

Polyvinyl Alcohol: Its Industrial and Economic Status

M. Ebrahim Zeynali*, Mohamad Nazari
Iran Polymer and Petrochemical, P.O. Box: 14975-112, Tehran, Iran

Received: 29 June 2013, Accepted: 15 October 2013

Abstract

The main source of polyvinyl alcohol is polyvinyl acetate. Other sources and methods for polyvinyl alcohol synthesis are intended for research and specific purposes. Considering the significant sources of oil and gas in Iran and the availability of raw material for PVOH (vinyl acetate monomer by Arak Petrochemical Company) and polyvinyl acetate there is a good potential for production of polyvinyl butyral and related polymers. The economical and technical studies by Ministries of Industry, Oil and Commerce have brought the industrial production of PVOH in the first priority of investment activities. This polymer can be produced at different degrees of hydrolysis and molecular weight by variations in processing condition. Different grades of polyvinyl alcohol have found various applications in industry.

Key Words

polyvinyl alcohol,
technical investigation,
economic investigation,
method of production,
degree of hydrolysis

(*) To whom correspondence should be addressed.
E-mail: m.zeynali@ippi.ac.ir

بسپارش

فصلنامه علمی-ترویجی

سال سوم، شماره ۳.

صفحه ۲۴-۱۴، ۱۳۹۲

ISSN: 2252-0449

جایگاه پلی‌وینیل الکل در صنعت و اقتصاد

محمد ابراهیم زینالی*، محمد نظری

تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، صندوق پستی ۱۱۲-۱۴۹۷۵

دریافت: ۱۳۹۲/۴/۸، پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲۳

بزرگترین منبع صنعتی پلی‌وینیل الکل، پلی‌وینیل استات است. سایر منابع تنها برای کارهای پژوهشی و ویژه موجوداند. باتوجه به منابع عظیم نفت و گاز و دسترس‌پذیری خوراک اولیه تولید این پلیمر در داخل کشور (مونومر وینیل استات تولیدی پتروشیمی اراک)، پتانسیل مناسبی برای تولید پلی‌وینیل استات و پلی‌وینیل الکل و مواد حاصل از این محصولات (مانند پلی‌وینیل بوتیرال و ...) در کشور وجود دارد. ارزیابی‌های فنی و اقتصادی تولید این پلیمر پرمصرف وارداتی، با آمارهای ارائه شده توسط وزارت‌های صنعت، معدن و تجارت و نفت، تولید صنعتی آن را در صدر اولویتهای سرمایه‌گذاری قراردادده است. پلی‌وینیل الکل با توجه به درجه آبکافت و جرم مولکولی‌های مختلف دارای درجه‌های متفاوتی است که با تغییر شرایط فراورش در طول تولید می‌توان به آنها دست یافت. این مقاله تلاشی برای بررسی جایگاه پلی‌وینیل الکل در صنعت و اقتصاد است.

چکیده



محمد ابراهیم زینالی



محمد نظری

واژگان کلیدی

پلی‌وینیل الکل،
ارزیابی فنی،
ارزیابی اقتصادی،
روش تولید،
درجه آبکافت

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار:

m.zeynali@ippi.ac.ir

مقدمه

در سال ۱۹۳۲ پلی‌وینیل الکل برای اولین بار توسط برگ و هرمن ساخته شد و از واکنش تبادل استری به‌دست آمد [۱]. پس از آن پیشرفت غیرمنتظره‌ای در سال ۱۹۳۸ توسط ساکورادا، توماناسی و یازاوا در تولید الیاف استال‌دار شده مقاوم به آب حاصل شد [۲]. صنعت پلی‌وینیل الکل پیش از جنگ جهانی دوم با رشد الیاف وینیلون در ژاپن پیشرفت کرد. این ماده تا پس از جنگ جهانی دوم به شکل تجاری تولید نمی‌شد. پلی‌وینیل الکل به عنوان ماده اولیه این الیاف نهایتاً در شرکت‌های نی چی بو و کوراری به شکل تجاری درآمد و به‌تدریج با افزایش تولید و با توجه به قیمت مناسب این ماده در سایر کاربردها هم به‌کار گرفته شد. بعدها آمریکا، چین و اروپای غربی هم جزو کشورهای اصلی تولید کننده این محصول شدند. اولین پلی‌وینیل الکل‌های تولیدی که از راه افزودن آلکیل به محلول شفاف الکلی پلی‌وینیل استات به‌دست آمدند، رنگ عاجی داشتند [۳].

سرمایه‌گذاری اقتصادی بزرگی، به‌ویژه در ژاپن، برای تولید الیاف انجام گرفت. از آن زمان به بعد کاربردهای بسیار فراوان نظیر آهارزنی الیاف، روکش‌ها، چسب‌ها و کالاهای قالب‌گیری شده، گسترش پیدا کرد. در سال ۱۹۷۴ تولید پلی‌وینیل الکل به مقدار ۵۰۰۰۰ تن در جهان رسید [۳].

امروزه، مصرف این پلیمر در کشور از چند هزار تن تجاوز کرده و عمدتاً در صنایعی نظیر آهارزنی منسوجات و کاغذ، چسب، تهیه کلوئیدهای محافظ برای پلیمرشدن امولسیون و تهیه الیاف و پلی‌وینیل بوتیرال کاغذ مصرف می‌شود. از دیگر مصارف پلی‌وینیل الکل، استفاده در ساختار آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی و نیز تهیه افزودنی‌های بتن و اتصالات سیمانی در ساختمان است. همچنین از آن در مقادیر کمتری به‌عنوان امولسیون‌کننده در موارد آرایشی، پوشش‌های محافظ موقت، افزایش چسبندگی خاک برای جلوگیری از فرسایش آن و در کاغذ عکاسی استفاده می‌شود. این پلیمر پرمصرف برای محافظت البسه بیمارستانی، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌های نباتی به‌کار می‌رود. صنایع آرایشی، صنایع روکش‌کاری و ساخت و پوشش‌دهی صفحات چاپ برای جلوگیری از سایش کاربرد دیگر این پلیمر است. خواصی نظیر سازگاری با محیط زیست، انحلال‌پذیری در آب، مقاومت کششی زیاد، مقاومت شیمیایی در محیط‌های قلیایی، نفوذپذیری کم در برابر گازها و خواص نوری مطلوب از علل استفاده این پلیمر در صنایعی نظیر نساجی، کاغذ سازی، بسته بندی و پزشکی است [۴-۶].

