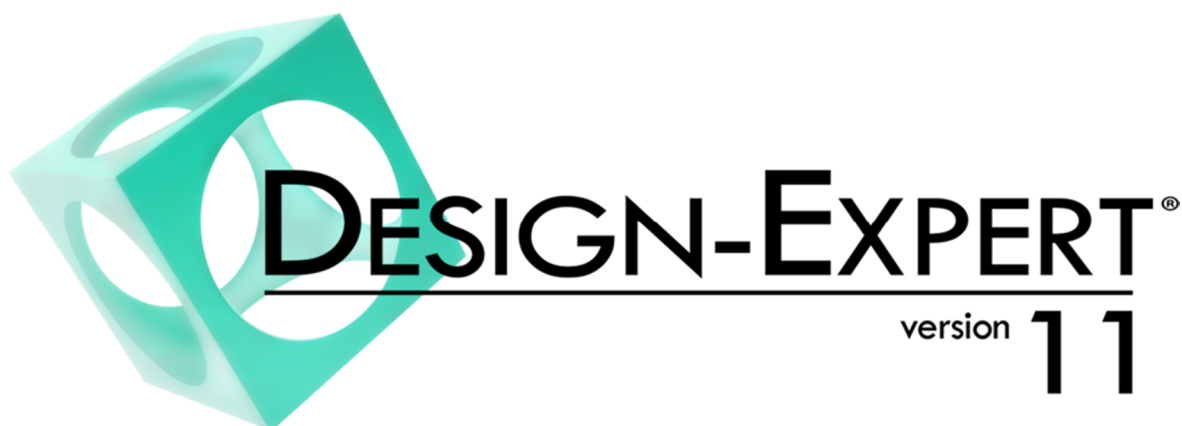


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



ucourse گروه آموزشی



**طراحی آزمایش و تحلیل آماری نتایج به کمک**  
**نرم افزار Design Expert 11**  
**(ویرایش اول)**

**محمود ملکی**

[Maleki.m7864@gmail.com](mailto:Maleki.m7864@gmail.com)

(شما عزیزان می توانید نظرات، پیشنهادات خود را درباره این جزوه برای ما ارسال نمایید. همچنین در صورت سؤال و راهنمایی های بیشتر برای پروژه خود نیز می توانید از طریق ایمیل اقدام نمایید.)

**پاییز ۱۳۹۹**

## فهرست مطالب

|   |    |
|---|----|
| ۱- مقدمه‌ای بر طراحی آزمایش.....  | ۱  |
| ۱-۱- مقدمه.....   | ۲  |
| ۲-۱- قابلیت های نرم افزار.....  | ۲  |
| ۳-۱- مفاهیم و تعاریف.....   | ۳  |
| ۴-۱- اهداف طراحی آزمایش.....  | ۵  |
| ۵-۱- اصول طراحی آزمایش.....   | ۵  |
| ۶-۱- استراتژی‌های طراحی آزمایش.....   | ۶  |
| ۷-۱- انواع روش های طراحی آزمایش.....  | ۶  |
| ۲- طراحی آزمایش.....  | ۱۲ |
| ۱-۲- مقدمه.....   | ۱۳ |
| ۲-۲- ورود به نرم‌افزار.....   | ۱۳ |
| ۳-۲- انواع روش های طراحی آزمایش.....  | ۱۴ |
| ۴-۲- انتخاب روش طراحی آزمایش و وارد نمودن متغیر ها.....                               | ۱۸ |
| ۵-۲- وارد کردن داده‌های آزمایش.....   | ۲۱ |
| ۳- تحلیل آماری داده‌ها در نرم‌افزار.....  | ۲۳ |
| ۱-۳- مقدمه.....   | ۲۴ |
| ۲-۳- مرور و بررسی متغیرها.....  | ۲۵ |
| ۳-۳- ارزیابی متغیرهای آزمایش.....   | ۲۷ |
| ۴-۳- آنالیز و تحلیل آماری.....  | ۲۹ |
| ۵-۳- بهینه‌سازی متغیر های آزمایش.....   | ۳۶ |
| ۶-۳- ارزیابی تحلیل های آماری.....   | ۴۰ |
| ۴- پروژه و نمونه مثال‌ها.....   | ۴۲ |
| ۱-۴- مقدمه.....   | ۴۳ |
| ۲-۴- مثال اول : بهینه سازی پارامتر های عملیاتی جهت بیشینه سازی درصد حذف اورامین.....  | ۴۳ |
| ۳-۴- مثال دوم : بهینه سازی فرآیند تولید بیودیزل با استفاده از پسماند روغن خوراکی..... | ۵۱ |
| ۵- پیوست ها.....  | ۶۰ |
| ۱-۵- مقدمه.....   | ۶۱ |
| ۲-۵- خروجی گرفتن از نرم‌افزار DESIGN EXPERT.....                                      | ۶۱ |

