intends to investigate the impact of market risk management and commercialization risk on the performance of new service development. The research method used is descriptive survey. The statistical population includes 1080 managers and employees of Irene Insurance Company. The sample size was 284 based on Cochran's formula, which was selected by simple random sampling method. A questionnaire was used to measure the concepts and the collected data were analyzed using statistical, descriptive and inferential tests. The validity of the questionnaires was evaluated based on the validity of the structure and convergence and its reliability with Cronbach's alpha coefficient. The research model was tested based on the partial least squares method and SmartPLS software. The results of this study indicate that market risk management has a positive effect on the performance of new service development. Commercialization risk also has a positive effect on the performance of new service development.

Keywords: Market risk management, Commercialization risk management, New service development, Insurance industry.

Identifying the effective parameters on the promotion of human resource productivity in tire industry (case study: Iran tire co)

B.Mohamadian

Master, CEO of Avijeh Pars Automation Company, Tehran, Iran

∗**Corresponding author Email:** info@avijehpars.com

Abstract: In today's world, the most important factor in development is promotion of the human resources productivity. Identifying the effective parameters on the human resources productivity and prioritizing them in promotion of the human resources productivity has been significant and can be promising for achieving organizational and national productivity. In this research, an attempt is made to identify the effective parameters on the promotion of human resource productivity (case study Iran Tire Company). The statistical population of the study was 120 employees and the sample size was 92 people. The method of the present research is descriptive-survey. The data collection tool is a researcher-made questionnaire with 28 questions.The validity of the questionnaires was confirmed by a group of university professors and also, the reliability of the questionnaires was 91% using Cronbach's alpha coefficient which indicates the accuracy and high capability of the questionnaire. SPSS software and Kolmogorov-Smirnov tests and parametric t-test were used to analyze the data and information. The results show the confirmation of 2 hypotheses and the non-confirmation of 5 hypotheses as the factors of clarity of job and environmental adaptation are effective on promotion of the human resources productivity in Iran Tire Company and the factors of ability, organizational support (Help), incentive, evaluation of performance and validity of decision are not effective on promotion of the human resources productivity in this company.

Keywords: Iran tire, promotion, productivity, human resources

Study of curing kinetics and thermal stability of epoxy nanocomposites in the presence of silica nanoparticles

M.H. Karami[1], M.R. Kalai[*,2]

1. PhD Student, Department of Polymer Engineering, Technical and Engineering Complex, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
2. PhD, Associate Professor, Department of Polymer Engineering, Technical and Engineering Complex, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran

*Corresponding author Email: mohammad.kalaee@gmail.com

Abstract: Epoxy resin is used as a wind turbine, coating, adhesive and base material for composites and is widely used in automotive, electronics, and construction industries. Modification of the surface of epoxy nanocomposites in the presence of silica nanoparticles, due to increased adhesion and covalent bonding, increases the impact strength and Also, by adding silica nanoparticles to epoxy resin, the Young's modulus increases linearly, which is due to the increase in nanoparticle dispersion and reduced stress concentration. By adding silica nanoparticles to epoxy resin, the maximum heat flow temperature decreases and the curing rate increases, and also causes the heat flow curve of epoxy nanocomposite to be wider. The presence of silica nanoparticles reduces the activation energy and silica nanoparticles act as a catalyst in the curing reaction with epoxy resin. Two important factors in reducing the thermal degradation of epoxy nanocomposites are proper dispersion of nanoparticles and non-agglomeration. Silica nanoparticles increase the maximum temperature of thermal degradation, thermal stability and the percentage of residual char. In this research, the modeling of curing kinetics of epoxy nanocomposites on morphology, rheological and mechanical properties, activation energy, curing degree, heat flow and investigation of thermal stability and thermal degradation has been reported.

Keywords: NanoSilica, Modified NanoSilica, Epoxy Resin, Curing Kinetics, Thermal Stability

Models for Predicting Fluid Flow in Extruders; Part I: The Koster's Model

M.M. Kamyabi

PhD, Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Iran

*Corresponding author Email: mm.kamyabi@vru.ac.ir

Abstract: Extruder as a material forming tool, is a basic and important equipment in the production process in various polymer industries, including rubber industry, industries based on plastic forming, food industry, etc. Since in most industries, extruders act as intermediate equipment and in series with other equipment, the production capacity of the product can depend on the amount of production in the extruder, which is a kind of flow rate of the extruder. Various factors affect the flow pattern and consequently the discharge output of the extruder. Knowing these factors and how they affect them is very effective in predicting the performance and determining the optimal operating points of this type of equipment. Therefore, in the present study and in two parts, two of the most important methods of modeling the fluid flow inside the extruders are investigated and the strengths and weaknesses of each in predicting the flow profile as well as The output flow of the extruder is determined. In the first part, Custer model is examined and in the second part, Tadmor and Gags model will be examined. The important point that has not been explored so far is that despite the various simplifications, the results of these models can be used to give an acceptable prediction of the performance of various extruders in industry.