جدول ۱- مشخصات و تناژ تولیدی انواع پلی‌وینیل الکل بر اساس نوع مصرف [۳].

نوع مصرف	تناژ تولیدی
چسب	۲۱۰۰۰
صنعت نساجی و بهبود بخشی الیاف	۱۸۰۰۰
صنعت کاغذ و روکش	۱۴۰۰۰
فیلم	۱۳۰۰۰
محافظت کننده‌های کلوئیدی و سایر کاربردها	۱۰۰۰۰

مقدار مصرف کلی این پلیمر با توجه به تولید سالانه و به ترتیب بیشترین مصرف در جدول ۱ آمده است [۳].

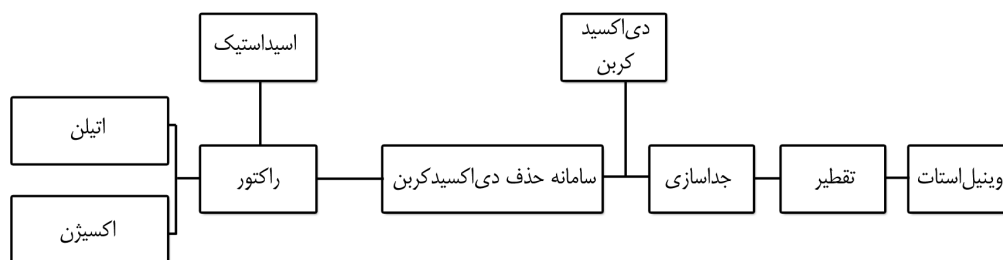
پلی‌وینیل الکل دارای خاصیت بسیار جالب زیست‌تخریب‌پذیری است. از آن جا که مونومر وینیل‌الکل در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد، بنابراین در صنعت برای تولید آن از پلی‌وینیل استات به عنوان یک ماده اولیه استفاده شده است. بزرگ‌ترین منبع صنعتی پلی‌وینیل الکل، پلی‌وینیل استات است و منابع دیگر تنها برای کارهای پژوهشی و ویژه موجوداند. این منابع دامنه وسیعی از وینیل‌استرها و اترها را شامل می‌شوند [۷].

جایگاه پلیمرهای پرمصرف در صنعت

جدول ۲ توزیع سهم هر کدام از پنج گروه اصلی محصولات نهایی پتروشیمی در مصرف داخلی و مقدار فروش را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پلیمرها ۱۷٪ فروش وزنی و ۵۲٪ فروش ریالی را در اختیار دارند. این موضوع نمایانگر ارزش افزوده

جدول ۲- توزیع وزنی محصولات مختلف پتروشیمی برای مصرف داخلی [۸].

نوع محصول	توزیع ریالی (%)	توزیع وزنی (%)
مواد شیمیایی اساسی	۱۶	۱۵
کود و سموم	۱۴	۵۰
پلیمرها	۵۲	۱۷
آروماتیک‌ها	۶	۴
سوخت و مواد هیدروکربنی	۱۲	۱۴



شکل ۱- نمودار تولید وینیل استات در پتروشیمی اراک [۱۲].

باید توجه خاص به تکمیل زنجیرهای تولید به منظور کسب حداکثر ارزش افزوده در تولید یک محصول در داخل کشور و کاهش صادرات تولیدات نهایی از اولیتهای صنعت و دانشگاه باشد. با توجه به مصرف زیاد پلی‌وینیل الکل در کشور، واردات صددردی این پلیمر به کشور و واحدهای تولید کننده مونومر وینیل استات، پتانسیل مناسبی در کشور برای تولید پلی‌وینیل استات و پلی‌وینیل الکل موجود است. شرکت پتروشیمی شازند (اراک) تولیدی معادل ۳۰۰۰۰ تن وینیل استات را در سال طبق نمودار تولید شکل ۱ دارد [۱۲].

مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده انواع پلی‌وینیل الکل در جدول ۳ به همراه مقدار تولیدی بر حسب هزار تن آورده شده است [۳، ۱۳].

تولید صنعتی پلی‌وینیل الکل

برای تولید پلی‌وینیل الکل دو انتخاب وجود دارد:

- ۱- تولید از پلی‌وینیل استات و
 - ۲- تولید از وینیل استات مونومر.
- با توجه به بررسی‌های اقتصادی، اگرچه هزینه سرمایه‌گذاری واحد تولید پلی‌وینیل الکل از وینیل استات مونومر بیشتر از هزینه

زیاد این دسته از مواد نسبت به درصدوزنی این گروه است. سوخت و مواد هیدروکربنی که ۱۴٪ وزنی را به خود اختصاص داده است، در ارزش افزوده تنها سهم ۱۲٪ را در اختیار دارد [۸].

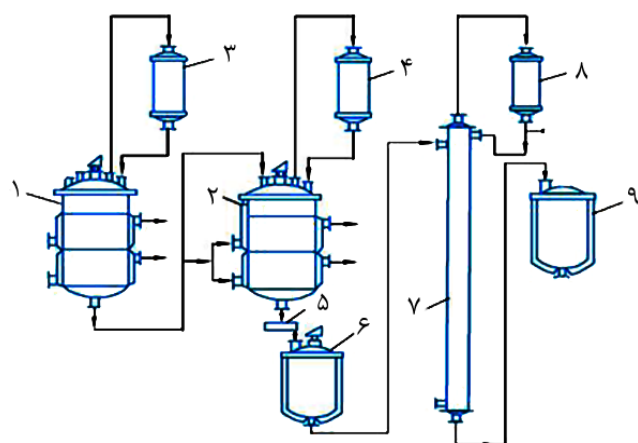
هم اکنون متاسفانه از ۲۰۰ ماده انتخابی که مهم‌ترین تولیدات صنایع پتروشیمی به شمار می‌رود، حدود دو سوم آنها در ایران تولید نمی‌شود [۹]. آخرین آمار ارائه شده در گزارش تولید محصولات پتروشیمی، ارائه شده توسط سازمان صنعت، معدن و تجارت کشور، بیانگر کاهش حدود ۵ میلیون تنی تولید این محصولات از سال ۹۰ به سال ۹۱ است. تحریم‌ها، سامان‌دهی پتروشیمی‌های کشور در جهت تولید بنزین و کمبود خوراک واحدهای پتروشیمی را می‌توان از جمله علل این کاهش دانست [۱۰].

