



زیربنای تجارت تسلیحاتی

گلیسیرین ماده‌ای پر کاربرد



حمید صادقی
دانشجوی کارشناسی
آموزش شیمی، تهران



گلیسیرین جامد

ترکیب‌های شیمیایی بسیاری از آن به دست می‌آورند، به طوری که در کتاب شیمی آلی موريسن و بوید آمده است: اگر به شیمی دانی بگویند او را با ده ترکیب شیمیایی در یک جزیره تنها خواهند گذاشت، الکل یکی از آن‌ها خواهد بود. به طور کلی زمانی که نام الکل به تنهایی به کار می‌رود، به طور معمول، منظور اتانول است. اتانول مایعی بی‌رنگ، فرّار با بویی بسیار تند است که از تخمیر شکرها به دست می‌آید. از نظر علم شیمی هر ماده‌ای که در فرمول شیمیایی آن عامل هیدروکسیل (OH -) وجود داشته باشد، یک الکل به شمار می‌آید. الکل از مشتقات هیدروکربن‌هاست که در آن‌ها هر مولکول ترکیبی از چند اتم هیدروژن و کربن است. نهایت یک عامل (OH) جانشین یک اتم هیدروژن می‌گردد و بنابر تعداد عامل (OH) الکل‌ها را یک یا چندظرفیتی می‌گویند. فرمول عمومی آن‌ها $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ بوده و در جرم‌های مولکولی پایین به دلیل برقراری پیوند هیدروژنی به هر نسبت در آب حل می‌شوند.

الکل انواع زیادی دارد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

ساده‌ترین الکل‌ها، متانول (الکل متیلیک) است که مبنای الکل‌های یک‌ظرفیتی بوده و از تقطیر چوب به دست می‌آید. از این‌رو به آن عرق چوب نیز می‌گویند. این ترکیب سمی بوده که مصرف ۸ تا ۱۰ گرم آن باعث اختلالات هاضمه، کوری و مرگ می‌شود.

پس از متانول که الکل یک‌ظرفیتی است، الکل‌های دوظرفیتی و سه‌ظرفیتی نیز وجود دارد که می‌توان از ضدیخ به‌عنوان الکل دوظرفیتی (یا الکل دو عاملی اشباع) و گلیسیرین به‌عنوان الکل سه‌ظرفیتی یا الکل سه‌عاملی اشباع نام برد.

اشاره

پژوهش حاضر بیان مقدمه‌ای درباره الکل‌ها و گلیسیرین است. پس از بررسی خواص و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این ماده، به بیان کاربردهایی که در صنعت داروسازی، آرایشی-بهداشتی، نساجی، مواد منفجره و غذایی و همچنین به تبیین روش‌های تولید آن در صنعت اشاره دارد. در انتها به این نتیجه می‌رسد که تولید چنین ماده مؤثر و پرکاربردی با افزایش تقاضای شدید در طول سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۷ در کشورهای مختلف آسیایی، اروپایی و آمریکایی - به دلیل رشد بازار ناشی از افزایش تقاضا در صنایع غذایی و دارویی - همراه است و لذا تولید چنین ماده پرکاربردی با روش‌های گوناگون شیمیایی، سبب انجام پژوهش گردید. این پژوهش از نوع مروری است و سعی دارد از پژوهش‌ها و مقالات معتبری که در حوزه تولید، خواص و کاربردهای گلیسیرین به چاپ رسیده‌اند، استفاده کند.

کلیدواژه‌ها: گلیسیرین، الکل، صنعت، داروسازی

مقدمه

در شیمی به هر ترکیب شیمیایی که دارای گروه هیدروکسیل (OH -) متصل به گروه آلکیل باشد، الکل می‌گویند و بر همین اساس الکل‌های یک، دو و سه‌ظرفیتی وجود دارند. الکل را نخستین بار محمدبن زکریای رازی پزشک و شیمی‌دان ایرانی تهیه کرد. رازی آن را الکحل و بعدها دکتر واندیک از آمریکا آن را الکل نامید.

