فصلنامه رویکردهای پژوهشی نو در علوم مدیریت

شماره ۲۸،
دوره هشتم،
سال ششم،
زمستان ۱۴۰۱
صص ۱-۱۷

ارزیابی و مقایسه روش های نمونه برداری جهت تعیین استاندارد کربن بلک(دوده) مطابق استانداردهای ملی ایران در محموله های بسته بندی شده و فله

فاطمه حسینی*[۱]، نسرین حسینی[۲]

چکیده:

کربن بلک (دوده) ماده ای مهندسی شده است که به طور عمده از کربن عنصری تشکیل شده است و توسط احتراق ناقص یا تجزیه حرارتی هیدروکربن های گاز یا مایع تحت شرایط کنترل شده تولید می شود. شکل ظاهری شبیه دانه یا پودرهای سیاه است. کربن سیاه نیز در بالای ۵۰ مواد شیمیایی صنعتی تولید شده در سراسر جهان، بر اساس تناژ سالانه است. تولید فعلی در سراسر جهان حدود ۱۸ میلیارد پوند در سال (۸.۱ میلیون تن) است. کربن بلک یا دوده ی سیاه ماده ای سیاه رنگ است که حدود ۹۷ تا ۹۹ درصد آن از کربن تشکیل شده و اجزای دیگر شامل هیدروژن و اکسیژن است. هدف از این مقاله ارزیابی و مقایسه روش های نمونه برداری جهت تعیین استاندارد کربن بلک(دوده) مطابق استاندارد های ملی ایران در محموله های بسته بندی شده و فله می باشد. روش تحقیق به صورت کتابخانه ای و از حیث هدف کاربردی می باشد. نتایج نشان دهنده تفاوت روش های نمونه برداری از محموله های کربن بلک بسته بندی شده در کیسه، کارتن، ظروف انعطاف پذیر حجیم، کیسه های جامبو یا هر بسته بندی دیگر با روش نمونه برداری از محموله های کربن بلک فله ای بسته بندی نشده درون واگن های سه کوپه ای" ریلی و بونکرها است.

واژگان کلیدی: روش های نمونه برداری ، استاندارد، کربن بلک، بسته بندی شده ، فله

۱*کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد، **دانشگاه آزاد اسلامی**، واحد پیشوا، ورامین، ایران. (نویسنده مسئول)
(salamatazma1@gmail.com)
[۲] کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه ازاد اسلامی، واحد شهر قدس، ایران. (nhoseiny85@yahoo)

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

مقدمه

کربن بلک پودر بسیار ریز و به شدت سیاه رنگ است که از کربن عنصری کاملا دیسپرس شده در شرایط کنترل شده توسط پیرولیز از فاز بخار هیدرو کربنها تولید میگردد . کاربرد اصلی آن به عنوان تقویت کننده تایرهای اتومبیل و دیگر محصولات لاستیکی است. اما بعنوان رنگدانه های سیاه نیز بعنوان جوهر ،چاپ رنگها و کاغذ کربنی نیز کاربرد دارد. سیاهی و کمرنگی این قبیل پوششهای جوهری به شدت وابسته به توزیع اندازه دانه ذرات است.کربن بلک معمولاً کروی بوده و در مقایسه با گرافیت، کمتر کریستالین هستند(زاتیروستامی،۲۰۲۰) . سطح ویژه کربن بلک بسیار متنوع است. کربن بلکهای حرارتی سطح ویژه کوچکی (حداقل (m/g) ،دارند در حالیکه ریزترین رنگدانه های کربن بلک می توانند سطح ویژه ای تا ۱۰۰۰m/g داشته باشند. سطح ویژه کربن بلک مورد استفاده بعنوان کربن تقویت کننده در آجهای تایر بین ۱۵۰mg -۸۰ .است. معمولاً کربن بلکها دارای سطح ویژه بزرگتر از ۱۵۰ m/g متخلخل هستند و قطر تخلخل آنها کمتر از ۱nm است. مساحت سطح درونی تخلخلهای کربن بلک دارای مساحت سطح بالا میتواند بیش از مساحت سطح خارجی ذرات باشد(زاتیروستامی،۲۰۲۰) . بدلیل سطح مخصوص بالای پودرهای کربن بلک تهیه سوسپانسیون پایدار از آنها همیشه با مشکلات زیادی همراه بوده است.

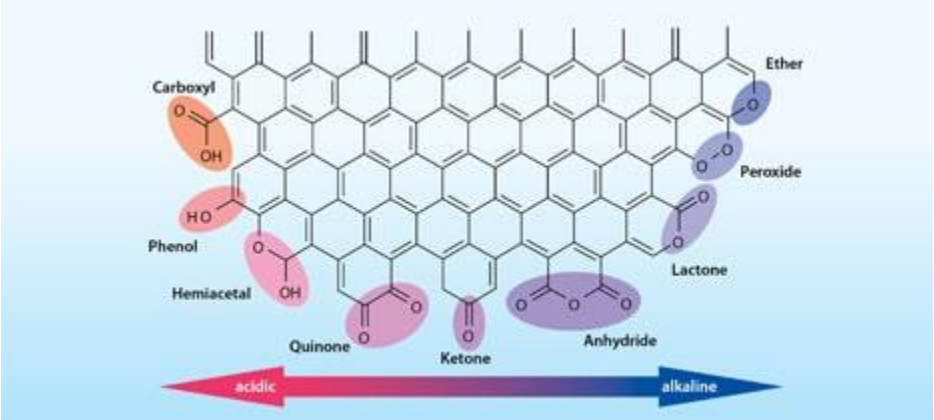
مبانی نظری:

خصوصیات کربن بلک

خاصیت بارز کربن بلک رنگ شدیدا سیاه آن است. کربن سیاه به عنوان یک ماده جامد طبقه بندی می شود و در ابتدا به عنوان ذرات آئروسل یا ذرات آزاد تشکیل می شود. به همین دلیل است که کربن سیاه تازه شکل گرفته دارای ظاهری پوسته پوسته است و در این مرحله از آن به عنوان کربن سیاه کرکی یاد می شود.

