



نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران  
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

## تهیه و آنالیز زغال فعال از پوست میوه ها و خاک اره

کامبیز تحویل‌داری، گیلدا فلاح نژاد، مستانه نعمت<sup>۱</sup>، مونا فراهانی، سمیه غفاری<sup>۱\*</sup>

۱- تهران، نارمک، خیابان فرجام، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده شیمی

۲- دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، خیابان دکتر شریعتی نرسیده به ظفر

کوچه دفتری شرقی، تهران

[royaghaffary@yahoo.com](mailto:royaghaffary@yahoo.com)

### چکیده

کربن فعال شده عنوانی برای گروهی از کربنهای متخلخل می باشد. هر کدام از آنها بوسیله عملکرد کربن با گازها یا بوسیله کربن دار کردن مواد کربنی همزمان با عملکرد شیمیائی تولید می شوند. برای تولید کربن فعال از مواد اولیه گوناگونی استفاده می شود، از جمله این مواد می توان به هسته های میوه (هلو، گیلایس، زردآلو و ... )، پوست میوه نارگیل و الیاف درخت آن، پوست گردو، زغال سنگ، تورپ، لیگنیت، سبوس یا پوسته برنج، خاک اره و کربیدها اشاره نمود.

فرآیندهائی که برای تولید کربن فعال شده وجود دارند را می توان به دو دسته تقسیم کرد :

۱- فعالسازی حرارتی در دماهای بالا،

۲- فعالسازی شیمیایی با استفاده از اسید فسفریک و کلرید روی و گازهای فعال کننده مانند بخار آب و دی اکسید کربن [۱].

با توجه به کاربردهای گوناگون کربن فعال شده در حذف بو، مزه و رنگ مایعات گوناگون و جذب گازها در صنایع مختلف نظیر صنایع قند، داروئی، روغن کشی، نفت و گاز و تصفیه آب. عدم تولید این ماده با کیفیت و حجم مطلوب در داخل کشور، لزوم تولید کربن فعال با کیفیت بالا و قیمت مناسب مشخص می شود.

در این مقاله سعی شده تا با مروری کامل بر تمامی روشهای تولید کربن فعال در مراجع، یک روش برای تولید کربن فعال از پوست میوه ها (بادام، گردو، پرتقال) و خاک اره انتخاب و در کوره آزمایشگاهی، فرآیند تولید با استفاده از بخار آب فوق داغ توسط گاز طبیعی و اکسیژن انجام شده و تستهای آنالیز جذب (متیلن بلو، ید) بروی این مواد به روش مقایسه ای صورت گرفته است.

**کلمات کلیدی:** کربن اکتیو، کوره، بویلر آزمایشگاهی، تست متیلن بلو، تست ید

## مقدمه

براساس مطالعات و مرور کاملی که بروی تمامی چکیده مقالات (C.A)، پتنت ها و ژورنالهای مرتبط در طی صد سال اخیر انجام شده است، سعی شده با توجه به کیفیت قدرت جذب، سطح تماس، هزینه و مواد اولیه در دسترس بهترین روشها مورد نظر قرار گیرد. مورد اول که بررسی شده است پوست سخت میوه ها می باشد.

مواد خام مانند هسته و پوسته سخت میوه ها، چوب، زغال نارس یا لیگنیت، قبل از تقطیر در حالت خوب سائیده و نرم شده به یک اتاقک داغ که حاوی گازهای معلق است بصورت مواد اولیه داده شده اند. قسمت فعال شده به دلیل  $sp \cdot gr$  ظاهری پائین تر آن حاصل می شود [۲].