اولیتهای امروز در تهیه و تولید پلیمرها به دو دسته از آنها اختصاص می‌یابد:

- پلیمرهای پرمصرفی که خوراک اولیه آنها در کشور وجود داشته باشد و
- پلیمرهای مورد استفاده در صنایع پراهمیت مثل صنایع نظامی، انرژی هسته‌ای و ... که تحریم آنها می‌تواند کشور را دچار تهدیدهای جدی کند [۱۱].

جدول ۳- مقدار مصرف پلی‌وینیل الکل در هر بخش [۳].

وضعیت	آمریکا	اروپا	ژاپن
جهانی	۶۳	۴۴	۱۲۰
آहार نساجی	۴۸	۴۱	۱۲,۵
الیاف وینیلون	-	-	۴۲,۵
فیلم	-	-	۱۰
پوشش کاغذ	-	۲۱	۱۱
چسب	۲۴	۲۸	۱۶
ماده کمکی در پلیمرشدن	۱۶	۲۸	-
سایر	۱۲	۲۸	۸



۱، ۲ راکتور پلیمر شدن ۳، ۴، ۸ کندانسور

۵ حلال‌های ناشی از پلیمر شدن ۶ تانک محلول پلی‌وینیل الکل
۷ جداکننده ۹ مخزن جمع‌آوری پلی‌وینیل الکل
شکل ۳- تولید پلی‌وینیل الکل به روش پیوسته [۱۵].

هر یک از درجه‌های مخلف پلی‌وینیل الکل کاربرد خاصی دارند. درجه آبکافت پلی‌وینیل الکل روی خواص آن از قبیل کشش سطحی، سازگاری، سینتیک واکنش، رئولوژی و انحلال‌پذیری در آب اثر می‌گذارد. شاید بتوان در یک تقسیم‌بندی کلی کاربردهای آبکافت جزئی (۸۷-۸۹٪) را بیشتر در پوشش کاغذها، صنعت الیاف و نساجی و درجه کامل آبکافت (۹۷-۹۹٪) را در کاربردهایی نظیر چسب‌ها، محافظت‌کننده‌های کلونیدی و الیاف پلی‌استر دانست. پلی‌وینیل الکل‌ها به ۳ دسته گرانروی کم، متوسط و زیاد تقسیم می‌شوند که در جدول ۵ آورده شده است [۳].

کارایی‌های خاص پلی‌وینیل الکل با درجه آبکافت و گرانروی متغیر است. هر چه درجه آبکافت بیشتر باشد، مقاومت در برابر آب نیز بهتر می‌شود. برای مثال، چسب‌های مقاوم در برابر آب باید به‌طور کامل آبکافت شوند، اما در کاربردهایی که مقاومت در برابر آب نیاز ندارند، از پلی‌وینیل الکل با آبکافت جزئی استفاده می‌شود. به‌طور مشابه، کارخانه‌های تولید کاغذ، درجات مختلفی از پلی‌وینیل الکل را با توجه به خواص مورد نیاز انتخاب می‌کنند، مثل مقاومت در برابر آب و روغن و قابلیت جوهرپذیری در بازار

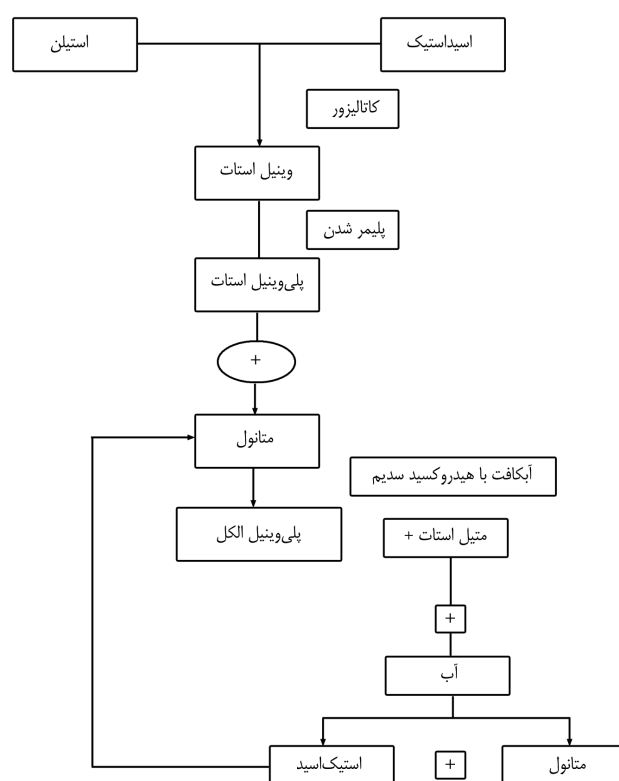
جدول ۴- درجه‌های مختلف پلی‌وینیل الکل [۱۶].

درجه	درجه آبکافت (%)
سوپر	۹۹/۳
کامل	۹۷-۹۹
متوسط	۹۵-۹۷
جزئی	۸۷-۸۹

سرمایه‌گذاری واحد تولید این پلیمر از پلی‌وینیل استات است، ولی با توجه به فرایند تولید و استفاده از حلال‌ها و بازگرداندن آن به چرخه تولید وینیل استات، در مجموع تولید پلی‌وینیل الکل از وینیل استات ارزش افزوده بیشتری را داراست. شکل ۲ نمودار تولید پلی‌وینیل الکل در مجموعه پتروشیمی را نشان می‌دهد [۱۴]. در شکل ۳ نمایی دیگر از تولید پلی‌وینیل الکل به روش پیوسته به نمایش درآمده است [۱۵].