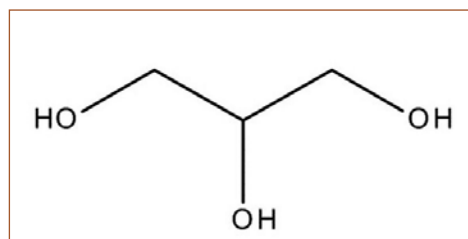
الکل در شیمی الکل‌ها در شمار گروه مهمی از ترکیب‌های شیمیایی است و در واکنش‌های گسترده‌ای شرکت می‌کنند و

گلیسرین چیست؟

گلیسرین^۱ در سال ۱۷۷۹ توسط کارل شیل^۲ شیمی‌دان سوئدی-آلمانی کشف شد. میشل اوژن شورول^۳ در سال ۱۸۲۳ روش جدیدی برای تولید اسید چرب را ارائه کرد، که علاوه بر اسید چرب، گلیسرین به‌عنوان محصول جانبی آن حاصل گردید. ۱۳ سال بعد فرمول شیمیایی گلیسرین توسط دانشمندی فرانسوی به نام تئوفیل جولز پلوئر^۴ به‌صورت تجربی، $C_3H_8O_3$ پیشنهاد شد که امروزه فرمول شیمیایی آن، $C_3H_8(OH)_3$ می‌باشد. آلفرد نوبل^۵ در سال ۱۸۶۶ با تولید نیتروگلیسرین، آن را در تجارت تسلیحاتی به ماده‌ای مهم تبدیل کرد. واکنش گلیسرین و نیتریک اسید در حضور سولفوریک اسید به‌عنوان کاتالیزگر، و استفاده از آن در دینامیت با قدرت انفجاری بالا، گلیسرین را ماده‌ای با ارزش قلمداد کرده است.

ویژگی

واژه گلیسرین نشانگر محصولات شیمیایی تجاری با انواع مختلف و درجه خلوص متفاوت و تحت نام گلیسرول، معروف هستند. این ماده ممکن است به‌عنوان ۱ و ۲ و ۳ پروپان‌تری‌ال نیز نامیده شود. ساختار مولکولی و شیمیایی این ترکیب شیمیایی را در شکل ۱ می‌توان مشاهده کرد:



شکل ۱. ساز و کار تهیه نیتروگلیسرین از واکنش بین گلیسرین و نیتریک اسید

به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی و ضد ویروسی، از آن به طور گسترده‌ای در درمان زخم و سوختگی استفاده می‌شود. از دیگر کاربردهای آن می‌توان به‌عنوان یک نشانگر مؤثر برای درجه‌بندی بیماری کبد استفاده کرد. از این ماده به‌عنوان شیرین‌کننده در صنایع غذایی و به‌عنوان ماده مرطوب‌کننده در فرمولاسیون‌های دارویی نیز استفاده می‌شود.

خواص گلیسرین

گلیسرین مایعی شفاف، بی‌رنگ، ویسکوز، جاذب رطوبت (توانایی جذب رطوبت از هوا و نگه داشتن آن، که یکی از ارزشمندترین خواص گلیسرین است) با نقطه جوش بالاست که با داشتن سه گروه هیدروکسیل، الکل نوع سوم محسوب می‌شود. این ماده شیمیایی در ۱۸ درجه سانتی‌گراد ذوب شده و در ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد می‌جوشد. ویسکوزیته گلیسرین بسیار بالا و برابر با ۱/۵ پاسکال بر ثانیه است. گلیسرول دانسیته‌ای برابر با ۱/۲۶۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب دارد و نقطه اشتعال آن ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد است. این ماده شیمیایی با فرمول $C_3H_8(OH)_3$ دارای شش اتم سنگین و به هر میزانی در آب حل می‌شود اما در اترها و الکل‌ها خیلی کم حل خواهد شد. گلیسرین در بنزن، کربن تتراکلرید، کلروفرم و دی‌سولفید کربن و غیره حل نمی‌شود. چگالی بخار آن برابر با ۳/۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و فشار بخار آن ۰/۰۰۳ میلی‌متر جیوه در ۵۰ درجه سانتی‌گراد است. مخلوط گلیسرین با آب، اتانول و پروپیلن گلیکول به طور شیمیایی پایدار است و تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد ذوب نخواهد شد. این ماده شیمیایی آلی در ۳۹۳ درجه سانتی‌گراد به خودی خود آتش گرفته و در صورت تجزیه بر اثر گرما ماده سمی آکرولین تولید می‌کند. گلیسرین دارای pH بین ۵/۵ تا ۸ است و بهترین

فرمول مولکولی	$C_3H_8O_3$
جرم مولی	۹۲/۰۹۴ گرم بر مول
چگالی	۱/۲۶۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب
نقطه ذوب	۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد
نقطه جوش	۲۹۰ درجه سانتی‌گراد
حالیات	کاملاً محلول در آب

شرایط نگهداری این ماده شیمیایی در دمای ۲ تا ۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

از نظر ساختاری، گلیسرین دارای دو گروه هیدروکسیل نوع اول و یک گروه هیدروکسیل نوع دوم است که گروه‌های هیدروکسیل نوع اول به‌طور کلی واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به گروه هیدروکسیل نوع دوم دارد. مقدار کمی گلیسرین در دستگاه گوارش به‌طور معمول غیرسمی است و تحریک‌کننده

پوست نیست، اما در غلظت‌های بسیار زیاد که موجب کمبود آب در بدن می‌شود، خطرناک است.