همانطور که توسط تجزیه و تحلیل شیمیایی نشان داده شده است، کربن بلک اصلاح نشده تقریباً از کربن خالص تشکیل شده است. برای توصیف کربن بلک، چندین ویژگی فیزیکی و شیمیایی باید در نظر گرفته شوند. اطلاعات بیشتر تنها پس از ترکیب انواع مختلف کربن بلک در واسطه هایی که برای کاربردهای احتمالی آن انتخاب شده اند، امکان پذیر است. (فریتاگ، ۲۰۱۷)

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]



شکل ۱- اکسیژن می تواند به شکل گروه های عملکردی اسیدی یا قلیایی به سطح کربن بلک اتصال یابد

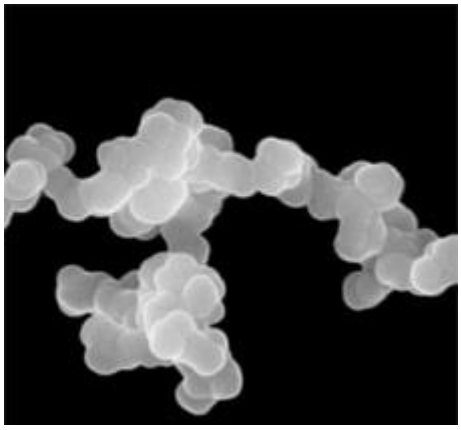
خصوصیات عمومی فیزیکی و شیمیایی

ترکیبی که در زیر شرح داده شده است، صرف نظر از روش تولید، به کلیه گریدهای کربن سیاه اشاره دارد. تفاوتهای مربوط به فرآیند تولید در شرح روشهای تولید بیان شده است. بدون استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر عکاسی، ذرات اولیه کربن سیاه با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند. این قدرت بزرگنمایی فوق العاده یک میکروسکوپ الکترونی روبشی را می طلبد تا نشان دهد که کربن سیاه از خوشه های زنجیر مانند تشکیل شده از ذرات کروی، به اصطلاح ذرات اولیه تشکیل شده اند. ذرات اولیه از نظر اندازه و شکل متفاوت هستند و از ویژگیهای خاص کاربردی برخوردار هستند. اندازه ذرات اولیه جهت نشان دادن خصوصیات کاربردی یک محصول مشخص ذکر می شود. (فریتاگ، ۲۰۱۷)

این محصول به صورت ذرات اولیه مجزا عرضه نمی شود، بلکه به طور معمول در هنگام تولید، به صورت توده های میکرویی در آمده وبه صورت پودرها یا پلت ها عرضه می شود. در شکل نمای میکروسکوپ الکترونی روبشی یک ذره به تصویر کشیده شده است. تشکیل توده های کروی، شاخه ای، که ذرات اولیه می توانند قطرهایی بین ۱۰ تا ۵۰۰ نانومتر داشته باشند، نمونه ای از محصولاتی است که از فاز گازی تولید می شوند. دو خاصیت مهم کربن بلک که اهمیت اصلی آنها هنگام توصیف کربن بلک و تعیین میزان مناسب بودن آنها برای کاربردهای خاص است عبارت اند از:

- مساحت سطحی خاص The specific surface area (m^2/g) تابعی از اندازه ذرات اولیه است. با نگاهی به تناسبات هندسی، می توان دریافت که ذرات اولیه کوچکتر کربن سیاه از سطح ویژه بیشتری برخوردار هستند.
- ساختار که آرایش سه بعدی ذرات اولیه را در توده تعیین می کند. پیوند داخلی یا انشعاب گسترده یک "ساختار بالا "high structure"" را مشخص می کند، در حالی که اتصال یا انشعاب کمتر مشخص "ساختار پایین "low structure" را نشان می دهد(دمیر،۲۰۱۷).

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]



شکل۲- نمای میکروسکوپ الکترونی روبشی توده کربن سیاه متشکل از ذرات اولیه ذوب شده (بزرگنمایی: ۱۲۰،۰۰۰)

میکروسکوپ الکترونی ترکیب شده با تجزیه و تحلیلگر ساختاری اشعه ایکس، نشان می دهد که این ذرات اولیه از کریستال هایی با آرایش هم مرکز، گرافیت مانند تشکیل شده اند. لایه های گرافیت اغلب به یکدیگر پیچ خورده و حالت بی نظمی را به نمایش می گذارند. یک ذره اصلی می تواند تا ۱۵۰۰ مورد از این بلورها را داشته باشد. کربن سیاه را می توان به عنوان یک شکل بسیار بی نظم از کربن گرافیکی در نظر گرفته شود. با حرارت دادن ماده تا ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد در شرایط بی اثر، می توان آن را به یک شکل گرافیتی منظم تبدیل نمود. با بررسی تجزیه و تحلیل شیمیایی کربن بلک، متوجه خواهیم شد که علاوه بر کربن، مقادیر کمی از اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و گوگرد نیز شناسایی شده است. بیشتر این عناصر در سطح کربن بلک متمرکز شده اند. حذف عناصر آلی با استفاده از حلال های ویژه امکان پذیر است. بازده استخراج کربن سیاه (دوده) توسط تولوئن در مقادیر کمتر از ۰.۱٪ می باشد(هانگ،۲۰۱۹).

جدول۱. ترکیب معمول کربن بلک

عنصر	محتوا(درصد وزنی)
کربن	۹۶-۹۹.۵
هیدروژن	۰.۲-۱.۳
اکسیژن	۰.۲-۰.۵
نیتروژن	۰-۰.۷
سولفور	۰.۱-۱
خاکستر باقیمانده	<۱

عنصر هیدروژن تا حدی مستقیماً با عنصر کربن ذوب می شود. با این حال، بهمراه اکسیژن، بخش دیگری گروههای عملکردی محدود به سطح را تشکیل می دهد که می توان با تجزیه و تحلیل، چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی، آنها را شناسایی کرد. گروههای کربونیل Carbonyl، کربوکسیل carboxyl ، پیرون pyrone ، فنل phenol ، کینون quinone ، لاکتول lactol و اتر ether به عنوان گروههای حاوی اکسیژن شناسایی شده اند که ممکن است به سطح ذرات کربن

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

بلک متصل شوند.گرم شدن ماده تا دمای ۹۵۰ درجه سانتیگراد، در غیاب اکسیژن، منجر به جداسازی "مواد فرار" می شود. اکسیژن حاوی گروههای فعال روی سطح کربن سیاه را نیز می توان از طریق اکسیداسیون خاص در فرآیند اصلاح ثانویه ایجاد کرد. ایجاد سطح اکسیژن ۱۵٪ و بالاتر امکان پذیر است. این نوع از کربن بلک به ویژه برای اصلاح با رزین های قطبی مناسب هستند.گوگرد به اشکال گوناگون وجود دارد: به شکل عنصری، به شکل یک مولکول پیوند شده و در حالت اکسید شده. محتوای زیاد گوگرد اسیدیته خاصی را در کربن بلک ایجاد می کند(کریم،۲۰۱۹).

از بین خصوصیات فیزیکی کربن بلک، دو مورد مهم وجود دارد:

- **دانسیته یا تراکم :**طبق مقالات و بسته به روش استفاده شده، ممکن است از $1.9\ g/cm^3$ تا $7\ g/cm^3$متغیر باشد.
- **هدایت الکتریکی :**هدایت الکتریکی معمولاً در خود کربن بلک اندازه گیری نمی شود بلکه در ترکیبات حاوی آن، یعنی پلیمر یا رزین حاوی کربن بلک اندازه گیری می شود. رسانایی یک پلیمر ترکیب شده، با افزایش مساحت سطح خاص و ساختار کربن بلک ترکیب شده افزایش می یابد. همچنین به غلظت و دیسپرسیون کربن بلک و نوع پلیمر یا رزین استفاده شده بستگی دارد.

