

بررسی تاثیرگذاری انواعی از میدان‌های شعوری طاهری در سطح زیرجمعیت‌های زمانی حاصل از جمعیت کلی قطعات مقاومت دیپ

* نویسنده مسئول: فرید سمسارها
ایمیل: Semsarha@ut.ac.ir

محمدعلی طاهری^۱، پوریا یعقوبی علی‌آباد^۲، نسرین سلیمیان^۳، فرزاد احمدخانلو^۴،
فرید سمسارها^۵

DOI: <https://doi.org/10.61450/joci.FA.v4i17.212>

۱. بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینس‌فکت، مرکز تحقیقات کامپوزیت، انتاریو، کانادا
۲. دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
۳. محقق مستقل، کارشناس ارشد آمار
۴. گروه مهندسی مکانیک و هوافضا، دانشگاه کالیفرنیا ایرواین، ایرواین، کالیفرنیا، ایالات متحده‌ی آمریکا
۵. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

پس از بررسی جمعیت‌ها در دو مقطع کلی قبل و بعد از تیمار و بررسی معناداری، در ادامه به داده‌ی مقاطع تفکیک‌شده‌ی دوازده‌گانه‌ی زمانی به تفکیک در مورد کنترل خارجی (۱۲ مقطع زمانی تماماً کنترل که شش مقطع اول کنترل ۱، و شش مقطع دوم کنترل ۲ نامیده شده‌اند) و هر کدام از میدان‌های شعوری (شش مقطع اول کنترل و شش مقطع دوم تحت اثر نوعی از میدان شعوری) پرداخته‌ایم. در مورد هر میدان به کار برده شده، توزیع فرکانس مقادیر و آنالیز جفتی مقایسه‌ی مقادیر ولتاژ و انواع آنتروپی در مقاطع مختلف آمده است. همانند بخش قبلی، نه قطعه به صورت تصادفی از تعداد کل قطعات تیمار شده در مورد هر نوع میدان شعوری انتخاب شد و بررسی تغییرات میانگین ولتاژ ثبتي، آنتروپی کمینه و آنتروپی شانون محاسبه شد و در دوازده زیرجمعیت تفکیک‌شده‌ی زمانی در مورد هر میدان شعوری به کار رفته، صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل شده، اثر میدان‌های شعوری بر سیستم مقاومت این پژوهش، به صورت افزایش ولتاژ در دو سر مقاومت در سیستم مطالعه بوده است؛ این مشاهده با ایجاد پاسخ معنادار در ولتاژ ثبت شده، به صورت روندی تکرارپذیر صورت می‌گیرد. همچنین، در این میان روند کلی کاهش آنتروپی کمینه و آنتروپی شانون در نمونه‌های آزمون، به صورت وابسته به زمان مشاهده می‌شود که گویای فاصله‌گرفتن از روند تصادفی و اختلالی در مقادیر ولتاژ ثبت شده در مدار تحت تیمار میدان‌های شعوری است.

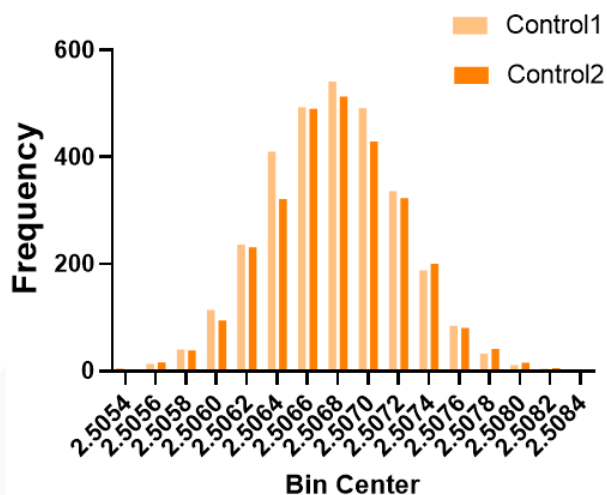
کلیدواژه‌ها: میدان‌های شعوری(ط)، خواص الکتریکی، مقاومت ۱۰ کیلو اهمی دیپ، آنالیز جمعیتی، عدم قطعیت، آنتروپی کمینه، آنتروپی شانون

زمانی مختلف دارند [۱]. به همین منظور در این بخش، داده‌های به دست آمده از جمعیت کلی مقاومت دیپ با تمرکز بر بازه‌های زمانی بررسی شده‌اند.

۱- بررسی کنترل خارجی (خوانش در دوازده مرحله‌ی زمانی بدون اعمال میدان شعوری)

۱-۱- آنالیز توزیع مقادیر ولتاژ خروجی مدار

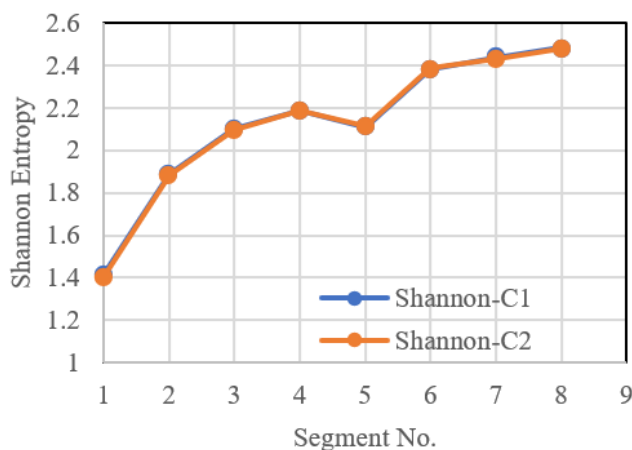
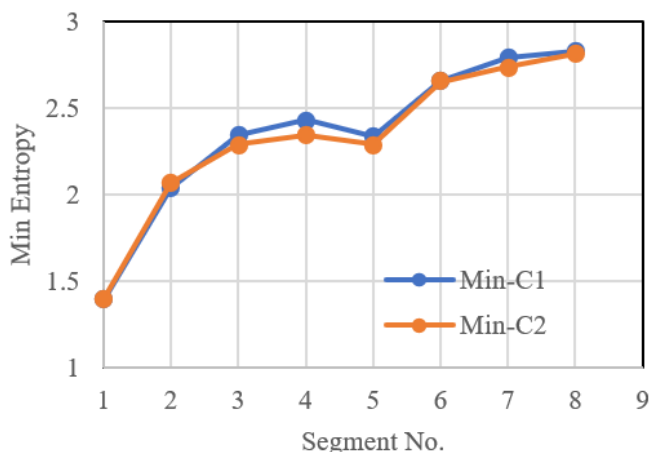
در داده‌های ارائه شده‌ی بخش قبلی به بررسی تغییرات ولتاژ، آنتروپی کمینه و آنتروپی شانون در جمعیت‌های کنترل و تحت تاثیر میدان‌های شعوری پرداختیم. این نکته حائز اهمیت است که تغییرات حاصل از اثرات تیمار میدان‌های شعوری را در بازه‌های زمانی نیز مورد توجه قرار دهیم تا بتوانیم مقایسه‌ی دقیق و کامل تری بر نمونه‌های کنترل و آزمون داشته باشیم. پیش از این نیز مشاهده کردیم که میدان‌های شعوری اثرات متفاوتی بر قرص‌های دزیمتری در مقاطع



شکل ۱- توزیع فرکانس مقادیر ولتاژ در کنترل ۱ و کنترل ۲

در نمونه‌های کنترل ۲ (شش مقطع زمانی دوم) است. این تمایل بر اساس داده‌ی جدول ۱ مطالعه‌ی قبل معنادار نیست.

همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، توزیع فرکانس نمونه‌های کنترل (۱ و ۲)، به مقدار نامحسوس متمایل به مقدار بیش‌تر ولتاژ



شکل ۲- نمایش تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل خارجی در مقایسه‌ی شش مقطع زمانی اول (C1) و شش مقطع زمانی دوم (C2) بر اساس افزایش تعداد قطعات مقاومت مورد مطالعه در جمعیت

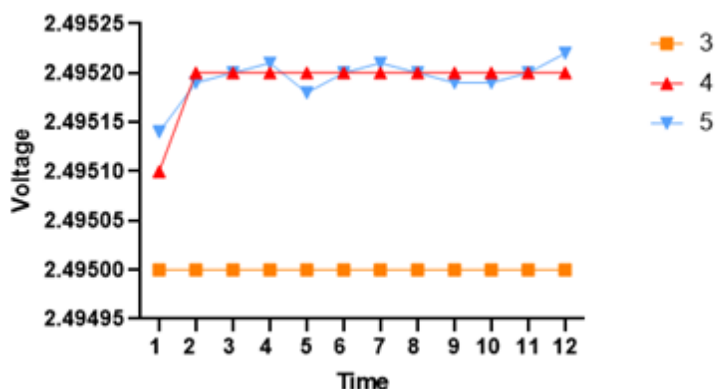
در سایر تعداد قطعات انتخابی، انطباق بالایی بین نمونه‌ها وجود دارد.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود از منظر جمعیتی، آنتروپی شانون در تمام تعداد قطعات انتخابی از هر دو نمونه منطبق بر هم است. از سوی دیگر در مورد آنتروپی کمینه، غیر از تعداد چهار قطعه که کنترل دوم (شش مقطع زمانی دوم) متمایل به مقادیر کم‌تر دارد

نشان می‌دهد. مقایسه‌ی آماری تغییرات حاصل شده بین ۶ مقطع زمانی اول و دوم در ادامه آمده است.

