

۲۰۴۵۶۳۰



روغن نشی از دانه سویا و راهکارهای بهینه سازی مصرف  
هگزان (به عنوان حلال)

تألیف:

امید جعفری

(پژوهشگر سازمان اتکا)

کاظم علیرضالو

(هأآ علمی دانشگاه تبریز)

www.ketabir

|                     |   |                                                                                                                                                          |
|---------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : | علیرضالو، کاظم، ۱۳۶۴                                                                                                                                     |
| عنوان و نام پدیدآور | : | روغن کشی از دانه سویا و راهکارهای بهینه‌سازی مصرف هگزان (به‌عنوان حلال) / تألیف امید جعفری، کاظم علیرضالو؛ ویراستار فنی و ادبی حسین رهبری، اشکان مولایی. |
| مشخصات نشر          | : | تهران: اتکا، مرکز تحقیقات و نوآوری، انتشارات، ۱۳۹۸.                                                                                                      |
| مشخصات ظاهری        | : | ۲۸۳ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.                                                                                                                  |
| شابک                | : | ۹۷۸-۶۲۲-۶۹۰۹-۱۶-۷                                                                                                                                        |
| وضعیت فهرست نویسی   | : | ۴۵۰۰۰۰ ریال                                                                                                                                              |
| یادداشت             | : | فیبا                                                                                                                                                     |
| یادداشت             | : | واژه‌نامه                                                                                                                                                |
| یادداشت             | : | کتابنامه: ص. ۲۵۹ - ۲۶۸.                                                                                                                                  |
| یادداشت             | : | نماینه.                                                                                                                                                  |
| موضوع               | : | روغن کشی                                                                                                                                                 |
| موضوع               | : | Oil industries                                                                                                                                           |
| موضوع               | : | روغن سویا - صنعت و تجارت                                                                                                                                 |
| موضوع               | : | Soy oil industry                                                                                                                                         |
| موضوع               | : | روغن‌های نباتی - صنعت و تجارت                                                                                                                            |
| موضوع               | : | Vegetable oil industry                                                                                                                                   |
| موضوع               | : | هگزان                                                                                                                                                    |
| موضوع               | : | Hexane                                                                                                                                                   |
| موضوع               | : | جعفری، امید، ۱۳۷۰-                                                                                                                                       |
| شناسه افزوده        | : | رهبری، حسین، ۱۳۶۶- ویراستار                                                                                                                              |
| شناسه افزوده        | : | مولایی، اشکان، ۱۳۷۳- ویراستار                                                                                                                            |
| شناسه افزوده        | : | اتکا، مرکز تحقیقات و نوآوری، انتشارات                                                                                                                    |
| رده بندی کنگره      | : | ۶۷۱.                                                                                                                                                     |
| رده بندی دیویی      | : | ۶۶۴/۳                                                                                                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی | : | ۵۸۱۱۳۸۸                                                                                                                                                  |

|                      |                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| عنوان:               | روغن کشی از دانه سویا و راهکارهای بهینه‌سازی مصرف هگزان (به‌عنوان حلال) |
| مؤلف یا مؤلفان:      | امید جعفری، کاظم علیرضالو                                               |
| ویراستار فنی و ادبی: | حسین رهبری، اشکان مولایی (پژوهشگران سازمان اتکا)                        |
| زمان و نوبت چاپ:     | ۱۳۹۸/اول                                                                |
| شمارگان:             | ۲۰۰ نسخه                                                                |
| طراح جلد و صفحه آرا: | امید جعفری (پژوهشگر سازمان اتکا)                                        |
| شابک:                | ۹۷۸-۶۲۲-۶۹۰۹-۱۶-۷                                                       |
| قیمت:                | ۲۵۰۰۰۰ ریال                                                             |



## پیشگفتار

صنعت روغن‌کشی در اغلب کشورهای جهان جزء صنایع استراتژیک و پراهمیت قلمداد می‌شود و همواره حساسیت خاصی نسبت به این صنعت وجود دارد. شاید در گذشته مصرف بالای هگزان جهت افزایش استخراج روغن از دانه‌ها و پایین نگه‌داشتن چربی در کنجاله قابل قبول بود؛ اما این موضوع در حال حاضر از نظر مقررات ایمنی و غذایی کاملاً مردود است. از سوی دیگر نتایج حاصل از تحقیقات در این زمینه حاکی از آن است که جلوگیری از اتلاف هگزان امری سودآور است. در جهت تولید محصولی باکیفیت و سالم، صرفه‌جویی در مصرف هگزان و نیز کاهش هزینه تمام‌شده محصول نیاز به ارائه راهکارها و ایده‌های قابل اجرا و زودبازده کاملاً ملموس می‌باشد.