نیتروژن، در صورت وجود، معمولاً در شبکه گرافیت موجود است. محتوای گوگرد و نیتروژن به نوع و کیفیت مواد اولیه بستگی دارد. کربن بلک همچنین حاوی مقادیر جزیی از فلزات است که مقدار و انواع آن به ماده اولیه مورد استفاده بستگی دارد(چو،۲۰۱۹).

خواص کربن بلک

برای مدتها، تعیین خواص و مشخصات کربن بلک با چشم غیر مسلح مسله ساز بود. مشخصات دقیق کربن بلک و کاربرد های آن سوالاتی بود که به راحتی نمی توان به آن پاسخ داد. در بسیاری از موارد، تولید نمونه های جدید کربن بلک حتی قبل از شناسایی خواص و مشخصات آنها توسط روش آزمون و خطا اتفاق افتاده است. متوسط اندازه ذرات اولیه و متوسط اندازه توده مشخصات اصلی را تشکیل می دهند. با این حال، توزیع اندازه ذرات و توزیع اندازه توده نیز به همان اندازه مهم هستند. به عنوان جایگزینی برای تجزیه و تحلیل میکروسکوپ الکترونی، چندین روش برای تعیین سریعتر مشخصات و تعیین کاربردهای بعدی کربن بلک توسعه داده شده است. در حالی که روشهای مختلف توصیف سطح به تدریج جایگزین روشهای تعیین اندازه ذرات شده است، توزیع اندازه توده ها اکنون از طریق روشهای تخصصی مانند رسوب، اولترا سانتریفیوژ و شکست نور تعیین می شود(چو،۲۰۱۹).

اندازه گیری مساحت سطحی

مساحت سطح ویژه کربن بلک عمدتا از هندسه ذرات با استفاده از روش های جذب اندازه گیری می شود.

- **جذب ید** متداول ترین روش اندازه گیری مساحت سطحی mg/g است. جذب ید یک روش تست سریع برای کربن بلک خشک می باشد. گروه های سطحی و مواد جذب شده بر روی این روش تأثیر می گذارند. برای اینکه عدد ید منعکس کننده مساحت سطح واقعی باشد، مهم است که هیچ یک از این دو پارامتر افزایش مقدار ماده فرار و یا استخراج تولوئن

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

بیشتر اندازه گیری را مختل نکند. کربن بلک حاصل از فرآیند کوره ای با محتوای بالای مواد قابل استخراج با حلال، فرآیند گازهای سیاه و کربن بلک اصلاح شده را نمی توان با استفاده از این روش تجزیه و تحلیل کرد.

- **جذب CTAB**، که در درجه اول برای توصیف کربن بلک اصلاح شده، برای تعیین دقیق سطح هندسی، به جز منافذ معرفی گردید. این بدان دلیل است که فضای مورد نیاز استیل تری متیل آمونیوم بروماید بیشتر از نیتروژن است. به همین دلیل است که تعداد CTAB به خوبی با اندازه ذرات ارتباط دارد، و امکان پیش بینی معنی دار خصوصیات و رفتار کربن بلک را در محیط مورد کاربرد فراهم می کند(سارانیا،۲۰۱۶).
- **تعیین ساختار**

ساختار توده های کربن بلک تنها به طور غیر مستقیم قابل تعیین می باشد. معمول ترین روش پذیرفته شده بر پایه جذب روغن است. در این آزمایش، روغن پارافین، دی بوتیل فتالات سابق، (dibutyl phthalate, DBP)با استفاده از بورت با سرعت ثابت به نمونه ای از کربن بلک در محفظه میکسر یک جذب سنج اضافه می شود. هنگامی که نمونه روغن را جذب می کند، مخلوط از یک پودر جریان آزاد به یک جرم پیوسته نیمه پلاستیکی تبدیل می شود. این امر منجر به افزایش شدید ویسکوزیته می شود که به سیستم حسگر گشتاور جذب سنج منتقل می شود. نقطه پایانی آزمون با سطح گشتاور از پیش تعریف شده داده می شود. نتیجه به صورت عدد جذب روغن ,oil absorption number (OAN) در ml/100 g بیان می شود. تعداد بالای OAN مربوط به یک ساختار بالا (یعنی درجه بالایی از شاخه بندی و خوشه بندی توده ها) است. تنش مکانیکی می تواند برای از بین بردن ساختار آگلومرها اعمال گردد. این اثر برای تعیین ساختار بر اساس جذب روغن نمونه فشرده (COAN) استفاده می شود. به دنبال چهار بار اعمال فشار در سطوح، جذب روغن کربن بلک تحت فشار مکانیکی قرار گرفته توسط روش جذب روغن متداول اندازه گیری می شود. در کل، مقادیر COAN کمتر از مقادیر OAN است.

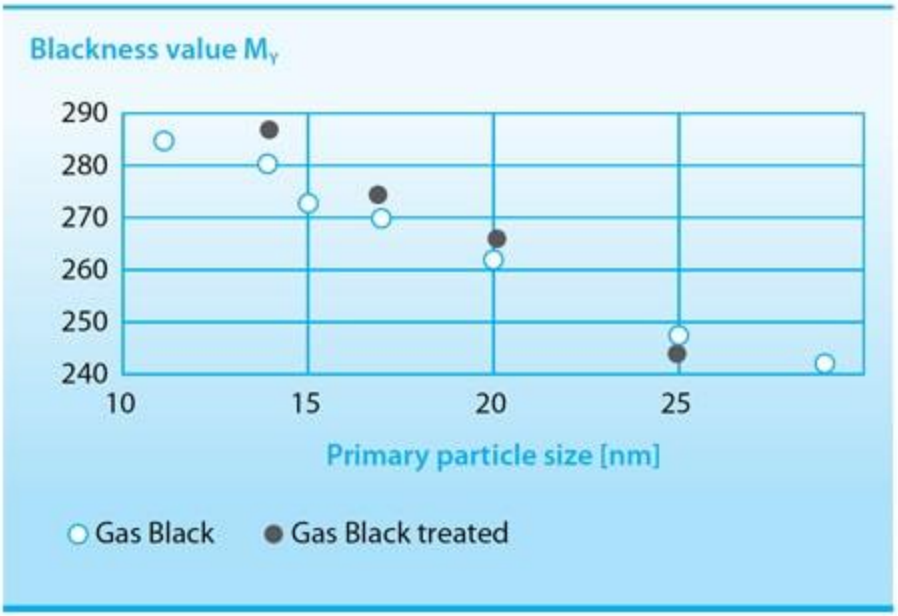
پارامتر دیگر، جذب روغن کربن بلک بر اساسISO 787/5 ، با استفاده از روش نقطه جریان (flowpoint) اندازه گیری می شود. نقطه جریان، حداکثر مقدار روغن (معمولاً روغن بذر کتان) را که می تواند به کربن بلک اضافه شود را ثبت می کند. اگرچه این روش دقیق ترین روش نیست، اما جذب روغن شاخص مهمی در کاربردهای پوشش به شمار می آید زیرا سطح جذب بالای روغن اشاره به نیاز به ماده اتصال دهنده بالا دارد. ساختار کربن بلک و اندازه ذرات و بیشتر از همه چگالی و شیمی سطح، همه بر روی جذب روغن موثر هستند(سارانیا،۲۰۱۶).