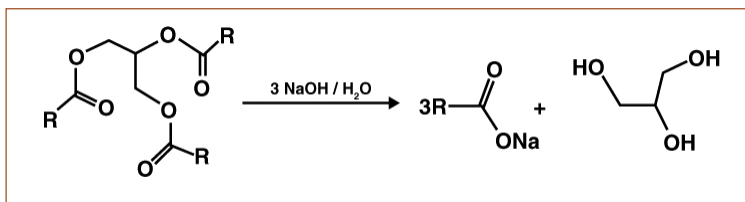
روش‌های تولید گلیسرین

گلیسرین با روش‌های زیر تولید شود:

۱. هیدرولیز روغن تری‌گلیسرید
۲. ترانس استریفیکاسیون روغن گلیسرید
۳. تهیه گلیسرین به وسیله پروپیلن

هیدرولیز روغن تری‌گلیسرید

مکانیسم واکنش بین روغن تری‌گلیسرید و سدیم هیدروکسید که منجر به تولید صابون و گلیسرین می‌شود که در شکل ۲ نمایش داده شده است:



شکل ۲. واکنش هیدرولیز تری‌گلیسرید در حضور سدیم‌هیدروکسید برای تولید گلیسرین

دو روش ترسیم‌شده، با کلرینه کردن پروپیلن در دمای 51°C ، آلایل کلراید به‌سرعت در مقادیری بیش از ۸۵ درصد نظری تولید می‌شود. واکنش آلایل کلراید با اسیدهیپوکلرو در دمای 38°C منجر به تولید گلیسرین‌دی‌کلروهیدرین می‌شود که توسط سدیم‌هیدروکسید محلول در ۶ درصد سدیم‌کربنات در 96°C هیدرولیز و گلیسرین با خلوص بیش از ۹۰ درصد حاصل می‌شود.

انواع گلیسرین

گلیسرین‌ها بر اساس منبع خود در سه دسته قرار می‌گیرند:

● گلیسرین گیاهی

این نوع از چربی‌های موجود در گیاهان موسوم به تری‌گلیسرید به دست می‌آیند. در واقع در این روش روغن گیاهانی مانند نارگیل، زیتون و هسته خرما را تحت فشار با یک باز قوی مانند هیدروکسید سدیم واکنش می‌دهند که در نتیجه آن گلیسرین از تری‌گلیسرید جدا شده و به فاز آبی می‌رود. محصول به‌دست‌آمده یک مایع بدون بو و شیرین است.

● گلیسرین حیوانی

در این روش در نتیجه واکنش چربی حیوانی با هیدروکسید سدیم و طی واکنش صابونی شدن، این ماده به‌عنوان محصول جانبی تولید می‌شود.

● گلیسرین سنتزی

روش سنتزی به معنای تولید این ترکیب با کمک مواد اولیه شیمیایی است. برای این کار از واکنش کلرآسیون پروپیلن برای تهیه گلیسرین استفاده می‌شود.

کاربردهای گلیسرین

صنایع داروسازی و آرایشی و بهداشتی، مصرف‌کنندگان اصلی گلیسرین به‌شمار می‌روند. ترکیب فوق در تولید رزین‌های آلکیدی و صمغ‌های استری استفاده می‌شود. این ترکیب نیز در تولید صابون‌ها کاربرد مهمی دارد و از خشکی پوست ناشی از آن جلوگیری به عمل می‌آورد. رتبه خوراکی آن در صنایع غذایی E۴۲۲ است.