۲-۱ - آنالیز تغییر در مقادیر ولتاژ در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل اول (C1) و کنترل دوم (C2)

شکل ۳ تغییرات میانگین ولتاژ در مقادیر شش زیرجمعیت حاصل از نمونه‌های دو جمعیت کنترل خارجی را با نمایش ۳، ۴ و ۵ رقم اعشار



شکل ۳- تغییرات میانگین ولتاژ در شش زیرجمعیت حاصل از دو جمعیت کنترل خارجی. T1-T6 نمونه‌های کنترل ۱ و T7-T12 نمونه‌های کنترل ۲ است. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم اعشار ترسیم شده است. باکس‌های آبی به صورت پوشش‌دهنده‌ی مقادیر خوانش شده در نمونه‌های کنترل و آزمون ترسیم شده است.

شعوری) بوده‌اند، به صورت تصادفی هستند و بر اساس انتظار، در واقع در محدوده‌ی تغییرات غیرمعنادار آماری به شمار می‌روند.

بر اساس نتایج تحلیل *repeated measure* آمده در جدول ۱، روند مشاهده شده در تغییرات مقادیر ولتاژ در دو مقطع شش‌تایی اول و دوم نمونه‌های کنترل، تصادفی است. این به آن معنا است که مقادیر دو مقطع زمانی که هر دو کنترل (بدون اعمال میدان

جدول ۱. مقایسه بین مقادیر ولتاژ در نمونه‌های دوازده‌تایی

Tests of Within-Subjects Effects						
	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	4.144E-8	11	3.767E-9	1.296	.238
	Greenhouse-Geisser	4.144E-8	1.893	2.189E-8	1.296	.298
	Huynh-Feldt	4.144E-8	2.383	1.739E-8	1.296	.298
	Lower-bound	4.144E-8	1.000	4.144E-8	1.296	.284
Error(Time)	Sphericity Assumed	2.878E-7	99	2.907E-9		
	Greenhouse-Geisser	2.878E-7	17.041	1.689E-8		
	Huynh-Feldt	2.878E-7	21.446	1.342E-8		
	Lower-bound	2.878E-7	9.000	3.198E-8		

جدول ۲. آنالیز ویلکاکسون مقایسه‌ی داده‌های کنترل ۱ و ۲

Test Statistics ^a	
	mean2 - mean1
Z	-1.172 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.241

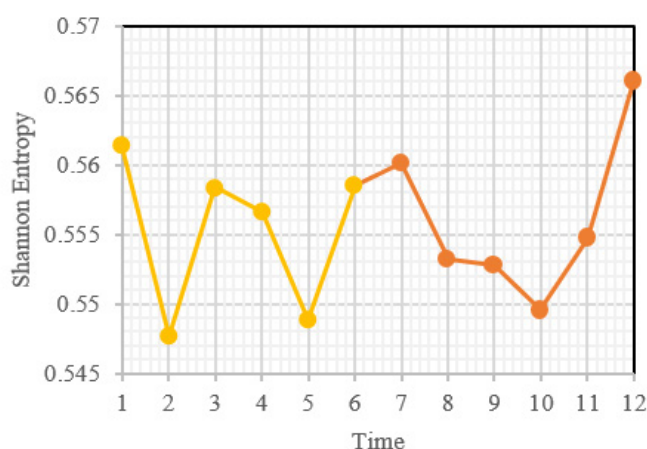
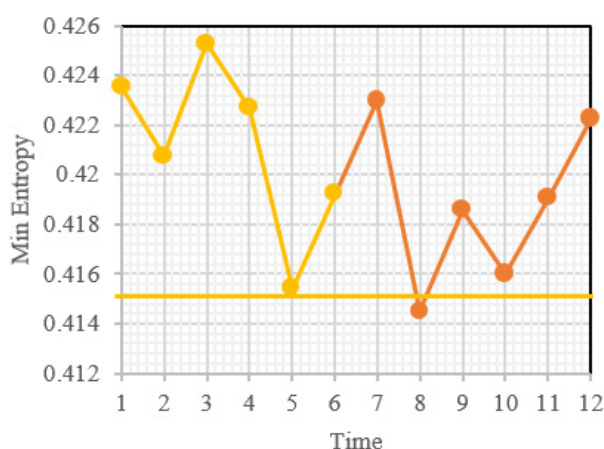
a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

می‌شود، روند کلی تغییرات ولتاژ سینوسی (افزایش و کاهش) است که در شش کنترل اول (نقاط متوالی از مقطع ۲-۶) مشهودتر است.

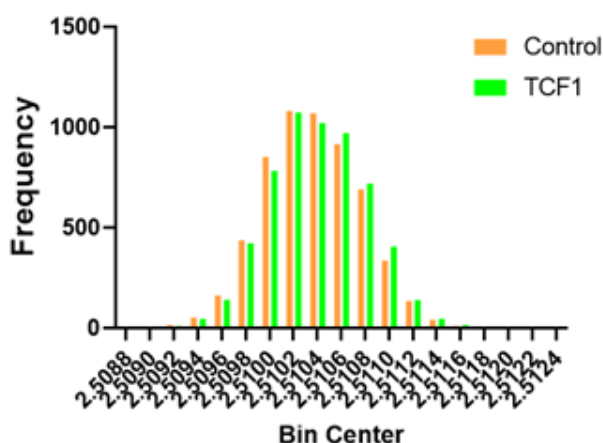
بر اساس داده‌ی جدول ۲، تغییرات ولتاژ در شش مقطع زمانی دوم نسبت به شش مقطع زمانی اول تفاوت معناداری در جمعیت ندارد. در آنالیز جفتی این مقادیر، همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده

جدول ۳. داده‌ی مربوط به مقادیر با آستانه‌ی معناداری ۵٪ در آنالیز جفتی مقادیر ولتاژ در مقاطع مختلف دوازده‌گانه

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^b
2	4	1.921E-5*	.041
4	5	-2.806E-5*	.023
5	6	1.947E-5*	.021
5	12	4.028E-5*	.010



شکل ۴- نمودار تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل ۱ و کنترل ۲.



شکل ۵- توزیع فرکانس مقادیر ولتاژ در کنترل و نمونه‌های آزمون میدان شعوری ۱

شکل ۴ تغییرات آنتروپی کمینه و شانون در نمونه‌های کنترل ۱ و ۲ را نشان داده است. بر اساس داده جدول ۳، هیچ کدام از تغییرات میان مقاطع بر اساس آنالیز جفتی آن‌ها معنادار نیست.

جمع‌بندی جمعیت کنترل دوازده‌تایی (کنترل خارجی):
تغییرات ولتاژ در دو جمعیت کلی شش مقطع اول و دوم کنترل معنادار نیست و همچنین نوسانات در مقادیر ولتاژ به صورت سینوسی است؛ به علاوه هیچ کدام از تغییرات مقادیر آنتروپی کمینه و شانون در مقایسه‌ی بین نقاط حاصل از مقاطع زمانی مختلف دوازده‌گانه معنادار نیست.

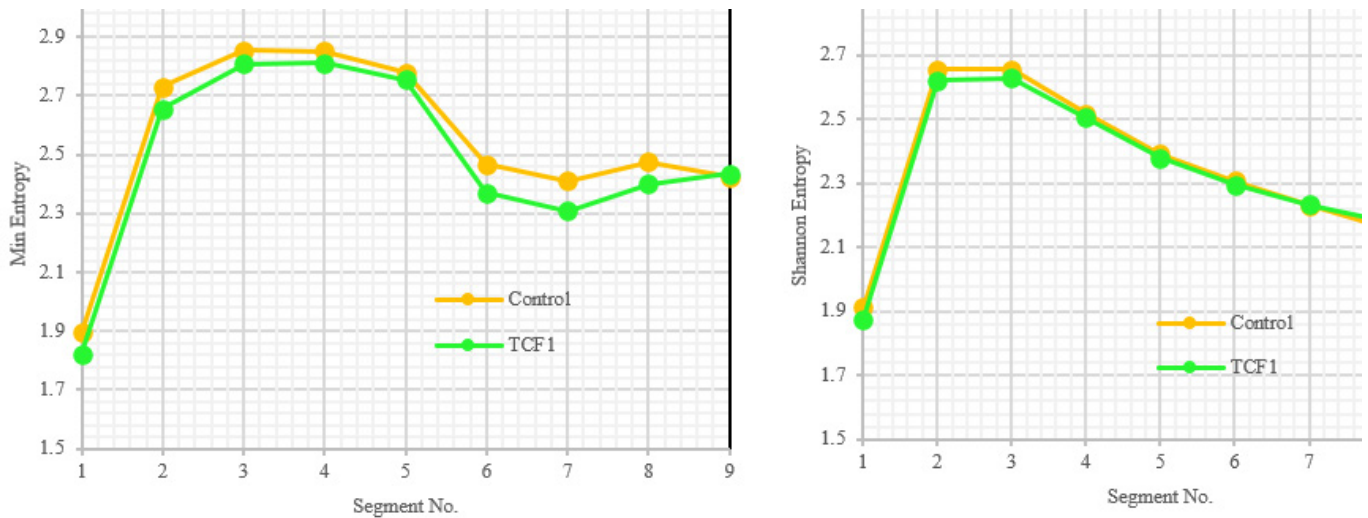
۲- بررسی جمعیت مربوط به بررسی اثرات میدان شعوری ۱

۲-۱- آنالیز توزیع مقادیر ولتاژ خروجی مدار

اولین سطح آنالیز صورت گرفته در جمعیت قطعات مورد آزمون، بررسی توزیع فرکانس مقادیر خروجی ولتاژ مدار در مقایسه‌ی بین کنترل‌ها و آزمون‌ها بوده است. نمودار مربوط به آن در شکل ۵ آمده است.

