



دانشگاه مازندران

دانشکده شیمی-گرایش تجزیه-اسپکتروسکوپی

موضوع :

تهیه کربن فعال از گیاه نی و جارو و بررسی پارامترهای موثر بر ظرفیت جذب آنها

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

استاد راهنما:

دکتر سید ناصر عزیزی

استاد مشاور:

دکتر جهانبخش رئوف

ارائه دهنده:

مجتبی شکفتی

شهریور 1388

تقدیم به :

مادرم که خواستن را

و پدرم که چرایی خواستن را

به من آموختند

یاد و سپاس

اکنون که به لطف حق مراحل تحقیق به پایان رسید بر خود لازم می دانم صمیمانه ترین مراتب سپاس گزاریم را حضور تمامی بزرگواران و اساتیدی که مرا به خانه خرد خویش فرا خواندند ابراز دارم.

از استاد راهنمای بزرگواریم جناب آقای دکتر عزیزی به پاس آموخته هایم از ایشان و رهنمودهای ارزنده شان در طول دوران تحصیل سپاسگزارم.

از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر جهانبخش رئوف که در طول انجام این طرح از راهنمایی های ایشان بهره بردم متشکرم.

از اساتید مدعو آقایان دکتر چایچی و دکتر صمدی و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر فرمانزاده که زحمت مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع را تقبل کردند صمیمانه قدردانی می کنم.

از دوست عزیزم پوریا بی پروا که همواره همراه بود و کمکهای بی دریغش شامل حالم شد متشکرم.

از همکاری مسئولین کتابخانه انبار و سایر قسمتهای آموزشی و اداری دانشکده شیمی کمال تشکر را دارم.

و در نهایت با سپاس از همه دوستانم و آقایان کشوری، زند، نیا کمال که هر یک به شکلی مرا مورد لطف خود قرار دادند.

چکیده:

در این پژوهش، ساقه گیاهان نی و جارو به عنوان ماده اولیه استفاده شد. مواد اولیه به روشهای فیزیکی و شیمیایی (فسفریک اسید (5/28٪)، روی کلرید (1:1w) و پتاسیم کربنات (1:1 w) و سدیم هیدروکسید (1:1w) آغشته و در دو دمای 800 و 450 درجه سانتیگراد در اتمسفر بخار آب کربنیزه و فعال گردید. در روشی دیگر مواد اولیه آغشته شده با مواد شیمیایی با حرارت امواج ریز فعالسازی شد. میزان جذب رنگ متیلن بلو و عدد ید بر روی کربن های فعال تهیه شده برای هر کدام از مواد اولیه بدست آمده نشانگر این بود که فسفریک اسید و پتاسیم کربنات به ترتیب مواد شیمیایی مناسب جهت فعالسازی جارو و نی می باشند. ویژگیهای کربن های فعال تهیه شده به روشهای: طیف بینی مرئی- فرابنفش، تصاویر میکروسکوپ الکترونی، طیف های FT-IR، ولتامتری چرخه ای و اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی بررسی شد. داده های تجربی هماهنگی خوبی با همدمای لانگمیر نسبت به همدمای فروندلیچ نشان دادند. ظرفیت جذب از روش همدمای لانگمیر برای جارو و نی به ترتیب 208 mg/g و 149 بدست آمد.

واژه های کلیدی: کربن فعال، جذب سطحی، جارو، نی، متیلن بلو.

1-1 آشنایی با کربن فعال

کربن فعال یک اسم کلی برای گروهی از کربنهای متخلخل می باشد. کربن فعال یک حالت بی شکل از کربن است که برای تولید یک مساحت سطح خیلی بزرگ در محدوده ای بین 300 تا 2000 متر مربع بر گرم مورد بحث قرار می گیرد. کلیه کربنهای فعال دارای ساختمان خلل و فرج دار و عموماً دارای تعداد کمی پیوند شیمیایی با هیدروژن و اکسیژن نیز می باشند. کربن فعال می تواند تا 20 درصد دارای مواد معدنی نیز باشد که از آنها به عنوان خاکستر یا مواد باقی مانده پس از اشتعال نام برده می شود. این ویژگی منحصر به فرد باعث ایجاد خواص جذبی بالا در کربن فعال می گردد و باعث می شود قابلیت جذب گازها و بخارات از محیط و مواد از مایعات را دارا باشد.