این ماده با این رتبه به‌عنوان یک افزودنی خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به ویژه در نوشابه، شربت، چاشنی، کنسرو، شکلات و

● تهیه گلیسرین به‌وسیله پروپیلن

چندین راه برای به دست آمدن گلیسرین از پروپیلن وجود دارد که شامل دو مسیر استفاده از کلر و اکسیژن است. در یکی از

واحد	ارزش	توليدات
پوند در سال	$2/5 \times 10^9$	توليد بايوديزل در آمريكا در سال 2008
پوند در سال	$2/5 \times 10^8$	توليد اين ماده به صورت خام از بايوديزل در آمريكا در سال 2008
پوند در سال	$8/3 \times 10^9$	كل توليد اين ماده در جهان در سال 2008
پوند در سال	$8/3 \times 10^8$	ماده خام توليدي از بايوديزل در سال 2008
سنت در پوند	10-5/3	قيمت اين ماده به صورت خام
سنت در پوند	50-40	قيمت گليسروول بازيابي

• صنايع كاغذسازي و نساجي

گليسيرين مي تواند به عنوان عامل نگهدارنده رطوبت در تنباكو براي جلوگيري از ايجاد طعم ناخوشايند استفاده شود. در صنايع توليد كاغذ اين ماده به عنوان روان كننده استفاده مي شود. همچنين در صنعت نساجي براي نرمي پارچه و نخ نيز کاربرد دارد. در آينده نزديك تا ميم اين ماده به صورت خام به شدت به واحدهاي بايوديزل وابسته است، زيرا در اين واحدها گليسيرين به صورت محصول جانبي توليد مي شود. ظرفيت توليد بايوديزل در سال 2010، 12 ميليون تن بوده است كه از اين ميزان 1/2 ميليون تن، ميزان گليسروول توليدي است.

• صنايع دارويي

به عنوان يك مرطوب كننده براي درمان و پيشگيري از خشكي، زبري پوست، خارش و تحريكات جزئي پوست استفاده مي گردد. طي تحقيقات صورت پذيرفته، استفاده از اين تركيب در پوست هاي خشك در طي 10 روز مي تواند آب رسانی به پوست و هيدراته نمودن آن را بهبود بخشد. تحقيقات ديگري ثابت کرده است كه كرم هاي حاوي اين ماده مي توانند رطوبت بيشتري را نسبت به كرم هاي ساخته شده از هيالورونيك اسيد و يا روغن هاي سيليكوني جذب كند و مانع از دست دادن آب شود. • خشكي پوست ناشي از كمبود آب در لايه بالايي پوست است. مرطوب كننده ها با تشكيل يك لايه چرب در بالاي پوست كه آب را به پوست وارد مي كند، سبب بهبود پوست مي شوند. گليسروول، لسيتين و پروپيلن گليكول، آب را به لايه خارجي پوست مي رسانند و مانع از خشكي آن مي شوند. بدین منظور از گليسيرين براي پوست به عنوان نرم كننده و مرطوب كننده پوست استفاده مي شود.

- کاربرد ديگر گليسيرين، براي مو است. اين تركيب داراي اجزای تشكيل دهنده ای است كه مواد سفت (كراتين) را كه در لايه هاي بالايي از سلول هاي پوست قرار دارند، نرم مي كند، اين كار به از بين رفتن سلول هاي مرده پوست كمك مي كند، در نتيجه پوست داراي آب بيشتري مي شود و نرم تر مي گردد.
- در دارو هاي قلبي، شيفاهي و ضدسرفه ها کاربرد دارد.
- در خميردندان ها و دهان شويها يافت مي شود.
- براي کاهش فشار داخل جمجمه به صورت وريدي براي

شيريني ها، محافظت و نگهداري ماهي، ميوه ها، شير و محصولات لبني به وفور استفاده مي شود. يكي از مهم ترين کاربردهاي صنعتي اين تركيب بالا بردن ويسكوزيته مايعات است.

كاربردهاي صنعتي

در بيش از 2000 کاربرد مختلف به ويژه در صنعت داروسازي، محصولات بهداشتي، مراقبت شخصي، مواد آرايشي و صنايع غذايي از گليسيرين استفاده مي شود. گليسيرين يك ماده غيرسمي، خوراكي و زيبست تخريب پذير است. از کاربردهاي داروسازي اين ماده براي حل كردن داروها، رطوبت بخشي به قرص ها و افزايش ويسكوزيته دارو هاي مايع استفاده مي شود. اين ماده در شربت سرفه، دارو هاي درمان عفونت گوش، به عنوان حامل براي آنتي بيوتيك ها و ضد عفوني كننده و پلاستي سايزر در كپسول هاي پزشكي استفاده مي شود. حلالی بسیار عالی برای يد، برم، فنول، الكالوئيد هاست. در فرمولاسيون محصولات مراقبت شخصي براي روان كنندگي، افزايش نرمي و به عنوان نرم كننده در بسياري از محصولات مراقبتی پوست و مو كه رطوبت بايد در حد مطلوبی باشد، استفاده مي شود. همچنين به عنوان ماده اصلي براي جلوگيري از سختي و خشكي خميردندان در تيوبها استفاده مي شود و به طور تقريبي يك سوم استفاده گليسيرين در محصولات مراقبت شخصي در خميردندان هاست.