کتاب حاضر با تسهیل راه‌های اتلاف هگزان و بررسی شرایط عملیاتی، تجهیزات فرآیندی و فناوری‌های جدید این صنعت راهکارهای مؤثر در راستای بهینه‌سازی مصرف حلال را معرفی کرده است تا فعالان در صنعت روغن‌کشی بتوانند با استفاده از این روش‌ها علاوه بر کاهش هزینه‌های حلال مصرفی، از آلودگی محیط زیست کاهش منابع نفتی کشور جلوگیری کنند. در این اثر سعی بر آن بوده تا چیدمان مطالب به گونه‌ای باشد که در هر واحد عملیاتی ابتدا فرآیند تولید تشریح گردد و سپس راهکارهای بهبود فرآیند در راستای اهداف روغن‌کشی به خصوص کاهش هدر رفت حلال به تفصیل آورده شود. امید است مطالعه‌ی این کتاب بتواند موجب افزایش سطح آگاهی فعالان و علاقه‌مندان این صنعت گردد تا با ارائه و اجرای راهکارهای جدید شاهد ارتقا بیش از پیش این صنعت در کشور عزیزمان باشیم.

## فهرست مطالب

### فصل اول: دانه و روغن سویا

- ۱- تاریخچه استفاده از سویا..... ۲
- ۲- آمار تولید..... ۴
- ۱-۲ آمار تولید دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی در دنیا..... ۴
- ۲-۲ آمار جهانی تولید دانه و روغن سویا..... ۷
- ۱-۳ چشم‌انداز وضعیت تولید دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی..... ۹
- ۳- خواص غذایی و فیزیکی سویا..... ۱۱
- ۱-۳ انتخاب دانه سویا..... ۱۱
- ۴- اهمیت و ضرورت کاشت سویا..... ۱۳
- ۵- گیاه‌شناسی سویا..... ۱۴
- ۶- رشد و تکامل سویا..... ۱۵
- ۱-۶ شرایط جوی..... ۱۶
- ۲-۶ انتخاب واریته..... ۱۶
- ۳-۶ ماشین‌آلات کشت..... ۱۷
- ۴-۶ اضافه کردن باکتری به خاک..... ۱۷
- ۷- آسیب‌شناسی گیاه سویا..... ۱۸
- ۱-۷ ورس..... ۱۸
- ۲-۷ آفات..... ۱۹
- ۳-۷ بیماری‌ها..... ۱۹
- ۱-۳-۷ پوسیدگی زغالی..... ۲۰
- ۸- آبیاری..... ۲۰
- ۹- برداشت محصول..... ۲۱
- ۱۰- خشک کردن و انبار داری..... ۲۲
- ۱۱- درجه‌بندی دانه سویا..... ۲۳
- ۱-۱۱ درجه‌بندی دانه سویا (بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۷)..... ۲۳
- ۲-۱۱ استاندارد جهانی درجه‌بندی دانه سویا..... ۲۳
- ۱۲- خسارت‌های وارد شده به دانه سویا..... ۲۵