مورد دوم لیگنیت می باشد، روش مناسب جهت بدست آوردن جاذب مؤثر برسوی سه لیگنیت با ترکیبات متفاوت مورد مطالعه قرار گرفته است. در این جا سه موقعیت مورد توجه قرار می گیرد:

(۱) رابطه بین منشاء لیگنیت و خواص جذبی ۴- نیتروفنول

(۲) تأثیر محتوای مواد معدنی (مقدار و طبیعت خاکستر)

(۳) توسعه سطح ویژه و توزیع حجم متخلخل

ویژگیهای لیگنیت (برای مقال محتوای آب و مواد فرار) بررسی چگونگی پیرولیز و خواص زغال سنگ بدست آمده و خواص جذبی آن مؤثر است.

درجه حرارت پیرولیز بهینه تعیین شده برای هر پیش ماده دارای یک روش ساده و سریع در مقیاس آزمایشگاهی می باشد. این درجه حرارت ما بین  $700 - 850^{\circ}C$  می باشد. علاوه براین یک واکنش پیش اکسیداسیون حرارتی ساده فرض شده است که سبب افزایش بسیار مؤثر در خاصیت جذب سطحی می گردد. در این مورد افزایش محتوای مواد فرار و افزایش قابلیت اکسید شدن منجر به بهبود خواص جذب سطحی می گردد. به نظر میرسد که مقدار ماهیت خاکستر یک پارامتر کلیدی است که اثر مثبت بروی توسعه خلل و فرج های میکرو و مزو دارد. علاوه بر این مشاهده گردید که درجه بالائی از پراکندگی مواد معدنی و بطور عمده کلسیم، سبب افزایش واکنش پذیری زغال می شود [۳].

مورد سوم خاک اره می باشد. این قسمت روش های آزمایشگاهی مختلف گزارش شده در متون علمی و اثبات آنها و استفاده از فرآیند فعال سازی دو مرحله ای با کربنیزاسیون نیمه را تا بالای  $200^{\circ}C$  مورد ملاحظه قرار داده است:

مرحله اول، مرحله فعال سازی در دمای خواسته شده برای تولید کربن اکتیو از وابسته های کربنی و استفاده از اسید فسفریک می باشد.

تلاش مؤثر در جهت افزایش سطح مخصوص کربن اکتیو بدست آمده از خاک اره بوسیله فرآیند فعالسازی دو مرحله ای با اسید فسفریک بعنوان عامل فعال کننده انجام گرفته است.

آزمایشات در یک کوره دو جداره در مقیاس آزمایشی تحت شرایط پایه و اتمسفر خود تولید انجام شده است که پارامترهای فرآیند را مانند نسبت فعالسازی، زمان کربونیزاسیون و درجه حرارت پوشش می دهد. کربونیزاسیون نیمه در  $200^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۵ دقیقه، توسط فعالسازی در  $500^{\circ}\text{C}$  به مدت ۶۴ دقیقه تکمیل می شود که محصولی با نسبت فعالسازی  $1/5$ ، عدد ید  $1096$  (که با سطح مخصوص BET مطابقت دارد)، بازده  $35\%$  و بازیافت عامل فعال کننده به میزان  $90\%$  بدست می آید [۴].

مورد چهارم پوسته نارگیل می باشد. زغال پوست بادام زمینی و پوسته نارگیل تهیه شده است از  $\text{ZnCl}_2$  و  $\text{CaCl}_2$  (کلسیم کلراید) و اسیدفسفریک و سود برای پیش آماده سازی مواد خام و کربنیزه کردن بعدی در  $800 - 600^{\circ}\text{C}$  استفاده کرده است.

توانایی جذب سطحی زغال بدست آمده توسط روش های متیلن بلو، کارامل، ید، اسیداستیک و محتوای خاکستر و جرم مخصوص ظاهری که مورد بررسی قرار گرفته است.

پیش آماده سازی با  $\text{ZnCl}_2$  اسیدی بطور کل بیشترین زغال فعال را تولید می کند.

افزایش در  $\text{ZnCl}_2$  متناسب با کاهش در محتوای خاکستر و جرم مخصوص ظاهری و افزایش جذب متیلن بلو و ید و کارامل می باشد.