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: شماتیک طراحی کامل عوامل ..... ۷
- شکل ۱-۲: شماتیک طراحی جزئی عوامل ..... ۸
- شکل ۱-۳: شماتیک طراحی پلاکت برمن ..... ۹
- شکل ۱-۴: شماتیک طراحی مکعب مرکزی ..... ۱۰
- شکل ۱-۵: شماتیک طراحی باکس بنکن ..... ۱۱
- شکل ۲-۱: صفحه آغازین نرم افزار **DESIGN EXPERT 11** ..... ۱۳
- شکل ۲-۲: گزینه‌های مختلف در صفحه آغازین نرم افزار **DESIGN EXPERT 11** ..... ۱۴
- شکل ۲-۳: صفحه طراحی آزمایش جدید در نرم افزار **DESIGN EXPERT 11** ..... ۱۵
- شکل ۲-۴: گزینه‌های مختلف صفحه طراحی آزمایش جدید در نرم افزار **DESIGN EXPERT 11** ..... ۱۶
- شکل ۲-۵: تجزیه‌های قابل انتخاب برای تعداد عوامل مختلف ..... ۱۸
- شکل ۲-۶: صفحه روش انتخابی طراحی آزمایش ..... ۱۹
- شکل ۲-۷: دسته‌بندی صفحه روش انتخابی طراحی آزمایش ..... ۲۰
- شکل ۲-۸: صفحه تعیین متغیرهای پاسخ آزمایش ..... ۲۰
- شکل ۲-۹: دسته‌بندی صفحه تعیین متغیرهای پاسخ آزمایش ..... ۲۱
- شکل ۲-۱۰: صفحه آزمایش‌های طراحی شده ..... ۲۲
- شکل ۲-۱۱: دسته‌بندی صفحه آزمایش‌های طراحی شده ..... ۲۲
- شکل ۳-۱: صفحه ورود داده‌های جمع‌آوری شده درون نرم افزار ..... ۲۴
- شکل ۳-۲: صفحه بررسی تمامی متغیرها ..... ۲۵
- شکل ۳-۳: صفحه خلاصه طراحی آزمایش ..... ۲۶
- شکل ۳-۴: صفحه نمودار داده‌های آزمایش ..... ۲۶
- شکل ۳-۵: صفحه ارزیابی مدل طراحی آزمایش ..... ۲۷
- شکل ۳-۶: صفحه ارزیابی نتایج طراحی آزمایش ..... ۲۸
- شکل ۳-۷: صفحه نمودار ارزیابی طراحی آزمایش ..... ۲۸
- شکل ۳-۸: صفحه توابع انتقال ..... ۲۹
- شکل ۳-۹: صفحه توابع انتقال توانی ..... ۳۰
- شکل ۳-۱۰: صفحه خلاصه آنالیز آماری ..... ۳۱

