

روش تولید آزمایشگاهی کیت‌های جاذب اکسیژن

علی رفیع‌زاده*

گروه پرستاری مامایی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران

عباس احمدی دافچاهی

گروه شیمی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران

بهناز رحمتی

گروه میکروبی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، گیلان، ایران

لیلا پورمحمد، شهاب شریعتی

گروه شیمی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۶

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۹

چکیده

مقدمه: در این تحقیق، روش آزمایشگاهی تولید کیت‌های شیمیایی جاذب اکسیژن که اصطلاحاً گازپک نامیده می‌شوند و با نام‌های تجاری انیروکالت، دیفکو-اکساید و غیره در بازار مصرف وجود دارند، مورد بررسی قرار گرفته است. پیش‌ماده‌های اصلی مورد استفاده برای تولید این بسته شیمیایی پودر آهن، سدیم کربنات و سیتریک اسید هستند که در بستر خنثایی به نام خاک دیاتومه به شکل یک مخلوط همگن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

هدف: تولید آزمایشگاهی کیت‌های جاذب اکسیژن می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق، سعی شد، ضمن شناسایی دقیق‌تر عوامل شیمیایی سازنده کیت و مکانیسم عملکرد آن، نمونه‌های مختلفی ساخته شود و سپس، کیفیت نمونه‌های تولید شده با استفاده از روش‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و تغییر رنگ شناساگر اکسیژن در جار بی‌هوای (ظرفی غیر قابل نفوذ که هیچ‌گونه

تبادل گازی با محیط خارج ندارد و برای کشت باکتری‌های بی‌هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد) در هر مرحله مورد بررسی قرار گیرد تا به حد استانداردهای مورد نظر برسد.

نتایج: با تغییر مقدار مواد موثر در هر مرحله از ساخت نمونه‌ها، روند حذف اکسیژن و به موازات آن افزایش فشار گاز دی‌اکسید کربن بهبود یافت تا در نمونه نهایی، این نسبت به ایده‌آل‌ترین حالت خود رسید.

نتیجه‌گیری: امکان تولید صنعتی چنین کیتی به منظور رفع نیازهای داخل کشور و رسیدن به خودکفایی در این زمینه، در حد موارد مشابه خارجی در داخل کشور وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: کیت‌های شیمیایی جاذب اکسیژن، گازیک

مقدمه

اهمیت میکروارگانیسم‌ها، به خصوص باکتری‌ها، در زندگی بشر، بر کسی پوشیده نیست تا جایی که زندگی انسان بدون آنها غیرقابل تصور است، هر چند، تعداد بسیار اندکی از آنها بیماری‌زا بوده و بر سلامت انسان یا کیفیت زندگی آن تاثیر منفی می‌گذارند. از این رو، تاثیر باکتری‌ها در عرصه صنایع غذایی- دارویی (واکسن سازی و غیره) و پزشکی بارزتر و نمایان تر است. همه باکتری‌ها بر یک روال خاص زندگی و تولید مثل نکرده و مانند سایر موجودات از این نظر از تنوع و گستردگی زیادی برخوردارند. به طوری که وجود برخی مواد و شرایط خاص برای رشد و تکثیر بعضی از آنها ضروری و اساسی است. در حالی که همان مواد یا شرایط خاص می‌تواند برای عده‌ای دیگر کاملاً سمی و کشنده باشد.^(۱) دو عامل مهم حیات باکتری‌ها، وجود یا عدم وجود O_2 و میزان تراکم CO_2 در محیط کشت آنها می‌باشد. باکتری‌ها از این نظر به سه دسته کلی قابل تقسیم هستند:^(۱ و ۲)

۱- باکتری‌های هوازی فقط در حضور اکسیژن مولکولی رشد می‌کنند^(۲) و معمولاً نیازی به تراکم زیاد گاز CO_2 نداشته و تراکم معمولی این گاز در هوا برای رشد آنها کافی می‌باشد. تعدادی از این باکتری‌ها در فشار کم اکسیژن رشد می‌کنند^(۲) و در عین حال نسبت به باکتری‌های بی‌هوازی، به تراکم کمتری از گاز CO_2 برای رشد خود نیاز دارند که به باکتری‌های میکروآئروفیل معروف هستند.^(۱)