• صنايع غذايي

گليسيرين خوراكي در صنايع غذايي و نوشيدني به عنوان حلال، شيرين كننده و نگهدارنده عمل مي كند و به طور معمول در توليد عصاره هاي چاي، قهوه، زنجبيل و ساير سبزيجات کاربرد دارد. اين ماده همچنين به عنوان نرم كننده در نان، كيك، گوشت، پنير و شكلات استفاده مي شود. براي جلوگيري از تشكيل كريستال هاي يخ در غذاهاي يخ زده مانند ماست، بستني و ساير پيش غذاها استفاده مي شود. همچنين به عنوان شيرين كننده و نگهدارنده در انواع خوراكي ها به كار برده مي شود. به اغلب ميوه هاي خشك براي حفظ رطوبت گليسيرين افزوده مي شود. اين ماده در ميوه هاي خشك مانع از اين مي شود تا خشك و شكنده شوند. ورزشكاران نيز آن را براي حفظ آب موجود در بدن استفاده مي كنند.

جلوگیری از تورم مغز به کار می‌رود.

- مکمل‌های خوراکی گلیسرول ممکن است به کاهش فشار بیش از حد چشم، ناشی از اختلالات چشم مانند گلوکوم کمک کند.
- محصول فوق می‌تواند به صورت خوراکی با رساندن آب کافی به روده‌ها سبب جلوگیری از یبوست شود. در واقع این ترکیب نوعی ملین به حساب می‌آید که سبب جابه‌جایی راحت‌تر غذاهای هضم‌شده در روده می‌شود.

● صنایع آرایشی

گلیسرول به طور گسترده در تولید محصولات مراقبت از مو، شامپوها، صابون‌ها و کرم‌های آرایشی برای ایجاد نرمی، صافی و یکدستی استفاده می‌شود. به دلیل رایحه‌دار کردن، نرم‌کنندگی مو، کاهش ویسکوزیته و... نیز در این صنایع به کار می‌رود. در صابون‌های شفاف معمولاً تا حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند موجب مرطوب‌سازی پوست شود. گلیسرول به‌عنوان سومین ماده پرکاربرد در محصولات آرایشی بعد از آب و رایحه‌هاست و در بیش از ۲۳ هزار محصول آرایشی استفاده می‌شود. معمولاً این ترکیب را می‌توان در کرم‌های زیر چشم، رنگ مو، صابون و مواد شوینده مشاهده کرد. کاربرد در تولید کف‌پوش‌های ساختمان، گریس‌ها، رنگ‌ها و حلال‌های شیمیایی از دیگر مزایای این محصول هستند.

● ضدیخ

همان‌طور که در قسمت پایداری توضیح داده شد، به دلیل نقطه انجماد پایین این ترکیب، گلیسرول اولین ضدیخ مورد استفاده در رادیاتور ماشین‌ها به حساب می‌آید. اگرچه امروزه اتیلن‌گلیکول‌ها توانسته‌اند جایگزین آن‌ها شوند، اما همچنان در فرمولاسیون ضدیخ‌ها می‌توان ترکیب اتیلن‌گلیکول را همراه با الکل و گلیسرول مشاهده کرد.