کربن فعال به دو گونه مجزا و بصورت تجاری وجود دارد، کربنهای فعال فازمایع یا بیرنگ کننده که معمولاً بصورت پودرهای نرم روشن هستند و کربنهای فعال فازگازی یا جاذب بخار که سخت بوده و دارای دانه های ریز چگال و یا ساچمه ای هستند. فرآیند تهیه کربن های فعال دارای دو مرحله اصلی است. ابتدا مواد خام کربن دار در دمای $500-600^{\circ}\text{C}$ در غیاب اکسیژن، کربنیزه و سپس فعالسازی می شود. کربنیزه کردن شامل تجزیه حرارتی ماده خام کربن دار، حذف اجزای غیرکربنی و تولید یک توده کربنی با ساختمان متخلخل می باشد.

تخریب چوب در دمای بالاتر از 170°C با تولید گازهای کربن منوکسید، کربن دی اکسید و استیک اسید آغاز می شود. در دمای $270-280^{\circ}\text{C}$ ، تجزیه گرمایی چوب شروع و مقدار قابل ملاحظه قطران، متانل و مواد دیگر آزاد می شود. در دمای $400-600^{\circ}\text{C}$ کربنیزه کردن کامل می شود. مراحل کربنیزه کردن باید سریع انجام گیرد تا از رسوبات محصولات گرماکافت در حفرات کربن جلوگیری شود. سرعت کربنیزاسیون شدیداً تحت تاثیر میزان رطوبت چوب و دمای

کربنیزاسیون است [1]. نوع مواد خام و سرعت بالا رفتن دما به شدت بر روی اندازه حفرات موثر است [2]. در طول کربنیزه کردن، بیشتر عناصر غیرکربنی مثل اکسیژن و هیدروژن درحین تجزیه پیرولیتی^۱ ماده خام به صورت گازهای فرار حذف و درنتیجه کربن فعال با ساختار متخلخل تهیه می شود [3].

1-2 تاریخچه کربن فعال

استفاده از کربن فعال به 1550 سال پیش از میلاد در تصفیه داروها به وسیله مصریان برمی گردد [4]. پس از آن برای حذف بوی آب آشامیدنی بکار رفت و هنگامی که شل^۲، پدیده جذب گاز کلر بر روی زغال چوب را کشف کرد [4]، کاربرد آن از سال 1773 به بعد توسعه یافت. دوازده سال بعد لوئیتس^۳ به طور موفقیت آمیزی ظرفیت رنگ زدایی آنرا اثبات نمود [4]. این فن^۴، اولین بار در صنعت تهیه شکر استفاده شد [4]. در اوایل قرن بیستم عملیات ساخت کربن فعال شروع شد و استفاده از مقادیر بالای کربن فعال را جنگ جهانی اول (1914-1918) سبب شد، به این دلیل که گاز کلر به وسیله ارتش آلمان استفاده میگردید. در حال حاضر این ماده در بیشتر کشورهای صنعتی و نیمه صنعتی به خاطر کاربرد فراوان آن تولید می گردد [4].

1-3 کربن و دیگر شکلهای آن

کربن، ششمین عنصر جدول تناوبی و از نظر فراوانی سیزدهمین عنصر موجود در طبیعت است. این عنصر دارای نقطه ذوب فوق العاده بالا (3500 درجه سانتیگراد) می باشد و در این دما تقریباً تصعید می گردد. دیاگرام فازی آن در شکل (1-1) مشاهده می شود [5]. کربن می تواند در