|    |                                                      |
|----|------------------------------------------------------|
| ۲۵ | ۱۰-۱۲ خسارت‌های اصلی دانه                            |
| ۲۵ | ۱-۱-۱۲ سرمازدگی و نارس بودن دانه                     |
| ۲۶ | ۲-۱-۱۲ گرم‌زدگی                                      |
| ۲۶ | ۳-۱-۱۲ تغییر رنگ اندک با حرارت                       |
| ۲۷ | ۴-۱-۱۲ آسیب‌های زمین، کپک‌زدگی و سایر آسیب‌های اساسی |
| ۲۷ | ۵-۱-۱۲ آسیب جوانه زدن                                |
| ۲۸ | ۶-۱-۱۲ آسیب حشرات                                    |
| ۲۹ | ۲-۱۲ درجه‌های خاص                                    |
| ۲۹ | ۱-۲-۱۲ بری                                           |
| ۲۹ | ۲-۱۲-۱۲ آلودگی به شپش                                |
| ۳۰ | ۳-۱۲ دیگر فاکتورهای درجه‌بندی                        |
| ۳۱ | ۱-۳-۱۲ سیاه شدن یا له‌دار بودن                       |
| ۳۱ | ۲-۳-۱۲ اثرات آب و هوا                                |
| ۳۱ | ۳-۳-۱۲ دانه‌های دونه شد (Split)                      |
| ۳۲ | ۴-۳-۱۲ مواد خارجی                                    |
| ۳۲ | ۱۳- ترکیبات سویا                                     |
| ۳۳ | ۱-۱۳ ترکیبات روغن سویا                               |
| ۳۴ | ۱-۱-۱۳ تری گلیسرید                                   |
| ۳۴ | ۲-۱-۱۳ اسیدهای چرب                                   |
| ۳۷ | ۳-۱-۱۳ فسفولیپیدها                                   |
| ۳۷ | ۴-۱-۱۳ اسیدهای چرب آزاد                              |
| ۳۸ | ۲-۱۳ کربوهیدرات‌ها                                   |
| ۳۹ | ۳-۱۳ اجزای فعال بیولوژیکی سویا                       |
| ۴۰ | ۱۴- خواص فیزیکی روغن سویا                            |
| ۴۰ | ۱-۱۴ دانسیته                                         |
| ۴۱ | ۲-۱۴ شاخص شکست                                       |
| ۴۱ | ۳-۱۴ ویسکوزیته                                       |
| ۴۲ | ۴-۱۴ نقطه ذوب                                        |
| ۴۳ | ۵-۱۴ خواص حرارتی                                     |

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| ۴۳ | ۱-۵-۱۴ گرمای ویژه                                          |
| ۴۳ | ۲-۵-۱۴ گرمای احتراق                                        |
| ۴۴ | ۳-۵-۱۴ نقاط دودی شدن، فلش و آتش                            |
| ۴۴ | ۱۵- فساد روغن‌ها و چربی‌ها                                 |
| ۴۵ | ۱-۱۵ فرآیند هیدرولیز                                       |
| ۴۵ | ۲-۱۵ فرآیند اکسیداسیون                                     |
| ۴۵ | ۱-۲-۱۵ برگشت طعم                                           |
| ۴۶ | ۲-۲-۱۵ برگشت رنگ                                           |
| ۴۶ | ۳-۱۵ اثر عوامل فیزیکوشیمیایی بر فساد اکسیداسیونی روغن سویا |
| ۴۸ | ۴-۲-۱۵ نقش مواد افزودنی در افزایش پایداری روغن‌ها          |
| ۴۹ | ۵-۲-۱۵ اصول حمل چربی‌ها و روغن‌ها                          |
| ۵۰ | ۱۶- کاربردهای سویا                                         |
| ۵۰ | ۱-۱۶ فرآورده‌های روغنی، سرما                               |
| ۵۱ | ۱-۱-۱۶ نقش چربی‌ها در تغذیه انسان                          |
| ۵۲ | ۲-۱۶ فرآورده‌های پروتئینی                                  |
| ۵۳ | ۳-۱۶ مصارف صنعتی                                           |
| ۵۳ | ۱-۳-۱۶ بیودیزل                                             |
| ۵۴ | ۲-۳-۱۶ سایر مصارف                                          |

