



## ارزیابی کارایی دی اکسید کلر در کاهش COD و T.S.S پساب‌های صنعتی

الناز پوراصلانی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران  
e.pooraslany@yahoo.com

مجتبی عباسیان

گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

عبدالحسین قاسمی

پتروشیمی تبریز، آزمایشگاه مرکزی، تبریز، ایران

احمد امیر شقاقی

گروه مهندسی شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

### چکیده

رشد پیوسته جمعیت، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، توزیع غیر یکنواخت منابع آبی و خشک‌سالی‌های دوره‌ای، سازمان‌ها و متخصصین آب و فاضلاب را مجبور کرده که به دنبال منبع جدیدی جهت تامین آب باشند. تکنولوژی استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب با کیفیت بالا به عنوان یک منبع آب قابل اعتماد، توجه زیادی را به خود جلب کرده است به طوری که بازیافت فاضلاب و پساب‌های صنعتی جهت استفاده مجدد به خصوص در کشورهایی که دچار کم‌آبی یا بی‌آبی هستند اهمیت خاص پیدا نموده است. علاوه بر مسئله بحران آب، آلودگی محیط زیست ناشی از پساب‌های صنعتی نیز توجه به تصفیه و به تبع آن تولید پسابی با آلودگی کم‌تر را مورد تاکید قرار می‌دهد. در این پژوهش امکان کاهش COD و T.S.S پساب‌های صنعتی که جزء شاخص‌های ارزیابی کیفیت پساب مطرح می‌باشند، توسط دی‌اکسید کلر که به عنوان یک اکسیدان قوی مطرح می‌باشد مورد بررسی قرار گرفته است. در این کار از دی‌اکسید کلر پودری استفاده شده است که از ویژگی‌های منحصر به فردی نسبت به موارد مشابه برخوردار می‌باشد و معایب سایر اشکال این ماده که استفاده از آن‌ها را منسوخ می‌کند را ندارد. به عنوان مطالعه موردی کارایی دی‌اکسید کلر روی پساب پتروشیمی تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی‌ها و نتایج این پژوهش که از طریق نرم افزار Minitab مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است نشان می‌دهد که COD در پساب تصفیه شده با  $\text{ClO}_2$  کاهش چشم‌گیری داشته است. بهترین نتیجه به بالاترین زمان تماس و غلظت دی‌اکسید کلر تعلق داشت. که بیش از ۸۰٪ COD کاهش یافت. گرچه تاثیر غلظت در کاهش COD بیش‌تر از زمان بود. هم‌چنین در کنار آلودگی‌های آلی، کاهش T.S.S (اغلب مشخص شده به عنوان کدورت) در استفاده مجدد از پساب توصیه شده است. تصفیه پساب با  $\text{ClO}_2$  نشان می‌دهد که در مطابقت با این استاندارد موفقیت آمیز بوده است. به این دلیل که \* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد

کاهش حدود ۶۰٪ T.S.S باقی مانده در غلظت دو برابر غلظت خود T.S.S ممکن بوده و حتی این مقدار در مقادیری که برای کاهش COD استفاده شد تا ۹۰٪ هم می‌رسد. ارزیابی تصفیه پساب صنعتی توسط دی اکسید کلر اثرات قابل توجه این ماده پودری شکل را در کاهش COD و T.S.S باقی مانده در این پساب‌ها نشان می‌دهد. بنابراین استفاده مجدد برای مصارفی غیر از آشامیدن با حد اطمینان بالا میسر می‌باشد.

### کلیدواژه: دی اکسید کلر، COD، T.S.S، پساب

#### مقدمه

اهمیت خاص پیدا نموده و این روش در حال حاضر در ایران نیز مورد توجه قرار گرفته و بسیاری از منابع کشور در بازیابی پساب‌های صنعتی به منظور افزایش تولید و ایجاد شرایط و فضای توسعه اقدام می‌نمایند اصولاً یکی از ارکان مهم توسعه پایدار در بخش صنعت جلوگیری از آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی (به خصوص فاضلاب‌های صنعتی) و تصفیه فاضلاب‌ها با روش‌های مناسب و با استانداردهای قابل قبول در جهت استفاده مجدد و بازیافت آب است [۳].

علاوه بر مسئله بحران آب که ضرورت استفاده از پساب‌های صنعتی را اجتناب ناپذیر می‌کند مسایل زیست محیطی ناشی از تخلیه پساب‌های صنعتی به منابع پذیرنده نیز از دغدغه‌های اساسی مسئولین امر بوده است. فاضلاب‌های صنعتی به دلیل دارا بودن سمیت بالا پتانسیل آسیب رسانی و تخریب بالای اکوسیستم را دارند و همین مسئله توجه به تصفیه کافی و مناسب و به تبع آن تولید پسابی با آلودگی کم‌تر را مورد تاکید قرار می‌دهد.