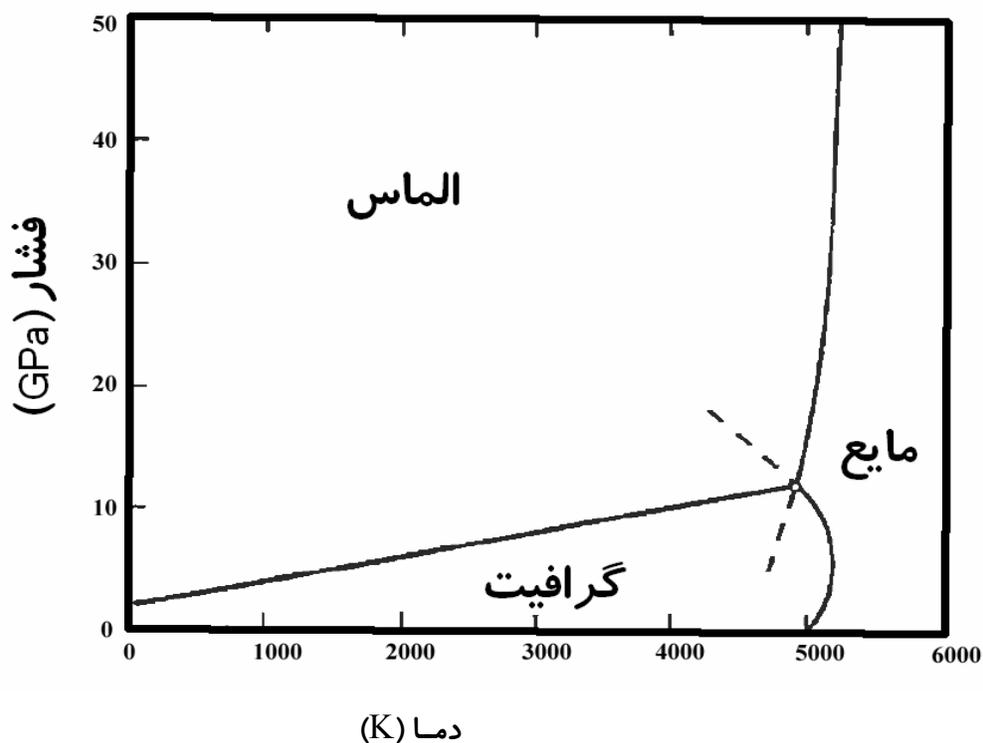
¹- Pyrolytic

²-C.w. Scheele (1773)

³-T.Lowits

⁴-Techniqe

شکل‌های مختلف با ساختمانی بلوری و بی شکل وجود داشته باشد. حالت‌های شناخته شده کربن، گرافیت، الماس، لانسدالیت⁵، فولرن⁶، نانو لوله هستند شکل (1-2) که فواید آنها کاملاً شناخته شده است. حالت‌های بی شکل معمولاً بوسیله حرارت دادن یا سوزاندن با کنترل مواد کربنی مانند چوب، زغال سنگ نارس، لیگنین⁷ و غیره تشکیل می‌شوند [6]. از انواع کربن بی شکل می‌توان از کربن سیاه، الیاف کربن و کربن متخلخل نام برد.

