علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره چهاردهم، شماره یک، بهار ۹۱

بازیافت آب مرحله بطری شوی کارخانه نوشابه سازی با استفاده از کربن فعال

افشار علی حسینی [۱*]

afsharalihosseini@yahoo.com

نور خدا صادقی فرد [۲]

نرجس سادات کربلایی قمی [۳]

تاریخ دریافت:۸۷/۳/۱۱ **تاریخ پذیرش:۸۷/۱۱/۲۴**

چکیده

جذب سطحی با استفاده از کربن فعال از جمله فرایند های موثر در زمینه حذف ریز آلاینده ها می باشد. کربن فعال به دلیل داشتن نسبت بالای سطح به حجم به جرم به عنوان جاذب سطحی مناسبی در حذف آلاینده های بودار و ترکیبات آلی از کاربرد گسترده ای بر خوردار است.پساب مرحله ٔ بطری شوی صنایع نوشابه سازی حاوی ترکیبات آلی ناشی از ته مانده شیشه نوشابه و فضولات موجودات موذی مانند موش در انبار شیشه است که از نظر شاخص های آلودگی مانند C.O.D، N.T.U،T.D.S و ... تفاوت قابل ملاحظه ای با آب شهر دارد. در یک دوره ۵ ماهه عملکرد کربن فعال در جذب آلاینده های موجود در پساب مرحله بطری شوی مورد بررسی قرار گرفت و متناسب با آن ایزوترم های جذب لانگمیر و فروندلیچ ترسیم گردید. نتایج حاصل از داده های جذب نشان می دهد که مدل لانگمیر از همبستگی بهتری نسبت به فروندلیچ برخوردار می باشد،علاوه بر این ظرفیت جذب کربن فعال با کاهش PH به طور چشمگیری افزایش می یابد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد اگر از کربن فعال جهت جذب آلودگی های پساب مرحله بطری شویی استفاده شود مصرف آب تا ۴۱٪در چرخه نوشابه سازی صرفه جویی می شود.

واژه های کلیدی: پساب بطری شوی نوشابه، کربن فعال، جذب سطحی .

۱- استادیار، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام*(مسئول مکاتبات)

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات میکروب شناسی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام

۳- مربی، دانشکده شیمی، دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شمال

مقدمه

آب همواره یکی از منابع راهبردی و حیاتی بوده که توجه زیادی در هر عصری به خود معطوف کرده است. آن طور که آمارها نشان می دهد حجم آب مصرفی سالیانه در شهرهای کشور ۳/۵ میلیارد متر مکعب است در صورتی که ۵۰ تا ۷۰٪ آن به صورت پساب به محیط باز می گردد. در عصر حاضر با توجه به سیر مهاجرت، توسعه صنایع و گسترش شهرنشینی از یک طرف، محدود بودن منابع آب از طرف دیگر ضرورت دارد که از منابع آب موجود نهایت استفاده بعمل آید. صرفه جویی به خصوص در صنعت که ممکن است کمبود آب موجب اختلال در تولید گردد ضروری به نظر می رسد.

می توان با صرفه جویی و اعمال روش های کارآمد در جهت تصفیه آب های مصرفی در کارخانجات زمینهٔ مصرف آن را در جاهای دیگر فراهم کرد. با رعایت اصول محیط زیست و ابعاد مصرف آب، حتی ممکن است برای تصفیه آب هایی که به مقدار اندکی آلوده اند به روش های علمی و گاه بس پیچیده نیاز باشد زیرا آب باید چنان عاری از آلودگی شیمیایی و میکروبی باشد، تا در مصارف صنعتی و خانگی مشکلی ایجاد نکند.

در این مطالعه عملکرد کربن فعال در تصفیه پساب مرحله بطری شویی کارخانه زمزم تهران مورد بررسی قرار گرفته است. آب در صنعت نوشابه سازی سه نوع مصرف داردکه عبارتند از:

۱. آبی که تصفیه شیمیایی را گذرانده و برای تهیه نوشابه استفاده می شود.
۲. آبی که تصفیه صنعتی (سختی زدایی) شده برای دیگ های بخار و بطری شویی استفاده می شود.
۳. آبی که برای مصارف عمومی مانند فضای سبز، شستشوی سالن و... به کار می رود. جدول ۱ مصرف آب را در صنعت نوشابه نشان می دهد.