- **خصوصیات رنگ سنجی**

دقیق ترین ابزار برای اندازه گیری تفاوت هایی که اغلب بسیار جزئی هستند، چشم آموزش دیده است که می تواند بین ۱۰۰ نوع سایه سیاه تفاوت قایل باشد. روشی که برای اندازه گیری بازتاب باقیمانده(% 0.5>) ، که توسط OEC ابداع شده و به استانداردی تبدیل شد که با نام DIN Norm 55979 شناخته می شود. یک نمونه کربن سیاه با روغن بذر مخلوط شده و با فوتومتر طیفی مقدار M_Y value اندازه گیری می شود. هرچه ذره کربن بلک ریزتر باشد، مقدار M_Yبالاتر خواهد بود. شکل Blackness My معیاری از میزان سیاهی است که مستقیماً با بازتاب ارتباط دارد. مقادیر

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

معمولی بازتاب معمولاً زیر ۵٪ است و برای بهترین پوشش های سیاه می تواند زیر ۱٪ باشد. پاین ترین مقدار مقیاس ابزار استاندارد سازی، مرجع اندازه گیری شده را برای ۰٪ تعیین می کند(گلیس،۲۰۲۰).



شکل۳.اندازه ذرات اولیه

قدرت تینت (Tint strength) به یکی از پارامتر های رنگ سنجی اشاره دارد و قدرت رنگ آمیزی کربن بلک در برابر پیگمنت سفید (اکسید روی) اندازه گیری می شود. با این حال، قدرت تینت تحت تأثیر اندازه و ساختار ذرات و تا حدودی تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات است. هرچه ذرات کربن بلک ریزتر باشند، قدرت تینت آن بیشتر است که این نمایانگر یک شاخص غیر مستقیم از مشخصات سطح یا اندازه ذرات است (گلیس،۲۰۲۰).

- **اندازه گیری های فیزیکی و شیمیایی**

مقدار مواد فرار volatile matter contentنشان دهنده غلظت اکسیژن کربن بلک است و با گرم کردن کربن بلک تا ۹۵۰ درجه سانتی گراد تعیین می شود. این پارامتر به ویژه برای آزمایش کربن بلک اصلاح شده بسیار مهم است.

محتوای خاکستر ash contentبه سطح ناخالصی های غیر آلی ناشی از مواد اولیه اشاره دارد و آهن، کلسیم و سیلیسیم از رایج ترین آنها می باشند. کربن بلک حاصل از فرآیند گازی و استیلن به دلیل روند تولیدشان، دارای مقدار خاکستر بسیار کمی هستند.

محتوای باقیمانده sieve residueاطلاعاتی را در مورد ناخالصی های ذرات فراهم می کند که ممکن است حاوی ذرات فلزی یا سرامیکی باشد که از واحد تولیدی یا ذرات کک تشکیل شده در طی فرایند تولید منشأ می گیرند. هنگام ذخیره کربن بلک به دلیل قدرت جذب بالای آنها، رطوبت مسئله مهمی به شمار می آید.

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

pHکربن سیاه در سوسپانسیون آبی اندازه گیری می شود. کربن بلک های اصلاح نشده بسته به فرآیند استفاده شده دارای pH متفاوتی هستند: کربن بلک حاصل از فرآیند گازی به دلیل سطح اکسیده شده، همیشه اسیدی هستند. از سوی دیگر، کربن بلک حاصل از فرآیند کوره ای به طور کلی قلیایی هستند زیرا مقدار کمی اکسیدهای اساسی در سطح وجود دارد. کربن بلک حاصل از فرآیند لامپ و فرآیند حرارتی و همچنین در برخی موارد نیز کربن بلک حاصل فرآیند استیلن بلک توسط واکنش های قلیایی تا خنثی مشخص می شود(چن،۲۰۱۳).

- **خصوصیات ظاهری**

جهت تعیین فضای مورد نیاز پودر و پرک های کربن بلک، چگالی بالک bulk density و یا چگالی ریزش pour density، یا چگالی فشرده compacted density یا چگالی نشست tapped density اندازه گیری می شود. ساختار با چگالی ریزش منعکس می شود. کربن بلک با تراکم بالا High-structure چگالی بالک کمتری نسبت به کربن بلک با تراکم کم low-structure نشان می دهند.

در مورد کربن بلک های گلوله ای و یا پرک شده، سختی یک پارامتر کیفی قابل توجه است زیرا نشانه ای از شکنندگی آنها و مقاومت در برابر سرعت فرسایش است. میزان مقاومت با فرسایش دانه ها تا از بین رفتن و پودر شدن آنها تعیین می شود. در حالی که گلوله های نرم دیسپرسیون بهتری دارند، با این حال تردی آنها باعث ایجاد مشکلات مربوط به حمل ونقل و کاربرد میشود. توزیع اندازه گلوله ها پارامتری است که بر خصوصیات جریان (ریزش) کربن بلک گلوله ای تأثیر می گذارد. اندازه گلوله یکنواخت به معنای دانسیته بالک کمتر و جریان پذیری (ریزش) بهتر می باشد(چن،۲۰۱۳).

- **اطلاعات خاص فرآیندهای مختلف تولید**

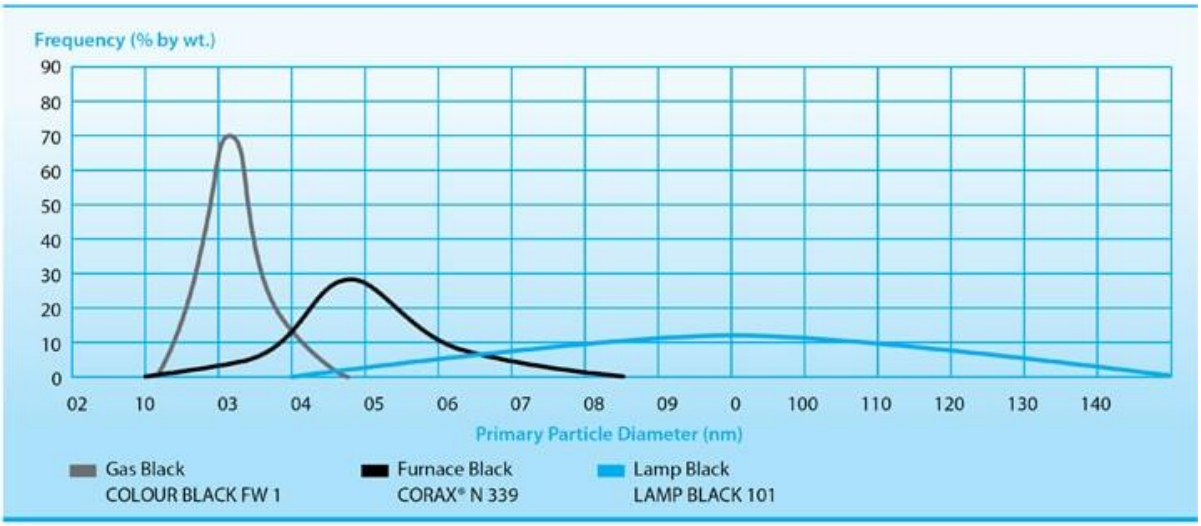
فرآیندهای مختلف تولید کربن بلک مزایای خاص خود را داشته و هر فرآیند با یک دامنه از محصول مشخص می شود. پارامترهای کلیدی، همانطور که در جدول نشان داده شده است، نمای کلی از داده های مشخص برای فرآیندهای اصلی تولید کربن بلک را ارائه می دهد.