در نقاط مختلف دنیا دغدغه استفاده از روش‌هایی که بتواند پسابی با کیفیت بالا تولید کند همواره بوده و است. از جمله این‌ها جستجو و استفاده از اکسیدان‌هایی است که بتواند کارایی بالایی در اکسیدکنندگی داشته و آلودگی را با راندمان بالایی کاهش دهد. دی اکسید کلر جزء اکسیدان‌هایی می‌باشد که به‌عنوان یک اکسیدان قوی در استفاده‌های مجدد مطرح شده است.

دی‌اکسید کلر اولین بار در سال ۱۸۱۱ از طریق واکنش کلرات پتاسیم و اسید هیدروکلریک تولید شده است. در سال ۱۹۶۷، EPA، اول شکل مایع آنرا برای استفاده به‌عنوان گندزدا و ضدعفونی‌کننده ثبت کرد و بعد در سال ۱۹۸۸ شکل

در گذشته که جمعیت انسانی نسبت به جمعیت امروز کم‌تر بود آب به عنوان یک منبع بی‌نهایت و ارزان تلقی می‌شد نیاز مردم به آب به اندازه حجم مورد نیاز کنونی نبود تدریجاً افزایش جمعیت باعث شد تا تقاضای روز افزون برای منابع آبی افزایش یابد. در کنار رشد مستمر جمعیت، خشکسالی‌های دوره‌ای، توزیع غیر یکنواخت منابع آبی و مسایلی از این دست باعث شده تا در سال‌های اخیر با مشکل بحران آب روبه‌رو شویم. همین مسئله فعالین حوزه آب و فاضلاب را مجبور کرده تا به دنبال یافتن منابع جدید آب باشند. یکی از گزینه‌هایی که در این راستا بیش‌تر جلب توجه کرده است بازیابی و استفاده مجدد از آب‌هایی است که مصرف شده‌اند لذا تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد آن به عنوان یک منبع قابل اعتماد جهت رفع کمبود آب بسیار مورد توجه بوده و امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

در حالی که استفاده مجدد آب گزینه‌ای عملی به حساب می‌آید صرفه‌جویی در مصرف آب، بهره‌برداری صحیح از منابع فعلی و توسعه و مدیریت منابع آبی جدید به‌عنوان گزینه‌های دیگر مورد توجه هستند [۱].

صنایع از نقطه نظر آلوده سازی آب مهم‌ترین و بیش‌ترین سهم را در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله کشور ما دارا هستند. روزانه حجم عظیمی از آب به وسیله صنایع مختلف به فاضلاب‌های حاوی آلاینده‌های گوناگون تبدیل می‌شوند و چنانچه این آب‌های صنعتی به نحو مناسب تصفیه نشده و استفاده مجدد نشوند زیان‌های فراوان را برای جوامع به‌وجود می‌آورند [۲].

از این جهت بازیافت فاضلاب و پساب‌های صنعتی تصفیه شده به‌خصوص در کشورهایی که دچار کم‌آبی یا بی‌آبی هستند

و نگهداری آن پرخرج و پیچیده است و از آنجا که گاز بسیار ناپایدار و قابل انفجار است هرگز حمل و نقل نمی‌شود و باید در محل تولید کرد.

در پژوهش حاضر کارایی دی اکسید کلر در کاهش دو پارامتر COD و T.S.S که جزو شاخص‌های پایش کیفی پساب مطرح می‌باشند در پساب‌های صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان مطالعه موردی پساب پتروشیمی تبریز مورد مطالعه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### نمونه‌های پساب

نمونه‌های استفاده شده از خروجی و مراحل مختلف فرآیندهای تصفیه پساب پتروشیمی تبریز جمع‌آوری و آنالیز گردیده است شایان ذکر است که این تصفیه‌خانه از سیستم لجن فعال جهت تصفیه پساب استفاده می‌کند.

### دی اکسید کلر

دی اکسید کلری که در این پژوهش استفاده شده است از نوع پودری می‌باشد که از ترکیب شیمیایی دو جزء پودری تولید می‌شود. این نوع دی اکسید کلر به منزله یک فن‌آوری جدید می‌باشد که نه تنها از ویژگی‌های منحصر به فردی نسبت به مواد مشابه برخوردار می‌باشد بلکه معایب سایر اشکال این ماده که استفاده از آن‌ها را منسوخ می‌کرد را ندارد و تولید امن و مقرون به صرفه  $\text{ClO}_2$  را بدون معایب و خطراتی که در روش‌های سنتی تولید آن وجود داشت ارائه می‌دهد. مزیت اصلی در مقایسه با دیگر سیستم‌های تولید  $\text{ClO}_2$  سهولت ذخیره‌سازی، تولید در محل بدون نیاز به تجهیزات پیچیده، توزیع، عمر مفید آن و عدم تولید کلریت و کلرات و عدم وابستگی به pH است.

## روش‌های انجام آزمایش

آزمایشات این پژوهش در دستگاه جارتست دارای ۶ بشر یک لیتری مدل Aqualytic انجام گردیده است. جهت مطالعه قدرت اکسیدکنندگی دی اکسید کلر روی COD پساب در مرحله نخست از آب DM استفاده شد و در مرحله بعدی روی

گازی به عنوان گندزدا ثبت شد [۴] در اکثر موارد از شکل گازی آن بیش‌تر استفاده می‌شود.