پساب صنعتی این واحدها عمدتاً حاصل از شستشوی شیشه های نوشابه، شستشوی ماشین آلات، مخازن و سالن های تولید است با توجه به این که برای شستشوی شیشه های نوشابه از سود استفاده می شود، فاضلاب این واحدها معمولاً قلیایی می باشد. مسئله از آن جا حائز اهمیت است که از ۸۵ m^3/h آب مصرفی در کارخانه ۳۵ m^3/h به مصرف شستشوی شیشه ها (به عبارتی بازای یک میلیون شیشه نوشابه ۶۲۰ متر مکعب آب برای شستشو مصرف می شود)و ۱۵m^3/h صرف شستشوی سالن های تولید، فضا ی سبز و مصارف عمومی می شود. در این تحقیق نقش کربن فعال در عمل تصفیه پساب مرحله بطری شویی کارخانجات نوشابه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور دریک دوره ۵ ماهه نمونه هایی از پساب مرحله بطری شویی جمع آوری شد و از نظر شاخص های آلودگی از قبیل تعیین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی[1] (C.O.D)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی[2] (B.O.D)، کدورت[3] (N.T.U) مواد جامد محلول[4] (T.D.S)، pH و آلودگی میکروبی مورد آزمایش قرار گرفت(۱). از کربن فعال برای جذب مواد آلی موجود در پساب مرحله بطری شویی استفاده گردید. کربن فعال به دلیل برخورداری از ساختار متخلخل با منافذ موی رگی و دارابودن نسبت بالای سطح به جرم (۵۰۰ الی ۱۵۰۰ متر مربع در هر گرم) به عنوان جاذب سطحی(۲و ۳) برای حذف و یا کاهش رنگ، طعم و بو مواد مختلف آلی و معدنی محلول در فاضلاب ها (۴و ۵) استفاده می شود. با توجه به مواد تشکیل دهنده نوشابه که عمدتاً موارد آلی و آب هستند انتظار است که ترکیبات پساب آن توسط کربن فعال جذب شود. همان گونه که نتایج حاصل نشان داده است، کربن فعال نقش بارزی در کاهش شاخص های آلودگی در پساب مرحله بطری شویی کارخانجات نوشابه دارد. اگر از کربن فعال جهت جذب آلودگی های پساب مرحله بطری شویی استفاده شود و پساب تصفیه شده این بخش به چرخه مصرف (بطری شویی و شتشوی سالن و فضای

1- Chemical Oxygen Demand
2- Biochemical Oxygen Demand
3- Nephlometric Turbidity Unit
4- Total Disolve Solid

سبز) بازگردانی شود می توان تا ۴۱٪ در چرخه نوشـابه سـازی صرفه جویی کرد.

جدول ۱- آب مصرفی در بخش های مختلف کارخانه نوشابه زمزم غرب تهران

نوع تصفیه	مورد تصفیه	درصد مصرف
تصفیه شیمیایی	شربت خانه	۱/۵
	اینتر میکس	۱۵/۳۸
	افت	۵/۸
تصفیه صنعتی	بطری شوی	۴۲/۳
	دیگ بخار	۲/۸۶
	سود سازی	۰/۶
	افت	۱/۹
مصارف عمومی		۲۹/۶۶

ماخذ: کارخانه زمزم تهران، معاونت خط تولید و بهره برداری

مواد و روش ها

در یک دوره زمانی ۵ ماهه۳۰ نمونه از پساب خروجی مرحله بطری شوی کارخانه زمزم تهران به با استفاده از روش چارک انتخاب گردید. در این روش حجم های مختلف از پساب در طول یک روز کاری با هم مخلوط شده و در پایان روز یک لیتر پساب به عنوان نمونه به آزمایشگاه منتقل شد. در این تحقیق از کربن فعال به عنوان جاذب سطحی(۶) برای جذب مواد آلی موجود در پساب مرحله بطری شوی استفاده شدکه مشخصات آن در جدول ۲ ذکر گردیده است. برای بررسی ویژگی پساب از شاخص های اندازه گیری به شرح زیر استفاده گردید.