در زبان انگلیسی به غلط مرسوم شده است که واژه آبکافت برای الکل کافت پلی‌وینیل استات به‌کار برده شود. در الکل کافت متانول یا اتانول استفاده می‌شود که معمولاً متانول ترجیح داده می‌شود. در این واکنش‌ها کنش‌یارهای اسیدی یا بازی به‌کار برده می‌شوند. در اغلب موارد، با توجه به سرعت زیاد کنش‌یارهای بازی از این مواد استفاده می‌شود.

پلی‌وینیل الکل‌های تجاری در گونه‌های متفاوتی موجود است که خواص نهایی آنها ناشی از مقدار درجه آبکافت و جرم مولکولی آنهاست. به‌طور کلی می‌توان گفت، خواص نهایی در پلی‌وینیل الکل‌ها به درجه آبکافت، جرم مولکولی و توزیع درجه آبکافت بستگی دارد که دو عامل اول بسیار مهم‌تر از عامل سوم است. با توجه به این موضوع می‌توان پلی‌وینیل الکل‌ها را طبق جدول ۴ دسته‌بندی کرد [۵، ۱۶].



شکل ۲- چرخه تولید پلی‌وینیل الکل [۱۴].

جدول ۵-گرانروی در درجه پلیمرشدن‌های مختلف [۳].

دسته	گرانروی (cP)	درجه پلیمرشدن
گرانروی کم	۵	۵۰۰
گرانروی متوسط	۴۰-۵۰	۱۷۰۰
گرانروی زیاد	۶۰<	۲۰۰۰

شوند) مطرح شود. پلی‌وینیل الکل در حلال‌های نفتی نامحلول است و این ویژگی اجازه می‌دهد تا در پوشش‌ها و فیلم‌ها استفاده شوند. در حال حاضر، پلی‌وینیل الکل در کاربردهای متنوعی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به ترکیبات قالب‌گیری پلاستیک (به‌طور مثال اپوکسی به پوشش‌های پلی‌وینیل الکل نمی‌چسبد)، پوشش‌ها و فیلم‌های مقاوم به گازوئیل و سوخت، فرایند آهارزنی و تکمیل در نساجی، چسب‌ها، جوهرهای چاپ، شیشه‌های پوشش یافته، وسایل آرایشی و تزئینی، مواد دارویی (به عنوان عامل افزایش دهنده گرانروی) و الیاف تقویتی بتن اشاره کرد.

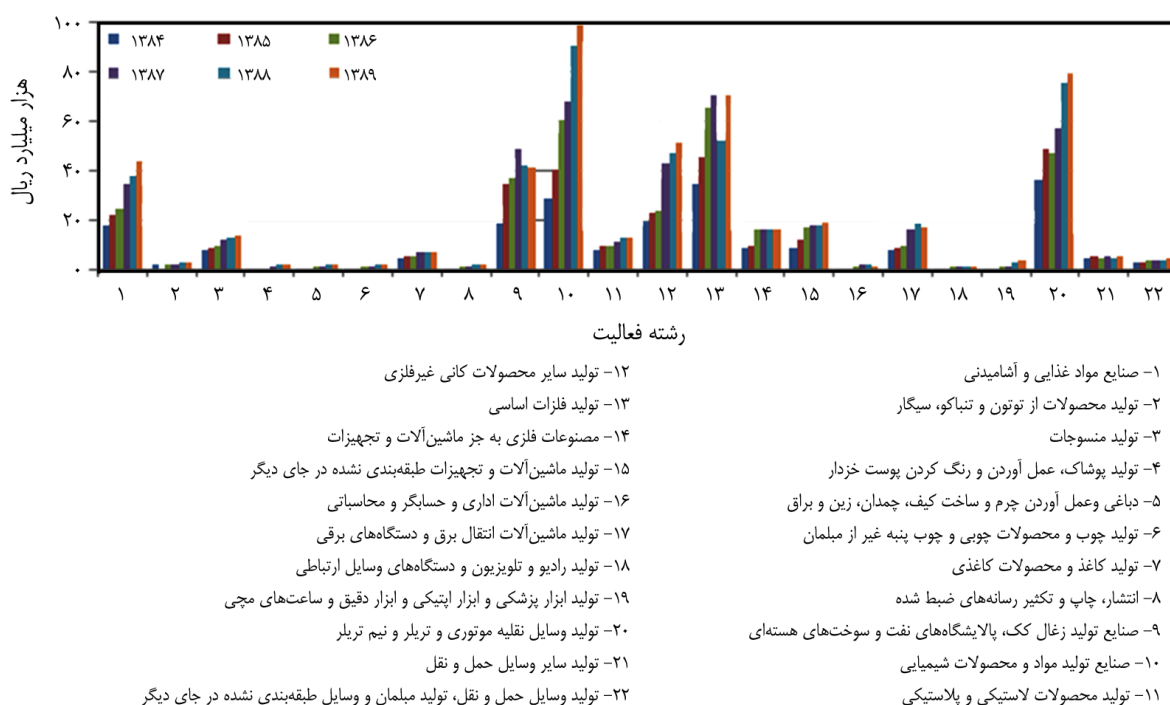
پلی‌وینیل الکل در آب سرد و گرم محلول است. به‌عنوان مثال، پلی‌وینیل الکل با ۸۸٪ آبکافت در آب سرد و گرم انحلال‌پذیر است. اما، پلی‌وینیل الکل با ۹۸٪ آبکافت فقط در آب گرم حل می‌شود. بقیه ویژگی‌ها با هم برابر هستند، درجه آبکافت بیشتر، انحلال‌پذیری کمتر را سبب می‌شود [۱۷].

