

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

روش تاگوچی برای طراحی آزمایش در تحقیقات بیوشیمی

دکتر هادی انصاری هادی پور

گروه بیوشیمی و ژنتیک، دانشگاه علوم پزشکی اراک.

آزمایش

۱. تدوین صورت مسأله و هدف از انجام آزمایش (**تولید یک محصول با کیفیت**)
۲. برنامه ریزی آزمایشات
۳. طراحی آزمایش
۴. انجام آزمایشات و جمع آوری داده ها
۵. تجزیه و تحلیل داده ها
۶. تعیین نقطه بهینه (ترکیب بهینه عوامل)
۷. بازخورد جهت کنترل و تایید پیش بینی ها در عمل

کیفیت

**دکتر تاگوچی کیفیت را با توجه به میزان زیان تحمیل شده به جامعه،
بدلیل تولید محصولات معیوب، تعریف کرد و بر این اساس، بهبود کیفیت
به روش تاگوچی را معرفی نمود.**

روش‌های متداول بر مبنای بازرسی و کنترل کیفیت در حین فرآیند تولید و یا بعد از تولید محصول تاکید دارند.

ولی تاگوجی معتقد بود که بهترین راه بهبود کیفیت، ایجاد آن در خود محصول و قبل از شروع فرایند تولید است.

آزمایش

- تدوین صورت مسأله و هدف از انجام آزمایش (تولید یک محصول با کیفیت)
- برنامه ریزی آزمایشات
- **طراحی آزمایش**
- انجام آزمایشات و جمع آوری داده ها
- تجزیه و تحلیل داده ها
- تعیین نقطه بهینه (ترکیب بهینه عوامل)
- بازخورد جهت کنترل و تایید پیش بینی ها در عمل

طراحی آزمایش

DOE: Design of Experiment

یک ابزار مهم در مهندسی کیفیت

طراحی نیرومند

بهینه کردن شرایط فرآیند و محصول

۱. کاهش حساسیت فرآیند به عوامل تغییر

۲. افزایش کیفیت محصول

طرح آزمایش بهینه

کمترین تعداد آزمایش، داده ها و اطلاعات مورد نیاز برای :

۱. تجزیه و تحلیل
۲. دستیابی به شرایط مطلوب

تولید آمینواسید لیزین با استفاده از کورینه باکتریوم گلوماتیکوم

پارامترهای مورد نظر در طراحی محیط کشت:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
دما	گلوکز	اوره	نوع بافر	آهن	آسکوربات	زمان	آلانین	فشار اکسیژن	فشار CO2	شدت نور	شدت میدان	فرکانس میدان	نوع رده سلولی	نوع انکوباسیون

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
دما	گلوکز	اوره	نوع بافر	آهن	آسکوربات	زمان	آلانین	فشار اکسیژن	فشار CO2	شدت نور	شدت میدان	فرکانس میدان	نوع رده سلولی	نوع انکوباسیون
(درجه سانتیگراد)	mM	uM	نام	mM	mM	ساعت	mM	mmHg	mmHg	لوکس	میلی تسلا	هرتز	نام رده	نام روش
Temp	Glc	Urea	Buffer	Fe	Vit.C	Time	Alanine	O2	CO2	Light	mT	Hz	Cell line	Incubation
25	10	5	Phosphate	3	10	30	5	40	12	50	0.1	20	1	1
35	15	8	Tris-HCL	7	22	40	8	60	25	100	0.5	50	2	2

تعداد کل آزمایشات		سطوح	فاکتورها
طراحی ناگوجی	طراحی فاکتوریلی		
4	4 (2 ²)	2	2
4	8 (2 ³)	2	3
8	16	2	4
8	128	2	7
16	32768	2	15
9	81	3	4

آرایه های متعامد تاگوچی

Orthogonal Array

انتخاب تعداد محدود و مشخصی از کل آزمایشاتی که در روش فاکتوریل کامل آرایه می شود.

