



موضوع: از داده مغزی تا استخراج ویژگی های قابل تفسیر در نورویزینس

از موضوعات طرح ۲۰ جایزه شهید احمدی روشن بنیاد ملی نخبگان



علیرضا طالش جفادیده
دانشجوی دکتری مهندسی پزشکی دانشگاه تربیت مدرس
عضو جایزه ملی شهید احمدی روشن



دکتر علی بنیادی نائینی
عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
مدیر آزمایشگاه کسب و کارهای عصبی دانشگاه

مراحل اجرای یک تحقیق نوروبیزینسی

مشخصات و آماده سازی داده

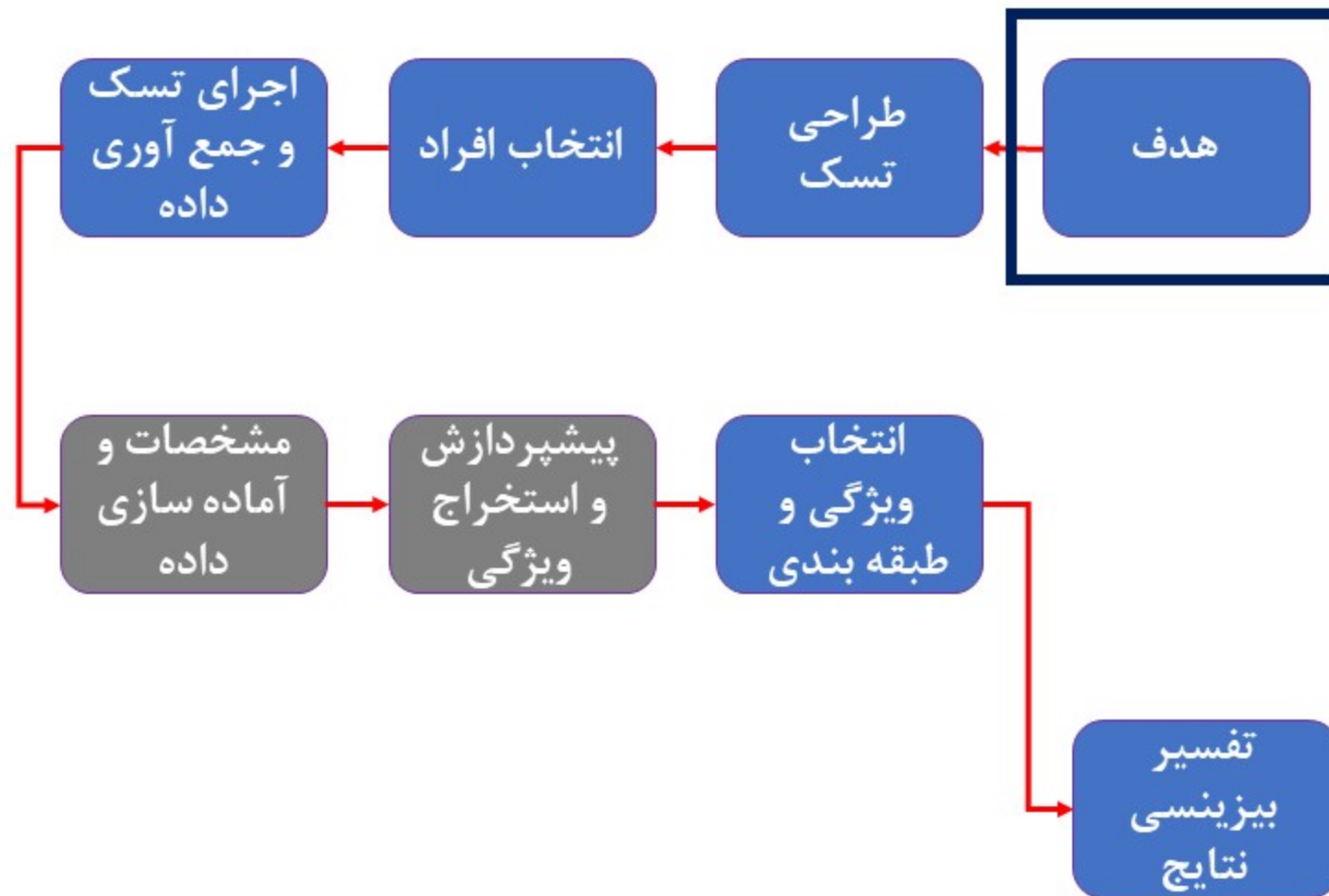
پیش پردازش داده

استخراج ویژگی

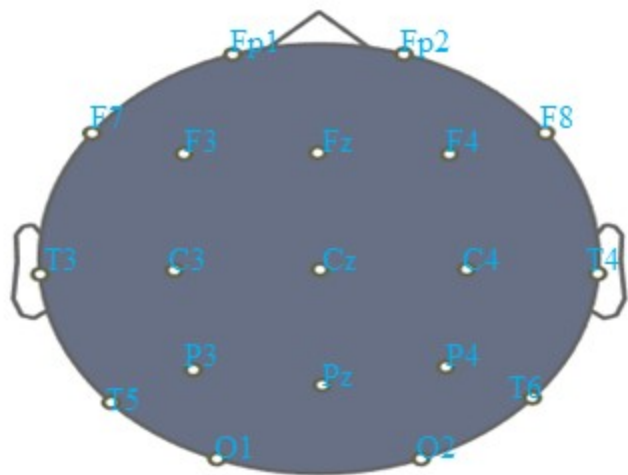
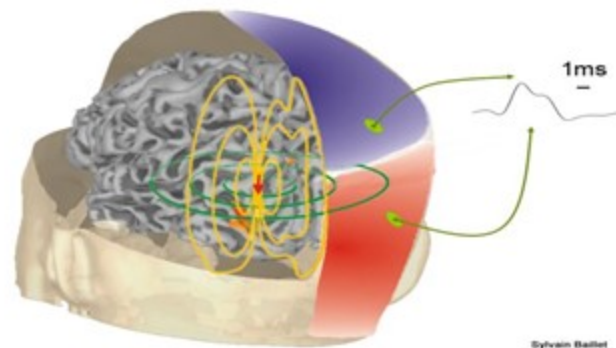
ویژگی های قابل تفسیر

فهرست مطالب

مراحل اجرای یک تحقیق نروبیزینسی



مشخصات داده



• استفاده از مودالیتی EEG

• داده EEG با ۱۹ الکتروود ثبت شده است.

• فرکانس نمونه برداری برابر ۵۰۰ هرتز است.

• داده از ۳۲ نفر در محدوده سنی ۲۰-۳۵ سال ثبت شده است.

مشخصات داده

- ۱۰ نوع محصول مختلف و برای هر نوع ۵ تصویر مختلف به هر فرد نشان داده شده است (در کل ۵۰ تا تصویر برای هر فرد).
- هر تصویر بمدت ۴ ثانیه نشان داده شده است.



آماده سازی داده