ارزیابی فنی و اقتصادی تولید پلی‌وینیل الکل

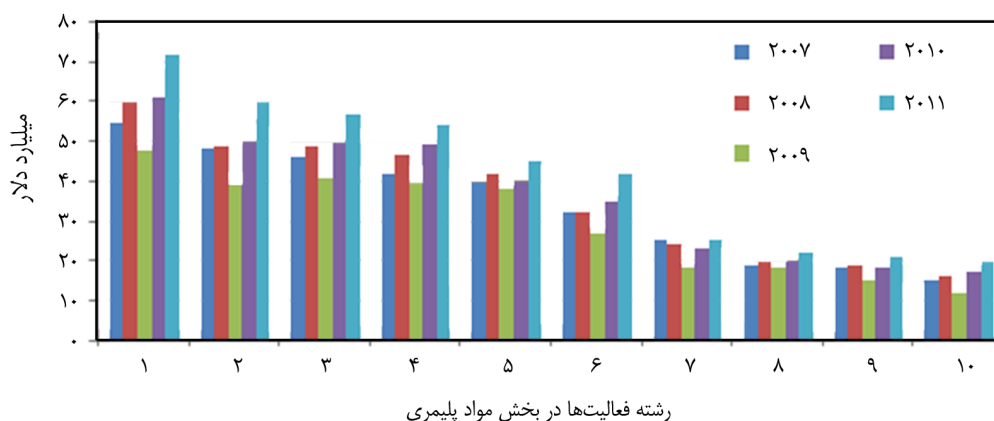
با کسر هزینه مواد اولیه، دستمزد، استهلاک و مالیات از مبلغ فروش محصولات تولیدی، ارزش افزوده به‌دست می‌آید. شکل ۴ نمودار آخرین گزارش استخراجی از وزارت صنعت، معدن و تجارت را درباره سهم هر یک از رشته فعالیت‌های مختلف و صنایع داخلی کشور از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ نشان می‌دهد. همان گونه که در نمودار

منسوجات. هنگامی که از پلی‌وینیل الکل در مرحله آهار زنی نخ‌ها برای جلوگیری از پارگی آنها در طول فرایند بافندگی استفاده می‌شود، پلی‌وینیل الکل بر اساس نوع نخ، نوع ماشین و ترکیبات دیگر محلول آهارزنی انتخاب می‌شود. پس از پارچه‌بافی محلول آبی پلی‌وینیل الکل نسبتاً اسیدی است و مستعد رشد قارچ است. رطوبت مثل یک نرم کننده عمل می‌کند و باعث کاهش استحکام کششی می‌شود، ولی باعث افزایش ازدیاد طول و آستانه پارگی می‌شود.

پلی‌وینیل الکل در زمان کوتاه به‌طور کامل در محیط زیست تجزیه می‌شود. همین امر سبب می‌شود تا این ماده به عنوان گزینه مناسبی برای استفاده در برخی کاربردها نظیر جلد شوینده‌های یک‌بار مصرف یا ماهیگیری (جایی که یک بسته پلی‌وینیل الکل از طعمه بر سر قلاب بسته شده و در آب انداخته می‌شود تا به تدریج با انحلال پلی‌وینیل الکل در آب، طعمه‌ها آزاد شده و در آب پخش



شکل ۴- روند مقدار ارزش افزوده رشته فعالیت‌ها در بخش صنعت [۱۰].



- ۱- پلیمرهای اتیلن به شکل ابتدائی
 ۲- پلی‌استال‌ها، پلی‌استرها، پلی‌کربنات و رزین‌های الکید و اپوکسید
 ۳- سایر مصنوعات
 ۴- سایر صفحه‌ها ورق و ورقه‌های نازک، باریک‌ها و تیغه از مواد پلاستیکی
 ۵- اشیاء برای نقل و انتقال یا بسته‌بندی، سربطی سربوش و دربوش
 ۶- پلیمرهای پروپیلن و سایر پلیمرهای اولفینی به شکل ابتدائی
 ۷- پلیمرهای استیرن به شکل ابتدائی
 ۸- سایر صفحه‌ها، ورق‌ها و ورقه‌های نازک و نوار از مواد پلاستیکی
 ۹- لوله، شیلنگ، و لوازم و ملحقات آنها از مواد پلاستیکی
 ۱۰- پلیمرهای کلرو وینیل، سایر پلیمرهای اولفینی به شکل ابتدائی

شکل ۵- صادرات کالاهای با بیشترین سهم از صادرات مواد پلاستیکی و اشیای ساخته شده از این مواد، ماخذ (پایگاه داده مرکز تجارت بین المللی) [۱۰].

هدف‌گذاری شده ارزش افزوده رشته فعالیت‌ها، هماهنگ با روندهای جهانی (به‌ویژه کشورهای پیشرو در عرصه اقتصادی) است. همان‌طور که پیداست، ساخت مواد و محصولات شیمیایی از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ روند رو به رشدی داشته و پیش‌بینی می‌شود که این رشته فعالیت باید در سال ۱۴۰۴ نیز بیشترین سهم از ارزش افزوده را در بین رشته فعالیت‌های دیگر داشته باشد. از این رو، تولید و ایجاد واحدهای صنعتی این گروه مانند پلی‌وینیل الکل و مشتقات آن مانند پلی‌استال‌ها همسو با مسیر هدف‌گذاری شده و با اولویت در توسعه اقتصادی کشور است [۱۰].

با توجه به غنی بودن کشور از منابع مواد اولیه پلی‌وینیل الکل و با توجه به کاربرد بسیار آن، این پلیمر در صدر اولویت‌های سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۸۸ سازمان صنایع و معادن شناخته شد. فهرست اولویت‌ها به ترتیب زیر است [۱۸].

د- ۵ کالاهای لاستیک و پلاستیک:

(در زیر بخش کد شماره ۲۵ آیسیک)

۱- پلی‌وینیل الکل

۲- پلی‌متیل متاکریلات به‌شکل گرانول

۳- پلی‌کربنات

۴- پلی‌یورتان‌ها

۵- پلی‌آمیدها

۶- و ...

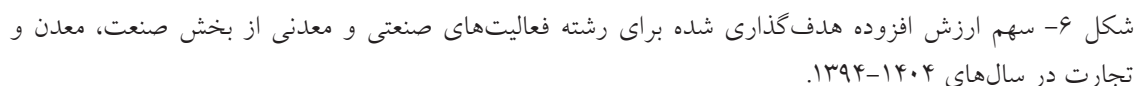
لازم به ذکر است، پلی‌وینیل الکل درخوشه اتیلن قرار داشته و

مشخص است، در سال‌های انتهایی به سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تقریباً بیشترین سهم از ارزش افزوده متعلق به گروه مواد و محصولات شیمیایی است. ضمناً این گروه دارای رتبه اول درمقدار رشد ارزش افزوده، نسبت به سایر گروه‌ها از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ است. لازم به ذکر است، این دسته به‌غیر از محصولات لاستیکی و پلاستیکی و صنایع پالایشگاهی است و به تنهایی حائز این رشد افزایشی است. تولید فلزات اساسی و وسایل نقلیه موتوری نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند [۱۰].