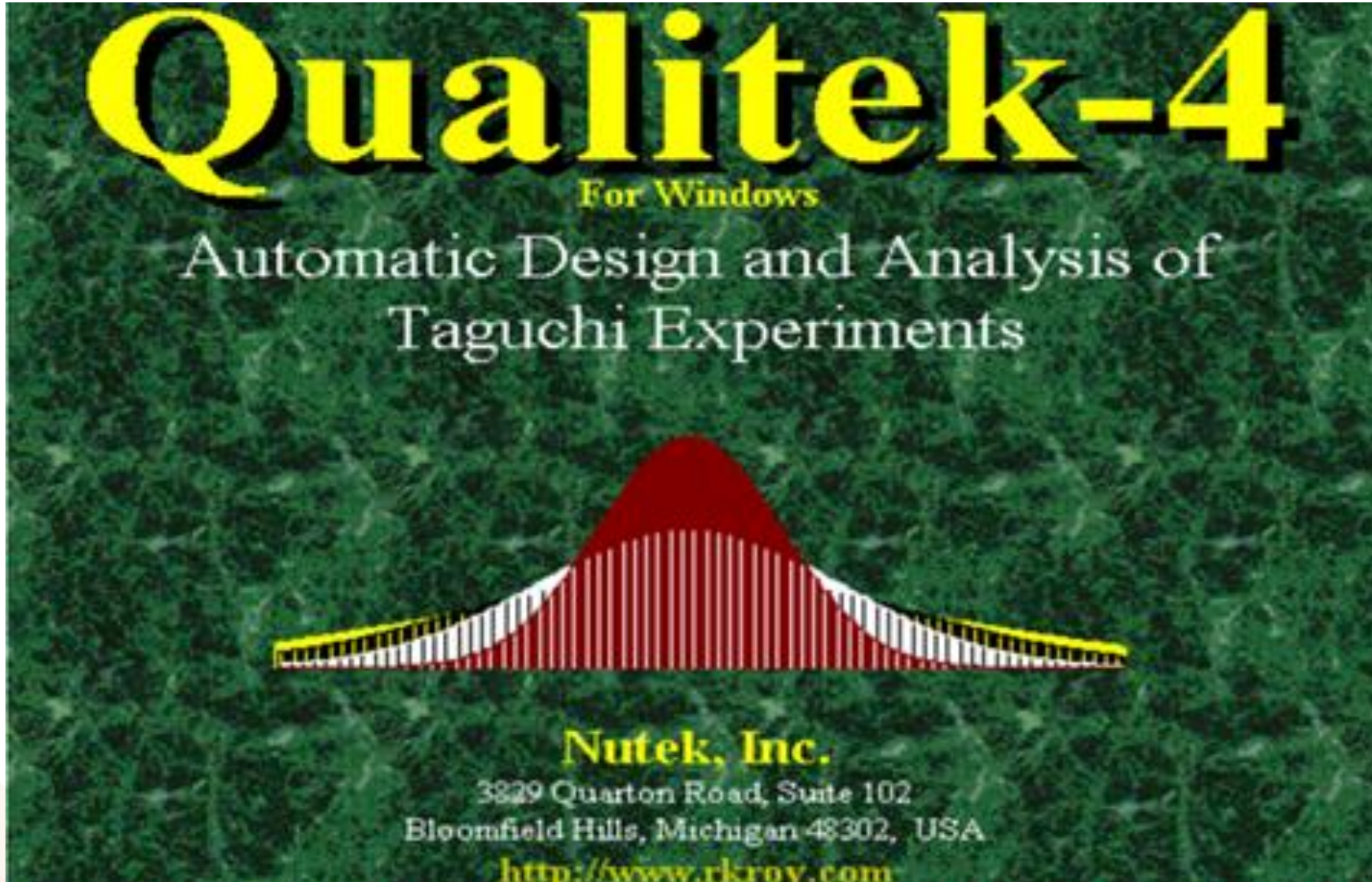
تعداد کل آزمایشات		سطوح	فاکتورها
طراحی تاکوچی	طراحی فاکتوریلی		
4	4 (2 ²)	2	2
4	8 (2 ³)	2	3
8	16	2	4
8	128	2	7
16	32768	2	15
9	81	3	4

مزایای روش تاگوچی

۱. تعداد داده های نسبتا کم
۲. دقت نسبی در تخمین نقطه بهینه
۳. تخمین اثرات عوامل

البته روش تاگوچی ادعا نمی کند که جواب بهینه حتما در آزمایشات منتخب وجود دارد بلکه:

- ۱. با محاسبات نهایی می توان شرایط بهینه را تعیین نمود.**
- ۲. با رعایت شرایط بهینه، باید آزمایشات تایید کننده انجام شود.**
- ۳. در صورت تکرار پذیری نتایج، صحت روش تایید می شود.**