#	X	Y	Z	Name
1	-3.324274	10.586451	4.493616	Fp1
2	3.299659	10.646211	4.510365	Fp2
3	-7.355261	5.605467	4.464559	F7
4	7.396422	5.647163	4.439570	F8
5	-5.780734	6.160499	9.154889	F3
6	5.763342	6.323409	9.402342	F4
7	-8.455904	-0.310255	4.615421	T3
8	8.594431	-0.293680	4.534924	T4
9	-6.826740	-0.402539	11.296264	C3
10	7.013172	-0.340996	11.181199	C4
11	-6.782603	-5.805835	4.700048	T5
12	6.905857	-5.549046	4.704033	T6
13	-5.501032	-6.031900	9.446234	P3
14	5.550789	-5.846268	9.500299	P4
15	-3.497117	-8.647417	4.873884	O1
16	3.502554	-8.600972	4.776369	O2
17	-0.054352	7.332964	12.067561	Fz
18	0.068650	-0.470031	14.845992	Cz
19	0.151800	-7.227255	10.728776	Pz

- داده EEG از فایل txt خوانده شده و به فرمت mat ذخیره گردید.
- داده EEG مربوط به تصاویر محصولات از داده خام EEG استخراج گردید.
- خواندن برچسب مربوط به حس Like/Dislike
- داشتن اطلاعات الکترودهای ثبت کننده سیگنال

پیش پردازش داده با اعمال فیلتر

- اعمال فیلتر های پایین گذر (فرکانس قطع بالا ۱۰۰ هرتز)، بالاگذر (فرکانس قطع پایین ۰/۵ هرتز) و ناچ (فرکانس ۵۰ هرتز) برای حذف