جدول ۲- مشخصات کربن فعال مورد استفاده

دانسیته بالک (g/cm3)	خاکستر (درصد وزنی)	رطوبت (درصد وزنی)	سطح تماس (g/cm2)	pH	حلالیت در آب (درصد وزنی)	حلالیت در اسید (درصد وزنی)	عدد ید (mg/g)	جذب متیلن بلو (mg/g)
۰/۴۴۰	۱۱/۵	٪۴	۱۰۱۲	۸/۵	۰/۳۷	۰/۲	۴۵۰-۴۸۰	۸۵

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (C.O.D)

برای تشخیص اکسیژن مورد نیازشیمیایی از روش دی کرومات پتاسیم و رفلاکس به مدت ۲ ساعت استفاده می شود که C.O.D پساب را می توان از رابطه (۱) محاسبه کرد.

$$C.O.D(mg/Lit) = \frac{(A-B)\times N\times 800}{mLsample} \quad (۱)$$

که در آن:

A : حجم فروسولفات آمونیوم برای تیتر آب مقطر (شاهد) (ml)

B: حجم فروسولفات آمونیوم برای تیتر نمونه پساب (ml)

N: نرمالیته فروسولفات آمونیوم (eq/lit)

کدورت(N.T.U)

برای اندازه گیری کدورت پساب از دستگاه نفلومتریک (مدل جکسون) استفاده شد در این دستگاه کدورت های پایین به طورمستقیم از دستگاه و کدورت بالارا از رابطه (۲) محاسبه می کنند.

$$(N.T.U) = \frac{a \times (b + c)}{C} \qquad (۲)$$

که در آن:

a: کدورت در نمونه رقیق شده محاسبه توسط نفلومتریک (unit)

b: حجم آب فیلتر شده برای رقیق سازی (ml)

c: حجم نمونه اولیه برای رقیق سازی (ml)

جامدات محلول (T.D.S)

برای محاسبه مقدار کل جامدات محلول در پساب نمونه ای از آن را تحت حرارت ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی گراد قرار می دهند که پس از خنک کردن و سرد شدن در دسیکاتور مواد جامد محلول در آن با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می شود.

$$T.D.S(mg/Lit) = \frac{(x - y)}{mLsample} \times 1000 \qquad (۳)$$

x : وزن رسوب به اضافه وزن ظرف(g)

y : وزن ظرف خالی(g)

اسیدی بودن(pH)

برای تعیین میزان اسیدی بودن نمونه های پساب از دستگاه pH متر الکترونیکی با دقت ۰/۰۱ استفاده گردید.

اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (B.O.D) و آلودگی میکروبی با توجه به این که پساب صنایع نوشابه از دسته پساب های قلیایی با pH بیش از ۱۰ است، نتایج حاصل از آزمایشات B.O.D و کشت میکروبی عدم وجود میکروب را در پساب مرحله بطری شوی نشان می دهد.

رو ش آزمایش جذب

جذب مواد آلی توسط کربن فعال به مقدار کربن، اندازه ذرات کربن (سطح تماس)، خلوص آن، PH و دمای محیط بستگی دارد(۷). برای بررسی عملکرد کربن فعال در جذب مواد آلی در مقیاس آزمایشگاهی جذب مواد آلی بر حسب مقدار جاذب مصرفی در حالت تعادل برای مقادیر مختلف کربن درpH های متفاوت استفاده می شود. در این تحقیق نمونه های یک لیتری از پساب در تماس با مقادیرمختلف کربن(۷-۰/۵ گرم کربن فعال) قرار داده شد تا به حالت تعادل برسد، زمان تعادل در این حالت معمولاً ۲ ساعت می باشد و زمان تماس بیشتر در افزایش توانایی جذب کربن فعال تاثیری ندارد. جهت ایجاد شرایط مناسب تماس از دستگاه جارتست استاندارد استفاده گردید و سرعت اختلاط بر اساس حداقل سرعت لازم جهت جلوگیری از ته نشینی ذرات ۶۰rpm در نظر گرفته شد. برای بررسی اثر PH در فرایند جذب در دامنه متفاوتی از PH (ازPH پساب یعنی ۱۰/۷ = PH تا PH بهینه در ظرفیت جذب یعنی ۲/۵ = PH) عملکرد کربن فعال مورد بررسی قرار گرفت. برای مقدار جذب در حالت تعادل از معادلات لانگمیر(۸) و فروندلیچ(۹) که معمولاً در جذب مواد آلی از پساب کارخانجات کاربرد دارند استفاده گردید.