جدول۲- واریانس های کربن سیاه در فرایندهای مختلف تولید. * فرآیند بدون فشار، ** کربن بلک اصلاح شده

		Thermal-Oxidative Decomposition			Thermal Decomposition	
		Lamp Black	Gas Black	Furnace Black	Thermal Black	Acetylene Black*
Nitrogen Surface Area	m^2/g	16–24	90–500	15–450	6–15	approx. 65
Iodine Adsorption	mg/g	23–33	n.a.	15–450	6–10	approx. 100
Primary Particle Size (arithm. mean)	nm	110–120	10–30	10–80	120–500	32–42
OAN	ml/100g	100–120	n.a.	40–200	37–43	150–200
Jetness M_Y		200–220	230–300	210–300	170–190	225
Tint Strength	%	20–35	90–150	50–160	approx. 20	n.a.
Volatile Matter	%	1–2.5	4–24	0.5–6	0.5–1.0	0.5–2,0
pH **		6–9	4–6	6–10	7–9	5–8*

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

هر فرآیند منحنی توزیع قطر ذرات اولیه را نشان می دهد. برای تعیین مقدار و اندازه ذرات اولیه، از تصاویر میکروسکوپ الکترونی استفاده می شود. شکل منحنی توزیع اندازه ذرات اولیه برای هر یک از روشهای اصلی تولید را نشان می دهد. به عنوان مثال کربن بلک ریز (حاصل از فرآیند گازها) در یک محدوده اندازه ذرات اولیه نسبتاً باریک پراکنده شده اند. کربن بلک های بزرگتر منحنی های پهن تری نشان می دهد(رامازامی،۲۰۱۵).



شکل٤-منحنی توزیع اندازه ذرات اولیه برای هر یک از روشهای اصلی تولید

روش شناسی:

روش مورد استفاده در این تحقیق از جله روش های کتابخانه ای می باشد، و از نظر هدف در دسته تحقیقات کاربردی قرار می گیرد.روش‌های کتابخانه‌ای شامل فرایندی منظم و گام به گام است که برای گردآوری اطلاعات جهت نگارش یک مقاله یا ارائه یک سمینار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طول فرایند یک مطالعه کتابخانه‌ای همواره لازم است که پژوهشگر به عق برگردد و اطلاعات قبلی را دستکاری، تعدیل و بازنویسی نماید. در تمامی تحقیقات علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی در بعضی از آنها در بخشی از فرآیند تحقیق از این روش استفاده می‌شود و در بعضی از آنها موضوع تحقیق از حیث روش، ماهیتاً کتابخانه‌ای است و از آغاز تا انتها متکی بر یافته‌های تحقیق کتابخانه‌ای است. روش تحقیق کتابخانه‌ای مهم‌ترین ابزار در نگارش یک مقاله مروری است و در مقاله علمی-پژوهشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحقیقات کیفی مانند فرامطالعه شامل روش فراترکیب و روش فراتحلیل از این روش استفاده زیادی می‌شود.بطور کلی روش‌های گردآوری اطلاعات به دو دسته روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم می‌شود. در تحقیقاتی که ظاهرا ماهیت کتابخانه‌ای ندارند نیز پژوهشگران ناگزیر از کاربرد روش‌های کتابخانه‌ای در تحقیق خود هستند. در این گروه تحقیقات اعم از توصیفی، علی، همبستگی، تجربی و غیره، پژوهشگر باید ادبیات و سوابق مسئله و موضوع تحقیق را مطالعه کند. در نتیجه، باید از روش‌های کتابخانه‌ای استفاده کند و نتایج مطالعات خود را در ابزار مناسب اعم از فیش برداری یا جدول و فرم ثبت و نگهداری نماید و در پایان کار نسبت به طبقه بندی و بهره برداری از آنها اقدام کند.

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

یافته ها:

طبق مندرجات استانداردهای ملی INSO18724و INSO 18727شیوه های نمونه گیری از کربن بلک در دودسته نمونه های بسته بندی شده و فله هرکدام به شرح زیر می باشد.

کربن بلک بسته بندی شده	کربن بلک فله
هدف و دامنه کاربرد هدف از تدوین این ،استاندارد تعیین روش نمونه برداری از محموله های کربن بلک بسته بندی شده در کیسه، کارتن ظروف انعطاف پذیر حجیم کیسه های جامبو یا هر بسته بندی دیگر است. **مراجع الزامی** مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۸ سال ۱۳۹۳، کربن بلک (دوده) ساچمه ای ،کاهش اختلاط و خشک کردن نمونه های انبوه برای آزمون **اهمیت و کاربرد** نمونه هایی که به این روش برداشته میشوند معرف کل محموله کربن بلک بسته بندی شده هستند. این نمونه ها برای تعیین میانگین کیفیت یا غیریکنواختی محموله، استفاده می شوند. **کلیات** هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در وجود چنین ،مواردی مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است. نمونه ها به منظور ارزیابی انطباق با الزامات معینی برداشته میشوند برای ارزیابی انطباق و یا یکنواختی یک بهر ممکن است چند نمونه	**هدف و دامنه کاربرد** هدف از تدوین این ،استاندارد تعیین روش نمونه برداری از محموله های کربن بلک فله ای بسته بندی نشده) درون واگن های سه کوپه ای" ریلی و بونکرها است. یادآوری۱ - آزمونهایی که باید روی نمونه های برداشته شده طبق این روش انجام شود همچنین تعداد و محل برداشتن نمونه ها و مقادیر آماری (در صورت وجود که لازم است گزارش شود، باید با توافق خریدار و تولیدکننده باشد. این استاندارد راهنمایی برای مواقعی که توافق رسمی وجود ندارد یا برای رسیدن به چنین توافقهایی ارایه میدهد. یادآوری -۲ برخی از تولید کنندگان یا خریداران ممکن است ظروف انعطاف پذیر حجیم کیسه های (جامبو) را به عنوان محموله فله در نظر بگیرند برای نمونه برداری از این نوع بسته بندی به استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۷ سال ۱۳۹۳ مراجعه کنید. **مراجع الزامی** مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است: ۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۷ سال ۱۳۹۳ کربن بلک(دوده) - نمونه برداری از محموله های بسته بندی