۲- باکتری‌هایی که در غیاب اکسیژن مولکولی (فشارهای خیلی کم اکسیژن) رشد می‌کنند و به باکتری‌های بی‌هوازی موسومند.^(۲) دسته‌ای از این باکتری‌ها به هوا مقاومند، اما تعداد دیگری از آنها به هوا مقاوم نیستند که به بی‌هوازی مطلق معروف هستند^(۲) و معمولاً علاوه بر فقدان اکسیژن مولکولی، به غلظت بالای CO_2 نیز نیاز دارند.^(۳) برای رشد و تکثیر این باکتری‌ها، باید تغییراتی در روش‌ها و شرایط استاندارد و معمولی کشت باکتری اعمال شود.^(۱)

۳- باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی اختیاری هم در حضور و هم در غیاب O_2 زندگی و تکثیر می‌کنند و گاهی به مقدار کمی CO_2 (حدود ۱۰٪ از کل حجم هوا) نیاز دارند.^(۱-۳)

روش‌های مختلفی برای تغییر غلظت گازهای O_2 و CO_2 در محیط زندگی باکتری‌ها وجود دارد که عبارتند از: استفاده از شمع (که در اثر سوختن اکسیژن محیط را مصرف می‌کند)، پارافین جامد یا روغن‌های معدنی (که روی

سطح محیط را می‌پوشاند و مانع از رسیدن اکسیژن به سطح محیط کشت می‌شود)، پمپ خلاء و کپسول‌های محتوی گازهای CO_2 و N_2 در انکوباتورهای مخصوص (که هوا را از انکوباتور خارج کرده و به نسبت دلخواه از گازهای نام برده شده به درون دستگاه تزریق می‌کند)، سدیم تیوگلیکولات (که اکسیژن موجود در محیط‌های کشت مایع را مصرف می‌کند)^(۳ و ۶) و کیت‌های جاذب اکسیژن (مانند سیستم‌های تجاری گازپک و دیفکو-اکساید)^(۶-۴) کیت‌های جاذب اکسیژن به دلیل دارا بودن مزایای زیاد، از قبیل ارزانی و کم هزینه بودن، کم حجم بودن، سادگی کاربرد آن، عدم نیاز به امکانات خاص آزمایشگاهی و غیره به عنوان رایج‌ترین روش حذف اکسیژن مولکولی (کاهش زیاد فشار اکسیژن) در کشت میکروب‌های بی‌هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، اکسیژن محیط حذف می‌شود (فشار آن به شدت کاهش می‌یابد) و در عین حال غلظت گاز CO_2 محیط افزایش یافته و حداقل به حدود ۳۰٪ حجم نیتروژن داخل جار می‌رسد. در حال حاضر، کیت‌های جاذب اکسیژن از دو شرکت مرک آلمان و اکساید انگلیس وارد ایران می‌شوند و تولید داخلی آن وجود ندارد و این مقاله حاصل تحقیقی است که به منظور مشابه سازی این نوع کیت‌ها از روی نمونه خارجی متعلق به شرکت مرک آلمان صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

در این تحقیق کلیه مواد شیمیایی مورد نیاز از قبیل پودر آهن، کربنات سدیم و سیتریک اسید از شرکت مرک آلمان با خلوص بالا و خاک دیاتومه با درجه خلوص بالای صنعتی (نوع آبی) ساخت کشور چین تهیه شد. برای بررسی شیمیایی حذف اکسیژن محیط (میزان کاهش فشار اکسیژن) از اندیکاتور حساس به اکسیژن ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد.

دستگاه‌ها

برای تعیین ترکیب درصد گازها در نمونه‌های مورد آزمایش، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) با نام Buck Scientific مدل ۹۱۰ ساخت کشور امریکا، مجهز به آشکارساز TCD و حاوی ستونی به طول ۱/۵ m با فاز ساکن از جنس سلیکاژل استفاده شد. برای تجزیه کمی، از مساحت سطح زیر هر پیک در کروماتوگرام استفاده شد. دمای اولیه ستون 60°C و زمان توقف در این دما یک دقیقه بود که پس از آن دما با سرعت $10^\circ\text{C}/\text{min}$ تا دمای نهایی 100°C افزایش یافت. از آنجا که فضای بخش تزریق دستگاه GC مورد استفاده ۱/۵ mL گنجایش داشت، برای تزریق گاز از سرنگ‌های تزریق ۵ mL استفاده شد.