ایزوترم لانگمیر: از اساسی ترین ایزوترم های جذب سطحی می باشد که اجازه می دهد جذب سطحی را تک لایه روی یک سطح ایده آل فرض کرد، فرضیاتی به شرح زیر در مدل لانگمیر مطرح هستند.

۱- سطح همگن باشد، یعنی انرژی جذب سطحی در همه سایت ها ثابت و یکسان باشد.

۲- جذب سطحی روی سطح در مکان های معینی انجام شود، یعنی اتم ها یا مولکول های جذب شده در سایت های معین و تعریف شده ای جذب سطح شوند.

۳- هر سایتی فقط می تواند یک مولکول یا اتم را در خود جا دهد.

۴- معمولاً مدل لانگمیر برای جذب تک لایه در نظر گرفته می شود و مولکول های جذب شده هیچ بر هم

کنشی با یکدیگر ندارند. معادله ایزوترم لانگمیر به صورت ذیل ارایه می گردد.

$$q_e = \frac{K_L C_e}{1 + a_L C_e} \qquad (۴)$$

که در آن :

q_e: مقدار ماده جذب شده به ازای گرم جاذب

C_e: غلظت ماده آلی در فاز مایع در حالت تعادل با جاذب

K_L, a_L: ثابت های معادله لانگمیر

فرم خطی معادله لانگمیر به صورت ذیل می باشد

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \frac{a_L C_e}{K_L} \qquad (۵)$$

با رسم $\frac{C_e}{q_e}$ بر حسب C_e خطی ترسیم می شود که عرض از مبدا آن $\frac{1}{K_L}$ و شیب خط $\frac{a_l}{K_L}$ می باشد.

معادله فروند لیچ:

ایزوترم فروندلیچ سیستم های ناهمگن را به خوبی توصیف می کند. b_f معمولاً کوچک تر از یک می باشد و هرچه کوچک تر از یک باشد معادله غیرخطی تر می شود.

فرضیاتی که بر ایزوترم فروندلیچ حاکم است عبارتند از:

۱- سطح از نظر انرژی توزیع غیر یکنواخت دارد.

۲- سایت هایی که انرژی یکسانی دارند در کنار یکدیگر قرار دارند.

۳- تکه های مختلف سطح (که از تعداد مشخصی سایت با انرژی یکسان تشکیل شده است) بر هم دیگر تاثیری ندارند، معادله فروندلیچ به صورت زیر نمایش داده می شود.

$$q_e = K_F C_e^{bf} \qquad (۶)$$

که در این معادله K_Fو b_f ثابت های معادله فروندلیچ و q_e و C_e غلظت ماده جذب شده به ازای گرم ماده جاذب و غلظت ماده آلی در حال تعادل در فاز مایع می باشد. فرم خطی معادله فروندلیچ به صورت زیر است.

$$Lnq_e = LnK_F + b_f LnC_e \qquad (۷)$$

که در آن LnK_F عرض از مبدأ و b_f شیب خط می باشد.