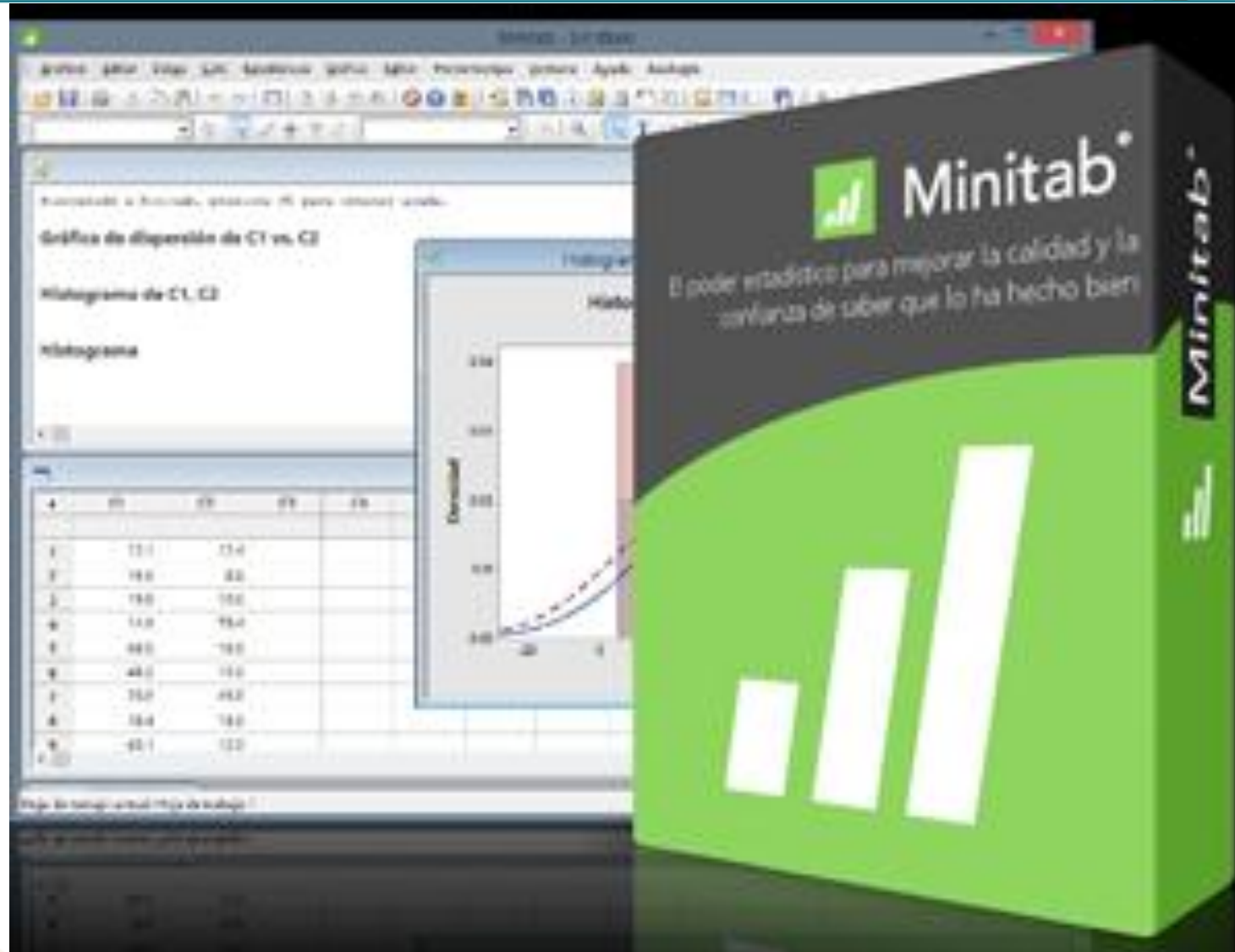


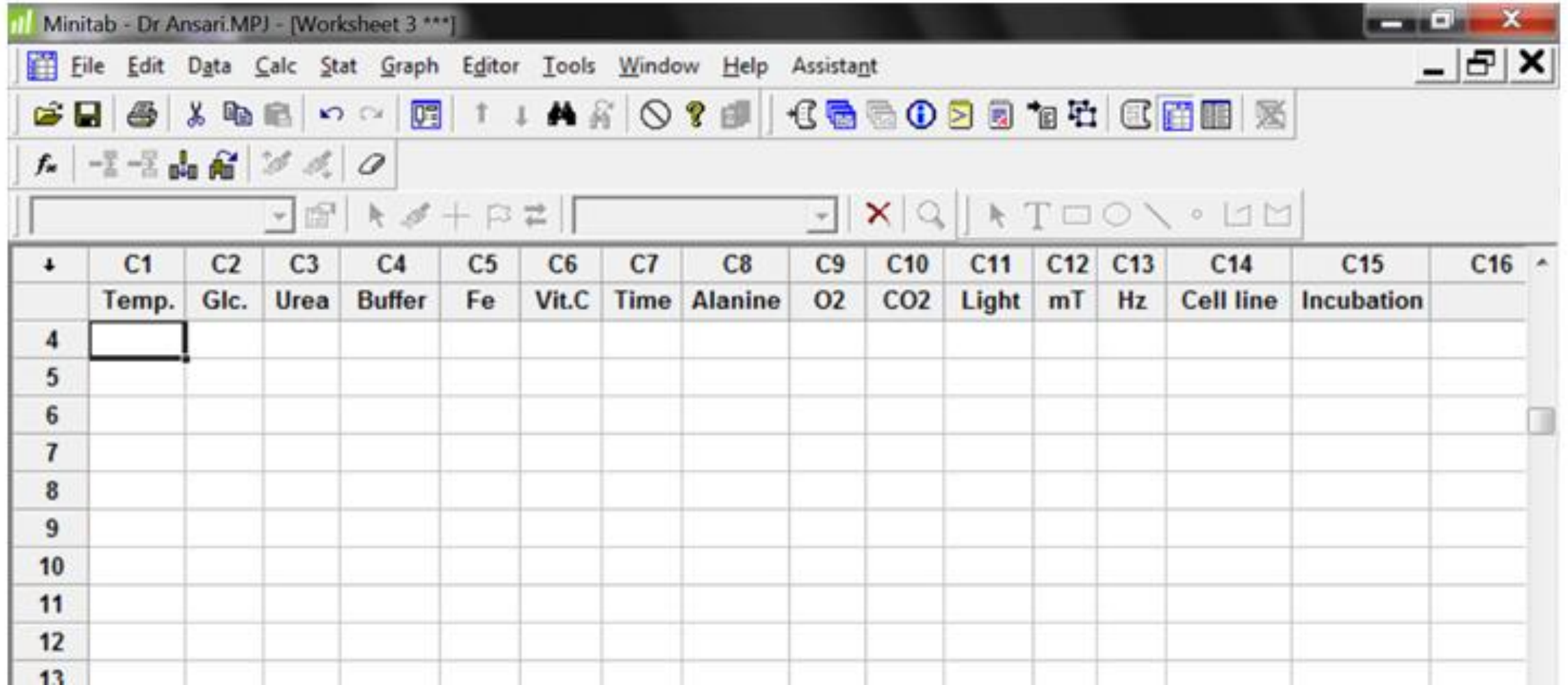
Qualitek-4

For Windows

Automatic Design and Analysis of
Taguchi Experiments

Nutek, Inc.
3829 Quarton Road, Suite 102
Bloomfield Hills, Michigan 48302, USA
<http://www.rkroy.com>