## فصل دوم: آماده‌سازی دانه سویا

|    |                                             |
|----|---------------------------------------------|
| ۵۸ | ۱- اهداف آماده‌سازی                         |
| ۶۰ | ۲- بارگیری و ذخیره‌سازی سویا                |
| ۶۰ | ۱-۲ ورود دانه                               |
| ۶۰ | ۲-۲ توزین                                   |
| ۶۰ | ۳-۲ نمونه‌برداری                            |
| ۶۱ | ۴-۲ دریافت و تمیز کردن اولیه دانه           |
| ۶۴ | ۵-۲ ذخیره دانه                              |
| ۶۵ | ۱-۵-۲ ظرفیت ذخیره‌سازی                      |
| ۶۵ | ۲-۵-۲ فاکتورهای مؤثر بر امنیت و سلامت انبار |
| ۶۷ | ۳-۵-۲ هوادهی                                |

|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| ۷۰ | ۴-۵-۲ آلودگی‌ها در انبار               |
| ۷۲ | ۵-۵-۲ افزایش اسیدیته                   |
| ۷۳ | ۶-۵-۲ کنترل انبار                      |
| ۷۳ | ۷-۵-۲ شاخص‌های فساد                    |
| ۷۶ | ۶-۲ خشک‌کن                             |
| ۷۹ | ۳- آماده‌سازی دانه‌ها                  |
| ۷۹ | ۱-۳ موازنه جرمی سویا در فرآیند استخراج |
| ۸۰ | ۲-۳ ترازو                              |
| ۸۳ | ۳-۳ الک (بواری)                        |
| ۸۶ | ۴-۳ شن‌گیر                             |
| ۸۸ | ۵-۳ کراکر                              |
| ۹۰ | ۶-۳ کوکر                               |
| ۹۲ | ۱-۶-۳ اهداف کوک                        |
| ۹۳ | ۷-۳ فلیکر                              |
| ۹۴ | ۱-۷-۳ مزایای ایجاد فلیک                |
| ۹۵ | ۲-۷-۳ اهداف دنبال شده در فلیک          |
| ۹۷ | ۳-۷-۳ نکات ایمنی                       |
| ۹۷ | ۴-۷-۳ ساخت غلتک‌ها                     |

## فصل سوم: بهینه‌سازی فرآیند آماده‌سازی دانه سویا

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۱۰۲ | ۱- مقدمه                                                 |
| ۱۰۲ | ۲- بررسی عوامل تأثیرگذار در آماده‌سازی بر اهداف روغن‌کشی |
| ۱۰۳ | ۱-۲ ماهیت دانه ورودی به خط تولید                         |
| ۱۰۸ | ۲-۲ ظرفیت مخزن بافر ترازو                                |
| ۱۰۶ | ۳-۲ عملکرد کراکر                                         |
| ۱۰۶ | ۱-۳-۲ سایز غیریکنواخت قطعات دانه خروجی                   |
| ۱۰۷ | ۲-۳-۲ بالا بودن درصد مواد بودری در خروجی کراکر           |
| ۱۰۸ | ۳-۳-۲ وجود دانه زنده در خروجی                            |
| ۱۰۸ | ۴-۲ عملکرد کوکر                                          |

- ۱۰۹..... ۱-۴-۲ پخت نامناسب
- ۱۱۰..... ۲-۴-۲ نوسان بار خروجی
- ۱۱۱..... ۳-۴-۲ دما و رطوبت نامناسب دانه خروجی
- ۱۱۲..... ۵-۲ فلیکر
- ۱۱۲..... ۱-۵-۲ بالا بودن تناژ خوراک ورودی به فلیکر
- ۱۱۳..... ۲-۵-۲ یکنواخت نبودن سطح غلتک فلیکر
- ۱۱۳..... ۳-۵-۲ بی کیفیت بودن خوراک ورودی
- ۱۱۴..... ۴-۵-۲ پخش نشدن یکنواخت خوراک
- ۱۱۴..... ۱-۲-۵ رعایت شدن فاصله بین غلتکها
- ۱۱۴..... ۶-۵-۲ شدن دانه زنده
- ۱۱۵..... ۷-۵-۲ نبودن سمه ها
- ۱۱۵..... ۳ کاربرد استفاده از سیستم نگهداری و تعمیرات در روغن کشی
- ۱۱۵..... ۱-۳ سامانه مدیریت نگهداری و تعمیرات
- ۱۱۷..... ۱-۱-۳ مزایای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه ریزی شده
- ۱۱۸..... ۲-۱-۳ اهداف نظام نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده
- ۱۲۱..... ۴- استفاده از تجهیزات با سایز بزرگتر
- ۱۲۱..... ۵- جداسازی پوسته
- ۱۲۱..... ۱-۵ ضرورت پوسته گیری
- ۱۲۲..... ۱-۱-۵ مزایای نصب پوسته گیر
- ۱۲۲..... ۲-۱-۵ مزایای نداشتن پوسته گیر
- ۱۲۳..... ۲-۵ فرایند جداسازی پوسته
- ۱۲۴..... ۱-۲-۵ الک پوسته گیر
- ۱۲۵..... ۲-۲-۵ آسیب ریتور
- ۱۲۶..... ۳-۵ انواع روش های پوسته گیری
- ۱۲۶..... ۱-۳-۵ پوسته گیری سرد
- ۱۲۷..... ۲-۳-۵ پوسته گیری گرم
- ۱۲۸..... ۳-۳-۵ پوسته گیری داغ
- ۱۳۰..... ۴-۳-۵ مقایسه روش های پوسته گیری
- ۱۳۱..... ۶- کاندیشنرهای نسل جدید