روش‌ها

یک کیت جاذب اکسیژن ساخت هر کارخانه‌ای که باشد، از بسته‌ای با جنس بلیستر به ابعاد $10 \times 20 \text{ cm}$ و قطر ۱ cm که به چند خانه (عموماً ۸ خانه) تقسیم شده و توسط مجاری خاصی به یکدیگر مرتبط هستند، تشکیل شده است (این حالت به پخش یکنواخت آب در داخل بسته، نمودار شدن یکسان مخلوط پودری شکل درون بسته و انجام یکنواخت واکنش‌های شیمیایی در تمامی نقاط آن کمک می‌کند). چنین بسته‌ای حاوی مخلوط جامد از چند واکنش‌گر شیمیایی پودری شکل است که در صورت نمودار شدن با یکدیگر واکنش داده و در نتیجه باعث حذف

اکسیژن محیط و افزایش غلظت و فشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. این بسته از قسمت رویی خود توسط نوع خاصی از کاغذ پوشیده شده است که مانع ریزش محتویات داخل بسته به خارج می‌شود و ضمن جاذب آب بودن، به دلیل دارا بودن تخلخل مناسب، به تبادل گازهای O_2 و CO_2 کمک می‌کند. برای استفاده از این کیت، کافی است، مقدار کمی (حدود ۶۰-۵۰ mL) آب (ترجیحاً آب مقطر) با زاویه حدوداً ۴۵-۳۰ درجه روی سطح کاغذی آن ریخته شود. در نتیجه، مقداری از آب ریخته شده بر روی سطح کاغذی کیت وارد بسته شده و سریعاً توسط پودر فشرده زیر سطح کاغذ (که شدیداً جاذب آب است) جذب می‌گردد. آب نفوذ یافته به قسمت‌های زیرین بسته از راه مجاری ارتباطی بین خانه‌های بسته به تمامی نقاط آن منتقل و باعث خیس شدن پودرهای قسمت‌های تحتانی و نقاط دور از آب می‌شود و بدین ترتیب واکنش‌های شیمیایی به طور یکنواخت آغاز شده و طی مدت زمان ۲-۱ ساعت غلظت اکسیژن داخل جار به شدت کاهش می‌یابد و به حدود ۵٪ غلظت گاز نیتروژن می‌رسد. در حالی که فشار گاز کربن دی‌اکسید افزایش یافته و تا حدود تقریباً ۳۰٪ غلظت گاز نیتروژن داخل جار ارتقا می‌یابد. هر چند، امکان افزایش بیشتر آن در نمونه نهایی این تحقیق مشاهده می‌شود.

مکانیسم عمل

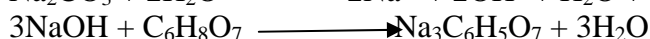
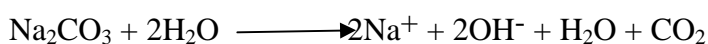
طی آزمایش‌های متعدد، سعی شد، ضمن شناسایی دقیق‌تر عوامل شیمیایی سازنده کیت، مکانیسم عملکرد کیت تعیین شود تا براساس آن و آزمایش‌های دیگر، نسبت بین مواد واکنش‌گر موجود در داخل مخلوط مشخص گردد. سپس، براساس نسبت‌های اولیه نمونه‌هایی ساخته شد و به شکلی که در زیر آمده است، مورد آزمایش قرار گرفتند. نهایتاً، مجموع عوامل گفته شده نشان دادند، باید از هر کدام از مواد شیمیایی نام برده شده در بالا، به ترتیب، مقادیر ۱۷، ۲/۳، ۱۷ و ۴۰ گرم در مخلوط کیت وجود داشته باشد تا عملکرد به نتیجه مطلوب نهایی برسد. البته، آزمایش‌ها نشان دادند، در پاره‌ای موارد، مکانیسم عملکرد کیت‌های جاذب اکسیژن خارجی مختلف با یکدیگر تفاوت دارند، اما، از آنجا که، الگوی این مطالعه، کیت ساخت شرکت مرک آلمان بوده، در اینجا بر مکانیسم آن تاکید شده است.