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

برداشته شود تعداد و مقدار ،نمونهها همچنین محل برداشت آنها در یک بهر با توجه به مقاصد نمونه برداری تعیین میشود نمونه برداری از یک بهر باید طبق توافق تولید کننده و مشتری، در محل تولید یا تحویل انجام شود نمونه ها میتوانند از بسته های بارگیری شده یا در حال ،تحویل، برداشته شوند. هر نمونه باید معرف یک واحد بهر یا جرم تقریبی معادل آن باشد. به طور کلی بهتر است یک نمونـه معـرف هـر ۵۰۰۰ از بهر برداشته شود برای بهرهای کوچکتر که به منظور ارزیابی یکنواختی نمونه برداری میشوند، سه نمونه با جرمهای تقریبا مساوی توصیه میشود در صورت عدم اطمینان از یکنواختی ،بهر ممکن است نمونه های بیشتری لازم باشد برای بهرهای با یکنواختی قابل قبول شناخته شده ممکن است یک نمونه کافی باشد.

٤-۳ مقدار هر نمونه برای برداشت باید با توجه به مقاصد نمونه برداری تعیین شود مقدار نمونه باید برای انجام آزمونهای مورد نظر و در صورت نیاز تکرار آزمون کافی باشد خواه نمونه به طور مستقل استفاده شود یا در یک کامپوزیت به کار رود. همچنین مقدار نمونه باید برای اختلاط کافی باشد برای همه نمونه ها، غیر از آنهایی که به طور مستقیم از یک کیسه برداشته میشوند حداقل ٤ dm3 توصیه میشود زیرا کربن بلک های ساچمه ای تمایل به لایه لایه شدن براساس اندازه ساچمه دارند هنگام نمونه برداری از هر کیسه مقدار برداشته شده باید به- قدری باشد که در کیسه مقدار کافی از نمونه برای مصرف کننده، باقی بماند.

یادآوری - آزمونهای تعیین کیفیت دانه ها ممکن است تحت تاثیر شرایط محل یا نقطه نمونه برداری با خطا همراه باشد. برای اجتناب از این موضوع باید نمونه ها به روش شرح داده شده در استاندارد ملی ایران شماره مخلوط شوند.

وسایل

تقسیم کننده نمونه، نوع ریفل

ظرف ،نمونه بدون نفوذ هوا با گنجایش ٤ dm3

ملاقه نمونه برداری

روش انجام نمونه برداری

الگوی(طرح) نمونه برداری

۲-۲ شده استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۸ سال ،۱۳۹۳ کربن بلک (دوده) ساچمهای کاهش، اختلاط خشک کردن نمونه های انبوه برای آزمون

اهمیت و کاربرد

نمونه برداری از محموله های فلهای کربن بلک اهمیت بسیار زیادی دارد زیرا محل نمونه برداری و تعداد نمونه هایی که توسط آزمایشگاههای مختلف برداشته میشود میتواند بر همخوانی نتایج حاصل از آزمونها تاثیر معنی داری داشته باشد. این روش برای به دست آوردن نمونه های معرف کل محموله کربن بلک در هر کوپه یا در کل واگن یا بونکر، به کار برده میشود. این نمونه ها میتوانند برای تعیین میانگین کیفیت و یا یکنواختی محموله، استفاده شوند.

روش انجام نمونه برداری

هشدار در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن برعهده کاربر این استاندارد است.

*از هر خروجی نمونه حداقل ٤dm3 کربن بلک برداشته و دور بریزید سپس نمونه ای به حجم بردارید. خروجیها در دو طرف هر کوپه از یک واگن سه کوپه ای ریلی یا در یک طرف بونکر قرار دارند.

* اگر نمونه برداری از قسمتهای بالایی واگن یا بونکر انجام میشود بهتر است ابتدا حدود ۱۵۰mm از سطح رویی مواد کنار زده شده و سپس ٤dm از نمونه برای آزمون برداشته شود میتوان از یک نمونه بردار از نوع نمونه قاپ استفاده کرد نمونه بردار باید بتواند نمونه را از عمق ۱۵۰mm بردارد.

* در صورت نمونه برداری از واگن یا بونکر هنگام تخلیه یا ،بارگیری توصیه میشود از هر کوپه، ۳ نمونه به- ترتیب، یکی از شروع ،تخلیه یکی از اواسط و یکی نزدیک به پایان ،تخلیه برداشته .شود مقدار کل نمونه باید

حدود ٤dm3 باشد.

* نمونه های برداشته شده، می توانند به صورت مجزا یا ترکیب شده، آزمون شوند. برای تهیه نمونه ترکیب شده به استاندارد ملی

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

در صورتی که تولید کننده و مشتری توافقی در مورد الگوی نمونه برداری نداشته باشند الگوی زیر برای هر محموله توصیه میشود، با این فرض که شرایط تولید و بسته بندی بهر موردنظر ما را از یکنواختی آن در حد قابل قبول مطمئن .کند اگر از یکنواختی بهر مطمئن نباشیم باید تعداد نمونه ها افزایش یابد.

کیسه ها

یک کیسه یا بیشتر ولی کمتر از یک واحد :کامل یک نمونه از یک کیسه

یک تا ٤ :واحد یک نمونه از یک واحد

۵ تا ۸ واحد حداقل ۳ ،نمونه معرف واحدهای اول، وسط و آخر

بیش از ۸ :واحد از هر یک از واحدهای ،اول ،ششم دوازدهم هجدهم و در صورت دسترسی، واحد بیست و چهارم یک نمونه

کیسه های جامبو

یک تا چهار کیسه جامبو یک نمونه از یک کیسه جامبو

۵ تا ۸ کیسه جامبو حداقل ۳ ،نمونه معرف کیسه جامبو اول، وسط و آخر

بیش از ۸ کیسه جامبو

الف- کیسه جامبو با وزن ۵۰Kg یا کمتر از هر یک از کیسه های جامبو ،اول ،دهم بیستم و در صورت امکان چهلم، یک نمونه. ب- کیسه جامبو با وزن بیش از ۵۰۰ از هر یک از کیسه های جامبو ،اول ششم دوازدهم، هجدهم و درصورت دسترسی، کیسه جامبو بیست و چهارم، یک نمونه

نمونه برداری از کیسه

روش الف حداقل ۲۵mm یا در صورت نیاز بیشتر از سطح رویی نمونه را به دقت کنار بزنید. سپه با استفاده از ملاقه نمونه برداری . نمونه ای را که معرف کل است.

روش ب نمونه برداری را از نمونه ای که در حال پرشدن در کیسه است، انجام دهید.