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۱۳۱ | ۱-۶ کاندیشتر (کوکر) عمودی                  |
| ۱۳۳ | ۲-۶ کوکر دوار                              |
| ۱۳۴ | ۱-۲-۶ مقایسه کوکر دوار با کوکر عمودی       |
| ۱۳۵ | ۷- گرم کن فلیکر                            |
| ۱۳۷ | ۸- اکسپندر                                 |
| ۱۳۷ | ۱-۸ معرفی                                  |
| ۱۳۸ | ۲-۸ شرایط خوراک                            |
| ۱۴۰ | ۳-۸ مزایای به کارگیری اکسپندر              |
| ۱۴۰ | ۱-۳-۸ رایش ظرفیت                           |
| ۱۴۰ | ۳-۸ کاهش حساسیت به فرآیند آماده سازی       |
| ۱۴۰ | ۳-۳-۸ کاهش روغن باقیمانده در کنجاله        |
| ۱۴۱ | ۴-۳-۸ کاهش راد بود                         |
| ۱۴۱ | ۵-۳-۸ کاهش افت هگزان                       |
| ۱۴۲ | ۶-۳-۸ کاهش مقداری ترژر مصرف                |
| ۱۴۲ | ۷-۳-۸ کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری     |
| ۱۴۳ | ۸-۳-۸ افزایش مقدار لسیتین                  |
| ۱۴۴ | ۹-۳-۸ پایین بودن عدد پراکسید               |
| ۱۴۴ | ۱۰-۳-۸ عدم کاهش کیفیت و سلامت کنجاله       |
| ۱۴۵ | ۱۱-۳-۸ سودمند در روغن کشی از دانه های کلزا |
| ۱۴۵ | ۴-۸ معایب                                  |
| ۱۴۶ | ۵-۸ نتیجه گیری                             |
| ۱۴۶ | ۹- فرآیند آلکن                             |
| ۱۴۷ | ۱-۹ مزایا                                  |
| ۱۴۷ | ۲-۹ معایب                                  |

## فصل چهارم: فرآیند استخراج روغن با حلال از دانه سویا

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| ۱۵۲ | ۱- مقدمه                 |
| ۱۵۵ | ۲- استخراج با حلال       |
| ۱۵۵ | ۱-۲ چرا هگزان            |
| ۱۵۷ | ۱-۱-۲ خطرات کار با هگزان |