کمینه و شانون در روند رسیدن از یک قطعه به نه قطعه که به صورت تصادفی به عنوان جمعیت تیمار در مقایسه با پیش از آن انتخاب شده‌اند، در شکل ۶ آمده است.

همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، توزیع فرکانس نمونه‌های کنترل و آزمون، هر دو به صورت گواسی بوده و متمایل به مقادیر بیش‌تر ولتاژ در نمونه‌های آزمون است (این تمایل بر اساس داده‌ی جدول ۱ مطالعه قبل معنادار است). روند تغییرات آنتروپی

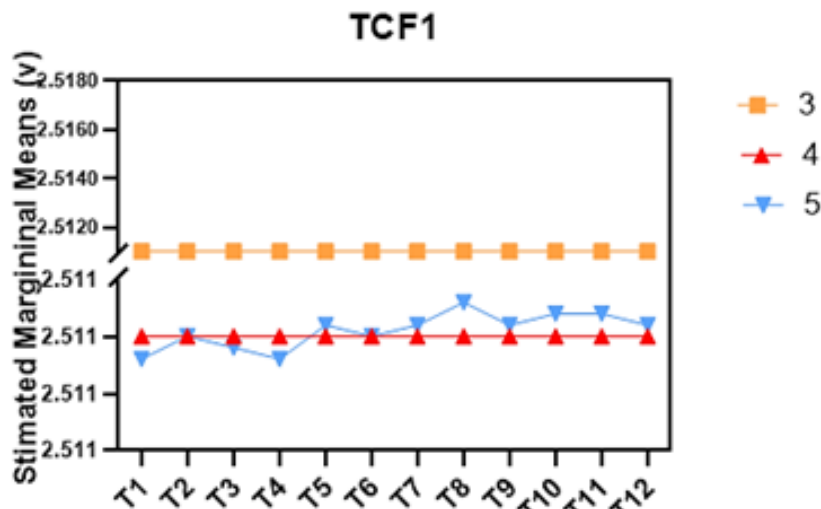


شکل ۶- تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نه قطعه‌ی نمونه‌ی تیمار میدان شعوری ۱ در مقایسه با کنترل خود

۲-۲ - آنالیز تغییر در مقادیر ولتاژ در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)

در این بخش، میانگین مقادیر ولتاژ ثبت شده در هر بار خوانش مربوط به کنترل‌ها و آزمون‌ها به دست آمده است و با مقادیر اعداد سه‌گانه (۵/۴/۳) در نمودار شکل ۷ نمایش داده شده است.

در بررسی جمعیتی، کاهش یافتن آنتروپی کمینه در مقایسه با کنترل در تعداد قطعات کم‌تر از نه به وضوح مشخص است. روند تغییرات آنتروپی شانون بین نمونه و کنترل بسیار به هم نزدیک است و در تعداد قطعات ۲ و ۳ کم‌تر بودن آنتروپی شانون آزمون در مقایسه با کنترل، مشخص است. مقایسه در تعداد قطعات نه در ادامه، رویکرد سخت‌گیرانه در مشاهده‌ی تفاوت‌های احتمالی بین نمونه‌های کنترل و آزمون است.



شکل ۷- تغییرات میانگین در شش زیرجمعیت حاصل از هر کدام از جمعیت‌های کنترل و آزمون؛ T1-T6 نمونه‌های کنترل و T7-T12 نمونه‌های آزمون است. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم اعشار ترسیم شده است. باکس‌های آبی به صورت پوشش‌دهنده‌ی مقادیر خوانش شده در نمونه‌های کنترل و آزمون ترسیم شده است. برخی از تفاوت‌های معنادار میان نقاط ابتدا و انتهای آزمون و مرز آن‌ها با خطوط نقطه‌چین و فلش مطابق با داده‌ی جدول ۶ ترسیم شده است.

تغییر معنادار در میانگین ولتاژ رخ داده است که به صورت افزایش مقادیر از مقطع زمانی هفتم به بعد است.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴ میانگین ولتاژ در اندازه گیری های گوناگون از روندی تصادفی پیروی نمی کند و در طول زمان یک

جدول ۴. مقایسه بین مقادیر ولتاژ در نمونه های دوازده تایی

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
factor1	Sphericity Assumed	2.466E-8	11	2.242E-9	2.051	.033
	Greenhouse-Geisser	2.466E-8	4.210	5.857E-9	2.051	.106
	Huynh-Feldt	2.466E-8	9.468	2.604E-9	2.051	.042
	Lower-bound	2.466E-8	1.000	2.466E-8	2.051	.190
Error(factor1)	Sphericity Assumed	9.616E-8	88	1.093E-9		
	Greenhouse-Geisser	9.616E-8	33.677	2.855E-9		
	Huynh-Feldt	9.616E-8	75.743	1.270E-9		
	Lower-bound	9.616E-8	8.000	1.202E-8		

مشخص می شود و این تفاوت در جدول ۵ در آزمون ویلکاکسون میدان شعوری ۱ حاکی از تفاوت معنادار جمعیت کنترل و آزمون است.

همچنین، همان طور که در شکل ۷ مشاهده می شود، نمایش نقاط در نمونه ها با سه و چهار رقم اعشار منتهی به خروجی متفاوتی نشده است (همان طور که در مطالعه ی قبلی هم ذکر شد) و زمانی که نمایش داده ها با پنج رقم اعشار صورت می گیرد، تغییرات

جدول ۵. آنالیز ویلکاکسون مقایسه ی داده های کنترل و آزمون

Test Statistics ^a	
Mean2 - Mean1	
Z	-2.547 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
 b. Based on negative ranks.

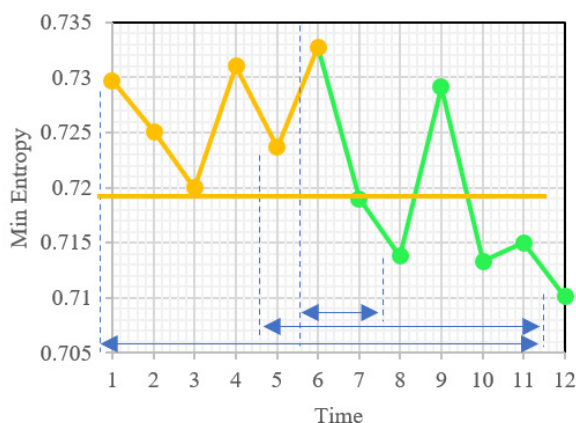
در مقایسه ی نقاط ۱، ۲، ۴ و ۶ کنترل با نقاط ۷، ۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ تفاوت های معنادار قابل مشاهده است. نقطه ی ۸ (دومین زمان از شروع آزمون) با تمام مقاطع کنترل به جز ۳ و ۵ تفاوت معنادار دارد.

همان طور که در جدول ۶ مشاهده می شود، در مقایسه بین کنترل های داخلی با یکدیگر، تفاوت های معنادار مشاهده نمی شود (تفاوت های غیرمعنادار در جدول نیامده است) اما

جدول ۶. داده ی مربوط به مقادیر با آستانه ی معناداری ۵% در آنالیز جفتی مقادیر ولتاژ در مقاطع مختلف دوازده گانه

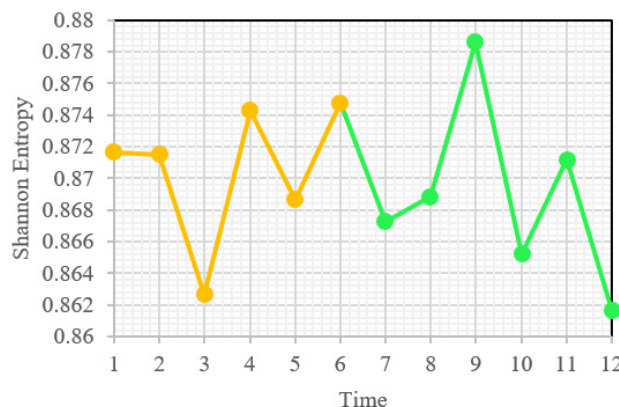
(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^b
1	8	4.766E-5*	.021
1	12	2.659E-5*	.033
2	8	2.865E-5*	.022
4	7	3.458E-5*	.024
4	8	5.593E-5*	.007
4	10	4.235E-5*	.013
4	11	4.232E-5*	.010
6	8	3.473E-5*	.042

شکل ۸) و میزان معناداری تفاوت در مقایسه‌ی جفتی میان نقاط در مورد هر دو نوع آنتروپی نیز محاسبه شد و در جدول ۷ تفاوت‌هایی که با آستانه‌ی معناداری کم‌تر از $p\text{-value} < 0.05$ بود، ذکر شد که تنها در مورد آنتروپی کمینه قابل مشاهده است و نوسانات آنتروپی شانون تغییر معناداری را نشان نمی‌دهد.