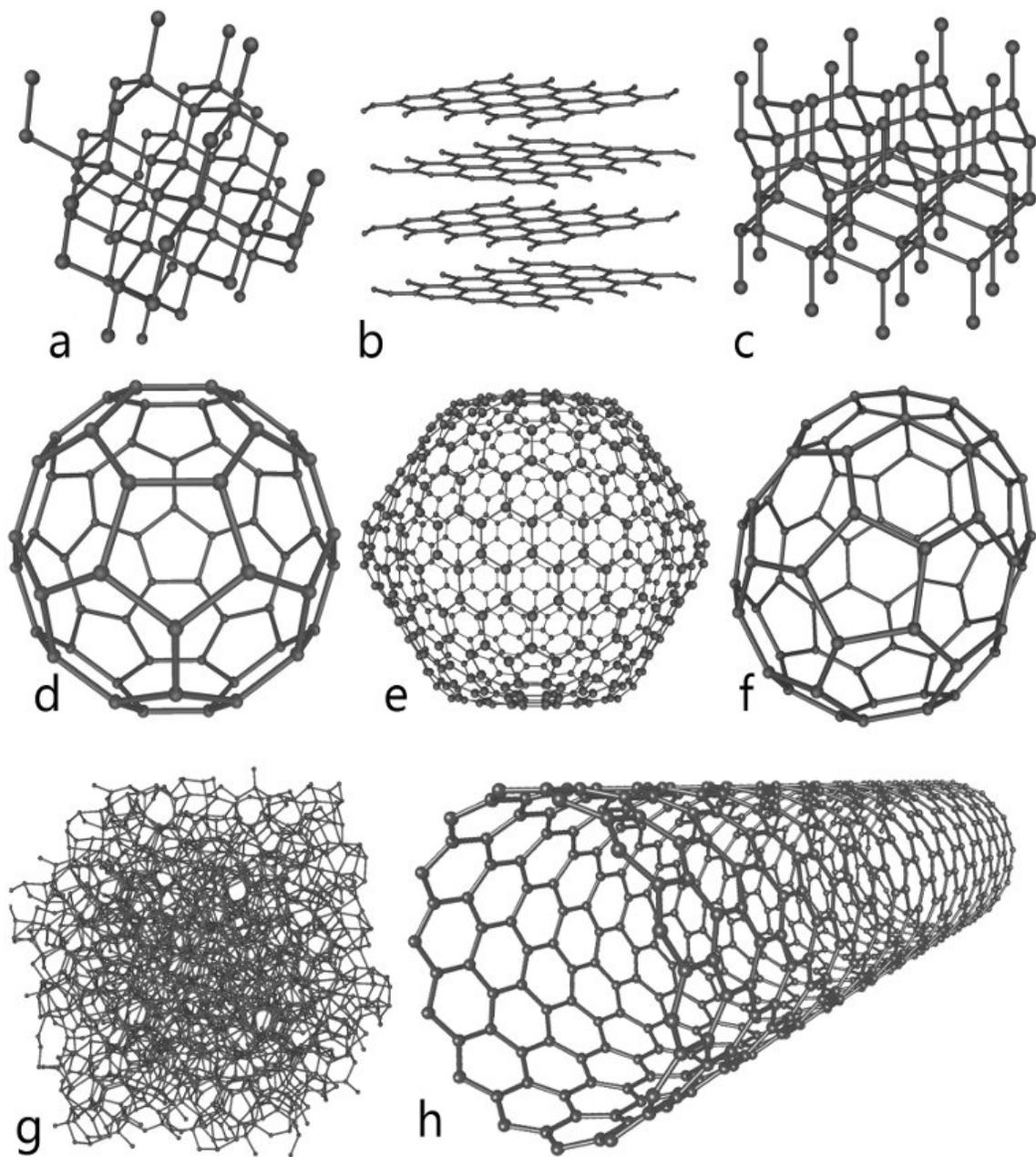


شکل (1-1) دیاگرام فازی کربن [5]

⁵-Lansdalite

⁶-Flueren

⁷-Lignin



شکل (1-2) فرم های شناخته شده کربن:

(a) الماس، (b) گرافیت، (c) لانسدالیت، (d) فولرن C₆₀، (e) فولرن C₅₄₀، (f) فولرن C₇₀، (g) بی شکل و (h)

نانولوله [7]

1-3-1- کربن سیاه

بوسیله سوزاندن هیدروکربنهای مایع و گاز در یک هوای محدود تولید می شود و حاوی مقادیر کمی مواد معدنی است. خواص کربن سیاه بطور عمده ای به اندازه ذرات و ترکیب شیمیایی سطح خارجی بزرگ آن بستگی دارد. آنها بعنوان معرفهای کمکی در لاستیک و بعنوان رنگدانه⁸ سیاه در جوهر، روکش رنگ و پلاستیکها استفاده می شوند.

1-3-2 الیاف کربن

موارد استعمال اصلی آن در ساخت قطعات مستحکمی که وزن یک فاکتور بحرانی است می باشد و در تولید پارچه های کربنی نیز بطور زیادی مراحل توسعه را طی می کنند.

1-3-3 کربن متخلخل

کربن متخلخل بعنوان باقیمانده یک ماده کربنی بعد از اینکه اجزاء فرار آن بوسیله یک فرایند گرمائی در غیاب هوا جدا شدند، بدست می آید. مواد کربنی معمولا جامد هستند و بطور طبیعی بدست می آیند. مهمترین ویژگی کیفیت محصول نهایی یک کربن فعال، میزان توسعه ساختمان متخلخل داخلی آن است و نیز طبیعت سطح و وجود گروه های اکسیدی می تواند روی خاصیت جذب آن تاثیر داشته باشند. مساحت سطح، بوسیله جذب نیتروژن می تواند اندازه گیری شود، ولی لزوما همه این سطح قادر نخواهد بود ترکیبات آلی را جذب کنند. بطور کلی همه مولکولهای آلی

⁸-Pigment

بزرگتر از مولکول نیتروژن هستند و خلل و فرجهای موجود در کربن فعال، هم اندازه مولکولهایی هستند که واکنش با آنها انجام پذیر است. سه گروه از خلل و فرج: خلل و فرجهای بزرگ⁹، خلل و فرجهای متوسط¹⁰، خلل و فرجهای کوچک¹¹ را می توان در یک کربن فعال تشخیص داد [8]. البته بخش عمده از مساحت سطح از خلل و فرجهای ریز و متوسط ناشی می شود، که به ترتیب مهمترین قسمتهای کربن فعال در جذب گاز و مایع هستند [9 و 10]. مواد اولیه برای یک کربن فعال نقش عمده ای در تعیین قابلیت محصول نهایی در جذب گونه های مولکولی بازی می کند. کربنهای تولید شده از پوست گردو و یافندق (مخصوصا پوست نارگیل)، دارای مقدار زیادی از خلل و فرجهای متوسط هستند. ثابت شده که وقتی زغال سنگ نارس یا چوب بعنوان ماده اولیه استفاده شود، یک ساختمان با خلل و فرج درشت فراوان بدست خواهد آمد [8].

1-4 مواد اولیه برای تولید کربن فعال

مواد آلی و معدنی ارزان، که دارای درصد بالایی از کربن هستند، به عنوان ماده اولیه برای تهیه کربن فعال به کار می روند. قابلیت تولید کربن فعال با کیفیت بالا، وجود حداقل مقدار مواد معدنی (حداقل خاکستر) قیمت مناسب، حجم کمتر و سهولت تهیه از جمله مواردی هستند که درانتخاب ماده خام در نظر گرفته می شوند. بیشتر مواد حاوی کربن در گیاهان و مواد معدنی، قابل تبدیل به کربن فعال می باشند.