۱- پودر آهن طی واکنش شیمیایی زیر باعث جذب اکسیژن محیط و نهایتاً حذف آن می‌شود.



۲- سیتریک اسید با اسیدی نمودن محیط باعث تسریع اکسیداسیون آهن و در نتیجه سریع‌تر شدن حذف اکسیژن محیط، تعدیل و خنثی شدن pH قلیایی محیط (که در اثر واکنش شیمیایی سدیم‌کربنات با آب ایجاد می‌گردد) می‌شود.

۳- پودر سدیم‌کربنات طی واکنش شیمیایی زیر به گاز CO_2 و سود تبدیل شده و pH محیط را قلیایی می‌کند که توسط سیتریک اسید خنثی و به تری سدیم سیترات تبدیل می‌گردد.



از آنجا که انجام کلیه واکنش‌های شیمیایی بالا فقط در محیط آب امکان پذیر است، کافی است به هنگام استفاده، مقداری آب (حدود ۵۰ mL) بر روی سطح کاغذی بسته کیت ریخته شود. از این رو، لازم است، ماده جاذب آب در محیط وجود داشته باشد که علاوه بر دارا بودن قدرت زیاد در جذب و نگهداری آب، از نظر شیمیایی خنثی بوده و

بر روی واکنش‌های شیمیایی تاثیر نداشته باشد. محیط مورد نظر بایستی بتواند آب را به کندی در اختیار عوامل شیمیایی قرار دهد تا واکنش‌های شیمیایی به کندی، اما، با تداوم در طول زمان انجام پذیرند. از این رو، استفاده از خاک دیاتومه، که به نام‌های کیزلگور یا سوپرسل نیز معروف است، مناسب به نظر می‌رسد. این ماده علاوه بر آن که در ساختار خود دارای فضای خالی بسیار است، در صورت فشرده شدن، متخلخل باقی مانده و توان زیادی در جذب و نگهداری آب دارد. بنابراین، می‌تواند به عنوان یک محیط پایه و بستر اختلاط مواد شیمیایی و در واقع محیط واکنش موراستفاده قرار گیرد.

روش‌های ارزیابی کیفیت نمونه‌های ساخته شده و بهینه سازی آنها

مقایسه خصوصیات فیزیکی

در ابتدا، روکش کاغذی چند کیت استفاده نشده و استفاده شده گازی (ساخت شرکت مرک آلمان) برداشته شده و محتویات داخل بسته آنها از نظر خصوصیات فیزیکی از قبیل وضعیت ظاهری، وزن، رنگ، مقدار تراکم مخلوط پودر یا میزان تخلخل و یکنواختی آن و همین طور، میزان تغییرات pH در لحظه حل شدن در آب و پس از آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، وزن این مخلوط پودری که در حالت خشک و استفاده نشده به رنگ کرم بسیار روشن دیده می‌شود و کاملاً همگن بوده و از ذرات بسیار ریز و متخلخل تشکیل شده، حدود ۸۰ گرم می‌باشد. میزان pH این پودر پس از مخلوط شدن با آب، بالا (قلیایی) بوده که بلافاصله خنثی می‌شود و این خود نشانگر انجام همزمان واکنش‌های متعدد شیمیایی می‌باشد. سپس، چند بسته گازی استفاده شده نیز به روش فوق مورد بازبینی قرار گرفتند. این بار در زیر پوشش کاغذی، مقداری ماده متراکم غیرهمگن به رنگ سبز تند مشاهده گردید که طی چند روز، تغییر رنگ داده و به زرد نارنجی تا قرمز تبدیل می‌شد. این ماده متراکم به دلیل جذب آب فاقد حالت یکنواختی بود و به اشکال مختلف و حتی کلوخ‌های نرم و کوچک دیده می‌شود. از این رو، در ادامه این تحقیق، از مجموع علائم گفته شده به عنوان معیاری در جهت رسیدن به نمونه‌ای با ساختار مطلوب استفاده شد.