۲-۳ - آنالیز تغییر در مقادیر آنتروپی در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)

از آن‌جاکه نوع تغییر مشاهده‌شده در توزیع داده‌ها در رقم اعشار پنج معنادار شد (شکل ۷)، در ادامه به بررسی آنتروپی شانون و آنتروپی کمینه به دست آمده از توزیع داده‌ها پرداخته‌ایم (نمودار



شکل ۸- نمودار تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل و آزمون میدان شعوری ۱. برخی از تغییرات معنادار (بر اساس داده‌ی جدول ۷) با اهمیت با فلش مقایسه‌ای نقاط مشخص شده‌اند و خط نارنجی افقی، رنگ تعیین کننده‌ی کم‌ترین مقدار آنتروپی کمینه در نمونه‌های کنترل است.

جدول ۷. مقایسه‌ی جفتی آنتروپی کمینه بین نقاط نمودار شکل ۸- چپ. ۱-۶ نمونه‌های کنترل و ۷-۱۲ نمونه‌های آزمون است.

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b
1	8	.016*	.007	.040
2	12	.015*	.006	.050
4	10	.018*	.007	.042
4	12	.021*	.006	.007
6	8	.019*	.004	.003
6	12	.023*	.006	.007

Based on estimated marginal means
 . The mean difference is significant at the .05 level.
 b. Adjustment for multiple comparisons:
 Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

۳- شروع مشترک با ترند کاهش آنتروپی در مقطع زمانی ۷ در مقایسه‌ی کنترل‌ها و آزمون‌ها قابل توجه است.

۴- در بررسی آنتروپی کمینه، شروع تغییر معنادار در نمونه‌های آزمون در مقایسه با کنترل و معیار زمانی پایان آن (نقطه‌ی ۶) از مقطع ۸ بوده است.

۵- در بررسی آنتروپی کمینه ابتدا (مقطع ۲) و انتهای کنترل (۴) و (۶) در مقایسه با انتهای آزمون (۱۲) تفاوت معنادار آماری را نشان می‌دهد.

با مشاهده‌ی شکل ۸ و جدول ۷، در مورد اثرگذاری میدان شعوری ۱ بر مقادیر انواع آنتروپی، موارد زیر قابل نتیجه‌گیری است:

۱- شاهد عدم وجود تفاوت معنادار در مقادیر آنتروپی در مقایسه‌ی شش مقطع زمانی کنترل با یک‌دیگر هستیم و این به معنای آن است که تمام نقاط کنترل در مقایسه با هم یکسان هستند.

۲- تفاوت‌های معنادار ($p\text{-value} < 0.05$) در مقایسه‌ی بین نمونه‌های کنترل و آزمون و بین نمونه‌های آزمون با یک‌دیگر مشاهده می‌شوند؛ این به آن معنا است که در مقادیر آنتروپی، نه تنها بین نمونه‌های کنترل و آزمون تفاوت وجود دارد، بلکه بین نمونه‌های آزمون در مقاطع زمانی مختلف نیز تفاوت‌هایی قابل مشاهده است.

جمع بندی اثر گذاری میدان شعوری ۱

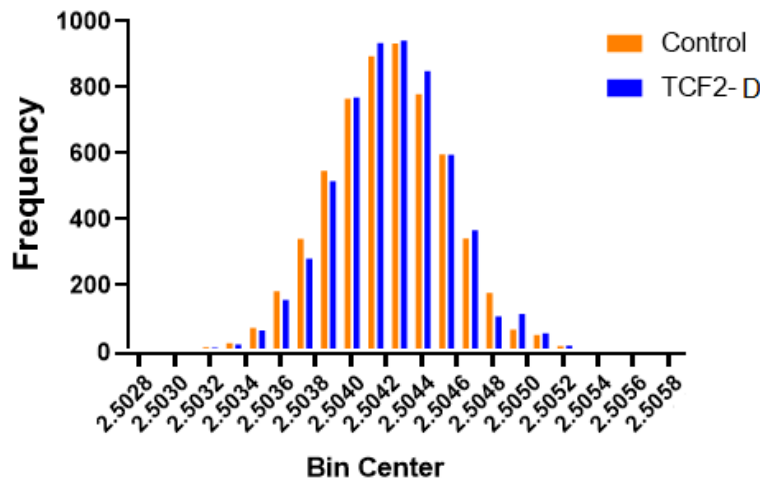
می شود. همچنین، با مقایسه‌ی مقادیر آنتروپی کمینه که معیاری از تصادفی بودن خروجی‌ها است، تفاوت معنادار ترند تغییرات کنترل و آزمون را مشاهده می کنیم. این کاهش معنادار آنتروپی کمینه در مقایسه‌ی مقاطع زمانی اول و انتهای کنترل با زمان‌های ابتدایی (۸) و انتهایی (۱۲) آزمون بود که کاهش میزان تصادفی بودن مقادیر را تحت تاثیر این نوع میدان تایید می کند.

در جمع بندی اثر میدان شعوری ۱، اثر گذاری معنادار آن بر تغییر میانگین در مقایسه‌ی بین نمونه و کنترل در پنج رقم اعشار تایید می شود. در واقع، با افزایش مقادیر اعشار از سه به پنج در میانگین ولتاژ ثبت شده در آنالیزها، شاهد ترند معنادار تغییرات در مقایسه بین کنترل و آزمون هستیم. در مقایسه‌ی مقاطع زمانی کنترل و آزمون نیز بیشترین تفاوت‌های معنادار بین مقطع هشت آزمون (دومین زمان آزمون) با پنج مقطع از شش مقطع کنترل مشاهده

۳- بررسی جمعیت مربوط به بررسی اثرات میدان شعوری ۲

۳-۱ با خواسته‌ی کاهش ولتاژ (TCF2-D):

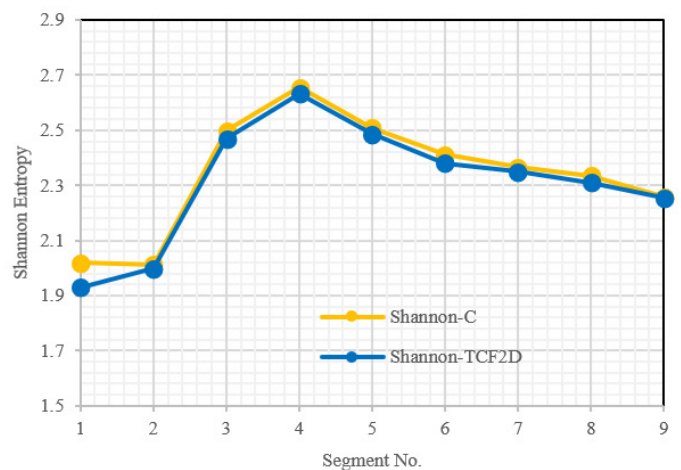
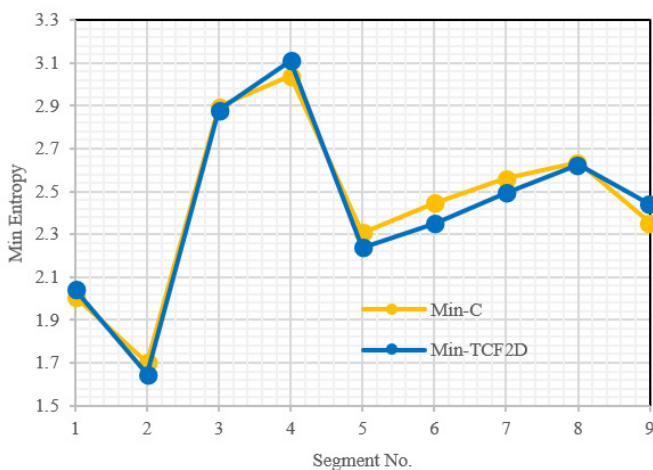
۳-۱-۱ آنالیز توزیع مقادیر ولتاژ خروجی مدار



شکل ۹- توزیع فرکانس مقادیر ولتاژ در کنترل و نمونه‌های آزمون میدان شعوری D-2

است. روند تغییرات آنتروپی‌های کمینه و شانون به صورت وابسته به تعداد قطعه‌ی انتخابی تا نه قطعه‌ی معیار این پژوهش در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

همان طور که در شکل ۹ دیده می شود، توزیع فرکانس نمونه‌های کنترل و آزمون، متمایل به مقدار بیش تر ولتاژ در نمونه‌های آزمون است. این تمایل بر اساس داده‌ی جدول ۱ از مطالعه‌ی قبل معنادار

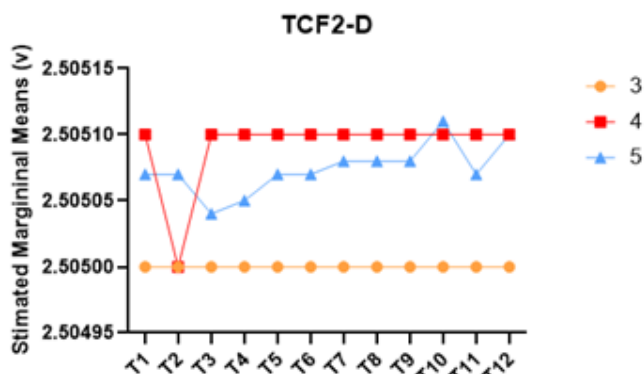


شکل ۱۰- تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نه قطعه‌ی نمونه‌ی تیمار میدان شعوری D-2 در مقایسه با کنترل خود

آنتروپی کمینه بیش از کنترل و آنتروپی شانون تقریباً در نمونه‌ها برابر است.

همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود در تعداد قطعه‌ی انتخابی این پژوهش (مجموع نه قطعه؛ نقطه‌ی آخر) در جمعیت،

۳-۱-۲ - آنالیز تغییر در مقادیر ولتاژ در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)



شکل ۱۱- تغییرات میانگین در شش زیرجمعیت حاصل از هر کدام از جمعیت‌های کنترل و آزمون؛ T1-T6 نمونه‌های کنترل و T7-T12 نمونه‌های آزمون است. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم اعشار ترسیم شده است. باکس‌های آبی به صورت پوشش‌دهنده‌ی مقادیر خوانش شده در نمونه‌های کنترل و آزمون ترسیم شده است.

اندازه‌گیری‌های مختلف از یک روند تصادفی پیروی نمی‌کند و در طول زمان یک تغییر معنادار در میانگین ولتاژ رخ داده است (البته تفاوت در سطح ۱۰٪ معنادار است).

در ابتدا فرض نرمال بودن داده‌ها و فرض کرویت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به رد نشدن هر دو فرضیه از این روش آماری استفاده شد و بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۸ مشخص شد میانگین ولتاژ در

جدول ۸. مقایسه بین مقادیر ولتاژ در نمونه‌های دوازده‌تایی

Tests of Within-Subjects Effects						
	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	3.163E-8	11	2.875E-9	1.798	.066
	Greenhouse-Geisser	3.163E-8	4.858	6.510E-9	1.798	.138
	Huynh-Feldt	3.163E-8	11.000	2.875E-9	1.798	.066
	Lower-bound	3.163E-8	1.000	3.163E-8	1.798	.217
Error(Time)	Sphericity Assumed	1.407E-7	88	1.599E-9		
	Greenhouse-Geisser	1.407E-7	38.867	3.621E-9		
	Huynh-Feldt	1.407E-7	88.000	1.599E-9		
	Lower-bound	1.407E-7	8.000	1.759E-8		

جدول ۹. آنالیز ویلکاکسون مقایسه‌ی داده‌های کنترل و آزمون

Test Statistics ^a	
	mean2 - mean1
Z	-1.955 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.051

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

آزمون در مقطع ۱۱ و در مقادیر نزدیک به کنترل است که مطابق با خواسته‌ی میدان مورد استفاده در این بخش از پژوهش است.

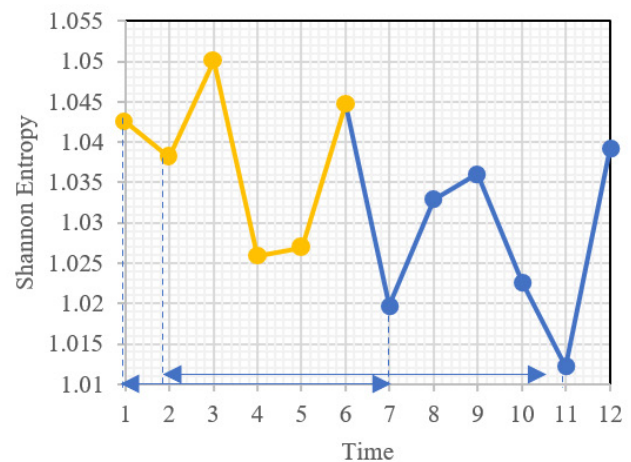
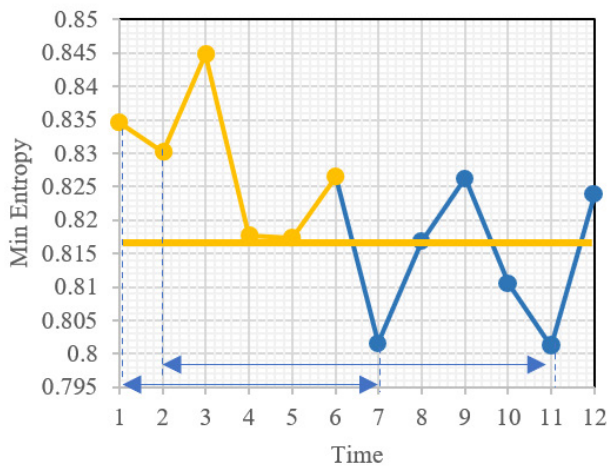
نتایج آزمون ویلکاکسون آمده در جدول ۹ نیز نشان می‌دهد میزان میانگین ولتاژ قبل و بعد از مداخله در سطح $p\text{-value}$ ۱۰٪ تفاوت معنادار دارد ($p\text{-value}=0.051$). کم‌ترین ولتاژ مثبتی در نمونه‌های

جدول ۱۰. داده‌ی مربوط به مقادیر با آستانه‌ی معناداری ۵٪ در آنالیز جفتی مقادیر ولتاژ در مقاطع مختلف دوازده گانه

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^b
3	5	4.381E-5*	.012
3	9	4.771E-5*	.046
3	10	6.636E-5*	.003
3	12	5.720E-5*	.006
4	10	4.835E-5*	.010
4	12	3.919E-5*	.025

همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود نقاط معنادار مربوط به منطقه‌ی افت ولتاژ در کنترل (مقاطع ۳ و ۴) و مقاطعی از آزمون (۹، ۱۰ و ۱۲) است.

۳-۱-۳- آنالیز تغییر در مقادیر آنتروپی در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)



شکل ۱۲- نمودار تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل و آزمون میدان شعوری D-۲. برخی تغییرات معنادار با اهمیت (بر اساس داده‌ی جدول ۱۱) با فلش مقایسه‌ای نقاط مشخص شده‌اند و خط افقی نارنجی رنگ تعیین‌کننده‌ی کم‌ترین مقدار آنتروپی کمینه در نمونه‌های کنترل است.

جدول ۱۱. مقایسه‌ی جفتی آنتروپی کمینه و شانون بین نقاط نمودار شکل ۱۱. ۶-۱۱ نمونه‌های کنترل و ۷-۱۲ نمونه‌های آزمون است.

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Sig. ^b
1	7	.033*	.040
2	11	.029*	.023
3	7	.043*	.021
9	11	.025*	.033

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

جمع بندی اثر میدان شعوری D-2

در جمع بندی اثر میدان شعوری D-2، اثرگذاری آن بر تغییر میانگین در مقایسه‌ی بین نمونه و کنترل با در نظر گرفتن مقاطع دوازده گانه و آستانه‌ی معناداری ۱۰٪، در مقادیر ولتاژ تایید می‌شود ($p\text{-value}=0.051$). در واقع، نزدیک به داده‌ی میدان شعوری ۱ (البته به مقدار کم‌تر از آن) با افزایش مقادیر اعشار در میانگین ولتاژ محاسبه شده از سه به پنج، شاهد ترند معنادار تغییرات در مقایسه‌ی بین کنترل و آزمون هستیم. در این بخش نیز اثرگذاری این میدان شعوری بر مقادیر آنتروپی کمینه که معیاری از تصادفی بودن خروجی‌ها است، مشاهده می‌شود. با کاهش معنادار آنتروپی کمینه در مقایسه‌ی مقطع زمانی اول کنترل با مقطع زمانی شروع نمونه‌های آزمون (۷)، این کاهش میزان تصادفی بودن مقادیر، در شروع نمونه‌های آزمون و یک دقیقه‌ی ابتدایی آن تایید می‌شود. در مورد این میدان شعوری، بر خلاف میدان شعوری ۱ علاوه بر آنتروپی کمینه، آنتروپی شانون هم تغییرات معنادار در مقایسه‌ی بین ابتدای کنترل و ابتدای آزمون را نشان می‌دهد که علاوه بر فاصله گرفتن مقادیر از حالت تصادفی، نمایان گر کاهش معنادار عدم قطعیت در زمان‌های ابتدایی آزمون است. با توجه به خواسته‌ی میدان به کار برده شده، مقطع زمانی ۱۱ کاهش مقدار ولتاژ در مقایسه با سایر مقاطع آزمون و کاهش انواع آنتروپی را در مقایسه با تمام نمونه‌ها نشان می‌دهد.

بر اساس داده‌های شکل ۱۲ و جدول ۱۱ موارد زیر قابل مشاهده است:

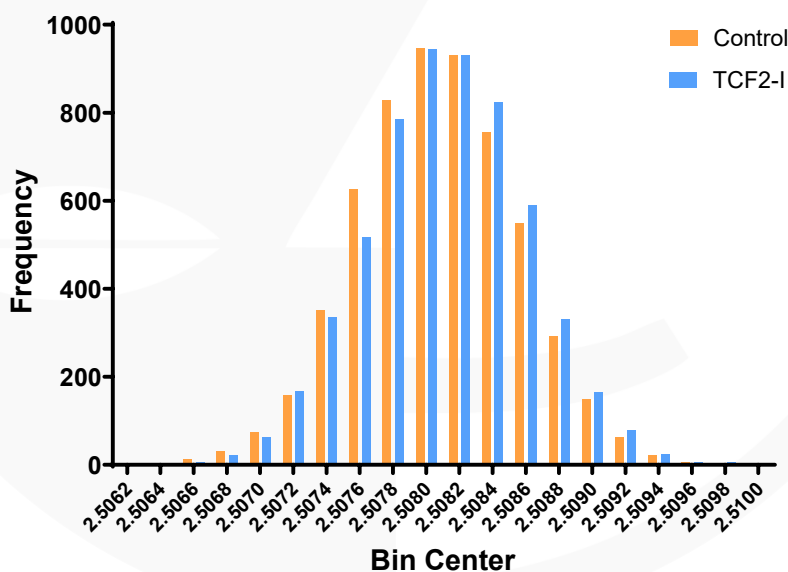
۱. کاهش معنادار آنتروپی کمینه بین نقطه‌ی ۱ کنترل با نقطه‌ی ۷ یا شروع آزمون و نقطه‌ی ۲ اوایل کنترل با نقطه‌ی ۱۱ نزدیک به پایان آزمون، به ترتیب نمایان گر اثرگذاری میدان با شروع تیمار و در زمان مشاهده‌ی خواسته‌ی میدان است.