کربن فعال از منابع حیوانی مثل استخوان و منابع گیاهی مثل چوب سخت و نرم، ساقه ذرت، ساقه نی شکر، دانه قهوه، سبوس برنج، پوست میوه ها و زغال سنگ نارس قابل تهیه است [12]، [11]. البته به دلایل اقتصادی، رایج ترین مواد اولیه جهت رنگبری مایعات، ضایعات کشاورزی و

⁹-Macropore

¹⁰-Mesopore

¹¹-Micropore

ضایعات کارخانجات چوب و کاغذ سازی و برای تهیه جاذب های فاز گازی عموماً پوست نارگیل و اضافات نفت خام، مورد استفاده قرار می گیرند.

1-4-1 ضایعات کشاورزی

ضایعات کشاورزی مانند پوست و هسته میوه هایی مانند فندق، زیتون، خرما، گیلان و غلاتی همچون برنج، قهوه، جو، گندم و نیشکر که ارزش اقتصادی کمی دارند و برای محیط زیست نیز ناخوشایند هستند. امروزه بخشی از مشکلات مربوط به مدیریت ضایعات را به خود اختصاص داده اند. تبدیل ضایعات کشاورزی به کربن فعال می تواند راه حل مناسبی برای حل مشکلات زیست محیطی به جهت مصرف آنها و همینطور تولید کربن فعال ارزان قیمت باشد. این مواد با داشتن ویژگی هایی مانند خاکستر کم و سختی مناسب، منبع غنی برای تولید کربن فعال محسوب می شوند. ساختار مواد خام به شدت در عوامل موثر برای تولید کربن فعال نقش دارند. با ایجاد شرایط مختلف فعالسازی، بافت متخلخلی از آنها تهیه می شود.

کربن های فعال تهیه شده از ضایعات کشاورزی، برای اهداف مختلفی مانند حذف آلاینده هایی همچون، حذف رنگها، سموم، فلزات سنگین و ترکیبات آلی فرار موجود در فاز های آبی مورد استفاده قرار می گیرند [13]. بیشتر مطالعات نشان می دهند که کربن های فعال تهیه شده از این مواد با نمونه تجاری قابل مقایسه و برخی، حتی رفتار بهتری نیز از خود نشان می دهند جدول (1-1). صنعت چوب و چوبهای جنگلی منشأ تولید مقادیر بسیاری از ضایعات کشاورزی می باشند که می توانند به عنوان منبع تولید کربن فعال بازیابی و مورد استفاده مجدد واقع شوند. در جدول (2-1) برخی از انواع چوبهایی که به این منظور مورد استفاده قرار میگیرند، ارائه گردید. کاربرد کربن فعال تهیه شده از مواد چوبی در جذب فلزاتی مانند کروم و مس کارایی خوبی در مقایسه با نمونه های تجاری نشان داده است.

جدول (1-1) کاربرد کربن های فعال تهیه شده از ضایعات کشاورزی در فاز آبی

مرجع	نتایج	آلاینده مورد حذف	مواد خام
[14]	کربن فعال تهیه شده به روش شیمیایی امتزاج با KOH، قابل مقایسه با نمونه تجاری می باشد	رنگ متیلن بلو ¹²	دانه زیتون
[15]	کربن فعال حاصل با تخلخل بزرگ و کوچک و ظرفیت جذب بیشتری نسبت به نمونه های تجاری دارد و توانایی جذب سموم را نیز دارد	سموم	دانه زیتون
[16]	کربن فعال تهیه شده به روش شیمیایی امتزاج با H ₃ PO ₄ قابل مقایسه با نمونه تجاری است	رنگ مالاشیت سبز ¹³	سبوس برنج
[17]	عملکرد کربن فعال در دمای 500 درجه با غلظت H ₃ PO ₄ رابطه مستقیم دارد	هیومیک اسید ¹⁴	سبوس برنج
[18]	کربن فعال بدست آمده از ماده خام با خاکستر بالا مساحت سطح بالایی دارد	اسید بلو ¹⁵	تفاله نیشکر

¹²-Methylene Blue

¹³-Malachite Green

¹⁴-Humic Acid

¹⁵-Acid blue(80)