کروماتوگرافی گازی (GC)

به منظور ارزیابی دقیق‌تر قابلیت نمونه کیت‌های ساخته شده جهت حذف اکسیژن و رسیدن به حداکثر استانداردهای مطلوب، نمونه‌های مورد آزمایش، در فواصل مختلف زمانی از نظر قدرت جذب اکسیژن محیط و تولید CO₂ توسط کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفتند. در این روش، پس از افزودن آب به نمونه و قرار دادن آن در داخل جار بی‌هوایی، در فواصل مختلف زمانی، با استفاده از یک سرنگ ۵ mL، این حجم گاز از قسمت شیر خروجی مخصوص، کشیده شده و به دستگاه GC تزریق می‌شد تا میزان گازهای داخل جار مورد اندازه‌گیری قرار گیرد، که نتایج مربوط به چند نمونه از آنها در جداول ۱ تا ۴ نشان داده شده است.

استفاده از اندیکاتورهای رنگی حساس به اکسیژن

یکی از روش‌های کنترلی مورد استفاده در هر مرحله، استفاده از اندیکاتورهای شناساگرهای رنگی بود که به فقدان اکسیژن حساس می‌باشند. این اندیکاتورهای نوارهای کاغذی آغشته به رنگ‌های بلودومیلین یا فوشین ساخت

شرکت مرک آلمان هستند که در حضور اکسیژن، رنگی (به ترتیب آبی یا قرمز) و در غیاب آن بی‌رنگ هستند. بنابراین، بی‌رنگ شدن آنها در داخل جار، نشانه حذف اکسیژن محیط و عملکرد درست کیت است.

نتایج و بحث

نمونه‌های زیادی به منظور رسیدن به بهترین کیفیت مطلوب مورد آزمایش قرار گرفتند که در اینجا، سه نمونه شاخص مورد بررسی بیشتر قرار گرفته‌اند و در انتها نیز آزمایش مربوط به نمونه مشابه خارجی ساخت شرکت مرک آلمان جهت مقایسه آورده شده است. البته، لازم به ذکر است، به منظور تحلیل بهتر نتایج، به دلیل آن که در اثر تولید گاز CO_2 و افزایش فشار آن، میزان فشار گاز نیتروژن نیز دستخوش تغییر می‌شود و همچنین، با توجه به این نکته که گاز N_2 هیچ‌گونه واکنشی در طی این فرآیند انجام نمی‌دهد، در کلیه موارد، از گاز N_2 به عنوان نوعی استاندارد داخلی برای سنجش و مقایسه کاهش غلظت گاز اکسیژن و افزایش گاز CO_2 استفاده شده است.

نمونه اول

تغییرات گازی ایجاد شده در این مرحله، در جدول ۱ نشان داده شده است. همان طور که نتایج نشان می‌دهند، مقدار فشار CO_2 تولید شده بسیار زیاد است و از آنجا که مقدار CO_2 محیط رابطه مستقیمی با مقدار سدیم کربنات به کار برده شده دارد، می‌بایست، مقدار آن در نمونه‌های بعدی کاهش داده می‌شد تا غلظت گاز CO_2 و فشار ناشی از آن کاهش یابد. از طرف دیگر، از آنجا که باید سرعت آزاد سازی CO_2 با میزان حذف اکسیژن محیط متناسب باشد و هر دو به طور همزمان تغییر یابند، لازم بود، تغییرات دیگری نیز در ترکیب اولیه کیت صورت پذیرد، تا متناسب با کاهش فشار اکسیژن، فشار CO_2 افزایش پیدا کند. برای دستیابی به این منظور، مقدار خاک دیاتومه افزایش داده شد تا سرعت کلی واکنش سیتریک اسید، آب و سدیم کربنات کاهش یافته و گاز CO_2 با تانی و تأخیر بیشتری آزاد شود. علاوه بر آن، مشکل ناشی از اشباع شدگی نمونه از آب و به تبع آن سرعت یافتن واکنش سیتریک اسید و سدیم کربنات از این طریق برطرف می‌شد.