۲. کاهش معنادار آنتروپی شانون بین مقاطع شروع کنترل (۱) و نقطه‌ی شروع آزمون (۷) موید کاهش قابل توجه عدم قطعیت در مقطع زمانی شروع نمونه‌های آزمون است.

۳. مقطع ۱۱ کم‌ترین آنتروپی شانون را نشان می‌دهد که نشان دهنده‌ی بیش‌ترین کاهش عدم قطعیت و تاییدکننده‌ی بیش‌ترین کاهش متوسط ولتاژ متناسب با خواسته‌ی میدان شعوری به کار رفته در این بخش از پژوهش است.

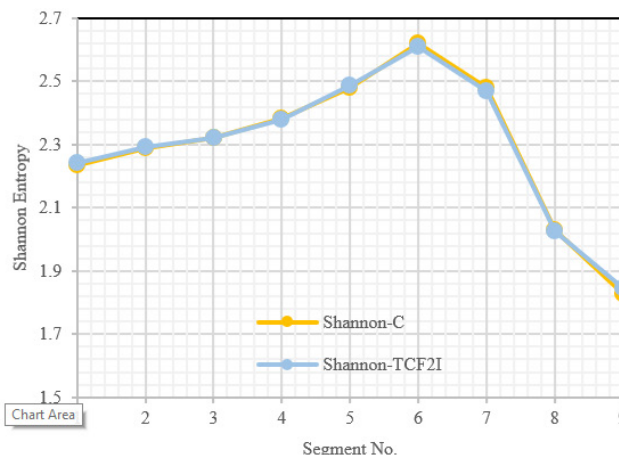
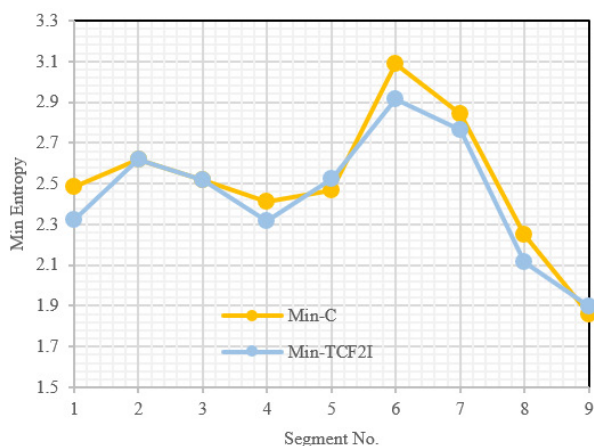
۳-۲- با خواسته‌ی افزایش ولتاژ (TCF2-I)

۳-۲-۱- آنالیز توزیع مقادیر ولتاژ خروجی مدار



شکل ۱۳- توزیع فرکانس مقادیر ولتاژ در کنترل و نمونه‌های آزمون میدان شعوری I-۲

همان طور که در شکل ۱۳ دیده می شود، توزیع فرکانس نمونه های کنترل و آزمون، متمایل به مقدار بیش تر ولتاژ در نمونه های آزمون است. این تمایل بر اساس داده ی جدول ۱ از مطالعه ی قبل معنادار است.

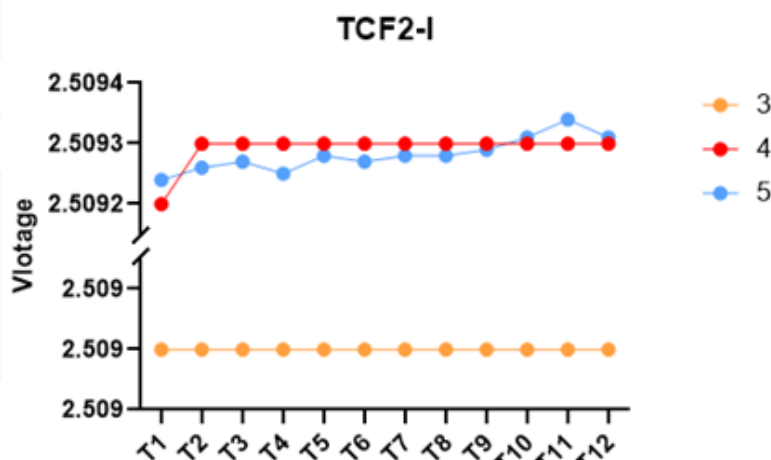


شکل ۱۴- تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نه قطعه ی نمونه ی تیمار میدان شعوری ۲-۱ در مقایسه با کنترل خود

۳-۲-۲- آنالیز تغییر در مقادیر ولتاژ در مقاطع زمانی مختلف نمونه های کنترل (Pre) و آزمون (Post)

شکل ۱۵ تغییرات میانگین ولتاژ در شش زیرجمعیت مرتبط با نمونه های کنترل و آزمون را ارائه می دهد. مقادیر با ۳، ۴ و ۵ رقم اعشار در کنار هم نمایش داده شده اند و آنالیز تفاوت احتمالی آماری شش مقطع زمانی اول و دوم در ادامه آمده است.

همان طور که در شکل ۱۴ مشاهده می شود بر خلاف انطباق بالای تغییرات آنتروپی شانون، در بیش تر تعداد قطعات انتخابی آنتروپی کمینه در نمونه های آزمون کم تر از کنترل است و در تعداد نه قطعه ی انتخابی این پژوهش، غلبه ی آنتروپی کمینه در نمونه های آزمون در جمعیت مشاهده می شود.



شکل ۱۵- تغییرات میانگین ولتاژ در شش زیرجمعیت حاصل از هر کدام از جمعیت های کنترل و آزمون. T1-T6 نمونه های کنترل و T7-T12 نمونه های آزمون هستند. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم اعشار ترسیم شده است. باکس های آبی به صورت پوشش دهنده ی مقادیر خوانش شده در نمونه های کنترل و آزمون ترسیم شده است.

در اندازه‌گیری‌های مختلف از روندی تصادفی پیروی نمی‌کند و در طول زمان یک تغییر معنادار در میانگین ولتاژ رخ داده است.

در ابتدا فرض نرمال بودن داده‌ها و فرض کرویت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به رد شدن هر دو فرضیه از این روش آماری استفاده شد و بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱۲ میانگین ولتاژ

جدول ۱۲. مقایسه بین مقادیر ولتاژ در نمونه‌های دوازده‌تایی

Tests of Within-Subjects Effects						
	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	6.818E-8	11	6.198E-9	3.645	.000
	Greenhouse-Geisser	6.818E-8	4.095	1.665E-8	3.645	.014
	Huynh-Feldt	6.818E-8	8.926	7.638E-9	3.645	.001
	Lower-bound	6.818E-8	1.000	6.818E-8	3.645	.093
Error(Time)	Sphericity Assumed	1.496E-7	88	1.700E-9		
	Greenhouse-Geisser	1.496E-7	32.761	4.567E-9		
	Huynh-Feldt	1.496E-7	71.408	2.095E-9		
	Lower-bound	1.496E-7	8.000	1.870E-8		

جدول ۱۳. آنالیز ویلکاکسون مقایسه‌ی داده‌های کنترل و آزمون

Test Statistics ^a	
	mean2 - mean1
Z	-2.073 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.038

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

۱۱ مطابق با خواسته‌ی میدان به کار برده شده در این بخش قابل مشاهده است.