به‌نظر می‌رسد، رشد افزایشی این دسته در ارزش افزوده در سال‌های اخیر، توجیه مناسبی برای تولید محصولات جدید در این گروه (از جمله پلی‌وینیل الکل و مشتقات آن) باشد.

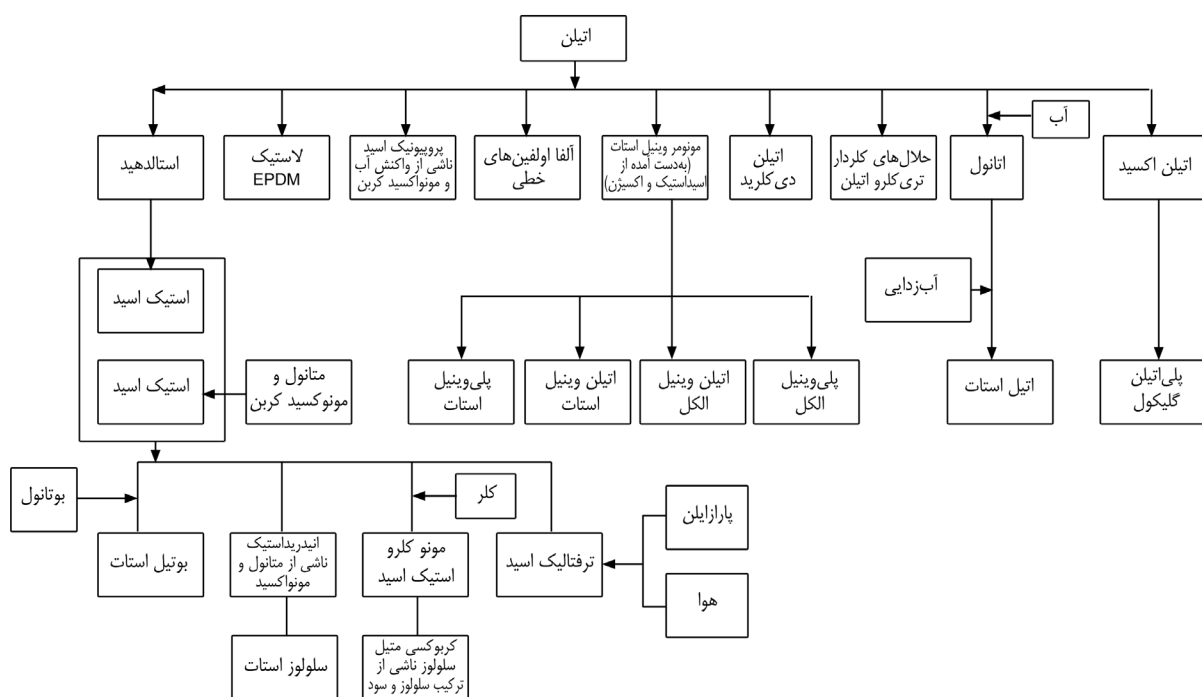
شکل ۵ سهم هر یک از کالاهای و انواع دارای بیشترین سهم در صادرات مواد پلیمری و اشیای ساخته شده از آنها را در جهان نشان می‌دهد. دیده می‌شود، دسته پلی‌استال‌ها، پلی‌استرها، پلی‌اترها (و به طور متوسط طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ رتبه دوم در مقدار صادرات را به خود اختصاص داده است [۱۰]). لازم به ذکر است، پلی‌وینیل الکل هم در این دسته بوده و ماده اولیه تولید پلی‌استال‌هاست.

اهداف پیش‌بینی شده ارزش افزوده و اشتغال رشته فعالیت‌ها تا سال ۱۴۰۴ به تفکیک طبقه‌بندی آیسیک (طبقه‌بندی جهانی رشته فعالیت‌ها) در نمودار شکل ۶ ارائه شده است و افق حرکت تولیدی را در بخش‌های مختلف صنعتی را روشن می‌سازد. سهم

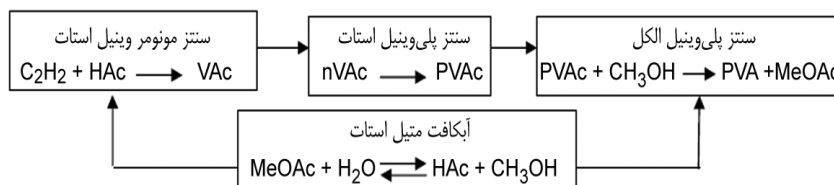


درفرایند تولید پلی‌وینیل الکل که استفاده گسترده‌ای در صنایع مختلف دارد، مقدار زیادی متیل استات به عنوان محصول جانبی تولید می‌شود. مقدار تولید این محصول $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{7}$ تن به ازای هر تن پلی‌وینیل الکل است. محصول یادشده در این واحد

تقریباً همه مواد پیش و پس از آن در خوشه با توجه به منابع عظیم پلی‌اتیلنی در کشور قابل تامین است. خوشه پلی‌وینیل الکل در شکل ۷ دیده می‌شود (رنگ‌های آبی بیانگر اولویت‌های بررسی در این خوشه است) [۱۲].



شکل ۷- خوشه یلی اتیلن [۱۲].



شکل ۸- فرایند بازگشت متیل استات به چرخه تولید پلی‌وینیل الکل [۱۹].

استفاده داشته و قیمت آن نیز به شکل ناخالص بسیار کم است. اهمیت واکنش آبکافت متیل استات تولید دو محصول ارزشمند استیک اسید و متانول است. استیک اسید به عنوان خوراک مصرفی فرایند به ابتدای واکنش بازگردانده می‌شود. شکل ۸

جدول ۶- اولویت های صادرات در هر بخش با رویکرد بالا به پایین [۱۰].