دی اکسید کلر از شروع قرن بیستم هنگامی که برای اولین بار در یک چشمه واقع در کشور بلژیک مورد استفاده قرار گرفت به عنوان یک میکروبوکش قوی در آب شناخته شد. وقتی که ثابت شد که دی اکسید کلر باکتری‌کش قوی بوده و در غیر فعال کردن ویروس‌ها موثرتر است [۵] و همچنین نشان داده شد که شدت گندزدایی آن تحت تاثیر pH نبوده و با آمونیاک واکنش نداده و تولید کلروآمین نمی‌کند و تشکیل ترکیبات THMS و HAAS را از طریق اکسیداسیون مواد اولیه کاهش می‌دهد [۶] استفاده از آن در تصفیه آب آشامیدنی گسترش یافت. با این حال سابقه کاربرد آن در گندزدایی فاضلاب بسیار محدود و علاقه به استفاده از آن در تصفیه فاضلاب در سال‌های اخیر افزایش یافته است.

به طوری که علاقه به استفاده از  $\text{ClO}_2$  برای کاهش و از بین بردن مشکلات زیست محیطی ناشی از تخلیه فاضلاب‌هایی که به حد کافی تصفیه نمی‌شوند بیش‌تر شده است. به ویژه که این اکسیدان چندین روش برای حذف بو، رنگ و انواع مواد آلی با سمیت بالا که اغلب در فاضلاب یافت می‌شود ارائه می‌دهد [۷].

به دلیل این که کاربرد آن در سال‌های اخیر روی پساب متداول شده است از این رو سابقه مطالعات جهت بررسی تاثیر دی اکسید کلر روی پساب کم می‌باشد. قسمت اعظم این مطالعات روی پساب در زمینه بررسی قدرت گندزدایی این اکسیدان و مقایسه آن با سایر اکسیدان‌هایی بوده است که با این هدف استفاده می‌شدند. اما اطلاعات در زمینه بررسی قدرت اکسیدکنندگی دی اکسید کلر روی سایر پارامترهای ارزیابی کیفی پساب کم است. در یکی از محدود کارهایی که در این زمینه انجام شده است تاثیر آن روی پساب ثانویه مورد بررسی قرار گرفته است. در این کار [۷] ثابت شده است که COD و T.S.S در پساب ثانویه تصفیه شده با دی اکسید کلر کاهش می‌یابد.

با این وجود چندین عامل باعث می‌شود تا استفاده از دی اکسید کلر مقبولیت کم‌تری داشته باشد. تولید آن نیازمند تجهیزاتی است که هزینه‌های سنگین را تحمیل می‌کند راه‌بری

آزمایش دیگری روی نمونه‌های پساب جمع آوری شده از قسمتی که بیش‌ترین مقدار COD و T.S.S را داشت به‌طور جداگانه انجام شد. به منظور انجام آزمایش، با در نظر گرفتن این‌که COD بیش‌ترین مقدار را داشت نیاز به استفاده از غلظت‌های بیش‌تری از دی‌اکسید کلر بود. با دقت در نتایج قبلی که به دست آمده بود و مقایسه اختلاف آن با مقدار اولیه COD و با کمک گرفتن از اطلاعات کار قبلی [۷] که روی پساب ثانویه انجام گرفته است غلظت دی‌اکسید کلر جهت ارزیابی، معادل خود COD و بیش‌تر انتخاب شده ( $C_{ClO_2} \geq C_{COD}$ ) و روی نمونه‌ها با COD بالا آزمایش شد. جهت مطالعه روی نمونه‌های با T.S.S بالا غلظت دی‌اکسید کلر با توجه به نتایج آزمایشگاهی چند ماه اخیر پساب تصفیه‌خانه انتخاب و آزمایش شد. همه نتایج به دست آمده از طریق نرم افزار مینی‌تب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول شماره ۱ - مشخصات آزمایشات تهیه شده توسط نرم افزار

شماره آزمایش	زمان	غلظت
۱	۱۲۰	۲۰۰
۲	۶۰	۱۵۰
۳	۴۵	۲۰۰
۴	۶۰	۳۰۰
۵	۱۲۰	۳۰۰
۶	۴۵	۱۵۰
۷	۱۲۰	۱۵۰
۸	۶۰	۲۰۰
۹	۴۵	۳۰۰

