وثيقة تعريف مقرّر: تصميم وتحليل التجارب

1. معلومات أساسية:

عنوان المقرّر (بالعربي):	تصميم وتحليل التجارب
عنوان المقرّر (بالانكليزي):	Design and Analysis of Experiments
رمز المقرّر:	QDE72
التثقيل:	7 ساعات معتمدة.
سوية المقرّر:	7
ساعات الجلسات التزامنية (Online Sessions):	21 ساعة (14 جلسة تزامنية).
المتطلبات (Prerequisites):	الإحصاء التطبيقي QAS51.

2. توصيف مختصر (باللغتين العربية والانكليزية):

تستخدم منهجية تصميم التجارب في تصميم وتطوير منتجات جديدة، وفي تطوير الإجراءات، وفي تحسين إجراءات الإنتاج؛ كما يهدف هذا المقرر إلى تزويد الطالب بالمعارف والمهارات التي تمكنه من تصميم التجارب وتحليل النتائج وتفسير المعطيات، والتي تفيد في تخفيض زمن تطوير المنتجات والخدمات، وفي تحسين أداء الإجراءات، وفي تحسين جودة المنتجات، ويتم ذلك من خلال توضيح المفاهيم الأساسية الآتية: تعريف المستويات وتوابع الإجابة، معالجة الأخطاء وتصميم وترتيب التجارب، تعريف طرق القياس، شرح مصفوفات التجارب المعروفة مثل تجارب الحلول الحدية لعدة معاملات وتحليل نتائجها، وتجارب الحلول الحدية الجزئية لعدد كبير من المعامِلات.

Design of Experiments (DOE) is a methodology used to design and develop new products and procedures, and to improve manufacturing processes. This course aims to provide students with the knowledge and skills to design experiments analyze results and interpret data, to reduce product and service development time, improve performance, and improve product quality. Through the definition of factors, levels, errors, and their treatment, designing of experiments and execution order, the explanation of known experimental designs such as full-factorial designs and analysis of their results, and fractional factorial designs for a large number of factors.

3. محصّلات التعلّم (Learning Outcomes):

الرمز ILO	المحصّلات التعليمية Learning Outcomes
ILO1	يميز بين المتحولات المستقلة والمرتبطة ويعرف المعاملات ومستوياتهم وتوابع الجواب وأخطاء القياس

	وكيفية تقليل الخطأ التجريبي.
ILO2	يطبق القواعد الأساسية لتصميم التجارب والمتمثلة بتحديد أهداف التجربة واختيار المعاملات، وتوابع الجواب وطرق القياس واقتراح التصاميم المناسبة للتجربة.
ILO3	يحلل النتائج إحصائياً ويختار المخططات البيانية لتقييم النتائج واستخلاص الحقائق بطريقة احصائية سليمة.
ILO4	ينمذج التجارب الحدية الكلية التي تعتمد على استخدام كافة القيم الحدية للمعاملات.
ILO5	يضع خطط التجارب الجزئية بمستويين في التجارب التي تتعلق بعدد كبير من المعاملات، ويقيم النتائج باستخدام المخططات البيانية والتخطيط لتجارب التحقق من التصميم، ويقترح الحلول بمقارنة أخطاء التصاميم.

4. المحتويات:

رقم الفصل	عنوان الفصل	شرح موجز
1	**مقدمة وتعاريف**	تذكرة بالمتحولات المستقلة والمرتبطة، معاملات التجارب ومستوياتها وتحديد توابع الجواب، المعالجة، الخطأ والتكرار.
2	**تخطيط وتنفيذ التجارب**	تعريف وتوصيف المبادئ الأساسية لتصميم التجارب، وتحديد أهداف التجارب واختيار المعاملات وتوابع الجواب وطرق القياس.
3	**حل نماذج التجارب**	خوارزمية حل نماذج التجارب والبرامج المساعدة لوضع التصاميم والبحث عن الحلول المثلى.
4	**تجارب المعامل الوحيد**	بناء تجارب المعامل الوحيد، التجارب العشوائية واستخدام الطرق الحسابية والمخططات البيانية لتحليل النتائج.
5	**التصاميم الأمثلية**	تقييم المعاملات وتنفيذ اختبارات التحقق من جودة توافق واستقلال البيانات.
6	**تصاميم خاصة**	التجارب الحدية الكلية والجزئية وتصاميم خاصة لتجارب الخلائط.