امتیاز	قدرت نرم		سهم در تجارت بین المللی	ارزش افزوده		عنوان گروه فعالیت
	ابعاد فرهنگی	سطح فناوری		رشد	سهم	
۳/۸	۳	۱/۶	۵	۴	۵	محصولات غذایی و آشامیدنی‌ها
۱/۳	۱	۱/۶	۱	۲	۱	محصولات از توتون و تنباکو
۱/۷	۳	۱/۶	۲	۱	۱	ساخت منسوجات
۲	۳	۱/۶	۳	۱	۱	پوشاک و عمل آوری پوست خز
۱/۷	۳	۱/۶	۲	۱	۱	دباجی، چرم، کیف، چمدان و کفش
۱/۴	۲	۱/۶	۱	۱	۱	چوب و محصولات چوبی به جز مبل
۱/۸	۱	۱/۶	۲	۲	۲	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۲	۵	۱/۶	۱	۲	۳	انتشار و چاپ و تکثیر
۳/۲	۲	۳/۳	۴	۳	۲	کک و فراورده‌های حاصل از نفت
۴/۶	۲	۵	۵	۴	۵	ساخت مواد و محصولات شیمیایی
۲/۷	۴	۳/۳	۲	۳	۲	محصولات از لاستیک و پلاستیک
۲/۴	۱	۳/۳	۲	۲	۳	سایر محصولات کانی غیر فلزی
۳/۱	۱	۳/۳	۴	۲	۳	ساخت فلزات اساسی
۳/۱	۱	۳/۳	۳	۳	۴	مصنوعات فلزی
۴/۵	۱	۵	۵	۴	۵	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات
۴	۳	۵	۳	۵	۴	ماشین‌آلات دفتری و حسابداری
۴/۳	۲	۵	۴	۵	۴	ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی
۴/۸	۳	۵	۵	۵	۵	رادیو، تلویزیون، وسایل ارتباط
۴	۵	۵	۳	۵	۳	ابزار پزشکی، اپتیکی، دقیق، ساعت
۴	۳	۵	۴	۳	۴	وسایل نقلیه موتوری
۳/۲	۲	۳	۳	۵	۲	سایر تجهیزات حمل و نقل
۲/۴	۲	۱/۶	۲	۴	۳	مبلان و سایر مصنوعات
۱/۵	۱	۱/۶	۱	۲	۲	بازیافت

هستند. مصرف این پلیمر به‌عنوان کمک پلیمرشدن، بزرگترین بازار را در چین دارد. تولیدکننده‌های الیاف وینیلون در ژاپن از مصرف کننده‌های عمده پلی‌وینیل الکل هستند. انتظار می‌رود، مصرف پلی‌وینیل الکل در سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴، سالانه ۳/۵ درصد افزایش یابد. روند مصرف پلی‌وینیل الکل در شکل ۹ نشان داده شده است [۲۰].

تولید پلی‌وینیل الکل کسب و کار سرمایه‌محور است که مستلزم هزینه‌های ثابت زیادی است. بر این اساس، تولیدکنندگان باید از نرخ زیاد تولید و حاشیه سود کافی برخوردار باشند تا بتوانند هزینه‌های تعمیر و نگهداری تجهیزات را تأمین کنند. چین اخیراً واحدهای تولید پلی‌وینیل الکل بزرگی را راه‌اندازی کرده که به تنهایی ظرفیت تأمین ۵۰٪ نیاز جهانی را داراست. اما رکود اقتصاد جهان روی صادرات پلی‌وینیل الکل اثر گذاشته است. گاز طبیعی (متان) یا مشتق آن اتان، ماده خام اولیه برای تولید مونومر وینیل استات هستند و قیمت گاز طبیعی عامل اصلی در هزینه‌های تولید پلی‌وینیل الکل است.

پلی‌وینیل الکل نسبتاً از رقابت مصون است. برای بسیاری از کاربردها هیچ جایگزینی برای آن وجود ندارد. اما در برخی از کاربردها، کربوکسی متیل سلولوز، پلی‌وینیل استات، لاتکس استیرن بوتادی‌ان می‌تواند به‌طور جایگزین استفاده شود. نشاسته به‌عنوان عامل آهار زنی در نساجی و لاتکس استیرن بوتادی‌ان به‌عنوان محمل و سفیدکننده نوری در تولید کاغذ استفاده می‌شود. با این حال، پلی‌وینیل الکل از هر دوی آنها کارآمدتر است [۱۵، ۲۰].

نتیجه‌گیری

ایران مقام دوم جهان را در ذخایر اثبات شده نفت و گاز را داراست. بنابر این، با توجه به برخورداری ایران از منابع نفت و گاز فراوان، تلاشگران این عرصه باید با شناخت اولویت‌های برنامه‌های توسعه اقتصادی سهم مناسبی از تولید و تجارت محصولات پتروشیمی در منطقه جهان را از آن خود کنند و با سرعت هرچه تمام‌تر از خام فروشی نفت فاصله بگیرند. نقش مهم پلی‌وینیل الکل به‌عنوان پلیمری پرمصرف و وارداتی در تکمیل خوشه پلی‌اتیلن، با توجه به تولید خوراک اولیه آن (تولید وینیل استات در واحد پتروشیمی اراک) اهمیت سنتز و تولید این ماده را برای ما آشکار می‌کند. ضمناً مطالعه هر چه بیشتر فرایند آبکافت امکان تولید انواع درجه‌های مختلف پلی‌وینیل الکل را فراهم می‌کند.

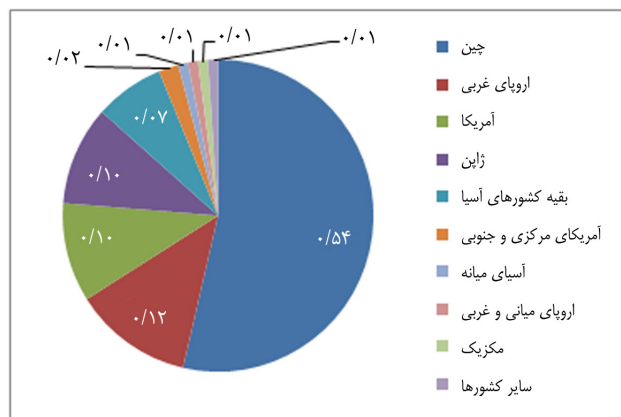
چرخه بازگشت محصولات جانبی در تولید پلی‌وینیل الکل را نشان می‌دهد [۱۹].

