



به نام آن که جان را فکرت آموخت

# ایمنی فرآیندهای شیمیایی

دانیل. ای. کراول • جوزف. اف. لوار

جلد اول

مترجمان:

دکتر هاشم ستاره

مهندس مهرزاد ابراهیمزاده

مهندس پیام امیرحیدری

مهندس سروش مظاهری

مهندس رضا مظفری



سرشناسه	: کراول، دانیل، Crowl, Daniel A.
عنوان و نام‌پدیدآور	: ایمنی فرآیندهای شیمیایی / آدانیل کراول؛ مترجمان مهرداد ابراهیم‌زاده ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستاپیس، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۱۳۰ ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۰-۲۲۵-۲-۲ : ریال ۹۰۰۰۰
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: مترجمان مهرداد ابراهیم‌زاده، هاشم ستاره، پیام امیرحیدری، سروش مظاهری، رضا مظفری.
یادداشت	: عنوان اصلی: Chemical process safety : fundamentals with applications, 2nd ed, 2002.
موضوع	: مواد شیمیایی -- کارخانه‌ها -- پیش‌بینی‌های ایمنی
شناسه افزوده	: ابراهیمی، مهرداد، ۱۳۶۷-، مترجم.
ردمبندی کنگره	: ۱۳۹۴ ک۴۹/پ۱۵۰/TP
ردمبندی دیویی	: ۶۶۰/۲۸۰۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۰۱۵۱۶۳

## ایمنی فرآیندهای شیمیایی

جلد اول



مترجمان	: هاشم ستاره - مهرداد ابراهیم‌زاده - پیام امیرحیدری
مدیر تولید	: سروش مظاهری - رضا مظفری
صفحه‌آرایی	: رضا کرمی‌شاهنده
نوبت چاپ	: واحد تولید انتشارات فدک ایستاپیس (فاطمه نوروزی)
تیراژ	: اول - ۱۳۹۴
قیمت	: ۵۰۰
شابک	: ۹۰۰۰۰ ریال
	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۰-۲۲۵-۲

فروشگاه : تهران - خیابان انقلاب - بین خیابان فروردین و منیری جاوید - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - کتابفروشی فلاح  
 تلفن: ۶۶۴۱۰۳۵۴

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین بانی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰  
 تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

ایمیل و وبسایت: [www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق جاب متن و عنوان کتاب که به نیت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاپیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاپیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی  
 انتشارات فدک ایستاپیس

## مقدمه مولفین

ویرایش دوم کتاب ایمنی فرایندهای شیمیاییه منظور گسترش آموزش و استفاده از اصول و مبانی ایمنی فرایندهای شیمیایی نگاشته شده است از این کتاب می توان به عنوان مرجع مناسبی در مبحث ایمنی فرایندهای شیمیایی در مقاطع تحصیلات تکمیلی و دوره کارشناسی استفاده نمود. این کتاب همچنین مرجع مناسبی برای علاقه مندان بهبود وضعیت ایمنی فرایندهای شیمیایی همانند رشته های مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی مواد می باشد هدف اصلی این کتاب ارائه اصول فنی در مورد ایمنی فرایندهای شیمیایی است در این کتاب به توجیه به تاکید بر اصول اساسی در درک مفاهیم و نحوه اعمال آنها کمک شایانی به دانشجویان و پژوهشگران شده است. در واقع برنامه ایمنی فرایندهای شیمیایی نیازمند میزان قابل توجهی از دانش و تکنولوژی های اساسی است. ویرایش دوم کتاب مجدداً بازنویسی شده که شامل تکنولوژی های جدید در زمینه ایمنی فرایندها و مراجع جدید می باشد که از این نظر نسبت به نسخه اول چاپ شده کتاب در سال ۱۹۹۰ برتری دارد همچنین ویرایش جدید شامل ترکیبی از تجربیات آموزش و تدریس در حوزه ایمنی فرایندها در صنایع و دانشگاه ها در طول ۱۰ سال گذشته می باشد. در ویرایش جدید اصلاحات و تغییرات مهمی در موضوعات زیر ایجاد شده است مدل سازی پراکنش، مدل سازی منابع، خصوصیات اشتعال پذیری، تهویه در محلهای قابل انفجار، اصول الکترواستاتیک و بررسی موارد تاریخی. ویرایش جدید همچنین شامل لیست ی از مواد شیمیایی انتخاب شده از (American Chemical Society) و کتاب های مرکز ایمنی فرایندهای شیمیایی (CCPS) می باشد