جدول ۱- نتایج کروماتوگرام نمونه اول مربوط به زمان‌های صفر، بیست و دو و سی و هشت دقیقه پس از فعال سازی کیت جاذب اکسیژن. طبق مشاهده، با گذشت زمان، درصد اکسیژن در مخلوط کم و درصد دی‌اکسید کربن زیاد می‌شود.

مشخصات گازها					زمان
درصد N_2	درصد O_2	درصد CO_2	نسبت O_2 به N_2	نسبت CO_2 به N_2	
۷۶/۳۱٪	۲۳/۶۹٪	-----	۰/۳۱۰۴	-----	دقیقه صفر
۲۳/۳۵٪	۰/۸۲٪	۷۵/۸۲٪	۰/۰۳۵۱	۳/۲۴۷	دقیقه بیست و دوم
۲۲/۳۷٪	۰/۶۴٪	۷۶/۹۹٪	۰/۰۲۸۶	۳/۴۴۲	دقیقه سی و هشتم

نمونه دوم

با توجه به اشکالاتی که در نمونه‌های سری اول وجود داشت، نمونه‌های دیگری ساخته شدند که آزمایش یکی از موارد بهینه شده آنها در جدول ۲ آمده است. همان گونه که دیده می‌شود، هم زمان با حذف اکسیژن، تولید

CO₂ نیز شروع شده و تقریباً کاهش اکسیژن و افزایش CO₂ به موازات هم پیش رفته است. بیشترین افزایش غلظت CO₂ و هم زمان با آن، بیشترین مقدار جذب اکسیژن محیط در مرحله سوم رخ داده است. البته، از آنجا که نتایج بدست آمده در این مرحله هنوز با استانداردهای مطلوب فاصله داشت، نمونه‌های بعدی نیز ساخته و مورد آزمایش قرار گرفتند. هر چند، در این مرحله، نتایج مثبتی از قبیل رسیدن به هماهنگی و توازن در تولید و آزادسازی CO₂ و جذب اکسیژن محیط، برابر نمودن سرعت این دو واکنش با یکدیگر و همین طور، جلوگیری از تولید و افزایش بسیار سریع غلظت CO₂ بدست آمد.

جدول ۲- نتایج کروماتوگرام نمونه دوم مربوط به زمان‌های صفر، هفده و پنجاه و شش دقیقه پس از فعال سازی کیت جاذب اکسیژن. طبق مشاهده، با گذشت زمان، درصد اکسیژن در مخلوط کم و درصد دی‌اکسید کربن زیاد می‌شود.

مشخصات گازها					زمان
درصد N ₂	درصد O ₂	درصد CO ₂	نسبت N ₂ به O ₂	نسبت N ₂ به CO ₂	
٪۷۸/۹۴	٪۲۱/۰۶	-----	۰/ ۲۶۶۷	-----	دقیقه صفر
٪۷۷/۴۰	٪۶/۹۳	٪۱۵/۶۷	۰/ ۰۸۹۵	۰/ ۲۰۲۴	دقیقه هفدهم
٪۷۹/۴۰	٪۴/۴۰	٪۱۶/۱۹	۰/ ۰۵۵۴	۰/ ۲۰۳۹	دقیقه پنجاه و ششم

نمونه سوم

در ادامه بهینه‌سازی، نمونه‌های بعدی ساخته شدند که نتیجه آزمایش بهترین نمونه آن در جدول ۳ مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده، مشخص می‌شود:

- ۱- افزایش CO₂ محیط و کاهش اکسیژن آن به موازات هم صورت گرفته و با یکدیگر هماهنگ است.
- ۲- افزایش CO₂ محیط و کاهش اکسیژن آن با سرعت نسبتاً مساوی صورت گرفته است.
- ۳- مقدار CO₂ محیط و فشار ناشی از آن در حد قابل قبول و مناسبی برای رشد باکتری‌های بی‌هوازی می‌باشد.

جدول ۳- نتایج کروماتوگرام نمونه سوم مربوط به زمان‌های صفر، شانزده و پنجاه دقیقه پس از فعال سازی کیت جاذب اکسیژن. طبق مشاهده، با گذشت زمان، درصد اکسیژن در مخلوط کم و درصد دی‌اکسید کربن زیاد می‌شود.