○ baseline

○ trend

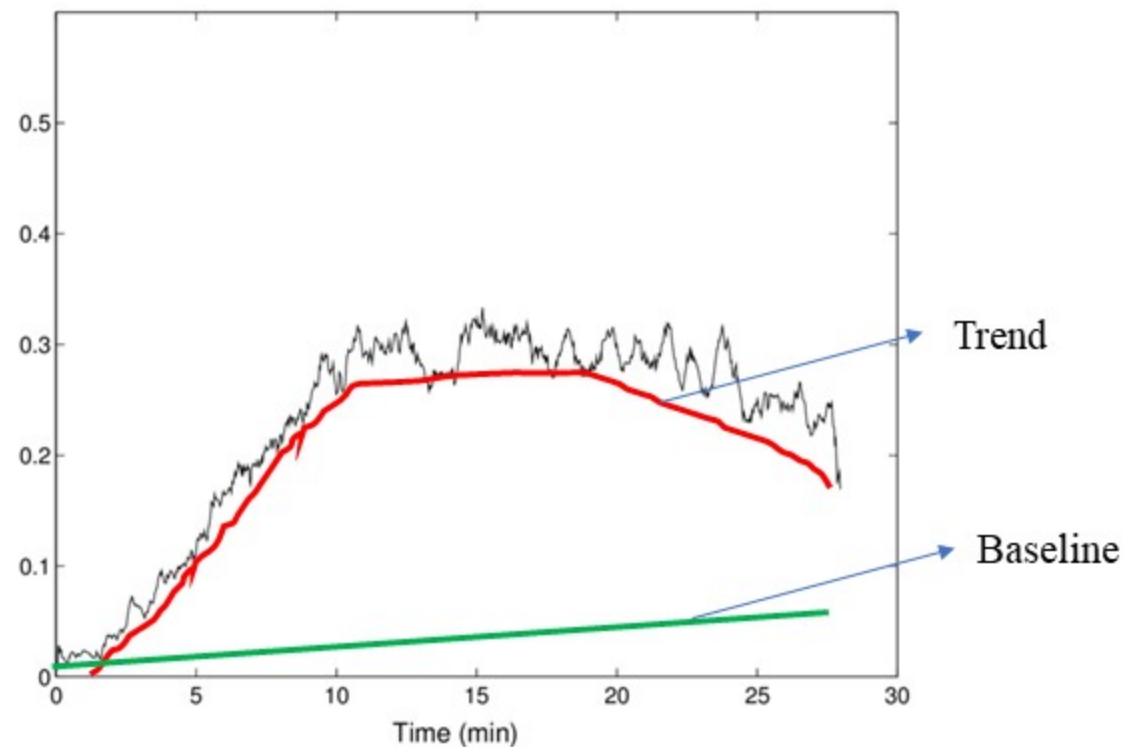
○ نویزهای فرکانس بالا (بالای ۱۰۰ هرتز)

○ نویز برق شهر

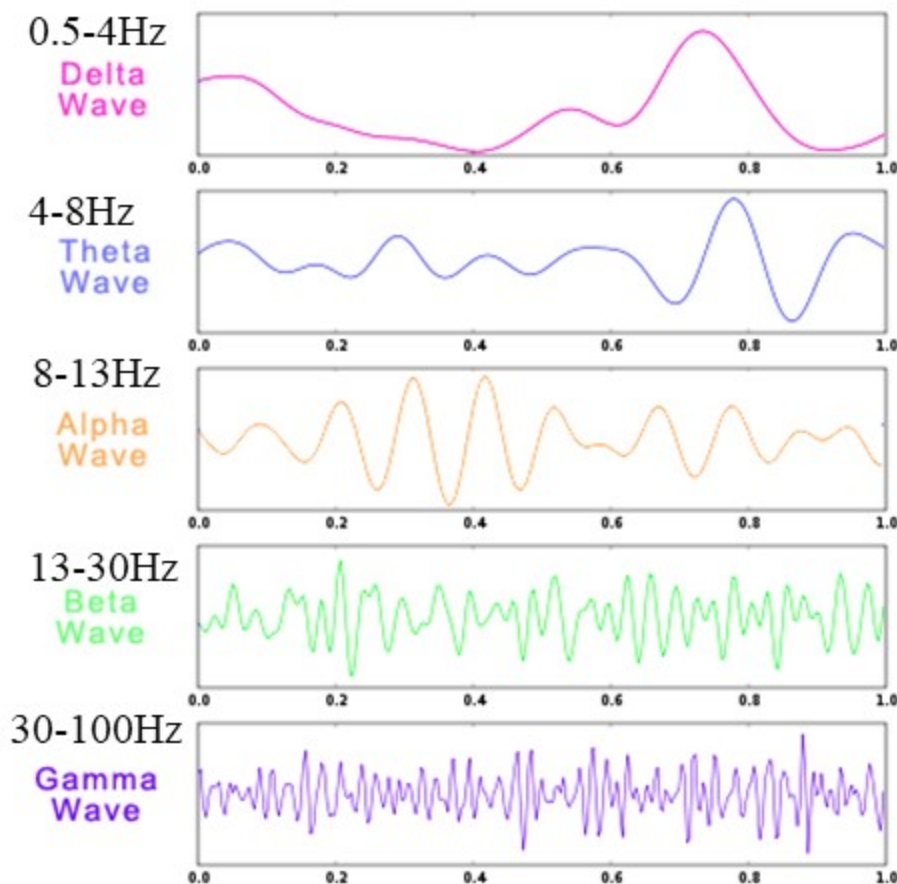
- حفظ سیگنال های مغزی در ۵ باند فرکانسی یعنی **دلتا** (۰/۵-۴ هرتز)، **تتا** (۴-۸ هرتز)، **آلفا** (۸-۱۳ هرتز)، **بتا** (۱۳-۳۰ هرتز) و **گاما** (۳۰-۱۰۰ هرتز)