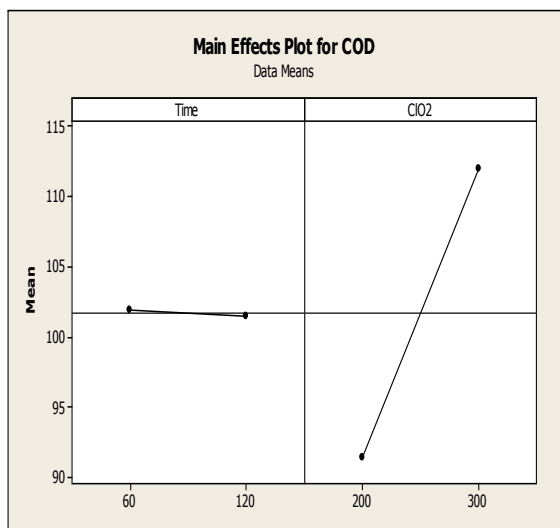
### یافته‌ها

پس از تعیین سطوح بهینه غلظت و زمان، تاثیر آن روی پساب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده که در نمودار شماره ۱ ارائه گردیده است نشان می‌دهد که COD پساب کاهش چشم‌گیری داشته است. طبق نمودار حداکثر

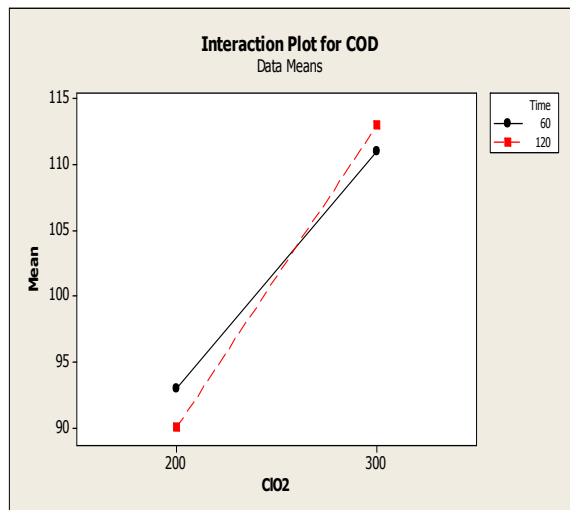
نمونه‌های پساب آزمایش شد. علت این امر جهت به دست آوردن غلظت و زمان بهینه و مقایسه درصد کاهش COD در آب DM و پساب و دخالت عوامل احتمالی در میزان این کاهش بود. به منظور به دست آوردن معیاری مناسب جهت انتخاب غلظت دی‌اکسید کلر تزریقی در مرحله ابتدایی غلظت‌های ۳۰۰-۵۰ ppm از دی‌اکسید کلر در زمان ۶۰ دقیقه در آب DM روی کاهش COD بررسی شدند. علت انتخاب COD به دلیل بالا بودن مقدار آن نسبت به T.S.S در پساب بود. با در نظر گرفتن این نتایج اولیه به دست آمده و با توجه به میزان استاندارد دی‌اکسید کلر که برای COD پساب خروجی پتروشیمی تبریز تعیین شده است. بیش‌ترین غلظت‌های دی‌اکسید کلر که حداکثر کاهش در آن‌ها اتفاق افتاده بود انتخاب شدند.

در مرحله بعدی جهت تعیین تاثیر زمان تماس در میزان کاهش، سه زمان تماس ۴۵، ۶۰، ۱۲۰ دقیقه انتخاب شدند این زمان‌های تماس با توجه به این مسئله که زمان تماس برای اکسیداسیون COD بالاتر از ۲۰ دقیقه توصیه شده است [۷] در نظر گرفته شدند. در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار minitab16 ترتیب آزمایشات و تقدم و تاخر آن‌ها با در نظر گرفتن سه سطح برای متغیر زمان و سه سطح برای متغیر غلظت تعیین گردید که ۹ تست برای یافتن بهینه سطوح متغیرها به دست آمد. نرم‌افزار مینی‌تب یکی از نرم‌افزارهای مطرح آماری بوده که در اکثر زمینه‌های علم آمار، از جمله کاربرد آمار در صنعت و در اقتصاد از قابلیت‌های خاصی برخوردار می‌باشد. در مینی‌تب چهار روش برای طراحی آزمایش پیشنهاد می‌شود که از جمله آن‌ها روش فاکتوریل است که طرح ریزی آزمایشات را با تعداد آزمایشات لازم جهت یافتن بهترین بازده برای اخذ نتیجه روی پارامترهای ورودی و سطوح پارامترها و بررسی اثرات آن‌ها انجام می‌دهد.

براساس آزمایشات طرح ریزی شده توسط نرم‌افزار مطابق جدول یک تست‌ها مشخص و به ترتیب انجام شدند. در مرحله بعدی براساس مشاهدات نتایج به دست آمده بهینه سطوح زمان و غلظت جهت مطالعه قدرت اکسیدکنندگی روی COD و T.S.S پساب انتخاب و روی نمونه‌های پساب بررسی شد. با توجه به نتایج بسیار مطلوب به دست آمده که کارایی بالای دی‌اکسید کلر را در کاهش COD و T.S.S باقی‌مانده در پساب نشان می‌داد به منظور مطالعه بیش‌تر،