- ۱۵۹..... ۲-۲ پنج الزام اولیه استخراج
- ۱۵۹..... ۱-۲-۲ آماده سازی
- ۱۵۹..... ۲-۲-۲ حلال
- ۱۶۰..... ۳-۲-۲ تماس
- ۱۶۰..... ۴-۲-۲ زمان
- ۱۶۰..... ۵-۲-۲ دما
- ۱۶۱..... ۳-۲ عملکرد در آرئوتروپ
- ۱۶۲..... ۴-۱ متحنی استخراج مواد
- ۱۶۳..... ۵-۲ تمین روغن باقیمانده در کنجاله
- ۱۶۶..... ۶-۲ انواع استرکچر
- ۱۶۶..... ۱-۶-۲ نیس، تماس، نفوذ- بستر کم عمق
- ۱۶۷..... ۲-۶-۲ مکانیسم تماس نفوذ- بستر متوسط تا عمیق
- ۱۶۸..... ۳-۶-۲ مکانیسم تماس غوطه‌ری- بستر عمیق
- ۱۶۹..... ۷-۲ مشکلات فرآیندی در استرکتور
- ۱۶۹..... ۱-۷-۲ روغن باقیمانده بالا
- ۱۷۰..... ۲-۷-۲ درین ضعیف
- ۱۷۱..... ۳-۷-۲ تخلیه نشدن فلیک ها
- ۱۷۱..... ۴-۷-۲ متوقف شدن از حرکت
- ۱۷۲..... ۳- انجام فرآیند روی کنجاله
- ۱۷۲..... ۱-۳ ساختمان DTDC
- ۱۷۷..... ۲-۳ فرآیند حلال زدایی و برشته کردن
- ۱۷۹..... ۳-۳ فرآیند خشک کردن و خنک کردن
- ۱۸۰..... ۴-۳ محاسبات انرژی گرمایی (بخار) مصرفی DT
- ۱۸۲..... ۵-۳ مشکلات فرآیندی در DT
- ۱۸۲..... ۱-۵-۳ تفت (برشته شدن) ضعیف
- ۱۸۳..... ۲-۵-۳ رطوبت بالای کنجاله DTDC
- ۱۸۴..... ۴- انجام فرآیند روی روغن
- ۱۸۴..... ۱-۴ حلال زدایی از روغن
- ۱۸۸..... ۲-۴ بررسی انتقال حرارت در تبخیرکننده ها

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۱۹۱ | ۳-۴ گام گیری و خشک کردن روغن                             |
| ۱۹۳ | ۴-۴ مشکلات فرآیندی حلال زدایی از روغن                    |
| ۱۹۳ | ۴-۴-۱ سرریز شدن تبخیرکننده مرحله دو                      |
| ۱۹۳ | ۴-۴-۲ رطوبت بالای روغن خروجی از اوایل استریپر            |
| ۱۹۳ | ۴-۴-۳ وجود لرد زیاد در روغن خروجی                        |
| ۱۹۴ | ۴-۴-۴ تیره بودن روغن نهایی                               |
| ۱۹۴ | ۵- سیستم بازیافت حلال                                    |
| ۱۹۴ | ۵-۱ کندانسورها                                           |
| ۲۰۰ | ۵-۲ سیستم مینرال اویل                                    |
| ۲۰۲ | ۵-۲-۱ مشکلات فرآیندی در سیستم مینرال اویل                |
| ۲۰۳ | ۵-۳ مخزن سپراتور                                         |
| ۲۰۴ | ۵-۴ سیستم دفع پساب (راستریپر)                            |
| ۲۰۴ | ۵-۵ مخزن کار                                             |
| ۲۰۵ | ۶- بارگیری، ذخیره سازی و حمل و نقل روغن خام و روغن دیگام |
| ۲۰۶ | ۶-۱ ذخیره و نگهداری روغن سویا خام                        |
| ۲۰۷ | ۶-۱-۱ مخازن                                              |

## فصل پنجم: بهینه سازی مصرف هگزان در فرایند استخراج روغن

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ۲۱۰ | ۱- مقدمه                                            |
| ۲۱۱ | ۲- علل اتلاف هگزان                                  |
| ۲۱۱ | ۲-۱ عوامل محیطی                                     |
| ۲۱۱ | ۲-۲ مواد اولیه                                      |
| ۲۱۲ | ۲-۳ اپراتور                                         |
| ۲۱۲ | ۲-۴ تجهیزات                                         |
| ۲۱۲ | ۲-۵ تعمیرات و نگهداری                               |
| ۲۱۳ | ۳- مسیرهای هدر رفت هگزان                            |
| ۲۱۴ | ۳-۱ محاسبات میزان هدر رفت هگزان                     |
| ۲۱۴ | ۳-۱-۱ هگزان ورودی به تبخیرکننده مرحله اول (lit/min) |
| ۲۱۵ | ۳-۱-۲ هگزان ورودی به تبخیرکننده مرحله دوم (lit/min) |
| ۲۱۵ | ۳-۱-۳ هگزان ورودی به اوایل استریپر (lit/min)        |