اما در مورد زغال پوسته بادام زمینی در جذب سطحی متیلن بلو کاهش وجود دارد.

پیش آماده سازی با کلسیم کلراید، سولفوریک اسید و سود بطور کلی (اکثراً) ناکام مانده است.

تولید زغال با قدرت جذب سطحی بالا با یک استثناء در زغال تهیه شده با استفاده از کلسیم کلراید جذب نسبتاً بالایی از کارامل را نشان می دهد.

$\text{ZnCl}_2$  بعنوان عامل فعال کننده مؤثر نمی باشد. مگر اینکه در مواد خام اولیه در مدت کربنیزه شدن موجود باشد [۵].

## شرح دستگاه و آزمایشات کنترل کیفی

یک کوره در مقیاس آزمایشگاهی جهت تهیه کربن فعال طراحی شده است، از بخار آب بعنوان گاز فعال کننده استفاده گردیده است. سیستم حرارتی کوره بوسیله یک مشعل تأمین شده و حرارت وارده بر سیستم بیرونی می باشد. سوخت مشعل اکسیژن و گاز طبیعی است و تغییرات درجه حرارات از طریق تنظیم اکسیژن ورودی اتفاق می افتد.

تعدادی آزمایشهای آنالیز استاندارد بروی نمونه هائی از کربنهای مختلف جهت اندازه گیری میزان جذب آنها انجام شده است. این آزمایشها عبارتند از: ید، متیلن بلو، رطوبت و خاکستر که شرح آنها در ذیل آمده است.

## آزمایش ید

۱۰۰ میلی لیتر محلول استاندارد با غلظت مشخص ساخته می شود. حلال مورد استفاده جهت به حجم رساندن محلول آب می باشد. مقداری از محلول مادر در داخل سل دستگاه UV - VIS ریخته می شود،

جذب اولیه محلول اندازه گیری می شود. سپس مقداری از کربن مورد نظر (۱ g - ۰/۵) داخل  $20^{\circ}\text{C}$  از محلول استاندارد اضافه می گردد و هم زده می شود. محلول به مدت ۱۵ دقیقه بی حرکت باقی می ماند و پس از آن توسط کاغذ صافی فیلتر می شود. میزان جذب محلول زیر صافی توسط دستگاه اندازه گیری می شود و با جذب اولیه آن مقایسه می گردد. از آب مقطر هم به عنوان شاهد استفاده می گردد.

### آزمایش متیلن بلو

۰/۰۰۱ gr از متیلن بلو جامد داخل بشر  $100^{\circ}\text{C}$  توسط آب به حجم رسانده می شود. محلول داخل بشر به مدت ۱۵ دقیقه هم زده می شود. سپس حدود  $25^{\circ}\text{C}$  از محلول سانتریفیوژ می گردد و پس از سانتریفیوژ به دو قسمت تقسیم می شود. هر قسمت بطور جداگانه داخل یک بالن  $50^{\circ}\text{C}$  به حجم رسانده می شود. بدین ترتیب محلول استاندارد متیلن بلو آماده می گردد و جذب آن توسط دستگاه UV - vis خوانده می شود. از آب مقطر هم بعنوان شاهد استفاده می گردد. پس از آن مقداری از کربن مورد نظر (۱ g - ۰/۵) به داخل محلول استاندارد اضافه و هم زده می شود. محلول به مدت ۱۵ دقیقه بی حرکت باقی می ماند و پس از آن توسط کاغذ صافی فیلتر می گردد. سپس میزان جذب محلول زیر صافی توسط دستگاه خوانده می شود و با جذب اولیه محلول مقایسه می گردد.

توجه: هر کدام از نمونه ها علاوه بر محلول متیلن بلو رقیق، داخل محلول متیلن بلو غلیظ نیز اضافه می شوند و جذب هر دو محلول غلیظ و رقیق حاوی کربن اندازه گیری و با یکدیگر مقایسه می گردد.