پیش پردازش داده با اعمال فیلتر

Trend & Baseline

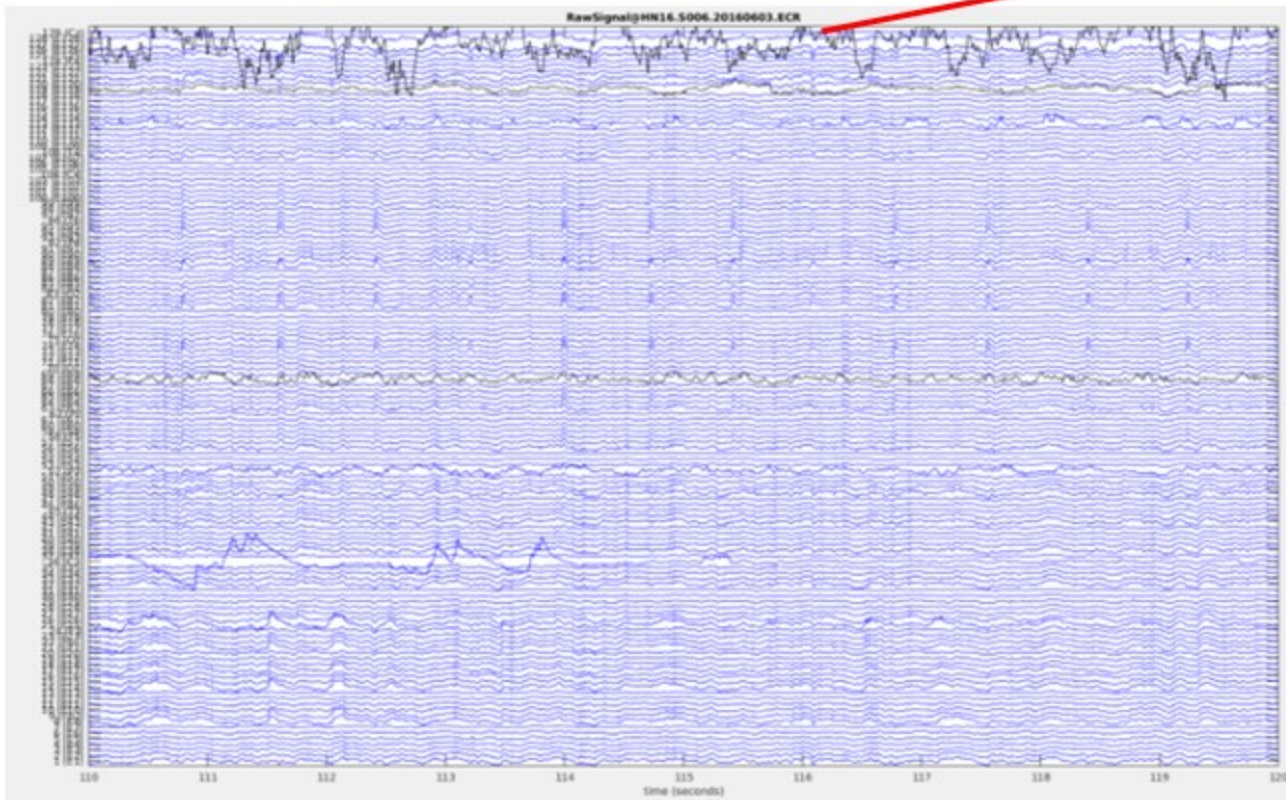


5 Well-Known Brain Waves

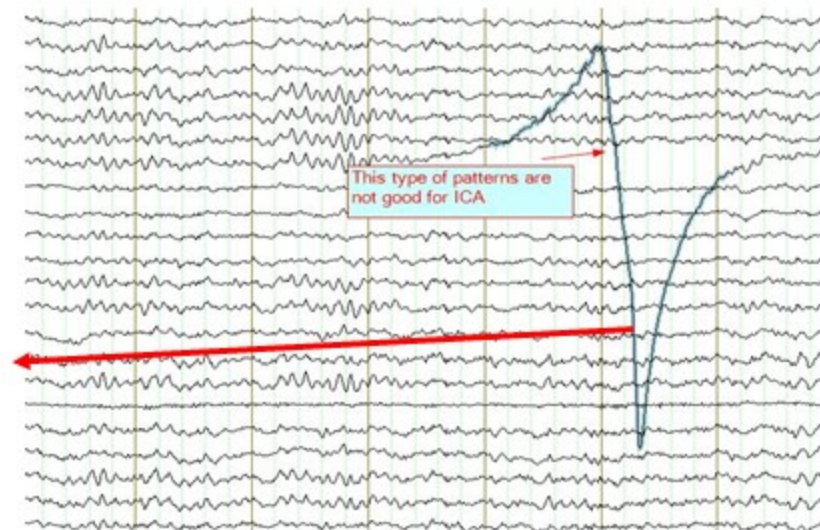


پیش پردازش داده

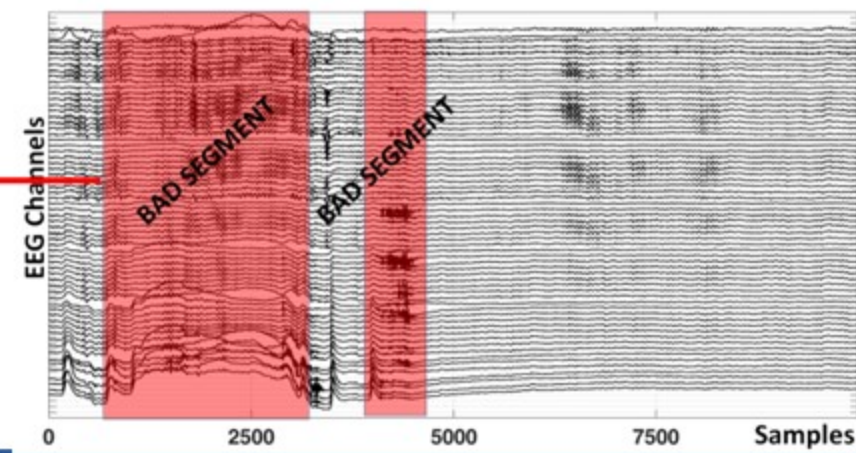
Bad Channel