جدول (1-2) کاربرد کربن های فعال تهیه شده از ضایعات چوب در فاز آبی

مرجع	نتایج	آلاینده حذف شونده	مواد خام
[19]	زمان عبور جریان CO ₂ در ظرفیت جذب موثر است.	رنگها و فنلها	چوب صنوبر
[20]	میزان جذب با کاهش pH و افزایش دما ماکزیمم می شود و کربن فعال تهیه شده با KOH قابلیت جذب بیشتری از نمونه تجاری دارد.	کروم (VI)	چوب صنوبر
[21]	کربن فعال سازی شده با H ₃ PO ₄ در جذب یونهای مس (II) موثر است و جذب ماکزیمم در pH=6/0 اتفاق می افتد.	مس (II)	کائو چو
[22]	کربن فعال حاصل می تواند در جذب یونهای کروم (VI) بکار رود.	کروم (VI)	کائو چو
[23]	کربن فعال تهیه شده به روش فیزیکی فنل را سریعتر جذب می کند.	فنل	اکالیپتوس
[24]	می تواند جایگزین کربن فعال تجاری در حذف رنگ باشد.	رنگهای اسیدی	چوب ماهون

1-4-2 ضایعات صنعتی

تخلیه ضایعات پلاستیکی مانند پلی اتیلن تر فتالات (PET)^{۱۶}، پلی وینیل کلراید (PVC)^{۱۷} و ضایعات صنعتی مانند روغنهای سوخته، لاستیک ماشین ها، کودهای شیمیایی و فاضلابها مشکلی جدی برای محیط زیست محسوب می شوند که می تواند دلیل قابل قبولی برای یافتن راهی برای استفاده مجدد این مواد و تبدیل آنها به مواد مفید برای محیط زیست باشد. استفاده از این ضایعات برای تولید کربن فعال می تواند راه حل مناسبی هم برای مدیریت ضایعات و هم برای تولید کربن فعال ارزان قیمت باشد. کربن فعال از رزین تعویض یونی، روزنامه ها و کاغذ های باطله نیز به روشهای فیزیکی و شیمیایی تهیه می شود [25]. کربنهای فعال براساس ماهیت مواد خام مانند پلاستیکها، مواد پلیمری، عموماً به روش فیزیکی تهیه می شوند. مطالعات نشان داده که از مواد خام با محتوای کربن بیشتر، کربن فعال بهتری حاصل می شود [12].

آلاینده هایی که می توانند با این جاذبها حذف شوند، ترکیبات آلی (فنلها) و مشتقات آنها، انواع رنگها و فلزات سنگین، همچون جیوه، نیکل و مس هستند جدول (1-3) [26]. از ضایعات صنعتی به کمک موادی همچون ترکیبات آلی فلزی می توان برای تولید کربن فعال با فعالیت آنتی باکتریایی استفاده کرد [27].

جدول (1-3) کاربرد کربن فعال تهیه شده از ضایعات صنعتی در فاز آبی

¹⁶-Poly ethylene terphthalate

¹⁷-Polyvinyl chloride

منبع	نتایج	آلاینده حذف شونده	مواد خام
[23]	ظرفیت بالای جذب متیلن بلو و وابسته به pH است	رنگ متیلن بلو	پلاستیک ها
[24]	فرآیند جذب گرماگیر و خود به خودی است	رنگ متیلن بلو	لاستیک ها
[25]	فرآیند جذب گرمازا و با افزایش pH افزایش می یابد	جیوه (2)	کودها

5-1 چوب به عنوان ماده اولیه تولید کربن فعال

چوب از سلولهای طولی تشکیل شده است که اغلب آنها در جهت طول ساقه کشیده شده اند. این سلول ها از طریق منافذی که به آنها حفره¹⁸ می گویند به هم مرتبط می شوند. سلول ها برحسب عمل و نقش، اشکال متنوعی دارند که استحکام مکانیکی درخت را تامین می کنند و نیز انتقال مایعات و ذخیره سازی را برای درخت میسر می سازند. سلول چوب عمدتاً از سلولز¹⁹ و لیگنین²⁰ تشکیل شد. به طور ساده، سلولز اسکلتی را تشکیل می دهد که مواد دیگر، آن را در بر گرفته است. این مواد همی سلولزها²¹ و لیگنین هستند که به ترتیب به عنوان پیکره و پوسته غلاف مانند، عمل می کنند [28].

جدول شماره (1-4)، ترکیبات موجود در دو نوع اصلی چوب را نشان می دهد. مطابق جدول، متوسط ترکیبات براساس چوب خشک عبارت از سلولز 40-45٪ تقریباً در نرم چوب ها و سخت چوب ها برابر است، لیگنین 25-35٪ در نرم چوب ها و 17-25٪ در سخت چوبها،

¹⁸-Pit

¹⁹-Cellulose

²⁰-Lignin

²¹-Hemi cellulose

همی سلولز 20٪ در نرم چوبها و 35٪-15٪ در سخت چوبها است و این در حالی است که درصد سایر مواد استخراجی از 10٪-1٪ متغیر است.

جدول (1-4) ترکیبات گونه های مختلف چوب [29]

گونه	سلولز	همی سلولز	لیگنین	خاکستر
نرم چوب	45/8	24/4	28	1/7
سخت چوب	45/2	31/3	21/7	2/7

1-5-1 فرآیند تخریب حرارتی چوب جهت تهیه کربن فعال

وقتی که دمای چوب افزایش می یابد، ترکیبات شیمیایی مختلف موجود در آن درگیر تخریب حرارتی می شوند که این تخریب بر روی راندمان تولید کربن فعال تاثیر می گذارد. مقدار تغییرات، به میزان دما و زمان قرارگیری در آن شرایط بستگی دارد. مقاومت چوب در دماهای بالای 650°C به طور مداوم کاهش می یابد که مقدار آن به دما، pH، مقدار رطوبت، مدت زمان قرارگیری و گونه چوب بستگی دارد. تخریب حرارتی در دماهای بالای 100°C که پیوندهای شیمیایی میان اجزای چوب شکسته می شود، به چهار منطقه دمایی زیر تقسیم می شود [30]:

الف) بین 100-200°C، چوب شروع به از دست دادن آب می کند و بخارات آب، مایعات و گازهای غیر قابل احتراق دیگری نظیر: کربن دی اکسید، فرمیک اسید، استیک اسید و آب تولید می کند. با قرار دادن بیشتر چوب در این دماها، چوب به زغال تبدیل می شود.

ب) $200-300^{\circ}\text{C}$ ، برخی از ترکیبات چوب، دستخوش گرما کافت²² قابل توجهی می شوند و علاوه بر مایعات و گاز های تولید شده در منطقه اول، مقدار قابل ملاحظه ای کربن منوکسید و قطران با نقطه جوش بالا نیز حاصل می شود. ترکیبات همی سلولزی در محدوده دمایی 300°C - 200 و ترکیبات لیگنینی در محدوده دمایی $225-450^{\circ}\text{C}$ گرما کافت می شوند. مقدار بالای استیک اسید آزاد شده از گرما کافت چوب به آلکیل زدایی همی سلولز نسبت داده می شود. واکنش های آبگیری در حدود 200°C ، اولین دلیل برای گرماکافت همی سلولز و لیگنین می باشند و بازده بالای زغال را برای چوب نتیجه می دهند. اگر چه سلولز معمولاً بصورت گرما کافت نشده باقی می ماند. تخریب حرارتی آن با حضور آب، اسیدها و اکسیژن شتاب می گیرد. وقتی که دما افزایش می یابد، درجه پلیمریزه شدن سلولز کاهش می یابد، رادیکال های آزاد ظاهر می شوند و گروه های کربونیل، کربوکسیل و هیدروپراکسید تشکیل می شوند. همچنین مشخص شد که قطران در حالی که از میان پسماند زغال داغ عبور می کند به گازهای سبک تر شکسته شده و مجدداً به زغال پلیمریزه می شود. واکنش های گرما کافت کلی به سبب کاهش آبگیری و افزایش تشکیل کربن مونو اکسید حاصل از واکنش های زغال متخلخل با آب و کربن دی اکسید با افزایش دما، گرما گیر می باشند.

ج) سومین منطقه حرارتی به خاطر تولید زیاد مواد فرار قابل اشتعال در محدوده 450°C - 300 می باشد. این ناحیه با پلیمر زدایی شدید سلولز در محدوده دمایی $300-350^{\circ}\text{C}$ شروع می شود. همچنین در حدود 300°C ، قسمت زنجیرهای آلیفاتیک از حلقه های آروماتیک موجود در لیگنین جدا می شوند. سرانجام نیز پیوندهای کربن-کربن بین واحدهای ساختمانی لیگنین در دمای $225-450^{\circ}\text{C}$ از هم جدا می شوند. دماها و دامنه این دماغه ها به گرما کافت نمونه تحت

جریان هوا یا نیتروژن بستگی دارد. انتشار مواد فرار همه ترکیبات چوب در دمای 450°C خاتمه می یابد. حضور مواد معدنی و رطوبت در چوب منجر به آلوده کردن فرایندهای مجزای گرما کافت ترکیبات اصلی چوب می شود. گرما کافت چوب در این دامنه دمایی، زغالی با بازده پایین (در حدود 25٪) را نتیجه می دهد. در دماهای بالای 450°C ، پسماند چوب، زغال می باشد که با اکسید شدن به کربن دی اکسید، کربن مونو اکسید و آب، دستخوش تخریب بیشتر می شود.