(الف) نمودار اثرات اصلی

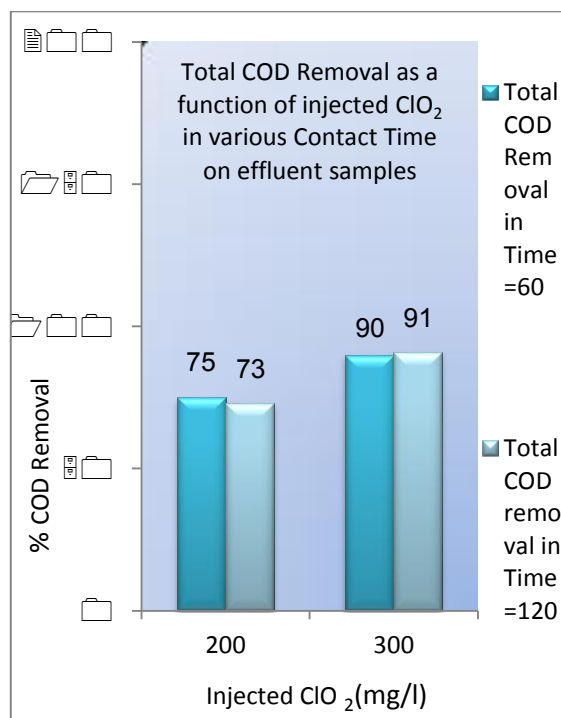


(ب) نمودار اثرات متقابل

نمودار شماره ۲- اثرات فاکتورهای غلظت و زمان در کاهش COD پسب

در نمودار شماره ۳ اثر دی اکسید کلر در کاهش COD پسب در نمونه‌هایی که دارای بیشترین مقدار COD بودند ارائه گردیده است نتایج آزمایش نشان می‌دهد که حداکثر بازده کاهش در بیشترین زمان و مقدار حدود ۸۸٪ بوده است.

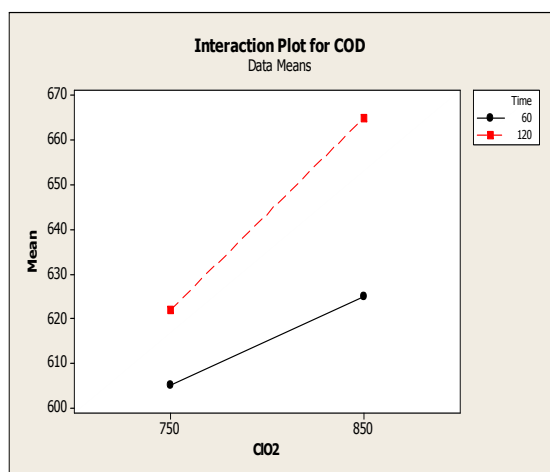
درصد کاهش در غلظت‌های بالاتر از مقدار COD اولیه و زمان تماس بیش‌تر به میزان ۹۱٪ بوده است.



نمودار شماره ۱- نتایج کاهش COD روی نمونه‌های پسب

نتایج به دست آمده جهت بررسی اثر دو فاکتور غلظت و زمان در میزان کاهش در نرم افزار مینی‌تب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نمودار شماره ۲ (الف و ب) اثرات فاکتورهای اصلی و اثرات متقابل فاکتورها روی هم که می‌تواند اثرات اصلی را کم یا زیاد کند ارائه گردیده است. همان‌طور که در نمودار اثرات اصلی مشاهده می‌شود اثر غلظت نسبت به زمان در میزان کاهش بیش‌تر می‌باشد.

به‌طوری‌که میزان کاهش در غلظت ۳۰۰ mg/l نسبت به ۲۰۰ mg/l بسیار قابل توجه بوده است ولی میزان کاهش در زمان‌های ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه تفاوت چندانی نداشته است. هم-چنین مشاهدات نمودار اثر متقابل نشان می‌دهد که در زمان ۱۲۰ دقیقه و غلظت ۳۰۰ mg/l بیش‌ترین میزان کاهش اتفاق افتاده است. و از طرفی مشاهده می‌شود که زمان در میزان کاهش تاثیر چندانی نداشته و فاکتور غلظت در میزان کاهش موثرتر بوده است.



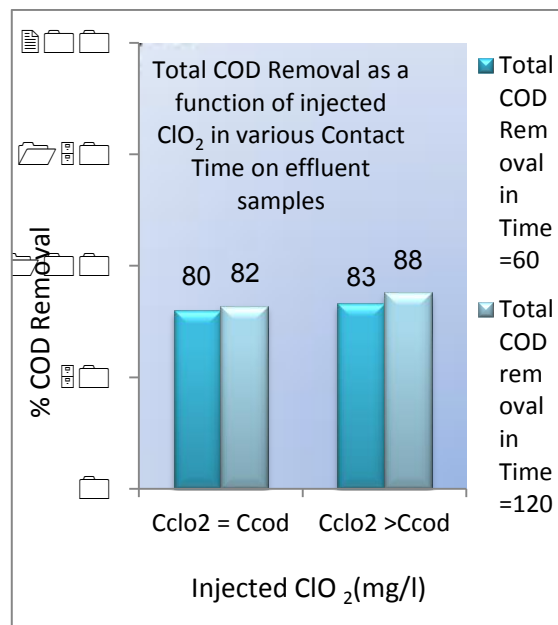
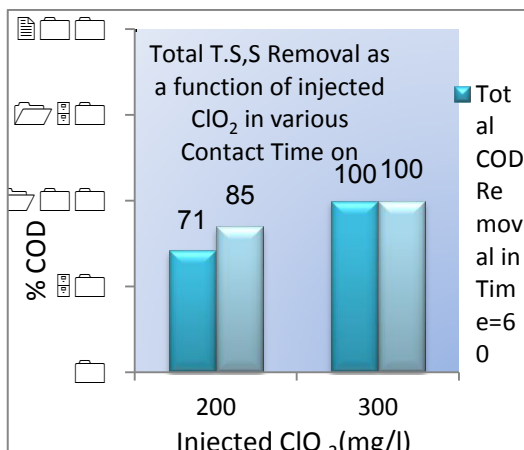
(ب) نمودار اثرات متقابل

نمودار شماره ۴- اثرات دو فاکتور غلظت و زمان در نمونه های پساب با COD بالا

در کنار آلودگی آلی، کاهش T.S.S (اغلب مشخص شده توسط کدورت) نیز در استفاده مجدد از پساب توصیه شده است تصفیه پساب با دی اکسید کلر به نظر می رسد که در مطابقت با استاندارد کاهش کدورت موفقیت آمیز بوده است [۷].

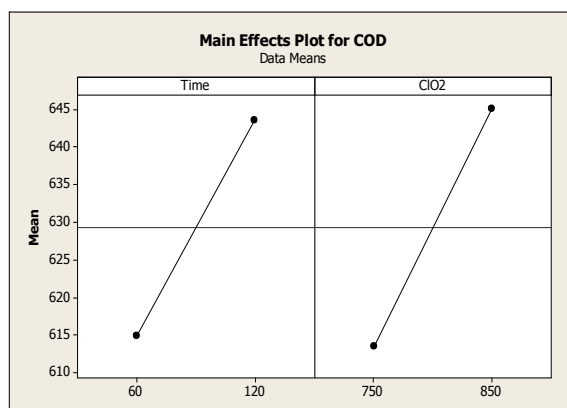
با بررسی نتایج به دست آمده از آزمایش تاثیر دی اکسید کلر در میزان کاهش T.S.S پساب صنعتی که در نمودار شماره ۵ ارائه شده است شاهد کاهش تا ۱۰۰٪ هستیم. نکته قابل توجه در این است که راندمان کاهش در غلظت بیش تر در هر دو زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه یکسان بوده است.

نمودار شماره ۵- نتایج کاهش T.S.S روی نمونه های پساب



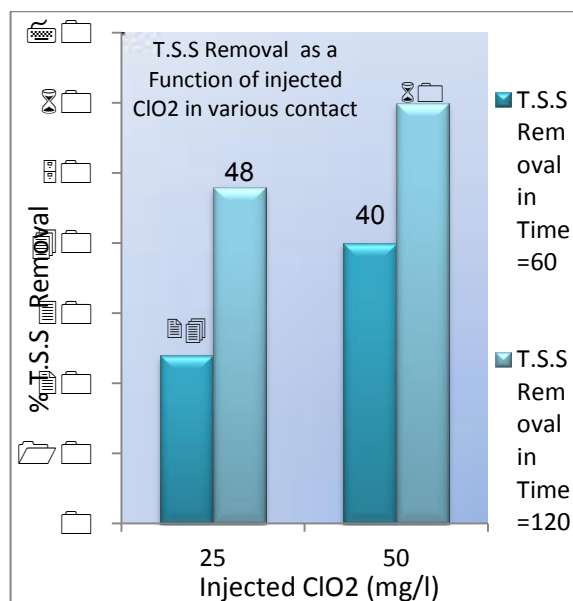
نمودار شماره ۳- نتایج کاهش COD روی نمونه های پساب با COD بالا

جهت بررسی بیش تر تاثیر گذاری دو فاکتور غلظت و زمان، تجزیه و تحلیل از طریق نرم افزار مینی تب انجام شد. نتایج به دست آمده در نمودار شماره ۴ (الف و ب) نشان داده شده است. از بررسی نمودار می توان دریافت که غلظت و زمان اثر مشابهی در میزان کاهش COD داشته اند. و در زمان ۱۲۰ دقیقه نسبت به ۶۰ دقیقه و در غلظت بالا نسبت به غلظت پایین بیش ترین درصد کاهش اتفاق افتاده است. بررسی نمودار اثرات متقابل هم چنین نشان می دهد که حداکثر میزان کاهش به بالاترین زمان و غلظت تعلق دارد و زمان ۱۲۰ دقیقه نسبت به ۶۰ دقیقه دارای اثر بزرگتری است



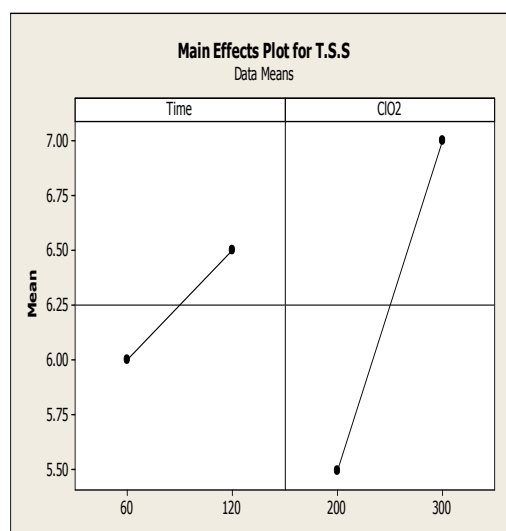
(الف) نمودار اثرات اصلی

جهت مطالعه بیشتر تر و اخذ نتایج دقیق تر، آزمایش دیگری روی نمونه های با T.S.S بالا انجام شد. با بررسی نتایج به دست آمده که در نمودار شماره ۷ نشان داده شده، مشاهده گردید که راندمان کاهش در غلظت  $\text{ClO}_2$  دو برابر غلظت T.S.S و در بیشترین زمان تماس تا ۶۰٪ بوده است. هم چنین بررسی نتایج نرم افزار مینی تب که در نمودار شماره ۸ آورده شده است، نشان می دهد که زمان و غلظت اثر تقریباً مشابهی در میزان کاهش داشته اند. ولی تاثیر زمان به مراتب بیشتر بوده است و در بیشترین زمان و غلظت میزان کاهش زیاده بوده است. هم چنین در زمان ۱۲۰ دقیقه در هر دو غلظت بیشترین میزان کاهش نسبت به زمان ۶۰ دقیقه اتفاق افتاده است ولی تاثیر هر دو زمان در راندمان کاهش با تغییر غلظت ها به یک میزان بوده است. مقایسه نتایج هر دو آزمایش T.S.S نشان می دهد که جهت کاهش T.S.S مقادیر بالاتری از دی اکسید کلر در مقایسه با مقادیر مورد نیاز برای کاهش COD نیاز است.

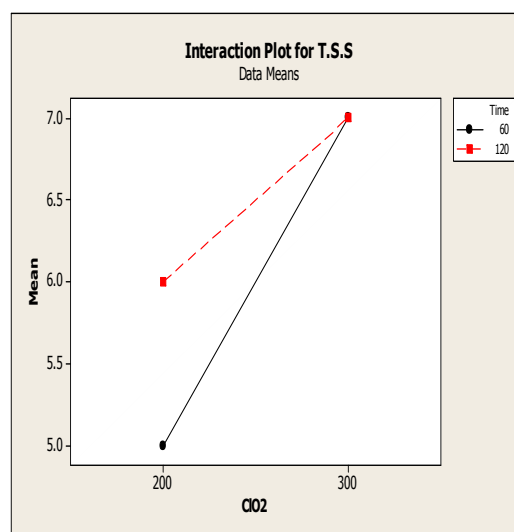


نمودار شماره (۷) نتایج کاهش T.S.S روی نمونه های پساب با T.S.S بالا

مشاهدات بررسی تاثیر فاکتورهای زمان و غلظت که در نمودار شماره ۶ ارائه گردیده است نشان می دهد که تاثیر غلظت در راندمان کاهش بیش تر از زمان بوده است. از طرفی در زمان ۱۲۰ دقیقه نسبت به ۶۰ دقیقه و در غلظت بالا نسبت به غلظت پایین میزان کاهش بیشتر بوده است. با بررسی نمودار اثرات متقابل مشاهده می شود که در زمان ۱۲۰ دقیقه نسبت به ۶۰ دقیقه در هر دو غلظت بیشترین کاهش اتفاق افتاده است اما زمان ۶۰ دقیقه دارای اثر بزرگ تری بوده است.



نمودار شماره ۶- (الف) نمودار اثرات اصلی



(ب) نمودار اثرات متقابل

نمودار شماره ۶- اثرات دو فاکتور غلظت و زمان در نمونه های پساب

دارد که نیاز به بررسی بیش تر احساس می‌شود که در نظر است با انجام پروژه‌های بعدی نتایج آن ارائه گردد.

### بحث و نتیجه گیری

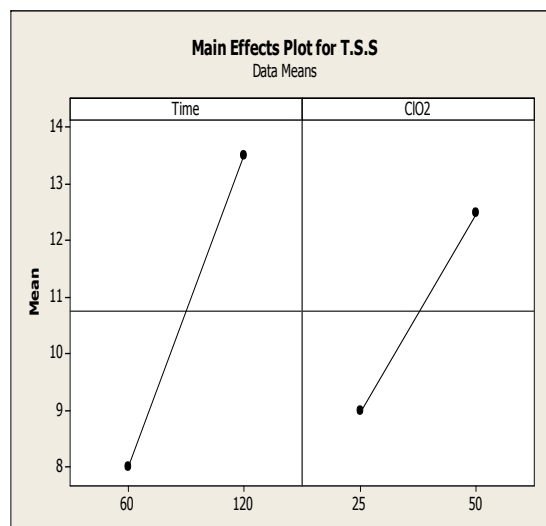
در مجموع نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد که دی‌اکسید کلر به عنوان یک اکسیدان با کارایی بالا جهت استفاده‌های مجدد از پساب‌ها صنعتی می‌تواند به کار گرفته شود. ارزیابی قدرت اکسید کنندگی دی‌اکسید کلر کارایی بالای آن را در کاهش COD در غلظت‌های بالاتر از مقادیر اولیه COD نشان می‌دهد. علاوه بر این نشان داده می‌شود که T.S.S نیز در این شرایط به طور کامل حذف می‌گردد. هم-چنین با بررسی بیش تر مشاهده می‌شود که مقادیر مورد نیاز دی‌اکسید کلر برای حذف T.S.S در مقایسه با COD بالاتر می‌باشد.