ویرایش جدید شامل ۳۰ فصل می باشد. مجموعه ای کامل از راه حل مشکلات برای مربیان در صورت استفاده از این کتاب در قالب برنامه درسی ارائه شده است. بسیاری از اساتید که از این کتاب استفاده کرده اند نیازهای آموزشی خود را برآورده ساخته اند. از نسخه اول کتاب که منتشر شد، بسیاری از دانشگاه ها دوره ها و یا محتوای دوره های که شامل ایمنی فرایندهای شیمیایی بود را توسعه داده اند. این تاکید بر روی ایمنی فرایندها نتیجه ایجاد تاثیرات مثبت در صنایع و مورد اعتبار بخشی برای مهندسی و فناوری (ABET) شد. بر اساس بازخورد اعضا هیئت علمی، این کتاب یک برنامه بسیار عالی از بنیادترین موضوعاتی است که در سه سال اول از محتوای آموزشی مقطع کارشناسی ارشد و تحصیلات تکمیلی تدریس می شود. اگر چه به طور معمول اساتید پیش زمینه آموزشی کمی در مورد آموزش مفاهیم ایمنی فرایندهای شیمیایی دارند، آنها دریافته اند که می توانند در این کتاب مفاهیم و مشکلات و راه حلها را به زبان ساده و قابل فهم برای یادگیری و آموزش بیابند. جا دارد اینک از بسیاری از دوستان مان که در ادامه به

آموزش مبانی ایمنی فرآیندهای شیمیایی پرداخته اند و ما را در تهیه این کتاب تشویق کرده اند. تشکر کنیم. به خصوص کمک کسانی که بسیار مفید واقع شده اند شامل: آقایان Boicourt و Wehman از شرکت BASF. آقایان Howard و Gossel که درای تجربه گسترده ای در صنایع شیمیایی بودند و در حال حاضر از مشاوران صنایع شیمیایی هستند. آقای Powers از شرکت مواد شیمیایی داو. آقایان Haas و Welker از دانشگاه Arkansas. آقای Willey از دانشگاه Northeastern و آقای Darby از دانشگاه Texas A&M. در نهایت ما از زحمات و همکاری خانواده هایمان که صبر و شکیبایی قابل درکی داشتند و ما را در نوشتن ویرایش اول و دوم کتاب تشویق کردند کمال تشکر را داریم. ما امیدواریم که این کتاب بتواند در جلوگیری از حوادث شیمیایی و همچنین در ایجاد آینده ای ایمن کمک کند.

**Daniel A. Crowl and Joseph E: Louvar**

## مقدمه مترجمین

گسترش جوامع انسانی و رشد پرشتاب صنایع و تاثیر مستقیم آن بر روی سلامت انسان موجب گردیده که به پتانسیل اثرات ناخواسته صنایع در زوایای گوناگون بهداشتی نگریسته شود در میان صنایع مختلف صنایع شیمیایی و نفت از جمله صنایع مهم و راهبردی درجهان است. ایمنی یک روش پیشگیرانه برای مدیریت مخاطرات است امروزه می دانیم که بهترین راه برخورد با یک فرایند پر مخاطره حذف آن بطور کامل است. برای پیشرفت در جلوگیری از وقوع حوادث، تاکید و توجه شرکتهای صنعتی باید به جای پیشنهاد راه حل پس از بروز مشکلات، برشفیص مخاطرات موجود و شناخت مشکلات باشد، چون با اضافه کردن تجهیزات کنترلی نمی توانیم صد در صد از ایمنی فرایند اطمینان حاصل کنیم. مقدار و تنوع مواد شیمیایی بسیار زیاد است (بیش از ۵ میلیون ترکیب آلی طبیعی یا سنتزی) و هر روز بنا به نیاز یا برحسب پژوهشها و اکتشافهای جدید این تعداد افزایش می یابد. در نتیجه طرز کار و آشنا شدن با خطرهایی که از لحاظ ایمنی ممکن است این مواد به وجود آورند امری ضروری است کسانی که با مواد شیمیایی سروکار دارند باید بدانند که چه خطرهایی از سوی مواد متوجه آنهاست و چگونه از نظر ایمنی، خود را در مقابل آنها مصون نگهدارند همواره از سوی کارخانهای بزرگ تولیدکننده این مواد و شرکتهای بیمه توصیه ها و استانداردهایی ارائه شده است که باید کاملاً از سوی افراد رعایت و بدون اطلاع قبلی از کار با آنها خودداری شود آگاهی از خطرهای ناشی از مواد شیمیایی و آگاسازی دیگران از آن بسیار مهم است. جهت تحقق این هدف سالهاست از سوی کشورهای صنعتی دنیا، به ویژه آنهایی که از لحاظ تولید