نتایج و بحث

در طول یک دوره ۵ ماهه بیش از ۲۰ نمونه از پساب بطری شویی کارخانه نوشابه زمزم تهران در زمان های مختلف مورد آزمایش قرار گرفت. جدول ۳ شاخص های آلودگی پساب نوشابه را نشان می دهد، همان گونه که در جدول مشاهده می شود پساب مرحله بطری شوی این کارخانه نوشابه سازی در دسته پسا ب های رقیق با داشتن C.O.D از ۴۵/۹ تا ۳۵۰ mg/lit قرار دارند. حد پایین غلظت C.O.D نشان دهندۀ قرارگرفتن شیشه های تازه برای اولین بار در خط و حد بالای آن به علت رسوبات مواد آلی در شیشه های نوشابه می باشد. این رسوبات به علت ته مانده نوشابه و یا وارد شدن مواد آلی درون شیشه های نوشابه است. PH پساب مرحله بطری شوی در دامنه ۸/۹ تا۱۱/۹ قرار دارد؛ با توجه به این که در مرحله بطری شویی از محلول های قلیایی استفاده می شود و این محلول قلیایی در یک دوره زمانی به مخزن های بطری شویی اضافه می شود، لذا در مراحل اولیه استفاده از مخزن، PH خروجی مرحله بطری شویی درحد بالا(PH =۱۱/۹) و در انتهای دوره PH آن درحد پایین (PH =۸/۹) می باشد. این جدول همچنین میزان کدورت را در مقیاس نفلومتریک از۱/۸ تا ۷/۵ نشان می دهد اگرچه اعداد نشان دهنده کدورت پایین می باشند، اما در آن نوساناتی مشاهده می شود که این عامل را می توان به محل نگه داری و یا ته مانده نوشابه و ذرات معلق در پساب نسبت داد. کل جامدات محلول در پساب به عنوان معیاری از میزان مواد غیر فرار در دامنه۲۲۱ تا ۱۰۵۰ mg/lit در جدول مشاهده می شود. T.D.S روند مشابهی با C.O.D را نشان می دهد زیرا شیشه هایی که تازه در خط تولید قرار می گیرند دارای T.D.S پایین و شیشه هایی که بعد مصرف در خط تولید قرار می گیرند، دارای T.D.S بالا می باشند. تفاوت بین T.D.S پساب و T.D.S آب شهر(سختی کل شهر ۲۰۰ mg/lit) را می توان به مواد حل شده جامد در پساب نسبت داد. جدول ۳ مقادیر ثابت های معادلات لانگمیر و

فروندلیچ را نشـان می دهد. برای محاسبه این ثابت ها از روش حداقل مربعات استفاده شده اسـت. ضـریب همبسـتگی بیـــن داده ها، نشان دهنده پوشش بهتـر معادلـه لانگمیـر نسـبت بـه معادله فروند لیچ بر داده های حاصل از فرایند جـذب اسـت. بـا توجه به این که ایزوترم لانگمیر برای سیستم هـای جـذب تـک لایه و همگن و معادله فروندلیچ در مورد سیستم هـای نـاهمگن جواب مناسب می دهد می توان در جذب مواد آلی توسط کربن فعال تا اندازه ای فرضیه جذب تک لایه همگن را مطرح کرد.

جدول ۳- نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص های آلودگی در نمونه های پساب بطری شویی کارخانه نوشابه زمزم تهران