مشخصات گازها					زمان
درصد N ₂	درصد O ₂	درصد CO ₂	نسبت N ₂ به O ₂	نسبت N ₂ به CO ₂	
٪۷۴/۴۸	٪۲۵/۵۲	-----	۰/ ۳۴۲۶	-----	دقیقه صفر
٪۸۱/۰۹	٪۱۲/۹۱	٪۵/۹۹	۰/ ۱۵۹۲	۰/ ۰۷۳۸	دقیقه شانزدهم
٪۶۳/۳۴	٪۳/۸۸	٪۳۲/۷۸	۰/ ۰۶۱۲	۰/ ۵۱۷۵	دقیقه پنجاهم

نمونه خارجی

همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، آنچه در این تحقیق به عنوان کسب نتیجه مطلوب به عنوان یک استاندارد مد نظر قرار داشت، رسیدن به نتایج و استانداردهای نمونه خارجی ساخت شرکت مرک آلمان بوده است. از این رو، در

نهایت، کیت گازپک ساخت شرکت مرک آلمان نیز مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج آن جهت مقایسه در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- نتایج کروماتوگرام نمونه خارجی مربوط به زمان‌های صفر، شانزده و هشتاد دقیقه پس از فعال سازی کیت جاذب اکسیژن. طبق مشاهده، با گذشت زمان، درصد اکسیژن در مخلوط کم و درصد دی‌اکسید کربن زیاد می‌شود.

					مشخصات گازها
درصد N ₂	درصد O ₂	درصد CO ₂	نسبت N ₂ به O ₂	نسبت N ₂ به CO ₂	زمان
٪۷۵/۳۵	٪۲۴/۶۵	-----	۰/ ۳۲۷۰	-----	دقیقه صفر
٪۷۱/۸۱	٪۹/۷۴	٪۱۸/۴۴	۰/ ۱۳۵۶	۰/ ۲۵۴۴	دقیقه شانزدهم
٪۷۲/۴۲	٪۵/۳۹	٪۲۲/۱۹	۰/ ۰۷۴۴	۰/ ۳۰۶۴	دقیقه هشتادم

نتیجه گیری

همان طور که در جداول مشاهده می‌شود و سیر کلی تحقیق و مقایسه نمونه نهایی با مشابه خارجی نیز آن را اثبات می‌کند، کیفیت نمونه ساخته شده بسیار مطلوب بوده و در صورت تمایل به تولید صنعتی چنین کیتی به منظور رفع نیازهای داخل کشور و رسیدن به خودکفایی در این زمینه، امکان ساخت آن در حد موارد مشابه خارجی وجود دارد. متأسفانه، به دلیل عدم وجود سیستم لوپ در دستگاه GC مورد استفاده و عدم امکان استفاده از رابط مناسب برای ارتباط جار با دستگاه جهت نمونه‌برداری اتوماتیک از هوای داخل جار خطاهای ناچیزی بر روند اندازه‌گیری اثر گذاشت.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله، لازم می‌دانیم، کمال سپاس و تشکر خود را از سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی ایران - پژوهشکده گیلان (پارک علم و فناوری گیلان کنونی)، آقای مهندس مجید هامونی (مسئول واحد تحقیقات آن سازمان در سال ۱۳۷۹) و گروه میکروبی شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گیلان تقدیم داریم.

References:

1. Anvari, M., Mohebi, S., and Rafizadeh, A., *Laboratory Exercises in Microbiology*, Publication of Islamic Azad University., Tehran (2004).
2. Rafiee, S., and Rafizadeh A., *Microbiology Review (Saunders Text and Review Series)*, Farabi., Ahvaz (2002).
3. Diaretmadi, H., Malaknejad, P., and Mahmudi, R., *Medical Bacteriology Laboratory Procedures*, Chehr publication., Tehran (1985).
4. Katara, G., Hemvani, N., Chitnis, S., and Chitnis DS., *Indian J. Med. Microbiol.*, **26**(3), 241(2008).
5. Dal Bosco, A., Scuota, S., Castellini, C., and Cenci, T., *World Rabbit Sci.*, **4**(4), 201 (1996).
6. Brusa, T., Zucchi, M., Pisoni, C., Gerola, P., and Sorlini, C., *Ann. Microbio.*, **52**, 13 (2002).

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop