

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی شیمی

پایان نامهٔ تحصیلی برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

تعیین سینتیک تبلور بیکربنات سدیم در بلورساز برج حبابی صنعتی

استاد راهنما:

دکتر عطا... سلطانی گوهرریزی

اساتید مشاور:

دکتر امیر صرافی

دکتر ستار قادر

مؤلف:

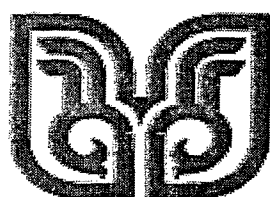
امیر صابری

انگیزه‌ها و اطلاعات در این کتاب
توسط استاد راهنما

۱۳۸۸ / ۴ / ۱۶

بهمن ماه ۱۳۸۷

۱۱۵۲۳۰



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه : مهندسی شیمی
دانشکده : فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: امیر صابری

استاد راهنمای پروژه: دکتر عطاالله سلطانی

داور ۱: دکتر محمد مهدی افصحی

داور ۲: دکتر علی مرادی

استاد مشاور پایان نامه: دکتر امیر صرافی

استاد مشاور پایان نامه: دکتر ستار قلادر

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر مهین شفیعی



حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به پدر و مادر مهربان، عزیز و فداکارم که بهترین
آموزگاران زندگییم هستند و دعای خیرشان همیشه بدرقه
راه من بوده است.

ای عزیز!

عمر را به نادانی به آخر مرسان، بیاموز و بیاموزان. علم اگر چه دور باشد، بطلب. در سختی ها صبر پیشه گیر.
بر سگته و گذشته افوس نخور. به آنچه در دست داری شادمان باش و از آموختن علم و پیشه عار مدار.

مناجات نامه خوابه عبدالله انصاری

سپاس خداوند یکتا را که همواره پشتیبان من در تمام لحظات بوده است و نیز او را شاکرم که در سایه الطاف کریمانه و بی پایانش مجالی برای انجام این تحقیق ممکن آمد.

بر خود لازم می دانم از زحمات، راهنمایی ها و کمک های بی دریغ استاد راهنمای ارجمندم دکتر سلطانی گوهرریزی که در طول انجام این پایان نامه مشتاقانه و پیگیرانه مرا یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

از صمیم قلب سپاسگزارم از:

- استاد محترم دکتر صرافی که با نظرات و پیشنهادات سودمندشان مرا در پیشبرد این پایان نامه یاری نمودند.

- استاد و دوست گرامی دکتر قادر که چه بسا بدون کمک ها و راهنمایی های صمیمانه ایشان به پایان رساندن این پایان نامه امری بس دشوار می نمود.

- دکتر افصحی و دکتر مرادی به خاطر راهنمایی های ارزنده و داوری دقیق پایان نامه.

- مهندس فولاد و همکاران ارجمندشان در مرکز تحقیق و توسعه مجتمع پتروشیمی شیراز که شرایط و امکانات اجرای پایان نامه را در این مجتمع فراهم نمودند.

چکیده

جوش شیرین یا بیکربنات سدیم ماده‌ای است که در مراحل میانی فرآیند تولید سودآش حاصل می‌شود در صنعت برای تولید جوش شیرین با کیفیت مرغوب از کریستالیزاسیون واکنشی استفاده می‌شود. در این روش با تزریق پیوسته گاز دی‌اکسید کربن به درون برج‌های حبابی حاوی محلول کربنات و بی‌کربنات سدیم، بلورهای جوش شیرین تولید و سپس توسط دستگاه سانتریفوژ از محلول جدا می‌شوند. برای بدست آوردن سینتیک فرآیند کریستالیزاسیون فوق اطلاعات آزمایشگاهی غلظت واکنشگرها و توزیع اندازه کریستال‌های بی‌کربنات سدیم ضروری است. بدین منظور در زمان‌های مشخص از دوغاب خروجی برج، نمونه‌گیری شد. سپس به کمک فیلتر خلأ فازهای مایع و جامد جدا و برای آنالیز غلظت و توزیع اندازه ذرات به کار گرفته شد. در این تحقیق برای اندازه‌گیری غلظت نمونه‌ها از تکنیک تیتراسیون با دو نقطه پایانی (تیتراسیون با دو معرف) استفاده شد و توزیع اندازه ذرات نیز توسط آزمون آلک تعیین گردید. پارامترهای سینتیکی رشد و هسته‌زایی به کمک اطلاعات به دست آمده از واحد صنعتی تولید جوش شیرین پتروشیمی شیراز و معادلات موازنه جمعیت با استفاده از یک کمینه‌سازی خطا بین مقادیر آزمایشگاهی و مدل با استفاده از نرم افزار MINITAB تعیین گردید. معادلات سرعت رشد و هسته‌زایی بی‌کربنات سدیم در بلورساز صنعتی به ترتیب به صورت $B = 26.685M_T^{0.42}\Delta w^{1.31}$ و $G = 1.381 \times 10^{-4} \Delta w^{1.53}$ تعیین شده‌است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
و	چکیده
ز	فهرست مطالب
ی	فهرست جداول
ک	فهرست شکل ها
ل	فهرست علائم و نشانه‌ها
۱	۱- مقدمه
۳	۱-۱- واحدهای مجتمع پتروشیمی شیراز
۸	۲-۱- تولید کربنات سدیم به روش Solvay
۹	۳-۱- جوش شیرین
۱۰	۴-۱- شرح فرآیند تولید بیکربنات سدیم
۱۰	۱-۴-۱- آماده سازی و تصفیه مواد اولیه
۱۱	۲-۴-۱- تهیه بیکربنات سدیم تصفیه شده با رطوبت ۴٪
۱۲	۳-۴-۱- خشک کردن، جداسازی و بسته بندی
۱۴	۲- مروری بر تحقیقات گذشته
۱۵	۱-۲- مقدمه
۱۶	۲-۲- تعادل در فرایند کریستالیزاسیون
۱۷	۳-۲- انواع کریستالیزاسیون
۱۷	۴-۲- ترسیب
۲۰	۱-۴-۲- تصفیه پذیری و خلوص رسوبها
۲۰	۲-۴-۲- عوامل تعیین کننده اندازه ذرات

۲۲	۵-۲- نیروی محرکه
۲۳	۶-۲- کریستالیزاسیون واکنشی
۲۵	۷-۲- سینتیک کریستالیزاسیون
۲۶	۸-۲- هسته سازی
۲۶	۹-۲- مکانیسم هسته سازی
۲۷	۲-۹-۱- هسته سازی نا همگن
۲۷	۲-۹-۲- هسته سازی همگن
۲۸	۱۰-۲- هسته سازی ثانویه
۳۲	۱۱-۲- عرض ناحیه نیمه پایدار
۳۳	۱۲-۲- رشد کریستال
۳۵	۱۳-۲- مکانیزم رشد کریستال
۳۶	۱۴-۲- روش‌های اندازه گیری غلظت و توزیع اندازه کریستال‌ها
۳۶	۲-۱۴-۱- اندازه گیری فوق اشباعی
۳۷	۲-۱۴-۲- اندازه گیری توزیع اندازه ذرات
۳۹	۱۵-۲- مروری بر مطالعات انجام شده
۴۵	۳- روش تحقیق
۴۶	۱-۳- مقدمه
۴۶	۲-۳- روش انجام آزمایش
۴۷	۳-۳- فیلتراسیون
۴۹	۴-۳- شستشوی کریستال‌ها
۵۰	۵-۳- انتخاب ماده شستشوی مناسب برای کریستال‌های جوش شیرین
۵۰	۶-۳- آنالیز فاز مایع
۵۱	۷-۳- آنالیز فاز جامد
۵۲	۸-۳- واحد صنعتی تولید بیکربنات سدیم و راه‌اندازی آن
۵۳	۳-۸-۱- راه‌اندازی اولیه بلورساز صنعتی
۵۴	۳-۸-۲- وضعیت عملیاتی بلورساز در هنگام راه‌اندازی
۵۶	۴- مدل سازی ریاضی
۵۷	۱-۴- موازنه جمعیت
۵۸	۲-۴- تبدیل گشتاور موازنه جمعیت
۵۹	۳-۴- ارائه مدل برای سینتیک کریستالیزاسیون واکنشی

۶۳	۵- نتایج، بحث و نتیجه‌گیری
۶۴	۵-۱- نتایج آزمایش‌ها
۶۸	۵-۲- تعیین سینتیک رشد و هسته‌زایی
۶۹	۵-۳- نتیجه‌گیری
۷۰	۵-۴- پیشنهادات
۷۱	فهرست منابع

فهرست جداول

صفحه	شماره و عنوان
۴	جدول (۱-۱): مشخصات واحدهای منطقه یک
۵	جدول (۲-۱): مشخصات واحدهای منطقه دو
۶	جدول (۳-۱): واحدهای منطقه ۳ و اطلاعات مربوط به آنها
۳۸	جدول (۱-۲): روشهای مختلف اندازه گیری توزیع اندازه ذرات
۴۷	جدول (۱-۳): مواد مورد نیاز آزمایش
۴۸	جدول (۲-۳): وسایل مورد نیاز آزمایش
۵۲	جدول (۳-۳): شرایط عملیاتی واحد جوش شیرین
۶۸	جدول (۱-۵): پارامترهای سینتیکی تبلور صنعتی بیکربنات سدیم

فهرست شکل ها

شماره و عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): شمای ساده واحد جوش شیرین	۱۳
شکل (۱-۲): انواع روشهای مخلوط شدن واکنشگرها	۱۹
شکل (۲-۲): تاثیر فوق اشباعی نسبی بر فرآیند ترسیب	۲۲
شکل (۳-۲): عوامل مؤثر بر کریستالیزاسیون	۲۴
شکل (۴-۲): محدوده نیمه پایدار در فرایند کریستال گیری	۳۳
شکل (۵-۲): مکانیسم های مختلف رشد کریستال	۳۶
شکل (۱-۳): نحوه انجام فیلتراسیون	۴۹
شکل (۲-۳): نمای برج مورد نظر	۵۳
شکل (۳-۳): دمای عملیاتی بلورساز در حین راه اندازی	۵۴
شکل (۴-۳): فشار عملیاتی بلورساز در حین راه اندازی	۵۵
شکل (۱-۴): حلالیت بیکربنات سدیم در آب خالص	۶۰
شکل (۱-۵): توزیع دیفرانسیلی جرم بلورها در واحد جرم محلول	۶۴
شکل (۲-۵): توزیع تجمعی جرم بلورها در واحد جرم محلول	۶۴
شکل (۳-۵): تغییرات فوق اشباع در محلول	۶۵
شکل (۴-۵): مقادیر رشد بلور بر حسب زمان در برج	۶۶
شکل (۵-۵): مقادیر هسته زایی بر حسب زمان در برج	۶۷
شکل (۶-۵): دانسیته ماگمای درون برج بر حسب زمان	۶۷
شکل (۷-۵): نتایج اندازه گیری چگالی جمعیت در زمانهای مختلف	۶۸

فهرست علائم و نشانه‌ها

A	سطح بلورهای با اندازه مشخص
$B(L, t)$	کاهش تعداد ذرات با اندازه L در اثر چسبیدن آنها به ذرات دیگر
B°	سرعت هسته سازی
b	درجه معادله سرعت هسته زایی نسبت به غلظت جامد در محلول در رابطه (۲-۶)
C	غلظت حل شونده در محلول
C_{met}	غلظت در T_{met}
C^*	غلظت اشباع
ΔC	فوق اشباعی مطلق
ΔC_{max}	فوق اشباعی ماکزیمم
C_i	غلظت حل شونده در محلول در مرز مشترک مایع و جامد
$D(L, t)$	کاهش تعداد ذرات با اندازه L در اثر شکست آنها
f_v	فاکتور حجمی کریستال
g	درجه سرعت رشد نسبت به فوق اشباعی
G	سرعت خطی رشد کریستالها
J	درجه سرعت هسته سازی نسبت به دانسیته ماگما
k_G	ثابت سرعت رشد خطی
k_N	ثابت سرعت هسته سازی
k_b	ثابت سرعت هسته سازی در رابطه (۲-۶)
K_d	ضریب انتقال جرم مربوط به نفوذ

K_r	ثابت سرعت مربوط به واکنش سطحی
K_1	ثابت سرعت هسته سازی در رابطه (۲-۲)
K_2	ثابت سرعت رشد خطی در رابطه (۳-۲)
L	اندازه کریستال
L_{MW}	اندازه متوسط جرمی کریستال
dL	تغییر اندازه کریستال در مدت زمان
$\frac{dm}{dt}$	سرعت تخلیه جرمی حل شونده از فاز مایع به فاز جامد در رابطه (۱۰-۲)
m	جرم کریستال‌های موجود
M_T	دانسیته ماگمای درون کریستالیزر
n	دانسیته جمعیت دانه ها
$n(L, t)$	توزیع جمعیت دانه های با اندازه L
Q	غلظت ماده در هر لحظه در رابطه (۱-۲)
Q_k	دبی جریان ورودی یا خروجی
R_g	میزان تخلیه جرم در رابطه (۱۳-۲)
S	حلالیت ماده حل شونده در رابطه (۱-۲)
	فوق اشباع در محلول
t	زمان
T	دما
T^*	دمای اشباع
T_{met}	دمای فوق اشباعیت ماکزیمم
ΔT_{max}	ماکزیمم سرمایش مجاز

w	کسر جرمی بیکربنات در معادله (۷-۴)
w_s	کسر جرمی بیکربنات در حالت اشباع
V	حجم کریستالیزور
x	جزء مولی بیکربنات سدیم در محلول
μ_i	گشتاور زام چگالی جمعیت
ρ	دانشیته ذرات بیکربنات

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

بیکربنات سدیم یا جوش شیرین به صورت کریستال‌های سفید رنگ می‌باشد. این ماده در آب حلالیت اندکی دارد و در الکل تقریباً نامحلول است. جوش شیرین در دمای بالای ۵۰ درجه سانتیگراد از خود گاز دی‌اکسید کربن آزاد می‌کند و همین خاصیت باعث می‌شود از آن به عنوان بکینگ پودر استفاده نمایند. همچنین بیکربنات سدیم توسط اسیدها تجزیه شده و اسید را خنثی می‌کند و گاز دی‌اکسید کربن آزاد می‌نماید. بیشترین مصرف جوش شیرین در صنایع غذایی و داروسازی می‌باشد. در تولید جوش شیرین از برج‌های حبابی استفاده می‌شود. برج‌های حبابی بیشتر به عنوان تماس دهنده‌ها و راکتورها در صنایع شیمیایی، بیوشیمیایی و پتروشیمی کاربرد دارند. از جمله مزایای این برج‌ها، سرعت انتقال حرارت و جرم بالا، اشغال فضای کم و همچنین هزینه عملیات و نگهداری پایین می‌باشد.

در این تحقیق، سینتیک فرآیند کریستالیزاسیون بیکربنات سدیم در یک بلورساز برج حبابی مورد مطالعه قرار گرفته است. پارامترهای سینتیکی کریستالیزاسیون، شامل سرعت رشد (G) و سرعت هسته‌زایی (B) برای طراحی کریستالیزور صنعتی مورد نیاز هستند. سینتیک کریستالیزاسیون، توزیع اندازه و اندازه متوسط ذرات را در فرآیند تولید بیکربنات سدیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین تعیین سینتیک رشد و هسته‌زایی کریستال‌های بیکربنات سدیم می‌تواند در ارتقاء کیفیت محصول، تأثیر قابل توجهی داشته باشد. برای بدست آوردن این پارامترها می‌بایست از محصول خروجی برج نمونه‌گیری کرد. با توجه به عدم امکان تغییر شرایط عملیاتی در برج واحد صنعتی، نمونه‌گیری در شرایط راه‌اندازی واحد صورت گرفت تا با بررسی مکانیسم‌های مؤثر در رشد و هسته‌زایی ذرات نسبت به زمان، بتوان سینتیک این فرآیند را بدست آورد.

در این فصل ابتدا به معرفی مجتمع پتروشیمی شیراز می‌پردازیم و سپس با فرآیند تولید جوش شیرین در این مجتمع آشنا می‌شویم.

با افزایش تدریجی جمعیت و نیاز بیشتر به محصولات کشاورزی، مصرف کودهای شیمیایی در کشور روز به روز در حال افزایش می‌باشد. این افزایش مصرف علت اصلی ایجاد مجتمع پتروشیمی شیراز گردید. مجتمع پتروشیمی شیراز، به عنوان اولین واحد صنعت پتروشیمی ایران، در سال ۱۳۴۲ کار خود را با تولید کودهای شیمیایی از ته در مرودشت فارس که یکی از قطب‌های کشاورزی کشور است آغاز نمود. این مجتمع در ۵ کیلومتری غرب مرودشت و پنجاه کیلومتری شمال شیراز در کنار رودخانه کر واقع شده است و جاده منتهی به آن در محل پل خان از جاده شیراز - مرودشت منشعب می‌شود. مجتمع در ابتدا دارای ۴ واحد تولیدی و ۳ واحد جانبی بود. واحدهای تولیدی مجتمع در آن زمان عبارت بودند از آمونیاک، اوره، اسید نیتریک و نیترات آمونیم و واحدهای جانبی عبارتند از آب، برق، بخار و هوای فشرده.

۱-۱ واحدهای مجتمع پتروشیمی شیراز

همان‌گونه که اشاره شد، مجتمع پتروشیمی شیراز کار خود را در ابتدا با ۴ واحد تولیدی آمونیاک، اوره، اسید نیتریک و نیترات آمونیم و ۳ واحد جانبی آب، برق، بخار و هوای فشرده، آغاز نمود. اما با توجه به نیاز کشور طرح‌های توسعه متعددی به مرحله اجرا درآمده است. در حال حاضر وسعت مجتمع ۳۰۰ هکتار می‌باشد که محوطه صنعتی ۷۲ هکتار آن را تشکیل می‌دهد. اولین طرح توسعه واحدهای مجتمع در سال ۱۳۵۲ به بهره‌برداری رسید. نیاز کشور به سودااش (کربنات سدیم) و جوش شیرین (بیکربنات سدیم) همراه با وجود معدن سنگ آهک مرغوب در کنار مجتمع (کوه مجاور مجتمع) و میسر بودن استحصال نمک از دریاچه مهارلو (که در ۳۰ کیلومتری شرق شیراز واقع است) موجبات تأسیس اولین واحد سودااش کشور در جوار واحدهای مجتمع را فراهم ساخت [۱].

مجموعه واحدهای مجتمع که در سالهای قبل از انقلاب اسلامی تأسیس شده‌اند اینک واحدهای منطقه یک نامیده می‌شوند. مشخصات واحدهای منطقه یک در جدول (۱-۱) مشخص شده است.

توسعه کشاورزی در کشور، افزایش تولید کودهای شیمیایی را اقتضا می‌کرد. عمده واحدهای تولید کود فسفاته به علت ماهیت وارداتی خاک فسفات در شهرهای بندری جنوب تأسیس شدند و تولید کودهای ازته به مجتمع پتروشیمی شیراز واگذار گردید. بدین منظور تأسیس واحدهای جدیدی برای تولید آمونیاک، اوره، اسید نیتریک و نیترات آمونیم توأم با واحدهای جانبی موردنیاز برنامه‌ریزی و آغاز شد که تا سال ۱۳۵۷ حدود ۸۰٪ پیشرفت داشت. کار تأسیس این واحدها با وقوع انقلاب اسلامی و خروج پیمانکاران خارجی از کشور تا سال ۱۳۶۰ متوقف ماند.

تکمیل این کار در سال ۱۳۶۴ میسر شد و واحدهای تولیدی مربوطه در این سال به بهره‌برداری رسیدند. ظرفیت تولیدی این واحدها حدوداً ده برابر واحدهای قدیمی مجتمع است. مجموعه این واحدها همراه با واحد آرگون که در سال ۱۳۷۳ در جوار واحد آمونیاک تأسیس شده است به واحدهای منطقه دو معروفند [۱].

جدول (۱-۱): مشخصات واحدهای منطقه یک

ردیف	نام واحد	شرکت و کشور صاحب لیسانس	سال شروع بهره‌برداری	محصولات	مواد اولیه اصلی	ظرفیت اسمی (تن در روز)
۱	آمونیاک	آمونیاک کازال - فرانسه	۱۳۴۲	آمونیاک و CO ₂	گاز طبیعی و هوا	۱۱۱
۲	اوره	مونته کاتینی ایتالیا	۱۳۴۲	اوره	آمونیاک و CO ₂	۱۴۵
۳	سودااش	Industrial Export-import رومانی	۱۳۵۲	سودای سبک سودای سنگین جوش شیرین	نمک طعام سنگ آهک	۲۴۰