نتایج آزمون ویلکاکسون آمده در جدول ۱۳ نیز نشان می‌دهد میزان ولتاژ قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری دارد (p-value=0.038). ترند عمومی افزایشی در نمونه‌های آزمون با غلبه‌ی مقطع زمانی

جدول ۱۴. داده‌ی مربوط به مقادیر با آستانه‌ی معناداری ۵٪ در آنالیز جفتی مقادیر ولتاژ در مقاطع مختلف دوازده‌گانه

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^b
1	11	8.522E-5*	.015
2	11	7.363E-5*	.010
3	4	-2.043E-5*	.039
3	11	6.878E-5*	.017
4	11	8.922E-5*	.010
5	11	5.772E-5*	.002
8	11	5.615E-5*	.017
9	11	5.267E-5*	.003

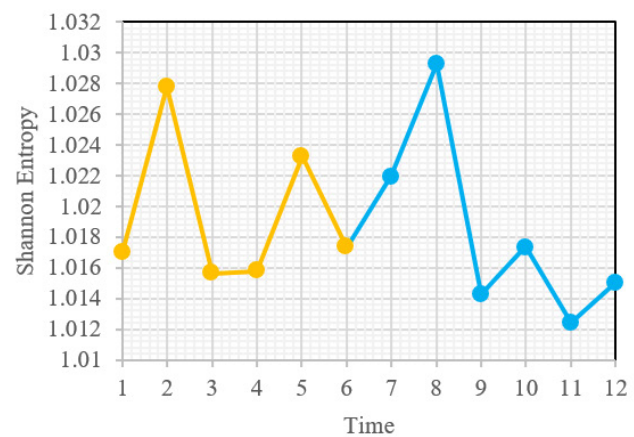
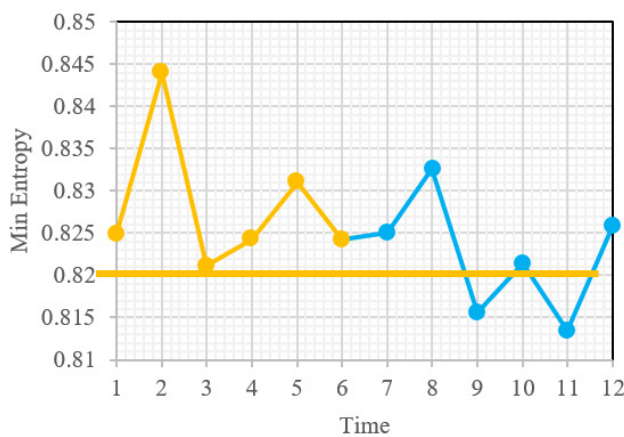
Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

همان‌طور که در جدول ۱۴ مشاهده می‌شود از شش مقطع کنترل، پنج مقطع اول تفاوت معناداری با مقطع ۱۱ آزمون نشان می‌دهد؛ افزایش در مقطع یازده آزمون تاحدی است که دو مقطع قبلی آزمون (۸ و ۹) نیز در عین افزایش، تفاوت معنادار با این مقطع نشان می‌دهند.

۳-۲-۳ - آنالیز تغییر در مقادیر آنتروپی در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)



شکل ۱۶- نمودار تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل و آزمون میدان شعوری ۲- I. خط افقی نارنجی رنگ تعیین‌کننده کم‌ترین مقدار آنتروپی کمینه در نمونه‌های کنترل است.

جدول ۱۵. مقایسه‌ی جفتی آنتروپی کمینه بین نقاط نمودار شکل ۱۶- چپ. ۱-۶ نمونه‌های کنترل و ۷-۱۲ نمونه‌های آزمون است.

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^a
11	12	.012*	.020

Based on estimated marginal means

* The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

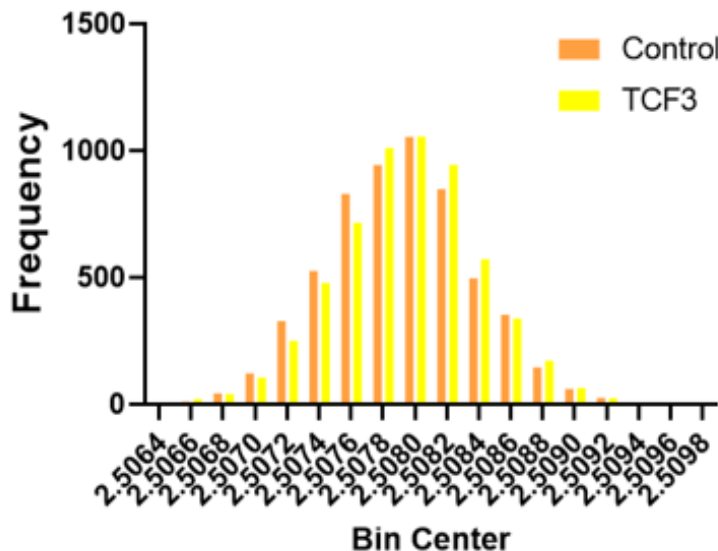
طاهری با استفاده از میدان شعوری ۲ می‌توان خواسته یا پیام مشخصی را انتقال داد. بنابراین، این نتایج شواهدی برای این نظریه فراهم کرده است. همان‌طور که دیده می‌شود، بر خلاف قسمت قبلی، در زمان شروع نمونه‌های آزمون (مقطع ۷ و ۸) روند تغییرات هر دو نوع آنتروپی بررسی شده در این پژوهش افزایشی است.

همان‌طور که در شکل ۱۶ و جدول ۱۵ مشاهده می‌شود مقدار آنتروپی کمینه در نمونه‌های آزمون در مقطع زمانی ۱۱ روند کاهشی قابل توجه‌تری (کاهش عدم قطعیت خروجی) نشان می‌دهد که در راستای تایید افزایش ولتاژ مطابق با خواسته‌ی میدان (دقیقا بر خلاف میدان ۲ بخش قبل با خواسته‌ی بالعکس) مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی اثر میدان شعوری I-۲: می‌توان به اثرگذاری این میدان بر میانگین ولتاژ و اثر افزایشی قابل مشاهده در مقطع زمانی ۱۱ اشاره کرد. کاهش هر دو محاسبات مرتبط با آنتروپی در نمونه‌های آزمون صرفا در مقطع زمانی مشاهده‌ی اثر بر ولتاژ (مقطع ۱۱)، به صورت ترند کاهشی نمایان می‌شود. لازم به ذکر است نتایج حاصل از میدان ۲ در این‌جا بر خلاف دو میدان به کار برده شده‌ی پیشین است و این تمایز به-خصوص در مورد میدان شعوری ۲ با خواسته‌ی بالعکس دیده می‌شود. بر اساس نظریه‌ی

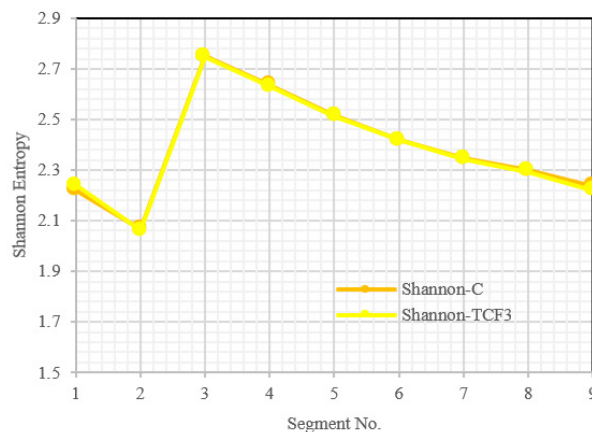
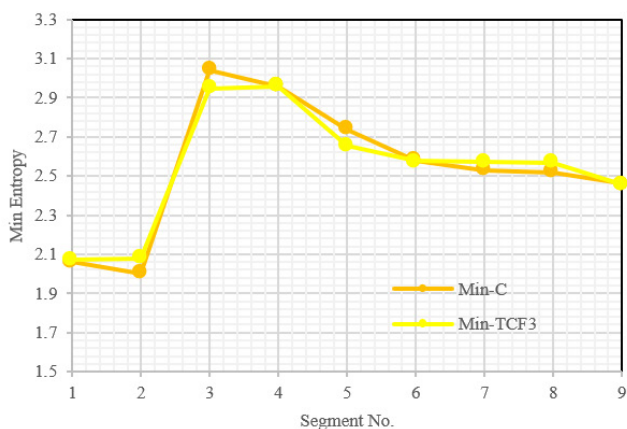
۴- بررسی جمعیت مربوط به بررسی اثرات میدان شعوری ۳

۴-۱- آنالیز توزیع مقادیر ولتاژ خروجی مدار



شکل ۱۷- توزیع فرکانس مقادیر ولتاژ در کنترل و نمونه‌های آزمون میدان شعوری ۳

همان‌طور که در شکل ۱۷ دیده می‌شود، توزیع فرکانس نمونه‌های کنترل و آزمون، متمایل به مقدار بیش‌تر ولتاژ در نمونه‌های آزمون است. این تمایل طبق داده‌ی جدول ۱ از مطالعه‌ی قبل، معنادار است.



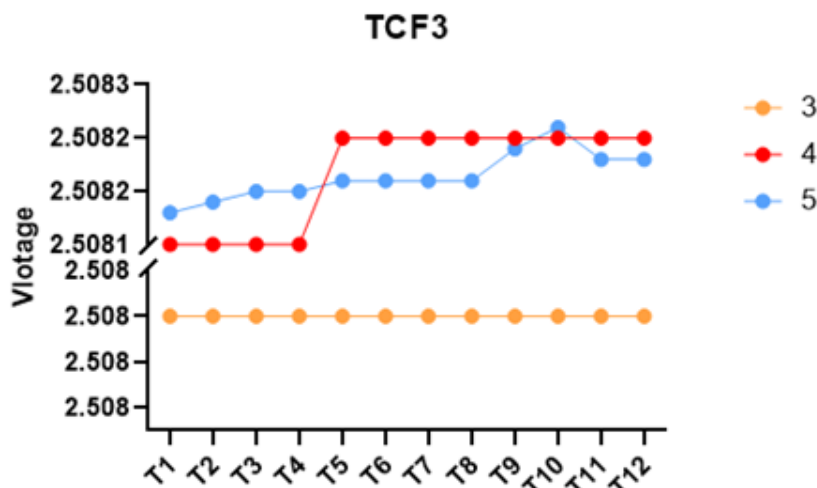
شکل ۱۸- تغییرات آنتروپی کمینه (چپ) و شانون (راست) در نه قطعه‌ی نمونه‌ی تیمار میدان شعوری ۳ در مقایسه با کنترل خود

همان‌طور که در شکل ۱۸ مشاهده می‌شود از منظر جمعیتی، غیر از تعداد قطعات ۳ و ۵، در سایر تعداد قطعات انتخابی، آنتروپی کمینه در نمونه‌های آزمون بیش از کنترل است. آنتروپی شانون در انطباق بالایی بین نمونه‌ها قرار دارد.