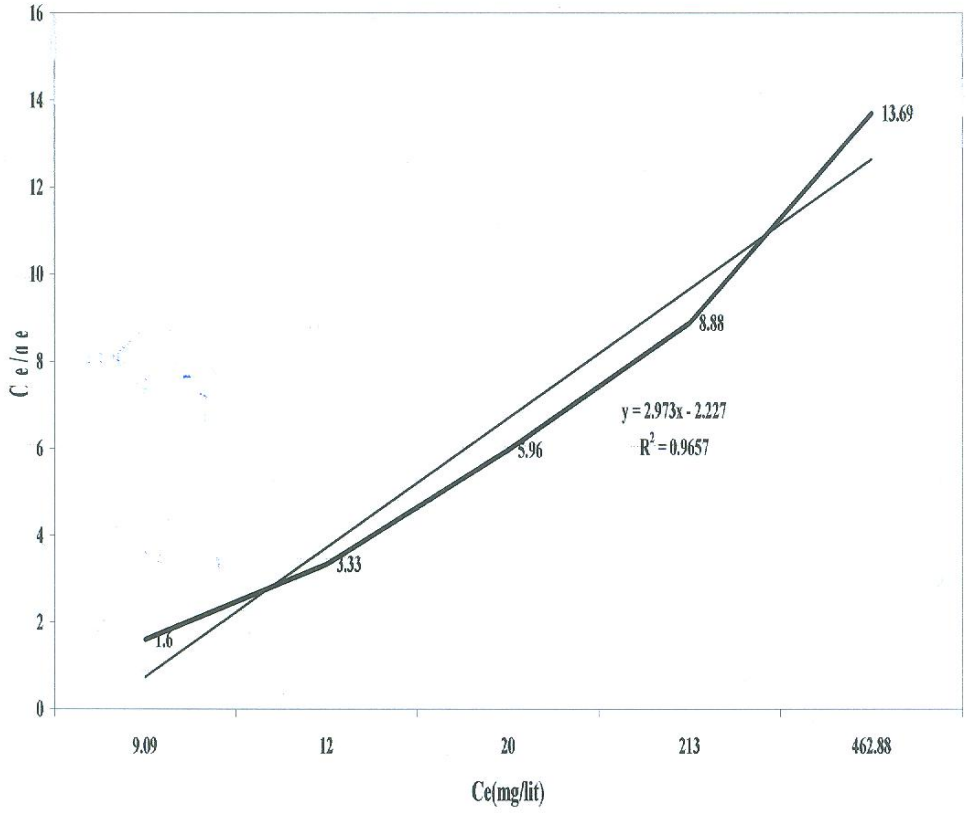
شماره نمونه	C.O.D (mg/lit)	P^H	N.T.U(unit)	T.D.S (mg/lit)
۱	۲۲۱	۱۱/۸۹	۱/۹	۷۰۰
۲	۲۱۳/۹	۱۱/۹	۱/۸	۱۰۵۰
۳	۳۵۰	۱۱/۸۹	۳/۶	۷۰۰
۴	۷۴/۴	۱۱/۶۹	۲/۴۸	۶۴۰
۵	۲۴۶	۸/۹	۲/۵	۳۳۳
۶	۱۰۹/۶	۱۰/۸۱	۴/۴	۲۶۸
۷	۴۹/۳	۹/۴۱	۱/۱۶	۵۰۰
۸	۱۱۱/۶	۹/۲۱	۱/۹۸	۷۰۰
۹	۴۵/۶	۹/۴	۲/۳	۵۰۰
۱۰	۴۸	۱۱/۷۵	۱/۸	۵۶۰
۱۱	۷۱/۸	۱۰/۷۵	۳/۱۲	۵۰۰
۱۲	۱۵۱	۱۱/۵	۱/۸۵	۳۵۳
۱۳	۱۲۳	۱۱/۷۴	۱/۹۴	۲۲۱
۱۴	۷۵	۱۰/۹	۲/۲	۴۱۵
۱۵	۱۴۰	۹/۸	۲/۲	۵۱۲
۱۶	۱۰۱	۹/۷	۳/۹۸	۳۹۰
۱۷	۱۹۳	۱۰/۸	۲/۸	۳۵۴
۱۸	۱۴۳	۱۱/۵	۴/۵	۵۰۶
۱۹	۱۱۳	۱۱/۲	۷/۵	۳۴۸
۲۰	۱۲۳/۷	۱۱/۴	۳/۷۶	۲۸۶

جدول ۴- ثابت های معادله لانگمیر و فروندلیچ

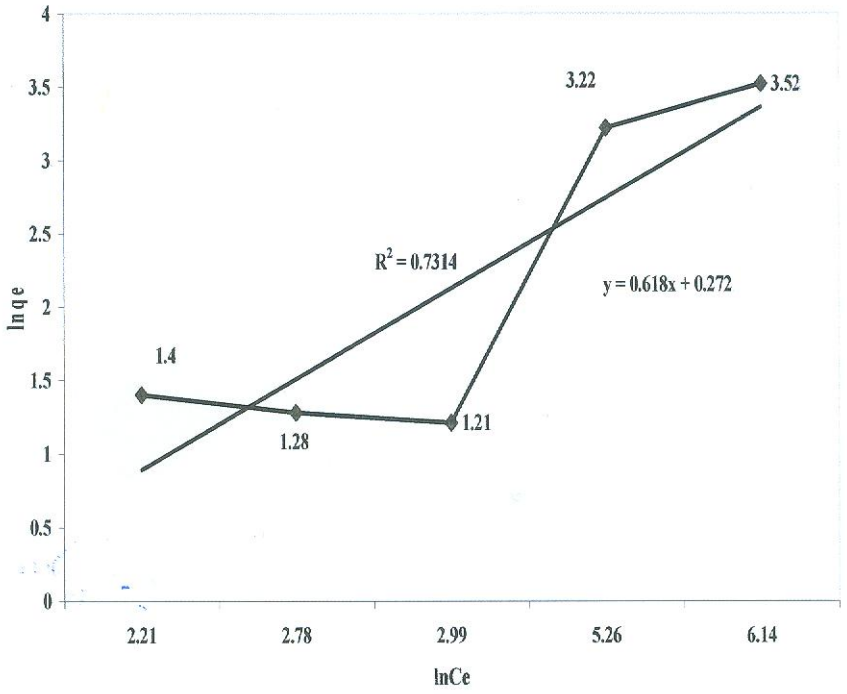
ثابت های معادله لانگمیر			ثابت های معادله فروندلیچ		
a_l	K_L	R^2	b_f	k_f	R^2
$۷/۶۲\times ۱۰^{-۳}$	۰/۳۳۳	۰/۹۶۲۷	۰/۶۲۲	۱	۰/۷۳۱۴