مشخصات این منطقه در جدول (۲-۱) دیده می‌شود. در ادامه روند توسعه مجتمع در سال ۱۳۶۷ واحد کلر آلکالی به مجموعه مجتمع اضافه شد که از طریق الکترولیز آب نمک به کمک جریان برق در سل‌های جیوه‌ای مواد کلر (گاز و مایع)، اسید کلریدریک، سود سوزآور و آب ژاول (هیپوکلریت سدیم) را تولید می‌کند. این واحد که قبلاً به عنوان گسترش واحد کلر آلکالی شرکت پاسارگاد در آبادان نصب شده بود در ابتدای جنگ تحمیلی و قبل از بهره‌برداری به اشغال رژیم بعث عراق درآمد بود و پس از آزاد شدن چون در آن منطقه به دلیل ادامه جنگ تحمیلی امکان فعالیت نداشت به واحدهای پتروشیمی شیراز محلق گردید. اولین واحد متانول کشور نیز در سال ۱۳۶۹ در جوار سایر واحدهای مجتمع نصب و تولید خود را آغاز نمود که همانند واحد آمونیاک از گاز طبیعی به عنوان خوراک و سوخت استفاده می‌کند [۱].

جدول (۲-۱) : مشخصات واحدهای منطقه دو

ردیف	نام واحد	شرکت و کشور صاحب لیسانس	سال شروع بهره برداری	محصولات	مواد اولیه اصلی	ظرفیت اسمی (تن در روز)
۱	آمونیاک	ICI انگلیس	۱۳۶۴	آمونیاک، CO ₂	گاز طبیعی، هوا	۱۲۰۰
۲	اوره	استامی کرین، هلند	۱۳۶۴	اوره	آمونیاک و CO ₂	۱۵۰۰
۳	اسید نیتریک	گراند پریز، فرانسه	۱۳۶۴	اسید نیتریک %۵۸	آمونیاک، هوا	۱۰۳۴
۴	نیترات آمونیوم	کالتنباخ، فرانسه	۱۳۶۴	نیترات کشاورزی، صنعتی	آمونیاک، اسید نیتریک	۶۵۰
۵	آرگون	ایرلیکوئید، فرانسه	۱۳۷۳	آرگون	گاز پرج واحد آمونیاک	۱۵

نصب واحدهای کلر آلکالی و متانول که بدون دخالت شرکتهای خارجی به انجام رسید اولین تجربه صنعتگران ایرانی در تأسیس واحدهای صنعت پتروشیمی کشور بود. به منظور تنوع بخشیدن به محصولات بهداشتی واحد کلر آلکالی و تولید شکل جامدی از ماده ضد عفونی کننده کلر که به صورت آسانتری قابل نگهداری و حمل و نقل باشد و نیز به منظور فراهم نمودن امکان تداوم کار برای واحد کلر آلکالی در مواقع فروش نرفتن کلر مایع، در سال ۱۳۷۲ واحد پرکلرین، به مجتمع افزوده شده است که با استفاده از گاز کلر، شیرآهک، سود سوزآور محصول هیپوکلریت سدیم (پرکلرین) تولید می کند.

تأسیس این واحد قدم بزرگی در ارتقاء سطح بهداشت در کشور به حساب می آید چرا که استفاده از کلر گازی و مایع بویژه در روستاها و نقاط دور دست به سهولت پرکلرین میسر نمی باشد. به مجموعه واحدهای کلر آلکالی، متانول و پرکلرین، واحدهای منطقه (۳) گفته می شود که اطلاعات بیشتر در جدول (۱-۳) دیده می شود.

جدول (۱-۳): واحدهای منطقه ۳ و اطلاعات مربوط به آنها

ردیف	نام واحد	ظرفیت اسمی (تن در روز)	مواد اولیه اصلی	محصولات	سال شروع بهره برداری	شرکت و کشور صاحب لیسانس
۱	متانول	۲۵۵	گاز طبیعی	متانول خالص	۱۳۶۹	لورگی - آلمان
۲	کلر آلکالی	۶۰ کلر، ۴۰ سدیم	نمک - برق	کلر، سود، اسید کلریدریک، آب ژاول	۱۳۶۷	دنورا - ایتالیا
۳	پرکلرین	۱۵	کلر، سود، آهک	پرکلرین	۱۳۷۲	دنورا - ایتالیا