روش پ با استفاده از یک ملاقه نمونه برداری با اندازه متناسب با خروجی ،نمونه، نمونه را از کیسه های در حال بارگیری بردارید

نمونه برداری از کیسه جامبو

ایران شماره :۱۸۷۲۸ سال ۱۳۹۳ مراجعه کنید. سعی کنید تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون برروی نمونه هایی انجام شود که از یک محل برداشته شده باشند.

آماده سازی و کارکردن با نمونه

*تا فرارسیدن زمان آزمون یا آماده سازی نمونه ها را در ظرف غیر قابل نفوذ هوا نگهداری کنید. مابقی نمونه، برای آزمون های احتمالی بعدی را نیز در ظرف غیر قابل نفوذ هوا نگه داری کنید.

* هنگام کار کردن با نمونه های برداشته شده برای تعیین کیفیت ساچمه ها دقت کنید که خرد نشوند.

* چنانچه نمونه های مجزا برای آزمونهای مستقل برداشته شده اند برای یکنواخت کردن ، هر نمونه را حداقل ۲ بار از یک تقسیم کننده تک مرحله ای از نوع ریفل عبور دهید به) استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲۸: سال ۱۳۹۳ مراجعه کنید در صورتی که آزمون تعیین کیفیت ساچمه ها موردنظر باشد این کار اهمیت ویژه ای دارد.

* چنانچه نمونه های مجزا ترکیب شده اند آنها را حداقل ۳ بار از تقسیم کننده تک مرحله ای نوع ریفل عبور دهید به استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۸ سال ۱۳۹۳ مراجعه کنید).

*چنانچه فقط تعیین مقدار میانگین مشخصه معینی از یک محموله مورد نظر ،باشد بهتر است نمونه های ترکیبی مورد آزمون قرار گیرند.

* چنانچه مقادیر میانگین و گستره انحراف استاندارد نمونه ، برای مشخصه معینی از محموله مورد نظر باشد، باید از نمونه های مجزا برای آزمون استفاده شود.

گزارش نمونه برداری

گزارش نمونه برداری باید شامل اطلاعات زیر باشد:

تعداد نمونه های مجزا و محل برداشتن آنها

میانگین درصورت آزمون نمونه ترکیبی

مقادیر مجزا، میانگین و گستره یا انحراف استاندارد نمونه ، درصورت آزمون نمونه های مجزا

دقت و اریبی

برای این روش دقت و اریبی کاربرد ندارد زیرا دادههای کمی به دست نمی آید.

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

روش الف – ابتدا حدود ۱۰۰mm از سطح رویی محل انتخاب شده را کنار بزنید. سپس با استفاده از ملاقه نمونه برداری بند(۵-۳) نمونه ای با حجم ٤dm .بردارید نمونه نباید از قسمتی که دقیقا زیر نقطه بارگیری

است برداشته شود، زیرا احتمال دارد به دلیل استفاده از ابزار بارگیری مقدار کربن بلک پودر شده در آن قسمت زیاد باشد.

روش ب- از یک نمونه بردار از نوع نمونه قاپ استفاده کنید نمونه بردار باید بتواند نمونه را از عمق ۱۵۰mm بردارد. ممکن است برای برداشتن ٤dm3 نمونه لازم باشد نمونه بردار را چند بار به کار برد.

روش پ – نمونه برداری را از نمونه ای که در حال پرشدن در کیسه جامبو است، انجام دهید.

نمونه هایی را که از بسته های کربن بلک به دست آمدند، طبق توافق تولید کننده و مشتری، به صورت مجزا یا ترکیب شده آزمون کنید چنانچه توافقی وجود نداشت به غیر از آزمونهایی که کربن بلک با لاستیک مخلوط می شود، هر نمونه را به طور مجزا آزمون کنید برای آزمونهایی که کربن بلک با لاستیک مخلوط میشود، از نمونه ترکیبی استفاده کنید.

آماده سازی و کارکردن با نمونه

تا پایان آزمونها نمونه را در ظرفهای غیر قابل نفوذ هوا نگه داری کنید. این امر به ویژه در صورتی که نمونه برای انجام آزمون کاهش وزن دراثر حرارت استفاده شود، بسیار اهمیت دارد.

هنگام کارکردن با نمونه های برداشته شده برای تعیین کیفیت ساچمه ها، دقت کنید که خرد نشوند. ۳-۷ چنانچه از نمونه های مجزا برای انجام آزمونهای مستقل استفاده میشود نمونه را طبق استاندارد ملی ایران شماره :۱۸۷۲۸ سال ۱۳۹۳ آماده کنید اگر انجام آزمونهای تعیین کیفیت ساچمه ها موردنظر باشد، این امر اهمیت ویژهای .دارد توصیه اکید میشود که میانگین کیفیت ،محموله از نمونههای مجزا محاسبه شود. به این ترتیب میانگین کیفیت و حداکثر و حداقل اختلاف به دست می آید.

چنانچه نمونه های مجزا ترکیب میشوند آماده سازی را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲۸: سال ۱۳۹۳ انجام دهید.

دقت و اریبی

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

برای این روش دقت و اریبی کاربرد ندارد زیرا داده های کمی به دست نمی آید.	

نتیجه گیری:

کربن بلک، یک کربن سیاه رنگ یا دوده نیست. دوده کربنات و کربن سیاه حاوی مقادیر زیادی از مواد قابل استخراج دی کلرو متان و تولوئن می باشد و می تواند خاکستر ۵۰٪ یا بیشتر را نشان دهد. کربن بلک خواص شیمیایی و فیزیکی متفاوتی با دوده و کربن سیاه دارد بیشتر انواع آن حاوی بیش از ۹۷٪ کربن عنصری مرتب شده به عنوان ذرات آکینیوم (خوشه انگوری) است. بر عکس، معمولا کمتر از ۶۰٪ کل مقدار ذره از دوده یا کربن سیاه، تشکیل شده از کربن است. که این مقدار به منبع و ویژگی ذرات (شکل، اندازه و ناهمگونی) بستگی دارد. آلاینده های آلی مانند هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) تنها می توانند تحت روش های بسیار دقیق آزمایشگاهی (استخراج سوکسله با استفاده از حلال های آلی و درجه حرارت بالا) استخراج شوند. این عصاره ها منحصر به فرد هستند. هر کدام از فرآیندهای مختلف تولید کربن سیاه دارای خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می باشند.مطابق استاندارد های ملی ایران در نمونه برداری از کربن بلک در محموله های بسته بندی و فله، نمونه گیری به صورت های متفاوتی صورت می گیرد.در هر دوروش تلاش شده است ازروش هایی استفاده شود که نمونه برداشته شده معرف کل کالا باشد و به این منظور مقادیر معینی از کالا در هر روش توصیه شده است. تفاوت مهم در دو استاندارد یاد شده در این است که در نمونه برداری از نمونه های بسته بندی اختلاط نمونه ها به منظور یکنواختی قبل از آزمون توصیه شده است.اما در استاندارد نمونه برداری به روش فله توصیه شده است که تجزیه و تحلیل نتایج بر روی نمونه هایی انجام شود که از یک محل برداشته شده است. در هر دو صورت در صورت نیاز به اختلاط نمونه ها طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲۷ انجام می گیرد. نمونه برداری از محموله های فلهای کربن بلک اهمیت بسیار زیادی دارد زیرا محل نمونه برداری و تعداد نمونه هایی که توسط آزمایشگاههای مختلف برداشته میشود میتواند بر همخوانی نتایج حاصل از آزمونها تاثیر معنی داری داشته باشد. این روش برای به دست آوردن نمونه های معرف کل محموله کربن بلک در هر کوپه یا در کل واگن یا بونکر، به کار برده میشود. این نمونه ها میتوانند برای تعیین میانگین کیفیت و یا یکنواختی محموله، استفاده شوند.