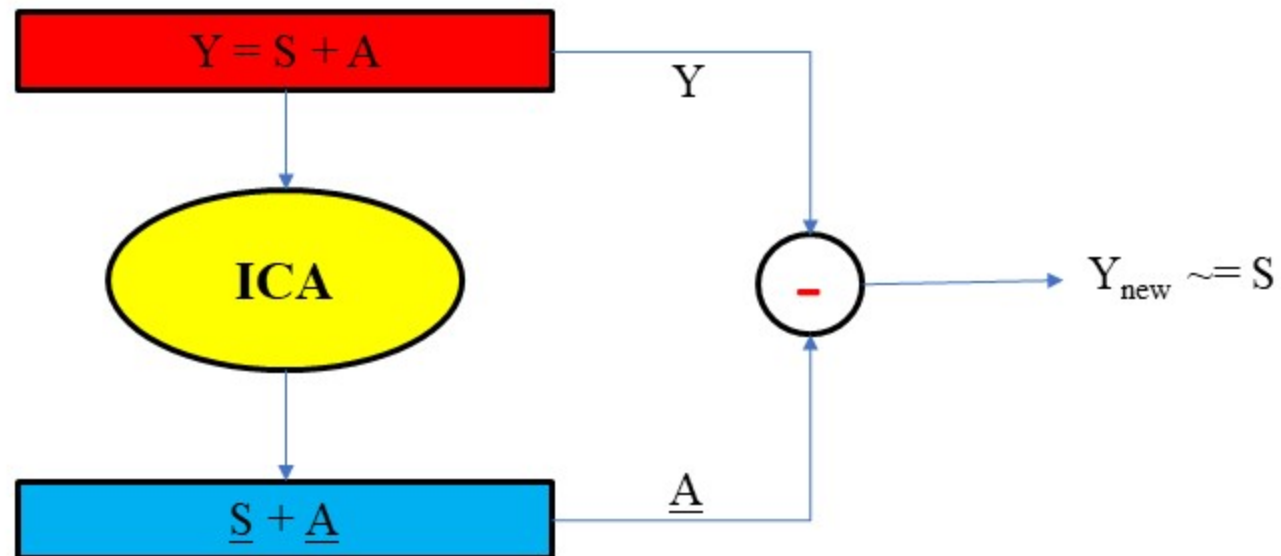
Transient Artifact



Bad Segment



پیش پردازش داده با ICA



Y: data

S: brain signal

A: artifact

\underline{S} : estimated brain signal

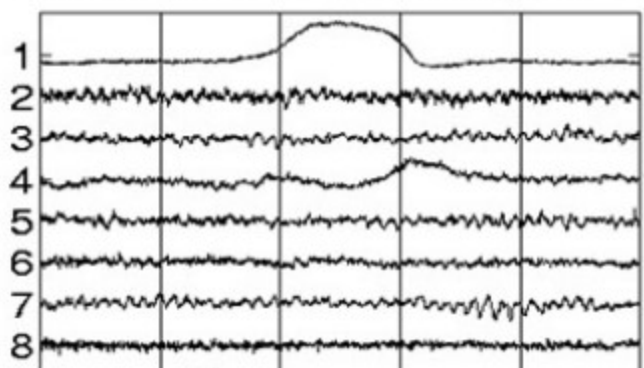