برای رتبه‌بندی محصولات بر اساس اهداف بالادستی (ارتقای جایگاه بین‌المللی کشور و امکان‌پذیری مطلوب) می‌توان از شاخص‌هایی مانند ارزش افزوده، گستردگی بازار و قدرت نرم استفاده کرد. در جدول ۶ اولویت‌های صادرات با رویکرد بالا به پایین ارائه شده است. نهایتاً با سهم‌دهی هر بخش امتیاز نهایی هر گروه مشخص شده است.

با توجه به آمار موجود در ردیف امتیازها، عدد ساخت مواد و محصولات شیمیایی (۴/۶) در رتبه دوم پس از عدد امتیاز گروه فعالیت رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی (۴/۸) قرار دارد. این مطلب بیانگر اولویت صادرات این دسته از مواد است، بنابراین با توجه به قرارگیری پلی‌وینیل الکل در این بخش می‌توان در حالت تولید با تناژ زیاد به صادرات و ارزآوری آن امید زیادی داشت [۱۰].

بازار پلی‌وینیل الکل

قیمت جهانی پلی‌وینیل الکل ۲۰۰۰ دلار به ازای هر تن است. در حال حاضر، در کشور این محصول تولید نمی‌شود و واردات محصول به کشور وجود دارد. بنابراین، قیمتی که به دست مصرف کننده می‌رسد، بیش از قیمت جهانی است. با توجه به بازه قیمت جهانی محصول و بر اساس مطالعات بازاری انجام شده، تقریباً قیمت هر کیلوگرم چسب در بازار ایران ۴ تا ۵ دلار است. تولید و مصرف در چین تقریباً نیمی از مصرف جهان (۴۶٪) را ناشی می‌شود. بدین ترتیب، حدود ۷۷٪ از این ماده در کشورهای آسیایی تولید می‌شود. صنایع تولید پلی‌وینیل بوتیرال در ایالات متحده آمریکا و غرب اروپا، بزرگترین مصرف کننده پلی‌وینیل الکل



شکل ۹- روند مصرف پلی‌وینیل الکل در کشورهای مختلف در سال ۲۰۰۹ [۲۰].

مراجع

- Herrmann W.O. and Aehnel W.H., Ger.Pat., 450,286, 1924.
- Sakurada et al., Japan.Pat. 147,958, 1942 and Yazawa M., et al, Japan.Pat.153,812, 1942.
- Finch C.A., *Polyvinyl Alcohol Properties and Applications*, 1st ed., Wiley, New York, 5-231, Chap. 1-3, 1992.
- Kokabi M., Sirousazar M., and Hassan Z.M., PVA-clayNano-composite Hydrogels for Wound Dressing, *Eur. Polym. J.*, **43**, 773-781, 2007.
- Polymer Handbook*, Brandrup J., Immergut E.H., Grulke E.A., Abe A., and Bloch D.R. (Eds.), John Wiley and Sons, New York, 4th ed., VII/18, 2005.
- Lyoo W.S., Lee C.J., Park K.H., and Chul N.K., Preparation and Molecular Structure of Poly(vinyl alcohol) by Low Temperature Bulk Polymerization of Vinyl Acetate and Saponification, *Int. J. Polym. Mat.*, **46**, 181-194, 2000.
- Leja K. and Lewandowicz G., Polymer Biodegradation and Biodegradable Polymers – A Review, *Polish J. Environ. Stud.*, **19**, 2, 255-266, 2010.
- گروه مشاوران شرکت گسترش صنایع پایین دستی پتروشیمی، آشنایی با محصولات پتروشیمی، چاپ نخست، تهران، ۱۳۸۲.
- سلیمی محمدحسین، عزیزی علیرضا، منفرد رضا، دیبایی اصل حسین، قیومی عباس، صنایع پتروشیمی از مجموعه مطالعات راهبردی صنایع ایران- صنایع پتروشیمی زیر نظر طرح و تحقیقات صنعتی، آموزش و اطلاع رسانی، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶.
- فاطمی امین سیدرضا و همکاران، برنامه راهبردی صنعت، معدن و تجارت (سطح کلان)، جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی، چاپ اول ۱۳۹۲.
- نظری محمد، حسینی سید محمد، پایش صنایع پلیمر، پایان نامه کارشناسی، دانشکده پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، اردیبهشت ۱۳۹۰.
- شرکت ملی صنایع پتروشیمی (امور هماهنگی و کنترل تولید)، فرایندها و واکنش شیمیایی در صنعت پتروشیمی ایران، نشر چلچله، چاپ دوم مرداد ۱۳۹۱.
- Chemical Industries-Newsletter-Polyvinyl Acetate and Polyvinyl Alcohol (Review), Eurasian Chemical Market, Henry Chinn H., Kalin T., and Yokoso K. September 2008.
- Soltani S., Asempour H., and Jamshidi H., Investiation of Reaction Conditions for Preparation of Medium Molecular Weight Poly(vinyl alcohol) as Emulsifier, *Iran. Polym. J.*, **16**, 439-447, 2007.
- معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی شریف، مطالعات امکان سنجی مقدماتی تولید چسب پلی‌وینیل الکل مخصوص برای چسباندن کاغذ سیگار، فروردین ۱۳۹۰.
- Lindermann M.K. and Tanner C.S., *Vinyl Alcohol Polymer in EPST*, 1st ed., **4**, 149-207.
- Lyoo W.S., Han S.S., and Choi J.H., Preparation of High Molecular Weight Poly(vinyl alcohol) with High Yield Using Low-temperature Solution Poly-merization of Vinyl Acetate, *J. Appl. Polym. Sci.*, **80**, 1003-1012, 2001.
- <http://www.mim.gov.ir/http://www.donya-e-eqtesad.com>. available in 9 February 2013.
- Mizota T., Tsuneda S., Saito K., and Sugo T., Hydrolysis of Methyl Acetate and Sucrose in SO₃H-Group-Containing Grafted Polymer Chains Prepared by Radiation-Induced Graft Polymerization, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **33**, 2215, 1994.
- مرکز تحقیقات و توسعه علوم و تکنولوژی مواد پلیمری (پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران)، پلی‌وینیل الکل، بررسی طرح پلی وینیل الکل، ایران، ۱۳۷۴.