#	Chapter	Short Description
1.	**Terminology**	Define terms such as dependent and independent variables, factors, levels, response, treatment, error, and replication.
2.	**Planning and organizing experiments**	Define, describe, and apply the basic elements of designed experiments, including determining the experiment objective, selecting factors, responses, and measurement methods, choosing the appropriate design, etc.
3.	**Resolve experimental design**	Experimental design resolution algorithm and known DoE software helping Design process and analyzing results.
4.	**One-factor**	Construct one-factor experiments such as completely

	experiments	randomized, randomized block, and Latin square designs, and use computational and graphical methods to analyze the significance of results.
5.	**Optimal Designs**	Evaluate factors and implementation of verification experiments to test the quality of the result and compatibility and independence of data.
6.	**Special Designs**	Construct full-factorial designs, Taguchi designs, fractional-designs and Mixture Designs.

5. معايير التقييم وتغطية المحصّلات:

المحصّلات التعليمية	معايير التقييم لتحقيق المحصّلات على الطالب أن يظهر الإمكانيات في:	نمط التقويم				
		تفاعل في الجلسات التزامنية	عملي	وظائف /تقارير	عروض ومقابلات	امتحانات
ILO1	يُحلل إجرائية تقييم موظفين في شركة يتم توصيفها للطالب ليحدد المعاملات المؤثرة في طريقة التقييم، ثم يحدد طريقة تقييم الإجرائية ومجموعة من التجارب المتوجب تنفيذها للحصول على دقة محددة للتقييم.		X	X		
ILO2	يحدد المستويات المهمة للمعاملات بناءً على تنفيذ تجارب حدية كلية أو جزئية ضمن بيئة تجارب معقدة.					X
ILO3	يُحلل المخططات البيانية لتجارب المعامل الوحيد ويقترح تنفيذ تجارب للتأكد من القيم المثلى التي يستنتجها من المخططات.	X	X	X		X
ILO4	يُنظم تجارب حدية لعملية تتأثر بعدد صغير من المعاملات ويقترح تسلسل تجارب للتقليل من الخطأ الناتج من فروقات مجموعات العمل.	X				X
ILO5	دراسة حالة مصنع وتحديد الهدف المطلوب تحسينه بعد الاطلاع على شروط التصنيع ومواصفات المنتج النهائي، ويستخدم البرمجيات المناسبة لإيجاد التمثيل الرياضي بناءً على نتائج مجموعة من التجارب التي يقوم باختيارها. وتحليل البيانات الخاصة بالمعاملات لاختيار مجموعة من المعاملات ذات التأثير المهم، وتقييم ملائمة التصميم بتحليل أخطاء التمثيل الرياضي عن النتائج وتقويم التصميم عند عدم قبول الأخطاء.		X	X		

6. مخطط الجلسات التزامنية (Online Sessions):

رقم الجلسة	القسم النظري مع ملاحظات وتوضيحات، إن وجدت	أنشطة (تمارين، تدريبات، دراسات حالة، وظائف، حلقات بحث، مشاريع، ...)	
		أثناء الجلسات	خارج الجلسات
1	مدخل إلى تصميم التجارب، القواعد الأساسية		
2	استراتيجية تصميم التجارب، التخطيط، التنفيذ والتحليل.		
3	المبادئ الإحصائية الضرورية لتصميم التجارب.	دراسة حالات بسيطة لإظهار الفروق من حيث تقدير القيم الوسطى عند إجراء تجارب عشوائية، أو طريقة تغيير قيم معامل وحيد	
4	التمثيل البياني للنتائج وتقدير المعاملات.		
5	خوارزمية حل نماذج التجارب، مبدأ التعامل مع الكتل والمربع اللاتيني.	**الوظيفة الأولى** وهي عبارة عن توصيف لمنتج يراد الحصول على مواصفات أفضل له من خلال تحديد شروط التصنيع.	
6	مقدمة عن التجارب الحدية والتمثيل البياني وتابع الجواب وتأثير ترابط المعاملات على سطح تابع الجواب.	تمارين باستخدام برنامج SAS للتمثيل البياني لتجارب مقارنة منتجات.	
7	مقدمة عن التجارب الحدية: تحليل الخطأ ومعالجة المعاملات الكمية والكيفية.	تمرين يوضح القيم المختلفة للمعاملات المؤثرة في حال كانت كيفية أو كمية وطريقة تفسير تابع الجواب للعوامل المؤثرة.	
8	التجارب الحدية لعدد من المتحولات وطريقة تحليل تصاميم التجارب الحدية وطرق الفحص الإحصائية.	أمثلة وتطبيقات باستخدام برنامج إحصائي خاص لتصميم التجارب	
9	تحليل التصاميم وإيجاد المعاملات الأساسية والمعاملات المترابطة ذات التأثير المهم. وإضافة نقاط التجربة في مراكز المجالات.	**الوظيفة الثانية** وهي مشروع متكامل.	
10	معالجة كتل المعاملات وتأثير المعاملات الكتلية على التجارب.	تمارين تستخدم كتل من المعاملات تؤثر على تابع الجواب ومقارنة النتائج في حال لم يتم لحظ هذه الكتل وتأثيرها على أخطاء تابع الجواب.	
11	تصاميم التجارب الحدية الجزئية.		
12	سطح تابع الجواب وطرق تمثيل توابع الجواب من الدرجة الثانية والتصاميم المناسبة التي تطابق تابع الجواب.	دراسة مقارنة للتصاميم المستخدمة لنمذجة سطح تابع الجواب.	