با توجه به کارایی بالای این ماده در طیف وسیعی از pH و عمل کرد بهتر به عنوان یک اکسیدان می‌توان با بررسی‌های بیش تر نقطه تزریق دقیق تری جهت کاهش میزان COD و T.S.S در مراحل اولیه تصفیه تعیین کرد که از این طریق باعث کاهش یا حذف قسمت‌هایی از فرآیند تصفیه شد.

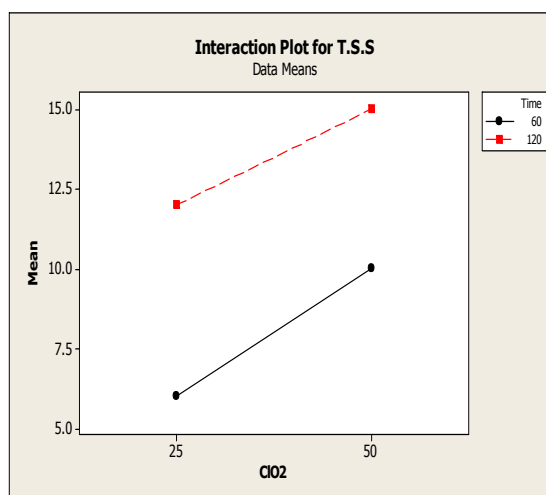
با بررسی کارایی این ماده روی سایر پارامترهای ارزیابی کیفی پساب شاید بتوان در آینده نزدیک این ماده را به عنوان یک جایگزین موثر در حذف بسیاری از پارامترهای شیمیایی و بیوشیمیایی قرار داد که نه تنها دارای کارایی بالا در گندزدایی، بلکه به عنوان یک اکسیدان بسیار موثر در حذف بسیاری از پارامترها جهت استفاده مجدد از پساب تصفیه شده با درصد اطمینان بیش تری مد نظر و مورد استفاده عملی قرار گیرد.

### منابع

[1]-Techobanoglous George , L.Burton Franklin , Stensel H.David , 2003 ,Wastewater engineering (treatment and reuse),4th ed.



(الف) نمودار اثرات اصلی



(ب) نمودار اثرات متقابل

نمودار شماره ۸- اثرات دو فاکتور غلظت و زمان در نمونه‌های پساب با T.S.S بالا

ذکر این نکته ضروری است که مقایسه نتایج کاهش در آب DM و نمونه‌های پساب نشان می‌دهد که میزان کاهش در نمونه‌های پساب بیش تر بوده است به دلیل حجم زیاد نمودارها و جلوگیری از تطویل مقاله نمودارهای مربوط به نتایج آب DM ارائه نگردیده است ولی مشاهدات نشان می‌دهد بیش-ترین راندمان کاهش در حدود ۶۰٪ بوده است و غلظت نسبت به زمان تاثیر بیش تری دارد. این اختلاف موید آن است که بعضی عوامل موجود در پساب در کارایی دی‌اکسید کلر در میزان کاهش پارامترهای مورد نظر اثر هم افزایی (synergic)



[2] - واعظی ، فروغ ، ۱۳۷۶ ، انتخاب روش مناسب تصفیه و دفع فاضلابهای صنعتی ، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

[3] - برقی ، مهدی ، اصول و مبانی تصفیه فاضلاب و پسابهای صنعتی ، دانشگاه صنعتی شریف.

[4]-U.S.EPA. Combined Sewer Overflow Technology Fact Sheet :Alternative Disinfection Methods. Report No.EPA 832-F-99-033,1999.

[5]- نفری ، محمدرضا ، ۱۳۸۲ ، بررسی روشهای ضد عفونی آبهای آشامیدنی ، بهداشتی ، و صنعتی انجمن خوردگی ایران ، اول.

[6]-Katz Anat,Narkis Nava ,Orshansky Frieda,Friedland Evgenia and Kott yehuda,Disinfection of effluent by combinations of equal doses of chlorine dioxide and chlorine added simultaneously over varying contact times,water research ,1994,10,28,2133-2138.

[7]- Vaezi .F , Naddafi .K , Karimi .F , Alimohammadi.M , Application of chlorine dioxide for secondary effluent polishing , International journal of Environmental Science & Technology , 2004 , 1,2,97-101.