- شکل ۳-۱۱: صفحه مدل آنالیز آماری ..... ۳۱
- شکل ۳-۱۲: صفحه آنالیز ANOVA ..... ۳۳
- شکل ۳-۱۳: صفحه نمودارهای آنالیز ..... ۳۴
- شکل ۳-۱۴: صفحه نمودارهای خطا در آنالیز آماری ..... ۳۵
- شکل ۳-۱۵: صفحه نمودار کانتور نتایج آنالیز ..... ۳۶
- شکل ۳-۱۶: صفحه نمودار سه بعدی نتایج آنالیز ..... ۳۶
- شکل ۳-۱۷: صفحه شرایط بهینه سازی ..... ۳۷
- شکل ۳-۱۸: صفحه جواب بهینه سازی ..... ۳۸
- شکل ۳-۱۹: صفحه نمودارهای بهینه سازی ..... ۳۹
- شکل ۳-۲۰: صفحه بهینه سازی گرافیکی ..... ۳۹
- شکل ۳-۲۱: صفحه حدس نقاط بهینه سازی ..... ۴۰
- شکل ۳-۲۲: صفحه صحت سنجی بهینه سازی ..... ۴۱
- شکل ۳-۲۳: صفحه جدول ضرایب ..... ۴۱
- شکل ۴-۱: صفحه خلاصه متغیرها و متغیر پاسخ ..... ۴۳
- شکل ۴-۲: جدول طراحی آزمایش مثال اول ..... ۴۴
- شکل ۴-۳: جدول مدل ریاضی پیشنهادی برای تحلیل مثال اول ..... ۴۵
- شکل ۴-۴: جدول انتخاب مدل ریاضی برای تحلیل مثال اول ..... ۴۵
- شکل ۴-۵: جدول ضرایب مدل ریاضی به دست آمده برای تحلیل مثال اول ..... ۴۶
- شکل ۴-۶: جدول میزان خطای نتایج برای تحلیل مثال اول ..... ۴۶
- شکل ۴-۷: جدول آنالیز واریانس ارائه شده برای مثال اول ..... ۴۷
- شکل ۴-۸: نمودار تأثیر پارامترهای PH و ADSORBENT برای مثال اول ..... ۴۸
- شکل ۴-۹: نمودار تأثیر پارامترهای PH و TIME برای مثال اول ..... ۴۸
- شکل ۴-۱۰: نمودار تأثیر پارامترهای PH و AO CONCENTRATION برای مثال اول ..... ۴۹
- شکل ۴-۱۱: نمودار تأثیر پارامترهای ADSORBENT و TIME برای مثال اول ..... ۴۹
- شکل ۴-۱۲: نمودار تأثیر پارامترهای ADSORBENT و AO CONCENTRATION برای مثال اول ..... ۵۰
- شکل ۴-۱۳: نمودار تأثیر پارامترهای TIME و AO CONCENTRATION برای مثال اول ..... ۵۱
- شکل ۴-۱۴: پارامترهای معرفی شده و داده های جمع آوری شده در مثال دوم ..... ۵۲

- شکل ۴-۱۵: آنالیز واریانس، خطا و معادله متغیر پاسخ درصد تبدیل در مثال دوم..... ۵۳
- شکل ۴-۱۶: آنالیز واریانس، خطا و معادله متغیر پاسخ انرژی در مثال دوم..... ۵۴
- شکل ۴-۱۷: آنالیز واریانس، خطا و معادله متغیر پاسخ شیمی سبز در مثال دوم..... ۵۴
- شکل ۴-۱۸: نمودار کانتور تأثیر دو متغیر درصد کاتالیست و نسبت مولی متانول به روغن بر متغیر پاسخ درصد تبدیل در سطح ۱,۶۸۲- متغیر دما..... ۵۵
- شکل ۴-۱۹: نمودار سه بعدی تأثیر دو متغیر درصد کاتالیست و نسبت مولی متانول به روغن بر متغیر پاسخ درصد تبدیل در سطح ۱,۶۸۲- متغیر دما..... ۵۶
- شکل ۴-۲۰: نمودار کانتور تأثیر دو متغیر دما و نسبت مولی متانول به روغن بر متغیر پاسخ انرژی در سطح ۰ متغیر درصد کاتالیست..... ۵۶
- شکل ۴-۲۱: نمودار تأثیر میانگین متغیرها بر متغیر پاسخ میزان تبدیل برای مثال دوم..... ۵۷
- شکل ۴-۲۲: نمودار تأثیر میانگین متغیرها بر متغیر پاسخ میزان تبدیل برای مثال دوم..... ۵۷
- شکل ۴-۲۳: نمودار تأثیر میانگین متغیرها بر متغیر پاسخ میزان تبدیل برای مثال دوم..... ۵۸
- شکل ۴-۲۴: نمودار تأثیر میانگین متغیرها بر متغیر پاسخ میزان تبدیل برای مثال دوم..... ۵۹
- شکل ۵-۱: پنجره ذخیره نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۱
- شکل ۵-۲: انواع پسوندهای ذخیره سازی..... ۶۲
- شکل ۵-۳: پنجره پرینت نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۲
- شکل ۵-۴: پنجره منوی نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۳
- شکل ۵-۵: پنجره پیش نمایش پرینت نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۳
- شکل ۵-۶: پنجره ذخیره فایل متنی نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۴
- شکل ۵-۷: پنجره ذخیره فایل تصویری نرم افزار DESIGN EXPERT..... ۶۵
- شکل ۵-۸: انواع پسوندهای ذخیره سازی تصاویر..... ۶۵