13	التجارب مع معاملات عشوائية.	
14	فحص الفرضيات وتصاميم الخلائط.	تمارين لمعاملات مرتبطة ينطبق عليها تصاميم الخلائط

No	Course
1	Introduction to DOE, Basic Principles,
2	Strategy of Experimentation, Planning, Conducting & Analysis an Experiment
3	Basic Statistical Concepts
4	Graphical View of the Data. Estimation of Parameters
5	DOE Resolving Algorithm. The Blocking Principle. The Latin Square Design
6	Introduction to Factorials. Regression Model & The Associated Response Surface, The Effect of Interaction on the Response Surface. The General Two-Factor Factorial Experiment
7	Introduction to Factorials. Residual Analysis. Quantitative and Qualitative Factors
8	The 2^k Factorial Design. Analysis Procedure for a Factorial Design Statistical Testing – ANOVA
9	Model Interpretation – Main Effects and Interactions Addition of Center Points to a 2^k Designs
10	Blocking & Confounding in the 2^k Confounding in Blocks. General Advice About Blocking
11	The 2^{k-p} Fractional Factorial Design
12	Overview of Response Surface Methods Response Surface Models. Second-Order Models Designs for Fitting Response Surface Models
13	Experiments with Random Factors
14	Testing Hypotheses –Mixture designs (factors that are ingredients of a mixture)

7. إدارة الجلسات التزامنية:

في الجلستين الأولى والثانية يتم تقديم تعاريف عامة تسمح للطالب بفهم الغاية من تصميم التجارب، واستخدام البرمجيات المساعدة التي تمكنه من تنفيذ الوظائف لاحقاً، باستخدام هذه البرمجيات، ولاحقاً يتم تقديم المفاهيم النظرية وشرحها على مثال عملي، وفتح باب النقاش للطلاب لاستخدام معارفهم في تحليل المعطيات بناءً على المفاهيم التي يتم شرحها خلال الجلسة.

8. موارد المعلومات (Information Resources):

1) عثمان أحمد الطاهر، محمد عبد العزيز العبد السلام. (1998). **الموجز في الإحصاء الحيوي وتصميم التجارب**، دار النهضة العربية، بيروت، ISBN: 978-977-78-14-01.

2) محمد علي بشر، ممدوح الروبى. (1983). **مقدمة في طرق الإحصاء وتصميم التجارب**. دار المعارف. مصر.

3) Durivage, M. Allen, (2016). **Practical Design of Experiments (DOE) a Guide for Optimizing Designs and Processes**. ISBN: 978-0-87389-924-6

4) Doulglas, C.MONTGOMERY. (2012). **Design and Analysis of Experiments**. 8th Edition, Arizona state University, Wiley. ISBN-13: 978-1118146927. ISBN-10: 1118146921.

5) **Designing High Availability Systems - Design for Six Sigma and Classical Reliability Techniques with Practical Real-Life Examples.** Taylor 10/12/2013.

6) وتصفح كتاب عن برمجيات JMP التي تمكن الطالب من تنفيذ مهاراته في التصميم والتحليل على التمارين التي يتم العمل عليها خلال الجلسات: **Design of Experiments Release6**, JMP, A Business unit of SAS, SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, 2005.

7) هناك العديد من البرمجيات المساعدة في تصميم التجارب هي pyDOE لنظام استثمار لينكس، و minitab. JMP تحت بيئة عمل ويندوز. وبرنامج stat-ease المتخصص في مجال التجارب الدوائية. يوجد شرح لأساسيات تصميم التجارب على مواقع البرمجيات مثل www.statease.com

9. مقترحات للقراءة:

في كل مجال من مجالات العمل مثل الميكانيك والصيدلة ...، هنلك كتب اختصاصية تتضمن تصاميم لتجارب خاصة في هذه المجالات ومجربة مسبقاً.

Andre I.KHURI, John A.CORNELL. (1996). **Response Surfaces: Designs and Analyses**.Second Edition, Publisher CRC Press, USA.

Perry D. Haaland. (1989). **Experimental Design in Biotechnology**. New York, USA, Publisher MARCEL DEKKER, Inc.

Jacques Goupy. (1993). **Methods for Experimental Design: Principles and Applications for Physicists and Chemists.**Elsevier Science.