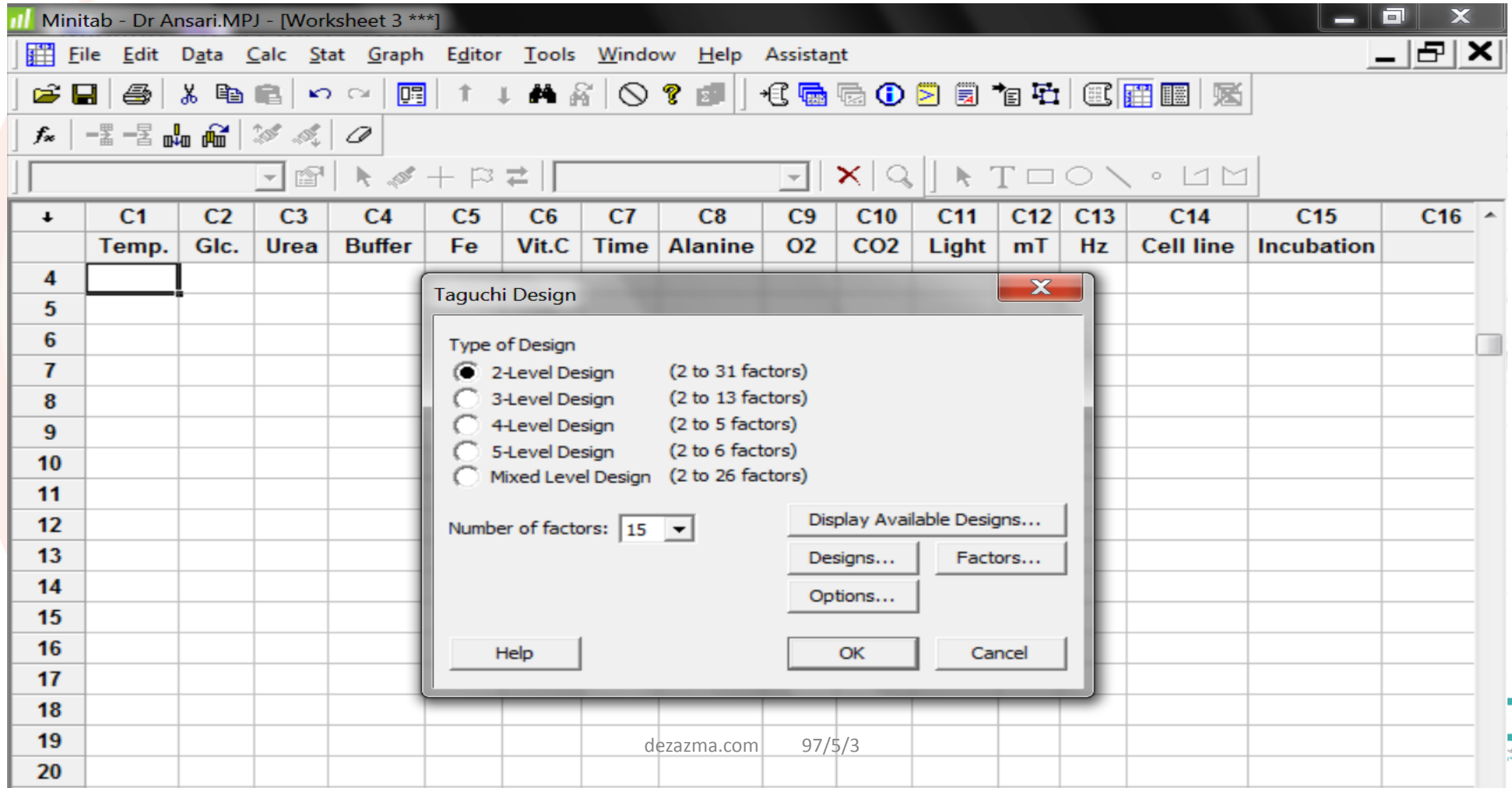




	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
	Temp.	Glc.	Urea	Buffer	Fe	Vit.C	Time	Alanine	O2	CO2	Light	mT	Hz	Cell line	Incubation	
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																

The screenshot shows the Minitab software interface. The 'Stat' menu is open, and the 'DOE' (Design of Experiments) sub-menu is selected. Within the DOE menu, 'Taguchi' is highlighted, and the 'Create Taguchi Design...' option is selected. The background shows a worksheet with columns labeled C1 through C16. The first three columns are labeled 'Temp.', 'Glc.', and 'Ure'. The next three columns are labeled 'CO2', 'Light', and 'mT'. The next three columns are labeled 'Hz', 'Cell line', and 'Incubation'. The last three columns are labeled 'C15' and 'C16'. The 'Create Taguchi Design...' option is highlighted in blue.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
	Temp.	Glc.	Ure							CO2	Light	mT	Hz	Cell line	Incubation	
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																



The screenshot shows the Minitab software interface with a worksheet titled "Dr Ansari.MPJ - [Worksheet 3 ***]". The worksheet contains 16 columns labeled C1 through C16 with the following headers: Temp., Glc., Urea, Buffer, Fe, Vit.C, Time, Alanine, O2, CO2, Light, mT, Hz, Cell line, and Incubation. A "Taguchi Design" dialog box is open, showing the following options:

- Type of Design:
 - 2-Level Design (2 to 31 factors)
 - 3-Level Design (2 to 13 factors)
 - 4-Level Design (2 to 5 factors)
 - 5-Level Design (2 to 6 factors)
 - Mixed Level Design (2 to 26 factors)
- Number of factors: 15
- Buttons: Display Available Designs..., Designs..., Factors..., Options..., Help, OK, Cancel

Minitab - Dr Ansari.MPJ - [Worksheet 3 ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

Temp. Glc. Urea Buffer Fe Vit.C Time Alanine O2 CO2 Light mT Hz Cell line Incubation

Taguchi Design

Type of Design

- 2-Level Design (2 to 31 factors)
- 3-Level Design (2 to 13 factors)
- 4-Level Design (2 to 5 factors)
- 5-Level Design (2 to 6 factors)
- Mixed Level Design (2 to 26 factors)

Number of factors: 15

Display Available Designs...
Designs... Factors...
Options...
OK Cancel

Taguchi Design - Available Designs

Available Taguchi Designs (with Number of Factors)

Designs	Single-level designs			
	2 level	3 level	4 level	5 level
L4	2-3			
L8	2-7			
L9		2-4		
L12	2-11			
L16	2-15			
L16			2-5	
L25				2-6
L27		2-13		
L32	2-31			

Single-level Mixed 2-3 level Mixed 2-4 level Mixed 2-8 level

Help OK

Create a Taguchi design

The screenshot shows the Minitab software interface with a worksheet titled "Dr Ansari.MPJ - [Worksheet 3 ***]". The worksheet has columns labeled C1 through C16 with headers: Temp., Glc., Urea, Buffer, Fe, Vit.C, Time, Alanine, O2, CO2, Light, mT, Hz, Cell line, and Incubation. Two dialog boxes are open:

- Taguchi Design**:
 - Type of Design:
 - 2-Level Design (2 to 31 factors)
 - 3-Level Design (2 to 13 factors)
 - 4-Level Design (2 to 5 factors)
 - 5-Level Design (2 to 6 factors)
 - Mixed Level Design (2 to 26 factors)
 - Number of factors: 15
 - Buttons: Display Available Designs..., Designs..., Factors..., Options..., Help, OK, Cancel
- Taguchi Design - Design**:
 - Runs: 2 ** Columns
 - Table:

Runs	2 ** Columns
L16	2 ** 15
L32	2 ** 15
 - Add a signal factor for dynamic characteristics
 - Buttons: Help, OK, Cancel

Create a Taguchi design

Minitab - Test1.MPJ - [Worksheet 2 ***]

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
	Temp.	Glc.	Urea	Buffer	Fe	Vit.C	Time	Alanine	O2	CO2	Light	mT	Hz	Cell line	Incubation	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	
17																
18																
19																
20																
21																

dezazma.com 97/5/3

Minitab - Test1.MPJ

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

Worksheet 2 ***

	C6 Vit.C	C7 Time	C8 Alanine	C9 O2	C10 CO2	C11 Light	C12 mT	C13 Hz	C14 Cell line	C15 Incubation	C16 Product	C17 Lysis(%)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	83	22
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	35	74
3	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	41	65
4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	92	12
5	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	48	38
6	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	6	95
7	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	62	42
8	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	52	51
9	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	55	65
10	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	23	85
11	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	36	72
12	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	82	16
13	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	83	12
14	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	91	18
15	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	45	62
16	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	21	81
17												

Retrieving project from file: 'E:\1 A مینی تب و مینی تب A\Test1.MPJ'

Minitab - Test1.MPJ

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

Worksheet 2 ***

	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	
	Vit.C	Time	A	B	CO2	Light	wt	No	Cell No.	ation	Product	Lysis(%)	
1	1	1									1	83	22
2	1	1									2	35	74
3	2	2									2	41	65
4	2	2											
5	2	2											
6	2	2											
7	1	1											
8	1	1											
9	1	2											
10	1	2											
11	2	1											
12	2	1											
13	2	1											
14	2	1											
15	1	2									2	45	62
16	1	2									1	21	81
17													

Analyze Taguchi Design

Response data are in:

Product

Graphs

Analysis Graph

Select

Help

Analyze Taguchi Design - Options

Signal to Noise Ratio: Formula

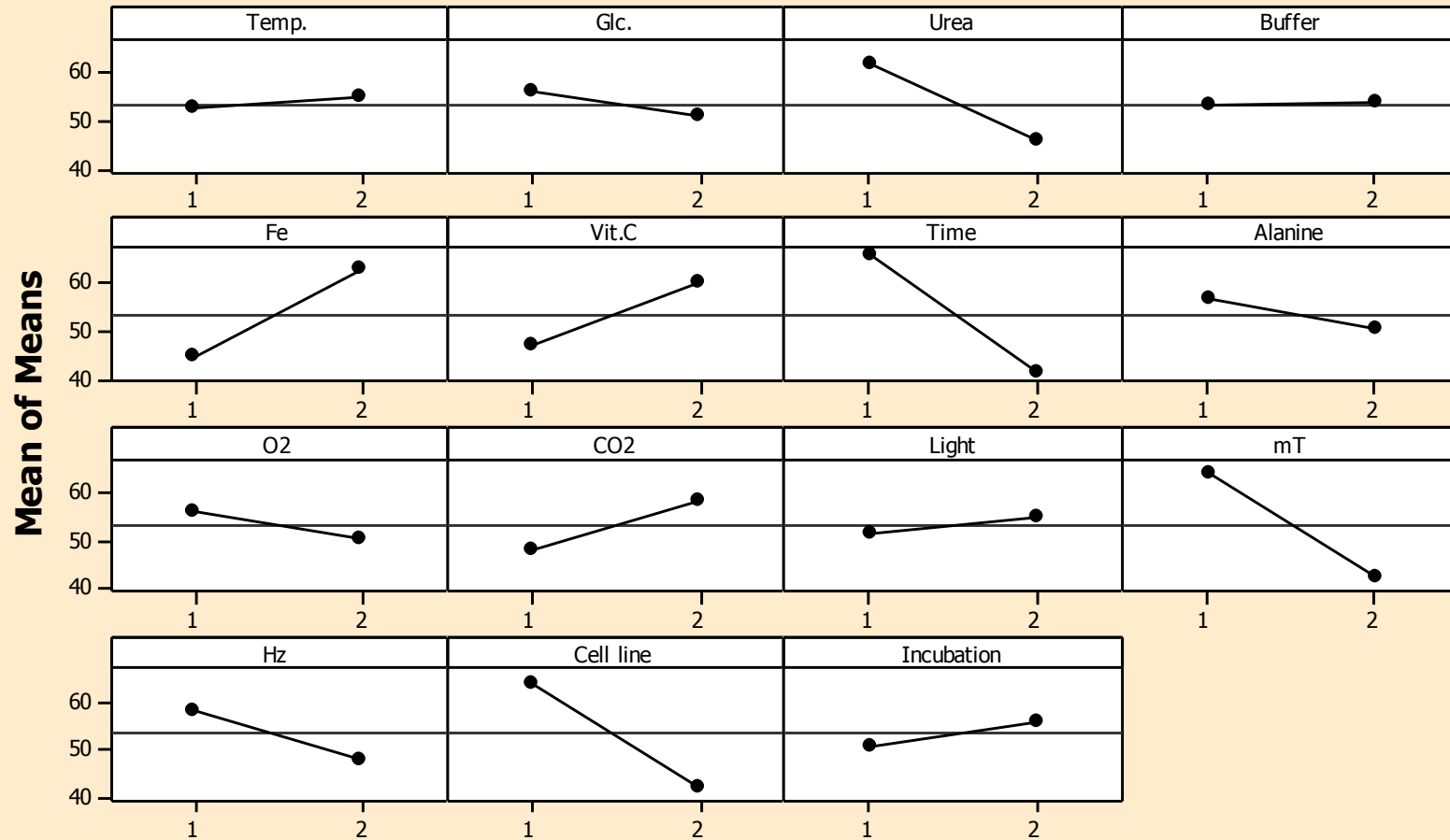
- Larger is better $-10 * \log_{10}(\sum(1/Y^{**2})/n)$
- Nominal is best $-10 * \log_{10}(s^{**2})$
- Nominal is best $10 * \log_{10}(Ybar^{**2}/s^{**2})$
- Smaller is better $-10 * \log_{10}(\sum(Y^{**2})/n)$