### آزمایش رطوبت

ابتدا ظرف مخصوص آزمایش رطوبت به مدت ۱ ساعت داخل آون با درجه حرارت  $130^{\circ}$  قرار داده می شود تا به وزن ثابت رسد. پس از گذشت یک ساعت ظرف مخصوص با پنس، به داخل دسیکاتور منتقل می گردد تا کاملاً سرد شود. سپس ظرف بروی ترازو گذاشته می شود و توزین می گردد. آنگاه ۱g از نمونه داخل ظرف اضافه می شود و به مدت ۱ ساعت در آون با درجه حرارت  $130^{\circ}$  قرار داده می شود. پس از اتمام زمان مورد نظر، ظرف توسط پنس به دسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن کامل توزین می گردد.

### محاسبات

۱ وزن ظرف رطوبت:

۲ وزن ظرف حاوی نمونه:  $2 - 1 = A$

۳ وزن ظرف حاوی نمونه خشک شده:  $2 - 3 = B$

رطوبت نمونه  $\% = 100 * \frac{B}{A}$

## آزمایش خاکستر

ابتدا لازم است در حرارتی که آزمایش خاکستر باید انجام گردد، کروزه به مدت ثابت برسد. برای این منظوره کروزه داخل کوره با حرارت  $600^{\circ}\text{C}$  به مدت یک ساعت قرار داده می شود. پس از آن ابتدا کروزه داخل آون (به مدت ۱۰ دقیقه) و بعد از آن داخل دسیکاتور گذاشته می شود تا کاملاً سرد شود. کروزه توزین می گردد، آنگاه ۱g نمونه داخل آن اضافه و مجدداً توزین می شود. سپس نمونه کاملاً سوزانده می شود و بعد کروزه حاوی نمونه سوخته به مدت ۴ ساعت داخل کوره با درجه حرارت  $600^{\circ}\text{C}$  قرار داده می شود. پس از گذشت ۴ ساعت کروزه به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه داخل آون گذاشته می شود و بعد به داخل دسیکاتور منتقل می گردد تا کاملاً خنک شود. آنگاه کروزه توزین می گردد [۵].

### محاسبات (خاکستر بر حسب ماده خشک)

وزن کروز خالی: ۱      وزن نمونه = ۱ - ۲

وزن کروز حاوی نمونه: ۲

وزن کروز حاوی خاکستر: ۳      وزن خاکستر = ۳ - ۱

مقدار رطوبت کل نمونه ۱۰۰

مقدار رطوبت موجود در نمونه داخل کروزه =  $x$  وزن نمونه داخل کروزه

ماده خشک = مقدار رطوبت موجود در نمونه کروزه - مقدار نمونه داخل کروزه

وزن خاکستر      وزن ماده خشک

وزن خاکستر بر حسب % ماده خشک =  $x$  ۱۰۰

## نتایج

- (۱) یک کوره از جنس آجرنسوز با مشعل گاز طبیعی و اکسیژن به همراه ورودی بخار آب، که بخار آب در شرایط عادی وارد کوره می شود و در داخل کوره تحت حرارت مشعل به دمای مورد نظر می رسد. برای ساخت کربن فعال از پوست میوه ها و خاک اره طراحی شد.
- (۲) در مرحله بعد، روشهای استاندارد، متیلن بلو و ید با استفاده از دستگاه جذب UV - vis به روش مقایسه ای، درصد جذب رنگ نمونه ها سنجش شد.

## منابع و مراجع

1. Joseph W. Donegan, *usp* 2, 549, 298
2. Naamlooze Vennootschap, *Gbp* 228, 582
3. G. Fiqueneisel, *Fuel Processing technology*, 57, 195 – 208, 1998
4. C. Srinivasakannan, *Biomass & Bioenergy*, 27, 89 – 96, 2004.
5. Sudhamoy Mukherjee, *J. Am. Chem. Soc.* 71, 1725 – 9, 1949.
6. *Annual Book of ASTM Standards*, Vol : 15/01, 1996.