معادله ایزوترم جذب لانگمیـر را در دمـای $۲۵\ ^oC$ و $PH=۱۰/۷$ در نمودار ۱ رسم شـــده است. ایـن نمـودار نشـان می دهد در PH بالای پساب، مقدار جذب توسط جاذب نسبتاً کم و همچنین داده ها با ضریب همبسـتگی ($R^2=۰/۹۶۵۷$) از

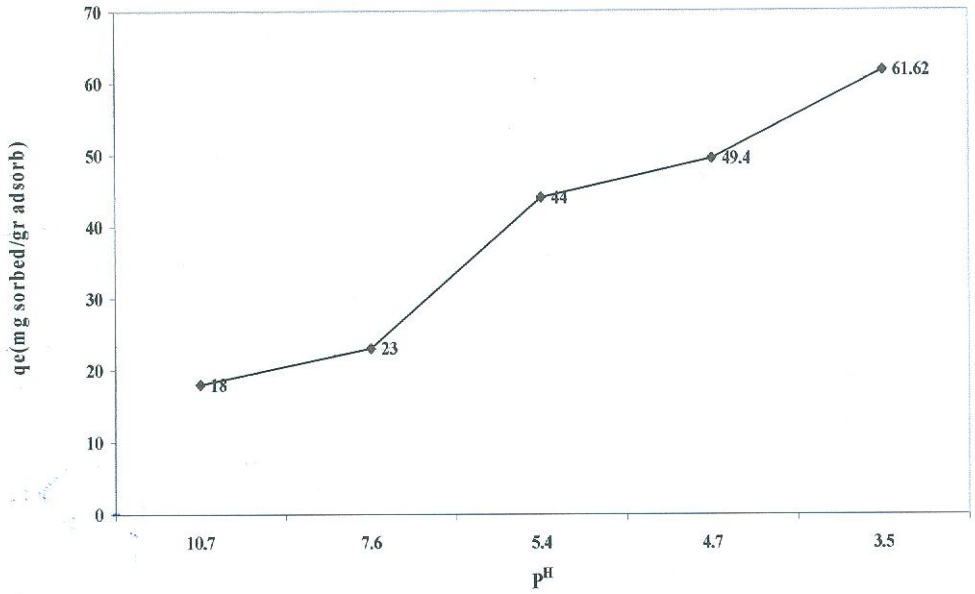
معادله ایزوترم لانگمیر پیروی می کنند. نمودار ۲ معادله جذب فروندلیچ را در دمای ^{o}C ۲۵ و PH =۱۰/۷ را نشان مـی دهـد. مشابه حالت قبـل در PH بـالای پسـاب، مقـدار جـذب توسـط جاذب کم می باشد و داده ها با ضـریب همبسـتگی (۰/۷۳۱۴= R^2) از معادله ایزوترم فروندلیچ پیـروی مـی کننـد کـه ضـریب مناسبی برای همبسته بودن داده ها نمی باشد. این نامناسبی را می توان به جذب تک لایه و همگن مـاده جـذب شـده توسـط جاذب نسبت داد. نمودار ۳ توانایی جذب کربن فعال بـر حسـب تغییرات PH را نشان می دهد همان گونه که مشاهده می شود با کا هش PH توانایی جذب کر بن فعال به طـور چشـمگیری بالا می رود. مجموعه این عامل نشان می دهد که شاخص هـای آلودگی پساب پس از فرایند جذب کاهش می یابد به گونـه ای که در PH های مختلف، C.O.D پساب تصفیه شده در دامنـه ۳۵ تا mg/lit ۸۰ و کدورت حاصل به پایین تر از N.T.U ۳ می رسد.