Use adjusted formula for nominal is best

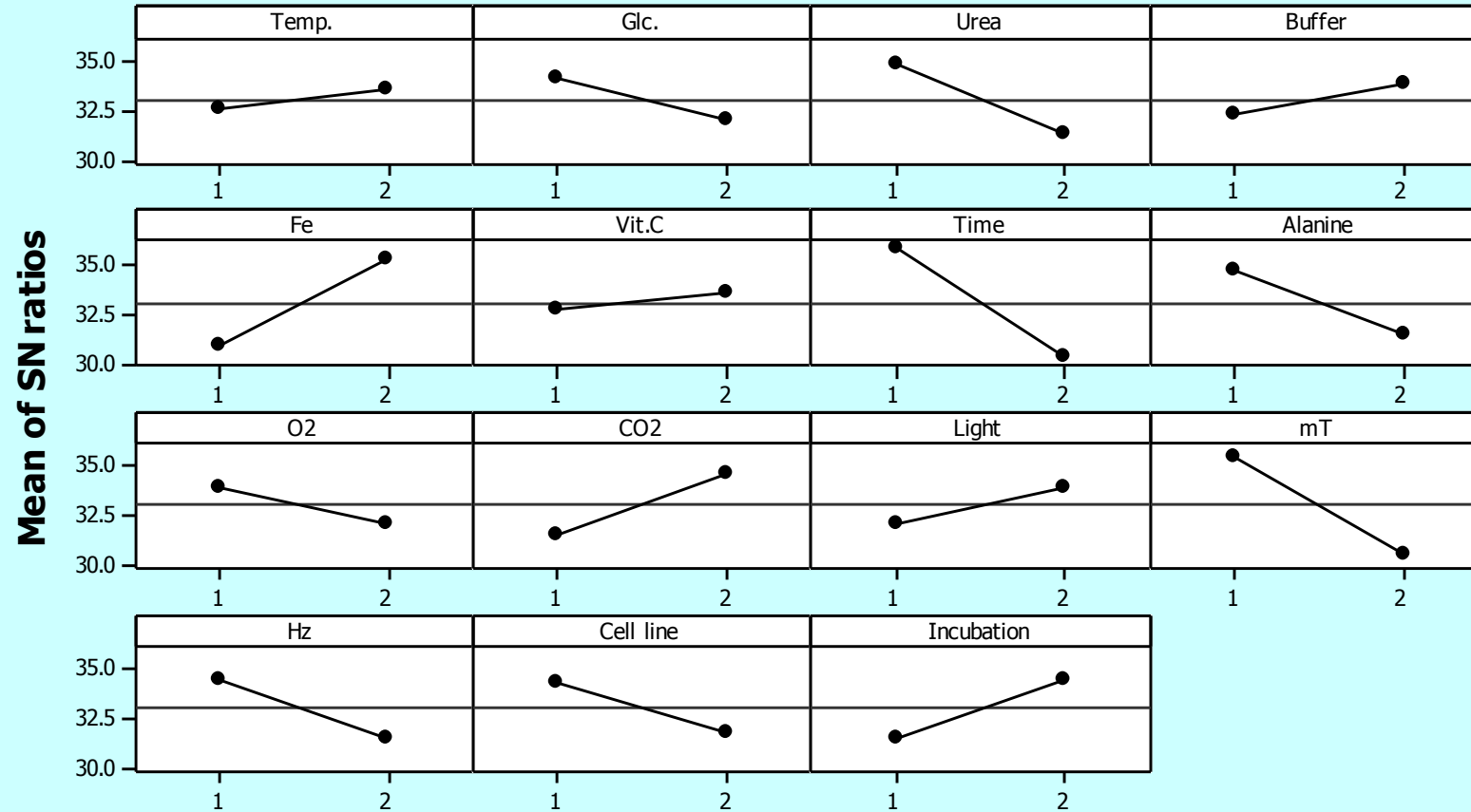
Use ln(s) for all standard deviation output