- ۲۱۶..... ۴-۱-۳ هگزان پرت شده همراه روغن
- ۲۱۶..... ۵-۱-۳ هگزان ورودی به DT (lit/min)
- ۲۱۶..... ۶-۱-۳ مقدار هگزان پرت شده در DT (همراه کنجاله)
- ۲۱۷..... ۷-۱-۳ هگزان اتلافی همراه آب ریویلر
- ۲۱۷..... ۸-۱-۳ میزان بازیابی هگزان در کندانسورها
- ۲۱۸..... ۹-۱-۳ هگزان اتلافی از تخلیه گاز (ونت) سیستم مینرال اوایل
- ۲۱۹..... ۱۰-۱-۳ مقدار هگزان نشت شده از سیستم
- ۲۲۰..... ۲-۳ اثر شرایط عملیاتی
- ۲۲۰..... ۱-۳ اتلاف هگزان همراه کنجاله
- ۲۲۱..... ۲-۳ اتلاف هگزان همراه روغن
- ۲۲۲..... ۳-۳ اتلاف هگزان از طریق نشتی
- ۲۲۳..... ۴-۳ اتلاف هگزان از هال اوایل
- ۲۲۶..... ۵-۳ عملکرد ضعیف سیستم کندانس
- ۲۲۹..... ۶-۳ اتلاف هگزان همراه آب
- ۲۲۹..... ۴- ایده های بهینه سازی ارائه شده توسط سازنده های بزرگ روغن کشتی
- ۲۲۹..... ۱-۴ استفاده از قفل هوا در ورودی بار، اکس رکتو
- ۲۳۰..... ۲-۴ استفاده از اسکرابر بخار
- ۲۳۱..... ۳-۴ استفاده از قفل هوا روی DT
- ۲۳۳..... ۴-۴ استفاده از میسلا تانک
- ۲۳۳..... ۵-۴ استفاده از مخزن خشک کن (درایر) روغن خروجی
- ۲۳۴..... ۶-۴ استفاده از پکینگ های فلزی در ستون پارافین
- ۲۳۴..... ۷-۴ استفاده از قفل هوا بین کولر و درایر در DT
- ۲۳۵..... ۵- بهینه سازی حلال زدایی از کنجاله
- ۲۳۵..... ۱-۵ استفاده از طراحی جدید DT
- ۲۳۹..... ۲-۵ حلال زدایی فلش و خنک کردن
- ۲۴۱..... ۶- بهینه سازی حلال زدایی از روغن
- ۲۴۱..... ۱-۶ استفاده از طراحی جدید اوایل استریپر
- ۲۴۲..... ۲-۶ فیلتر میسلا
- ۲۴۴..... ۳-۶ افزایش سطح انتقال حرارت در اواپراتور مرحله اول

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| ۲۴۶ | ۴-۶ جداسازی هگزان از میسلا با فرایند غشایی      |
| ۲۴۷ | ۴-۶-۱ مزایا                                     |
| ۲۴۸ | ۴-۶-۲ مراحل فیلتراسیون                          |
| ۲۵۱ | ۴-۶-۳ هزینه‌های اجرای طرح در مقیاس صنعتی        |
| ۲۵۱ | ۷- طرح‌های مربوط به افزایش بازیابی حلال         |
| ۲۵۱ | ۷-۱ جایگزینی پمپ خلأ بجای اجکتور                |
| ۲۵۲ | ۷-۲ استفاده از چیلر کمکی                        |
| ۲۵۴ | ۷-۳ استفاده از کویل آب خنک در اکسترکتور         |
| ۲۵۵ | ۸- طرح‌های مربوط به بهینه‌سازی بازیابی حلال     |
| ۲۵۵ | ۸-۱ استفاده از سیستم حذف پساب سیستم (شرکت کرون) |
| ۲۵۵ | ۸-۱-۱ شرح فرآیند                                |
| ۲۵۶ | ۸-۱-۲ مزایا                                     |
| ۲۵۷ | ۹- راهکارهای کاهش هدر روت حلال با طریق نشتی     |
| ۲۵۹ | فهرست منابع                                     |
| ۲۶۹ | نمایه                                           |
| ۲۷۳ | واژه نامه                                       |
| ۲۸۰ | کتابنامه                                        |