Keywords: Extruder, Modeling, , Fluid, Production capacity

Identify the factors affecting on tire durability and the relationship between them

M. Rashidi-Moghadam[1,*], F. Zolali[2], F. Hajebrahimi[3]

1. PhD, Research and Development Department of Barez Industrial Group, Tehran, Iran
2. Master, Research and Development Department of Barez Industrial Group, Tehran, Iran
3. Master, Research and Development Department of Barez Industrial Group, Tehran, Iran

*Corresponding author Email: morteza_rashidi@alumni.iust.ac.ir

Abstract: Tires are an important and special part of car that have a directly relation with the functions such as braking, acceleration and passenger comfort. Increasing the durability of the tire will increase road safety. It is important to note that the fatigue life must be longer than wear life. If the wear life is prolonged, the fatigue life expectancy has to be expanded correspondingly. Fatigue is a common cause of failure of a steel belted radial tire in use. Thermal, speed, tire structure and aging have an important effect on tire fatigue life. In this paper the effect of factors such as thermal, speed, fatigue life and aging on durability and relation between them are studied. Crack initiation and crack growth at filament ends and rubber are also studied in details. At the end, it is shown that the cord type and EPDM have a significant influence on belt endurance. In this paper, it is shown that the mechanical factor, especially the tire fatigue, causes crack initiation and crack growth due to cycling load. Also, heat is generated in the critical areas of the tire due to the visco-elastic property of the compound, which reduces the life of the tire. Also aging along with thermal reduces the tensile strength and degrades the tire.

Keywords: Tire durability, Fatigue, Aging, Belt

The effects of soluble and polymeric sulfur on curing of rubber compounds

A. Nikakhtar[1,*], M.Kamkar[2], H. Ahvarakih[3]

1. PhD, Assistant Professor, Lecturer, Birjand University, Birjand, Iran
2. Master, Instructor, Queer Tire Technology Unit, Birjand, Iran
3. Master, Faculty of Science, Department of Chemistry, Birjand University, Birjand, Iran

*Corresponding author Email: anikakhtar@birjand.ac.ir

Abstract: Sulfur vulcanization is the most common method for creating crosslinks in rubber compounds and creating a three-dimensional network. The most stable form of sulfur in the environment is rhombic (Sα), which is an octahedral ring and known as soluble sulfur. Soluble sulfur was previously used for vulcanization. This substance can migrate to the surface of rubber and this causes problems. It has been replaced by polymeric sulfur to solve problems. In this study, the effect of amount of soluble sulfur and polymeric sulfur on rheometric diagrams at two temperatures was investigated and compared with each other. The results showed that increasing the amount of sulfur decreases the scorch time and increases the difference between the minimum and maximum torque. In addition, polymeric sulfur has a higher efficiency, and the properties of its rheometric diagram are similar to those with higher sulfur content. In addition, the effects of temperature on rheometric diagrams in both sulfurs are similar. These diagrams are simulated with the help of mathematical equation and the related parameter in each case is calculated with the curve fitting.

Keywords: Polymeric sulfur, rheometric plot, cure steps

In The Name of God

IRM

Iranian Rubber Magazine

(Scientific)

(Scientific / Technical / Economical / Managerial)

Volume 26, No. 104, Winter 2022

Copyright and publisher:
Rubber Industries Engineering and Research Co. (RIERCO)

Responsible Manager:
Dr. N. Parhizgar

Chief Editor:
Dr. M. Karrabi

Editor:
M. Layeghi-ghaleh-sookhteh

Administration Manager & Designer:
S. Soufi-Niaraki

Responsible of Advertising & Subscribers:
S. Soufi-Niaraki

With Cooperation of:

Kian Tire Co., Iran Tire Co.,
Iran Yasa Tire and Rubber Co.,
Dena Tire Co., Pars Tire Co., Barez Tire Co.,
Yazd Tire Co., Goldstone Tire Co.,
Kavir Tire Co.

Address:
Tehran–Karaj Fwy, after Iran Khodro, Output of Science and Technology Town, Pajouhesh Blvd, Close to Meteorological Research Center, Tehran, Iran, B.O.Box:15875-5981

Tel: 0098(21)44787917

Fax: 0098(21)44787905

Email: entesharat.rierco@yahoo.com

Website: www.iranrubbermag.ir

Editorial Board:

- Dr. N. Parhizgar, *Assistant Prof, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.*
- Dr. S. Taghvaei–Ganjali, *Prof., Faculty of Chemistry, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*
- Dr. A. Jalali, *Associate Prof., Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran.*
- Dr. M. Razaghi–Kashani, *Associate Prof., Tarbiyat Modaress University, Tehran, Iran.*
- Dr. N. Ghasemi, *Professor of Polymer Engineering, Iran Polymer & Petrochemical Research, Tehran, Iran.*
- Dr. M.H.R. Ghoreishy, *Prof., Polymer & Petrochemical Research, Tehran, Iran.*
- Dr. M. Karrabi, *Professor of Polymer Engineering, Iran Polymer & Petrochemical Research, Tehran, Iran.*
- Dr. A. Mahdavian, *Professor of Polymer Engineering, Iran Polymer& Petrochemical Research, Tehran, Iran.*
- Dr. H. Mahdavi, *Professor of Chemical-Polymer Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.*
- Dr. E. Sotoudeh, *PhD in Polymer Technology, Comprehensive University of Applied Science in Rubber Industry , Tehran, Iran.*

Partners in this issue:

Dr. A. Nikakhtar
Dr. M. Rashidi-moghadam
Dr. M.M Kamyabi
Dr. M.R Kalaei
B. Mohammadian
Dr. N. Seyfollahi-anar
Dr.V.R Mirabi
Dr.S. Dae-karimzadeh

This journal is abstracted / indexed in:

ISC.gov.ir
iranrubbermag.ir