\underline{A} : estimated artifact

Y_{new} : new data **without** artifact

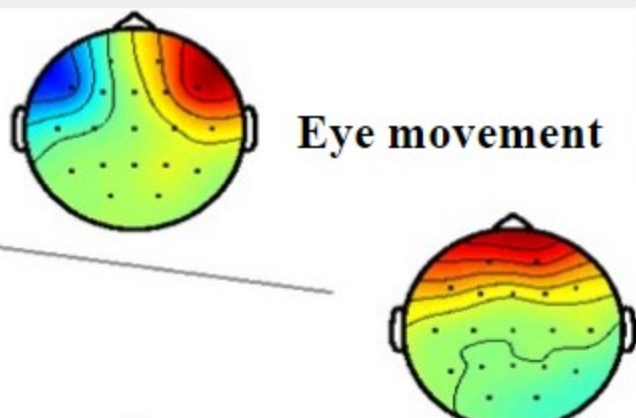
پیش پردازش داده با ICA

(A)

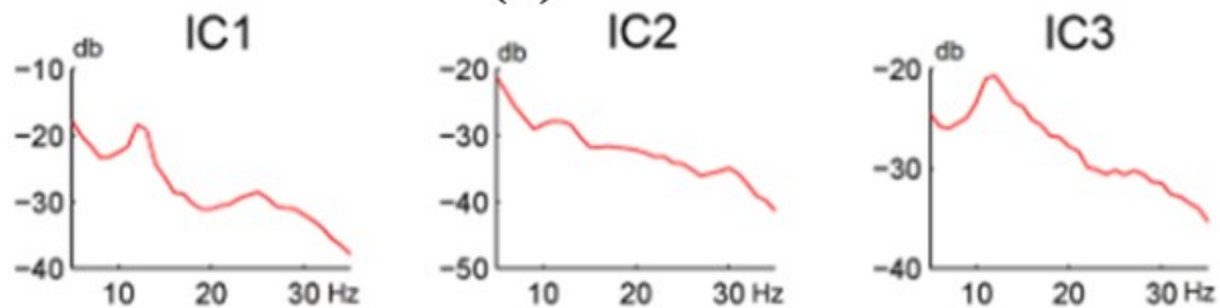
Time Course of ICA Components



(B)