پیشنهادها:

استفاده از متدها و تجهیزات به روز در نمونه برداری و استفاده از کارشناسان خبره بایستی در دستور کار قرار بگیرد.در صورتی که الزامات قانونی ملاک نباشد می توان از اصول آماری مانند جدول اعداد تصادفی در نمونه برداری کمک گرفت.

تقدیر و تشکر:

با سپاس فراوان از شرکت سلامت آزما که در تمام مراحل این پژوهش، در کنار نویسندگان این مقاله حضور داشتند.

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

منابع:

۱. استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲٤: سال ۱۳۹۳،کربن بلک(دوده)، نمونه برداری از محموله فله

۲. استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲۷:سال ۱۳۹۳، کربن بلک(دوده)، نمونه برداری از محموله های بسته بندی شده

۳. استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۷۲۹:سال ۱۳۹۳، کربن بلک(دوده)، واژه نامه

۴. استاندارد ملی ایران شماره ۳٤۳۱:سال ۱۳۸۸، کربن بلک(دوده)، تعیین عدد جذب روغن (OAN)

۵. استاندارد ملی ایران شماره ۳٦٦۸:سال ۱۳۸۸، کربن بلک(دوده)، تعیین عدد جذب روغن در نمونه های متراکم شده (COAN)

۶. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲٤۸۰:سال ۱۳۹۵، کربن بلک(دوده)، تعیین مقدار خاکستر

۷. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲٤۸٤:سال ۱۳۹۵، کربن بلک(دوده)، تعیین مواد باقی مانده بر روی الک

۸. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲٤۷۹:سال ۱۳۹۵، کربن بلک(دوده)، تعیین مقدار Ph

۹. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۲۸:سال ۱۳۹۳، کربن بلک(دوده)، ساچمه ای، کاهش،اختلاط و خشک کردن نمونه های انبوه برای آزمون

[1] Zatirostami A., 2020, Electro-deposited SnSe on ITO: A low-cost and high- performance counter electrode for DSSCs, Journal of Alloys and Compounds, 844 156151 (2020).

[2] Freitag, M., et al., Dye-sensitized solar cells for efficient power generation under ambient lighting. Nature Photonics, 11(6), 372-378 (2017).

[3]Demir, E., Sen, B. and Sen, F., "Highly efficient Pt nanoparticles and f-MWCNT nanocomposites based counter electrodes for dye-sensitized solar cells", Nano- Structures & Nano-Objects, 11, 39-45.(۲۰۱۷)

[4] Zatirostami Ahmad, "A new electrochemically prepared composite counter electrode for dyesensitized solar cells", Thin Solid Films 701 137926 (2020).

[5] Al-Mamun, M., et al., "Pt and TCO free hybrid bilayer silver nanowire-graphene counter electrode for dye-sensitized solar cells", Chemical Physics Letters, 561, 115-119 (2013).

[6] Huang, Y. J., et al., "Structural Engineering on Pt-Free Electrocatalysts for Dye- Sensitized Solar Cells", In Nanostructures. IntechOpen (2019).

[7] Karim, N. A., Mehmood, U., Zahid, II. F., and Asif, T. "Nanostructured photoanode and counter electrode materials for efficient Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs)", Solar Energy, 185, 165-188 (2019).

[8] Chu, Z., Wang, Y., Jiao, L., and Zhang, X., "Laser-scribed reduced graphene oxide as counter electrode for dye-sensitized solar cell", Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 27(12), 914-919 (2019).

[9] Saranya, K., Subramania, A., Sivasankar, N., and Mallick, S., "Electrospun TiC embedded CNFs as a low cost platinum-free counter electrode for dye-sensitized solar cell", Materials Research Bulletin, 75, (2016).

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

[10] Zatirostami Ahmad, "Increasing the efficiency of TiO2-based DSSC by means of a double layer RF-sputtered thin film blocking layer", Optik - International Journal for Light and Electron Optics 207 164419 (2020),https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164419 83-90.

[11] Gullace, S, et al., “A platinum-free nanostructured gold counter electrode for DSSCs prepared by pulsed laser ablation", Applied Surface Science, vol. 506, p. 144690 (2020).

[12] Chen, P. W., et al., "Dye-sensitized solar cells with low-cost catalytic films of polymer-loaded carbon black on their counter electrode", RSC advances, Vol. 3, no. 17, pp. 5871-5881 (2013).

[13] Ramasamy, P., Manivasakan, P., and Kim, J., "Phase controlled synthesis of SnSe and SnSe 2 hierarchical nanostructures made of single crystalline ultrathin nanosheets", Cryst. Eng. Comm., Vol. 17, no. 4, pp. 807-813 (2015)

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]

Evaluation and comparison of sampling methods to determine the standard of carbon black (soot) according to the national standards of Iran in packaged and bulk shipments

Fatemeh Hosseini*[1], Nasrin Hosseini[2]

Abstract

Carbon black (soot) is an engineered material consisting mainly of elemental carbon and produced by incomplete combustion or thermal decomposition of gaseous or liquid hydrocarbons under controlled conditions. The appearance looks like seeds or black powders. Carbon black is also among the top 50 industrial chemicals produced worldwide, based on annual tonnage. Current worldwide production is about 18 billion pounds per year (8.1 million tons). Carbon black or black soot is a black substance that is composed of about 97 to 99 percent of carbon and other components include hydrogen and oxygen. The purpose of this article is to evaluate and compare sampling methods to determine the standard of carbon black (soot). It is according to the national standards of Iran in packaged and bulk shipments. The research method is library-based and practical in terms of purpose. The results show the difference between the sampling methods of carbon black cargoes packed in bags, cartons, bulky flexible containers, jumbo bags or any other packaging with the sampling method of bulk carbon black cargoes not packed in wagons. There are three-compartment cars and bunkers.

Keywords: sampling methods, standard, carbon black, packaged, bulk

1*Master of Physics - Solid State, Islamic Azad University, Pishva branch, Varamin, Iran. (Corresponding author)
2 Master of Accounting, Islamic Azad University, Quds Branch, Iran.

[Downloaded from jnraims.ir on 2026-11-20]