Help OK Cancel

Main Effects Plot for Means Data Means



Main Effects Plot for SN ratios Data Means



Signal-to-noise: Larger is better

مراحل بعدی در بررسی پارامترهای آماری

آنالیز واریانس

آنالیز واریانس ادغام شده: ادغام جمع مربعات

تست معنی داری عوامل

تحلیل میانگین مشخصه های کیفی

انتخاب سطوح بهینه عوامل

تایید شرایط بهینه فرآیند تولید

مزایای روش تاگوچی

- کاهش تعداد آزمایش‌ها و هزینه‌ها
- امکان بررسی فاکتورهای گسسته (نوع ماده، رنگ قطعه و ...)
- تعیین سهم فاکتورها
- امکان تخمین نتایج در شرایط بهینه
- امکان تخمین نتایج در سطوح دلخواه
- تعیین سهم خطا
- تعیین سهم اثرات متقابل در نظر گرفته شده
- امکان بدست آوردن همزمان شرایط بهینه برای چندین پاسخ
- امکان بررسی فاکتورهایی با سطوح مختلف
- بررسی تعداد فاکتورهای نامحدود

www.dezazma.com



The screenshot shows the homepage of the website www.dezazma.com. At the top right, there is a header with the text "دز آزما" and "بیوشیمی برای همه". Below this, there is a navigation menu with items like "پرداخت هزینه پرستاری دانشگاه ها", "دکتر انصاری دندانپزشکی سامانه کاربران", "کارشناسی ارشد بیوشیمی", "هوشبری منابع علوم آزمایشگاهی پزشکی", and "پرستاری". A search bar is located on the left side with the text "جستجو". The main content area is divided into two columns. The left column features the logo for "DEZAZMA Bio Med Lab" and a vertical text "درباره وبسایت". Below the logo, there is a paragraph in Persian: "این سایت برای معرفی علم بیوشیمی و تبادل آرا بین علاقمندان این علم است. نام سایت شامل دو کلمه است. در که برگرفته از شهر دزفول بعنوان یکی از قدیمی ترین مراکز علم و تمدن در ایران است و از که اشاره به نقش آزمایشگاه و تحقیقات در توسعه علم بیوشیمی دارد." Below this paragraph are social media icons for LinkedIn, Facebook, Twitter, and RSS. The right column features a section titled "کارگاه شبکه عصبی مصنوعی" with a sub-header "نویسنده: ادمین سایت" and a date "20 ژانویه 18". The text in this section reads: "در دهمین کنگره بین المللی آزمایشگاه و بالین، گروه دز آزما یک کارگاه شبکه عصبی مصنوعی برگزار می نماید. این کارگاه ساعت 9 تا 12 صبح روز پنجشنبه 1396/11/12 در دو بخش عملی و تئوری برگزار می شود." Below this text, there is a list of topics: "ثبت نام در کارگاه", "اسلایدهای سخنرانی دکتر انصاری در بخش تئوری.", "فایل Excel برای تمرین در بخش عملی.", "کتابچه راهنمای IBM برای آموزش آمار.", and "کتابچه راهنمای IBM برای آموزش نرم افزار SPSS." At the bottom of the screenshot, there is a section titled "مجربان سایت" with a list of names: "هادی انصاری هادی پور- محمد علی انصاری هادی پور- امیربهاء الدین سیط الشیخ- سامان میرعلی یاری- محمد کاظمی- امیر حسین بروسان- میلاد محمدی- سعید زبرکی- نیما شاهعلیزاده اول- سید حسن مرتضوی- ملیحه آقامیری".



از توجه شما متشکرم.