(C)



• سیگنال زمانی مولفه های ICA

(A)

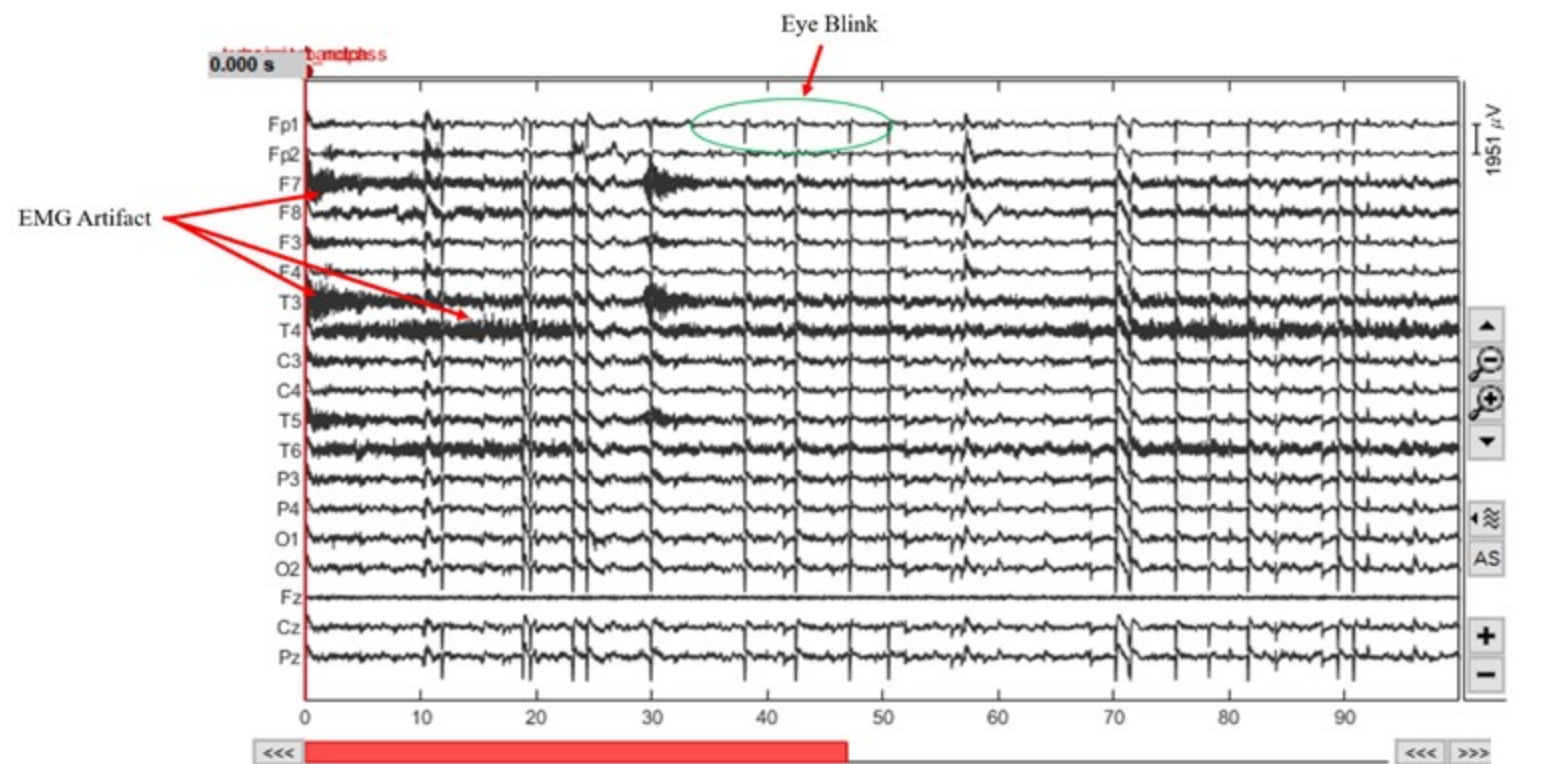
• نقشه تاثیر مولفه در نواحی

مختلف مغزی (B)

• توان مولفه در فرکانس های

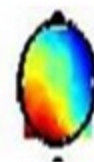
مختلف (C)