1-6 هدف از اجرای پایان نامه

از جمله آلاینده های محیط های زیست آبی، رنگها می باشند که به طور وسیعی در صنایع نساجی، رنگ آمیزی کاغذ، پلاستیک، لوازم آرایشی و غیره استفاده می شوند. از حدود 100000 رنگ تجاری موجود با بیش از 7500000 تن رنگ دانه تولید شده در سال، حدود 2٪ آن وارد آبهای جاری می شوند [12,31]. کربن فعال از جمله جاذبه های مناسب این آلاینده ها است. بررسی ها نشان داده اند که 80٪ کاربرد محصولات کربن فعال در زمینه فاز مایع می باشد. عملکرد کربن فعال بر روی فاضلاب ها و سفره های آب زیر زمینی آلوده، کاربرد آن را در سراسر جهان به عنوان محصولی جهت تامین منابع آب آشامیدنی افزایش داده است [12]. با توجه به استفاده فراوان و نیاز روز افزون به آن، ماده گران قیمتی محسوب می شود، به همین دلیل، امروزه مطالعات زیادی در مورد جاذبه های ارزان قیمت صورت می گیرد که در این راستا، استفاده از ضایعات نقش مهمی را در کاهش هزینه تولید ایفا می کند. هدف این طرح، تهیه کربن فعال از منابع اولیه در دسترس، همچون ضایعات کشاورزی و به روشهای مختلف می باشد. مواد اولیه که برای این منظور در این پایان نامه استفاده می شوند، ضایعات گیاه جارو^{۲۳} و ساقه گیاه نی^{۲۴} می باشد. جارو،

²³-Sorghum

²⁴-Phragmites

طبق آمار محلی که در این پایان نامه صورت گرفت، ضایعاتی حدود 1000 تن در سال را دارا می باشد، ولی امروز به جهت بدون استفاده بودن و اشغال فضا به معضلی برای بعضی شهرها تبدیل شده همچنین، ساقه گیاه نی به وفور در شهرهای شمالی کشور ایران و حاشیه رودخانه ها و آب بندها یافت می شود و در برخی موارد به طور وسیعی فضای رودخانه ها را اشغال می کند می توانند از جمله منابع اولیه فراوان و در دسترس مناسب جهت تولید کربن فعال باشند. عناصر تشکیل دهنده گیاهان جارو و نی در جدول (5-1) ارائه شده است.

جدول (5-1) عناصر تشکیل دهنده گیاه نی و جارو [32]

عناصر	نی				جارو			
	C	H	N	O	C	H	N	O
درصد وزنی	47/6	6/6	0/4	43/9	43/43	7/1	0/95	48/52

مبنای تئوری طرح را می توان بدو قسمت مبنای تئوری واکنش و تولید محصول و مبنای تئوری کاربرد محصول تقسیم نمود.

2-1 مبنای تئوری واکنش و تولید محصول

کربن فعال بوسیله بخار در دو مرحله تولید می شوند. در ابتدا، مواد به یک محصول حد واسط کربنیزه شده و خلل و فرجهایی که کوچک و به هم فشرده هستند و برای جذب مفیدند، ایجاد می گردد. مرحله بعد به همان صورت مرحله قبل انجام می شود و شامل فرآیند بزرگ شدن ساختمان خلل و فرج است تا اینکه یک سطح داخلی که بیشتر قابل بهره برداری است، ایجاد گردد. این عمل توسط واکنش محصول کربنیزه شده با بخار $800-1000^{\circ}\text{C}$ انجام می گیرد. واکنش شیمیایی بین کربن و بخار، عامل تعیین کننده سرعت در این دما است. بنابراین واکنش در همه سطوح داخلی کربن انجام می گیرد و کربن از ناحیه دیواره های خلل و فرج تغییر می کند و به موجب آن خلل و فرج ها توسعه یافته و بزرگ می گردند. درجه حرارت خیلی مهم است، زیرا در زیر 800°C سرعت واکنش کم و همچنین مقرون به صرفه است.

در دمای بالاتر از 1000°C ، واکنش با کنترل نفوذ همراه می شود. هر ذره از نظر اندازه کاهش می یابد و درون آن فعال نیست. فرآیند فعال کردن تبخیری اجازه می دهد تا اندازه خلل و فرج براحتی تغییر کند. ساختمان خلل و فرج نمی تواند بطور زیادی گسترش یابد و به همان اندازه برای جذب مولکولهای کوچکتر از محلول بکار رود. فعال کردن مواد اولیه توسط دو فرآیند اساسی می تواند بسته به ماده شروع کننده و محصولات نهایی مورد نظر، بالا یا پایین بودن دانستیه، پودری یا دانه ای بودن، شامل تعدادی اصلاحیه باشد. پودرهای نرم از مواد اولیه با چگالی پایین، مانند خاک اره، زغال سنگ نارس، لیگنین، استخوان و چوب مشتق می شوند. بدون توجه به