اعشار ترسیم شده است و تفاوت آماری دو مقطع زمانی کنترل و آزمون در ادامه آمده است.

۴-۲- آنالیز تغییر در مقادیر ولتاژ در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)

شکل ۱۹ مقادیر میانگین در شش زیرجمعیت را در نمونه‌های کنترل و آزمون نشان می‌دهد. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم



شکل ۱۹- تغییرات میانگین در شش زیرجمعیت حاصل از هر کدام از جمعیت‌های کنترل و آزمون. T1-T6 نمونه‌های کنترل و T7-T12 نمونه‌های آزمون است. مقادیر میانگین با سه، چهار و پنج رقم اعشار ترسیم شده است. باکس‌های آبی به صورت پوشش‌دهنده‌ی مقادیر خوانش شده در نمونه‌های کنترل و آزمون ترسیم شده است.

در اندازه‌گیری‌های مختلف از روندی تصادفی پیروی نمی‌کند و در طول زمان یک تغییر معنادار در میانگین ولتاژ رخ داده است.

در ابتدا فرض نرمال بودن داده‌ها و فرض کرویت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به رد شدن هر دو فرضیه از این روش آماری استفاده شد و بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱۶ میانگین ولتاژ

جدول ۱۶. مقایسه بین مقادیر ولتاژ در نمونه‌های دوازده تایی

Tests of Within-Subjects Effects						
	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	5.448E-8	11	4.952E-9	2.895	.003
	Greenhouse-Geisser	5.448E-8	3.772	1.444E-8	2.895	.041
	Huynh-Feldt	5.448E-8	7.556	7.210E-9	2.895	.010
	Lower-bound	5.448E-8	1.000	5.448E-8	2.895	.127
Error(Time)	Sphericity Assumed	1.505E-7	88	1.711E-9		
	Greenhouse-Geisser	1.505E-7	30.174	4.989E-9		
	Huynh-Feldt	1.505E-7	60.444	2.491E-9		
	Lower-bound	1.505E-7	8.000	1.882E-8		

جدول ۱۷. آنالیز ویلکاکسون مقایسه‌ی داده‌های کنترل و آزمون

Test Statistics ^a	
	mean2 - mean1
Z	-1.599 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.110

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

نتایج آزمون ویلکاکسون نشان می‌دهد میزان ولتاژ قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری ندارد (p-value=0.110).

جدول ۱۸. داده‌ی مربوط به مقادیر با آستانه‌ی معناداری ۵٪ در آنالیز جفتی مقادیر ولتاژ در مقاطع مختلف دوازده‌گانه

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig.b
1	3	2.107E-5*	.047
1	9	6.611E-5*	.019
1	10	8.483E-5*	.008
1	11	5.309E-5*	.007
1	12	4.859E-5*	.007
3	10	6.376E-5*	.023
4	10	6.517E-5*	.043
5	10	5.749E-5*	.023
7	10	5.103E-5*	.032
8	9	3.736E-5*	.021
8	10	5.609E-5*	.008

Based on estimated marginal means

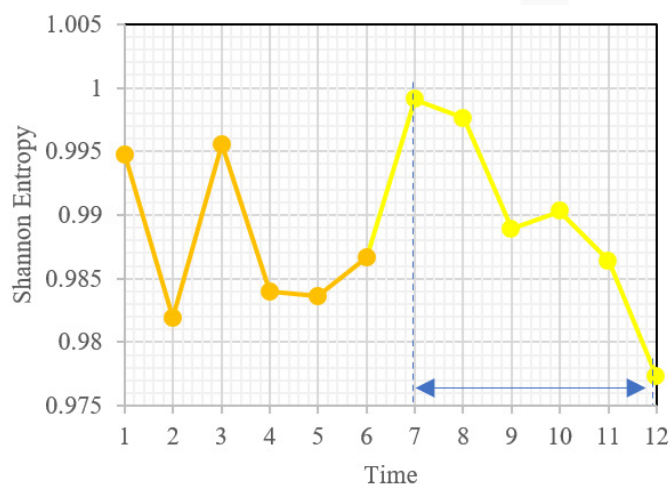
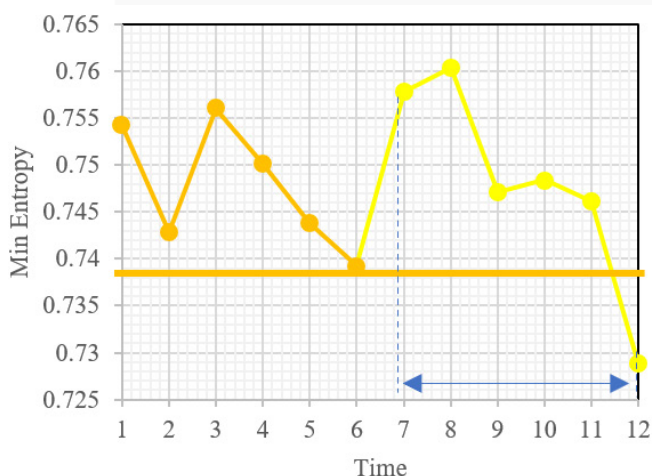
*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

می‌شود و بیش‌تر مقاطع در کنترل و آزمون‌ها با مقطع ۱۰ تفاوت معنادار دارند.

همان‌طور که در جدول ۱۸ مشاهده می‌شود، ترند معنادار افزایش در کنترل بین نقطه‌ی ۱ و ۳ دیده می‌شود؛ همچنین، مقطع ۱ با چهار مقطع پایانی آزمون (۹-۱۲) تفاوت معنادار دارد. در کل، این روند در آزمون با وضوح بیش‌تر در مقطع ۱۰ به‌خوبی دیده

۳-۴ - آنالیز تغییر در مقادیر آنتروپی در مقاطع زمانی مختلف نمونه‌های کنترل (Pre) و آزمون (Post)



شکل ۲۰- نمودار تغییرات آنتروپی کمیته (چپ) و شانون (راست) در نمونه‌های کنترل و آزمون میدان شعوری ۳. برخی از تغییرات معنادار با اهمیت (بر اساس داده‌ی جدول ۱۹) با فلش مقایسه‌ای نقاط مشخص شده‌اند و خط افقی نارنجی‌رنگ تعیین‌کننده‌ی کم‌ترین مقدار آنتروپی کمیته در نمونه‌های کنترل است.

جدول ۱۹. مقایسه‌ی جفتی آنتروپی بین نقاط نمودار شکل ۲۰-۱. ۶-۱ نمونه‌های کنترل و ۷-۱۲ نمونه‌های آزمون است.

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (J-I)	Sig. ^b
Min	7	12	-.029*	.025
Shannon	7	12	-.022*	.028

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

جمع‌بندی اثر میدان شعوری ۳: اثرگذاری این میدان شعوری بر متوسط ولتاژ خروجی مدار از نظر روند مقاطع زمانی معنادار نیست (هرچند در مقایسه‌ی جمعیتی کنترل و آزمون معنادار است) و همچنین در مقایسه‌ی بین نمونه‌های کنترل و آزمون نیز در انواع آنتروپی مقطع زمانی معنادار را نشان نمی‌دهد؛ با این حال، ترند کاملاً متفاوت شروع اثرگذاری میدان شعوری در نقطه‌ی آغاز با افزایش انواع آنتروپی و تفاوت معنادار بین انواع آنتروپی بین شروع و پایان آزمون، قابل توجه و حاکی از اثرگذاری میدان در نمونه‌های آزمون بدون ایجاد تفاوت قابل توجه با نمونه‌های کنترل است.

با بررسی شکل ۲۰ و جدول ۱۹ متوجه می‌شویم تنها تغییر معنادار و قابل توجه در بررسی هر دو نوع آنتروپی، تفاوت بین آغاز و پایان نمونه‌های آزمون (۷ و ۱۲) است. در واقع در مقطع شروع آزمون مربوط به میدان شعوری ۳، بر خلاف دو نوع میدان شعوری اول این پژوهش که با کاهش آنتروپی همراه بود، ترند قابل توجه افزایشی هر دو نوع آنتروپی در مقطع ۷ مشاهده می‌شود و پس از آن، به‌مرور با کاهش هر دو نوع آنتروپی در نمونه‌های آزمون مواجه هستیم تا زمان ۱۲ که در این زمان به تفاوت معنادار با مقطع ۷ می‌رسیم.

منابع

1. Taheri, M. A., Moslehi, A., Payervand, F., Ahmadkhanlou, F., & Semsarha, F. (2023). Experimental Evidence for Persistence of Taheri Consciousness Fields Effects (Memory Effect) on the Thermoluminescence Phenomenon. *The Scientific Journal of Cosmointel*, 2(11), 19–22. <https://doi.org/10.61450/joci.v2i11.157>