نمودار۱- معادله ایزوترم جذب لانگمیر ($T=25\ ^{o}C$ و PH=10.7)



نمودار ۲- معادله جذب ایزوترم فروندلیچ (T=25 ºC و PH=10.7)



نمودار ۳- میزان جذب ماده آلی موجود در پساب توسط کربن فعال

(مقدار جزء جذب شده بازای گرم جاذب) بر حسب PH

نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه گیـری شـاخص هـای آلـودگی پساب نشان می دهد که پساب بطری شوی کارخانجات نوشابه در دسته پساب های رقیق و قلیـایی قـرار دارد.کـربن فعـال بـه دلیل داشتن نسبت بالای سطح بـه حجـم بـه جـرم بـه عنـوان جاذب سطحی مناسبی در حذف ترکیبات آلی موجود در پساب بطـری شـوی مـوثر اسـت. ایزوتـروم جـذب لانگمیربـا ضـریب همبستگی(R^2 =۰/۹۶۵۷) نسبت به معادله جذب فرونـدلیچ بـا ضریب همبستگی(R^2 =۰/۷۳۱۴) پوشش بهتری بر داده هـای جذب دارد، اگر چه هردو ایزو ترم از همبستگی پایینی برخوردار هستند. داده های حاصـل از آزمـایش نشـان دهنـده وابسـتگی بالای مقدار جذب مواد آلی توسـط کـربن فعـال بـهPH پسـاب است به گونه ای که در PH بالای پساب توانـایی جـذب کـربن کم و در PH پایین مقدار جذب بیشتر مـی باشـد(در ۱۰/۷= PH مقدار جذب مـواد آلـی ۱۸ میلـی گـرم بـه ازای ۱گـرم جاذب در PH=۲/۵ این مقدار به ۶۱/۶۲ میلـی گـرم بـه ازای یک گرم کربن فعال می باشد). صنعت نوشابه در دستهٔ صـنایع وابسته به آب قـراردارد و آب مصرفی در این صنـایع از نـوع آب شهر می باشد که قسمت عمده آن در بخش بطـری شـویی (تقریباً ۴۱/۲٪ آب مصرفی در بخش بطـری شـویی مصـرف می شود) پس از مصرف به فاضلاب شهر وارد می شود. می توان با استفاده از ستون کربن فعال پسـاب مرحلـه بطـری شـویی را تصفیه کرد، برای مصارف عمومی مانند فضای سبز، شستشـوی سالن به چرخه مصرف بر گردانـده شـود. در ایـن راه تـا۴۱٪ از مصرف آب صرفه جویی می شود. با توجـه بـه ایـن کـه سـتون کربن فعال بعد از مدتی به درجه اشباعیت از مـواد آلـی جـذب شده می رسد و برای استفاده مجدد باید آن را احیا نمود. یکـی از راه های احیا کردن کربن فعال استفاده از روش های فیزیکـی و بخار داغ است. از آن جایی که در کارخانجـات نوشـابه سـازی بخار فوق داغ تولید می شود، احیا کردن ستون کربن به آسـانی امکان پذیر است و اسـتفاده از ایـن روش را از لحـاظ اقتصـادی امکان پذیر می سازد.

منابع

1. ASTM. "Annual Book of ASTM Standards" Vol.11.03. USA 1990
2. Al-Duri, B., McKay, G., "Basic dye adsorption on carbon using a solid phase diffusion model" Chem. Eng. J 1988**;** 38: 23–31
3. A.R. Khan, T.A. Al-Bahri, A. Al-Haddad, "Adsorption of phenol based organic pollutants on activated carbon from multi component dilute aqueous solutions" Water Res 1997; 31: 2101–2112
4. Dewolf, Glenn, "estimating costs of granular activated carbon Treatment for water and wastewater" U.S Environmental Protection Agency industrial Environmental Research. 1994: Technical Report Series 98-003:
5. Gitipour, S., Zho, L. Sun, Y., "The Efficiency of Modified Bentonite Clay for Removal of Aromatic Organics from Wastewater" Spill Science Technology Bulltin 1997; 4: 155-164
6. Perrich. R. jerry. Dabrowsk, A., Activated carbon adsorption for wastewater Treatment .Collide and interface Science 2000; 93: 135-142
7. Moon, H. and Lee, W.K., (1983). Intraparticle diffusion in liquid phase adsorption of phenols with activated carbon in a finite batch absorber, J. Colloid. Interface Sci., 96(1). 162–170
8. Langmuir (1995) i.Am.chem.soc.37, 1139
9. Freundlich. H. and Heller. W. (1939) on adsorption in solution. J. Am chem. soc.61, 222.