مواد شیمیایی بسیار پیشرفت‌دهنده برای کارخانه‌های تولیدکننده‌ی مواد شیمیایی نشانه‌های استاندارد  
مشخص کرده‌اند که روی ظرف‌های محتوی مواد شیمیایی نصب می‌شوند. نوشتار حاضر حاصل  
ترجمه دقیق و اصولی ویرایش دوم کتاب ایمنی فرایند‌های شیمیایی ( Chemical Process Safety)  
(Safety) نوشته Daniel A. Crowl and Joseph E: Louvar می باشد که جزو کتاب‌های  
مرجع در زمینه ایمنی فرایند‌های شیمیایی در سطح‌دانشگاه‌های معتبر دنیا است. کتاب حاضر به  
بررسی کلیه جنبه‌های ایمنی فرایند‌های شیمیایی شامل مباحث ایمنی و ارزیابی ریسک، عوامل  
شیمیایی، سم‌شناسی و... می‌پردازد مطالب این کتاب متناسب با نیازهای آموزشی و صنعتی  
ارائه شده است و به کلیه دست‌اندرکاران و دانشجویان رشته‌های مدیریت و مهندسی (ایمنی،  
بهداشت و محیط زیست) HSE، ایمنی صنعتی، بهداشت حرفه‌ای، مهندسی نفت، مهندسی  
شیمی، بهداشت محیط و سایر رشته‌های مرتبط توصیه می‌شود در اینجا لازم می‌دانیم که از  
کلیه دوستانی که انگیزه ترجمه این کتاب را در ما ایجاد کردند، تشکر کنیم. همچنین نویسندگان  
کتاب از مدیریت و کارکنان محترم انتشارات فدک ایساتیس که از چاپ و نشر این اثر استقبال و  
حمایت کردند، سپاسگزار می‌نماییم. بدون شک این مجموعه خالی از ایراد و اشکال نمی‌باشد،  
خوشحال می‌شویم که اساتید و دانشجویان گرامی، انتقادات و نظرات سؤانده خود را با ما در میان  
بگذارند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد

اللهم صلی علی محمد و آل محمد

مولفین کتاب

Payam\_ayat@gmail.com

Emhrzad@yahoo.com

## فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه ۱

۱.۱ مقدمه ۲

برنامه‌های ایمنی	۴	۲.۱
اخلاق مهندسی	۵	۳.۱
آمار حوادث و خسارات	۵	۴.۱
ریسک قابل قبول	۱۶	۵.۱
آگاهی عمومی	۱۷	۶.۱
طبیعت فرآیند حادثه	۱۸	۷.۱
ایمنی ذاتی	۲۴	۸.۱
چهار فاجعه بزرگ و قابل توجه	۲۹	۹.۱
منابع و مراجع	۳۷	

## فصل ۲ سم‌شناسی ۴۵

سم‌شناسی	۴۶	۱.۲
چگونه ماده‌ی سمی وارد اندام بیولوژیک می‌شود	۴۷	۲.۲
چگونگی حذف ماده‌ی سمی از اندام بیولوژیکی	۵۰	۳.۲
اثرات مواد سمی بر اندام بیولوژیک	۵۱	۴.۲
مطالعات سم‌شناسی	۵۳	۵.۲
پاسخ در مقابل دوز	۵۴	۶.۲
مدل‌های مختلف منحنی دوز - پاسخ	۶۰	۷.۲
سمیت نسبی	۶۵	۸.۲
مقدار حد آستانه (Threshold limit values)	۶۵	۹.۲
منابع و مراجع	۷۰	

## فصل ۳ بهداشت صنعتی ۷۵

مقررات دولت	۷۶	۱.۳
بهداشت صنعتی: شناسایی	۸۷	۲.۳
بهداشت صنعتی: ارزیابی	۹۲	۳.۳
بهداشت صنعتی: کنترل	۱۰۸	۴.۳
منابع و مراجع	۱۱۷	