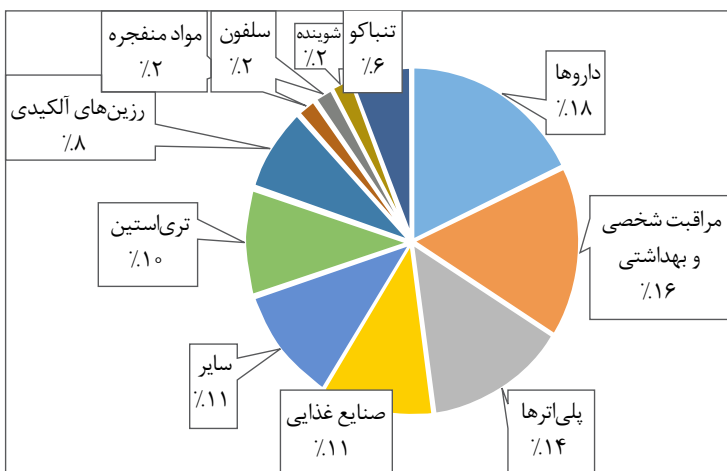
● مواد منفجره

گلیسرین یکی از مواد اولیه مورد استفاده در تولید نیترو گلیسرین و در نتیجه تولید مواد منفجره مانند دینامیت است. این ماده از مخلوط شدن و واکنش بین گلیسرول، اسید نیتریک و اسیدسولفوریک به وجود می‌آید. ماده روغنی به وجود آمده وقتی در برابر حرارت قرار می‌گیرد، منفجر می‌شود. همچنین با پرتاب کردن ظرف حاوی این ترکیب، می‌توان زمینه را برای انفجار آن فراهم نمود. در ساخت دینامیت آن را با مواد جاذب مخلوط می‌سازند تا از خاصیت انفجاری آن در هنگام پرتاب کاسته شود.

● بازار جهانی خرید و فروش گلیسرین

اندازه بازار جهانی گلیسرین در سال ۲۰۱۹ معادل ۲/۶ میلیارد دلار ارزیابی شده و انتظار می‌رود از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۷ با نرخ رشد سالانه ۴ درصد رشد کند. پیش‌بینی می‌شود این رشد بازار ناشی از افزایش تقاضا در صنایع غذایی و دارویی باشد. این محصول به طور گسترده در چندین محصول غذایی از جمله گوشت فرآوری‌شده، شیر غلیظ‌شده و محصولات نانوایی استفاده می‌شود.

پیش‌بینی می‌شود کشورهایمانند چین و هند به دلیل افزایش تولید اپی‌کلروهیدرین شاهد افزایش مصرف گلیسرین باشند. اروپا به دلیل تقاضای افزایش‌یافته از مراقبت‌های شخصی، داروها و مواد غذایی و نوشیدنی‌ها، در سال ۲۰۱۹ بیش از ۲۸/۹ درصد سهم بازار اروپا را به خود اختصاص داده است. این منطقه یکی از بازارهای عمده محصولات دارویی و مواد مغذی است. از این رو تقاضای قابل توجهی برای محصول از این بخش‌ها در منطقه مشاهده می‌شود. در شکل زیر میزان تقاضا در حوزه‌های مختلف نشان داده شده است.



نتیجه‌گیری

با توجه به معرفی گلیسرین و بیان خواص فیزیکی، شیمیایی و نقش پرکاربری که این ماده در صنعت، به ویژه تولید ضدیخ، داروسازی، غذایی، نساجی، لوازم آرایشی بهداشتی و تولید مواد منفجره دارد، دنیا در طی سالیان پیش‌رو با افزایش تقاضای شدید آن روبرو خواهد بود.

* بی‌نوشت‌ها

1. Glycerol
2. Carl Scheele
3. Michelle Eugene Chevrolet
4. Theophile Jules Ploise
5. Alfered Nobel
6. Rochieder
7. Glaucoma

* منابع

1. Carey, Francis A. Organic Chemistry. New York: McGraw-Hill, 2002.
2. F. Jerome, Y. Pouilloux and J. Barrault, Rational design of solid catalysts for the selective use of glycerol as a natural organic building block, ChemSusChem, 2008, 1, 586.
3. G. Graff, Glycerol glut sends prices plummeting. Purchasing, June 15, 2006, http://www.purchasing.com/article/213801-Glycerin_glut_sends_prices_plummeting.php (last time accessed, November 26, 2009).
4. Glycerol improves feed efficiency in cattle. See the URL: www.allaboutfeed.net/news/id102-34316/glycerol_improves_feed_efficiency_in_cattle.html.
5. J. A. Kenar, Glycerol as a platform chemical: Sweet opportunities on the horizon?, Lipid Technol., 2007, 19, 249.
6. Newman, A.A. Glycerol. Cleveland: C.R.C. Press, 1968.
7. Pioneer Thinking. "What Is Glycerin?" <<http://www.pioneerthinking.com/glycerin.html>> (accessed November 25, 2006).
8. Y. Gu, J. Barrault and F. Jerome, Glycerol as an efficient promoting medium for organic reactions, Adv. Synth. Catal., 2008, 350, 2007.