پیش پردازش داده با ICA

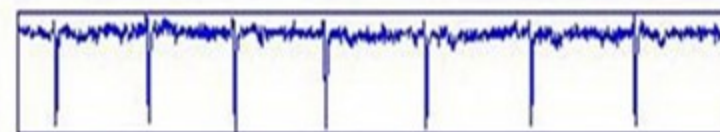


- اعمال ICA برای حذف
 - آرتیفکت *Eye Blink*
 - آرتیفکت *EMG*

n. 17

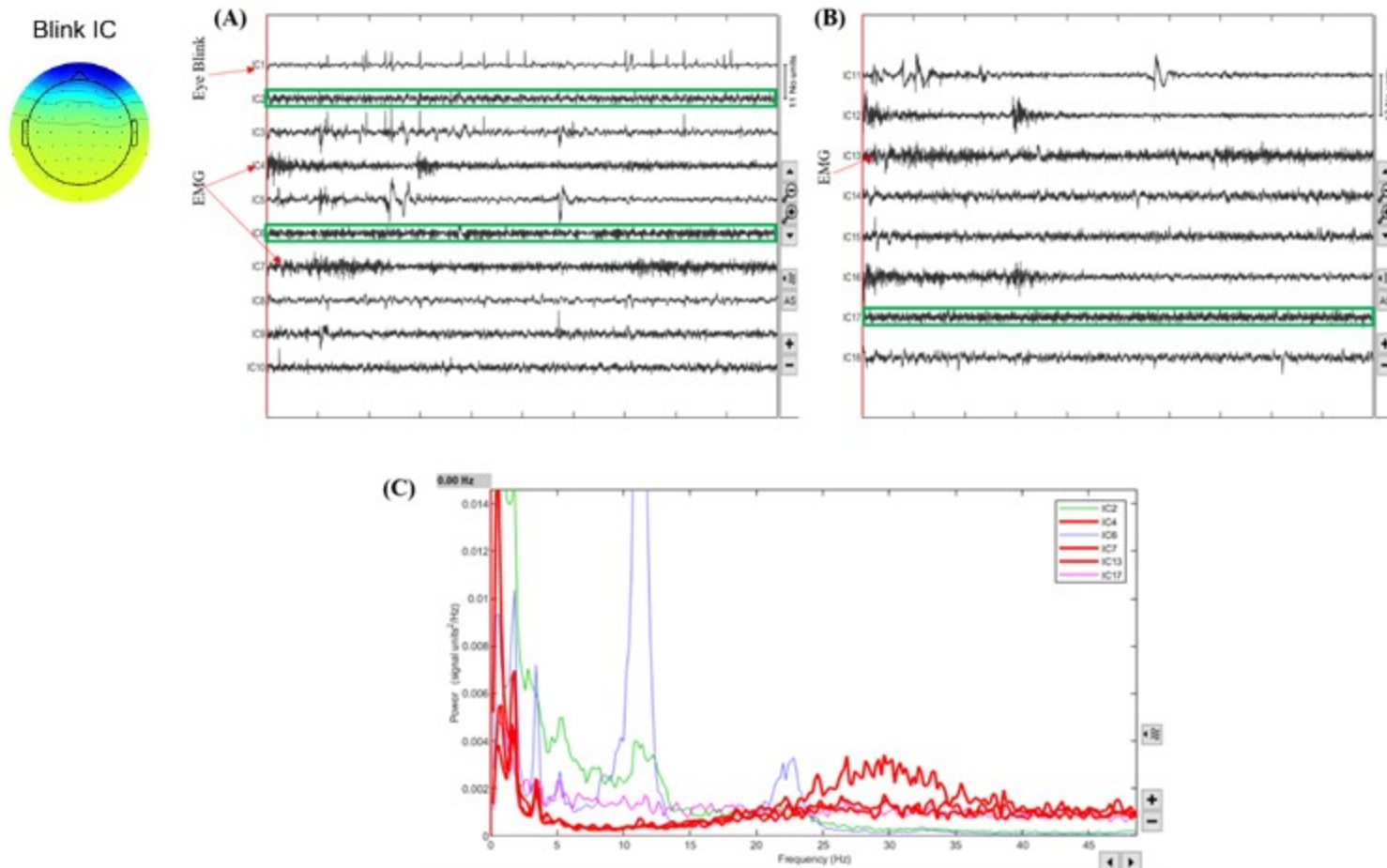


ECG Artifact



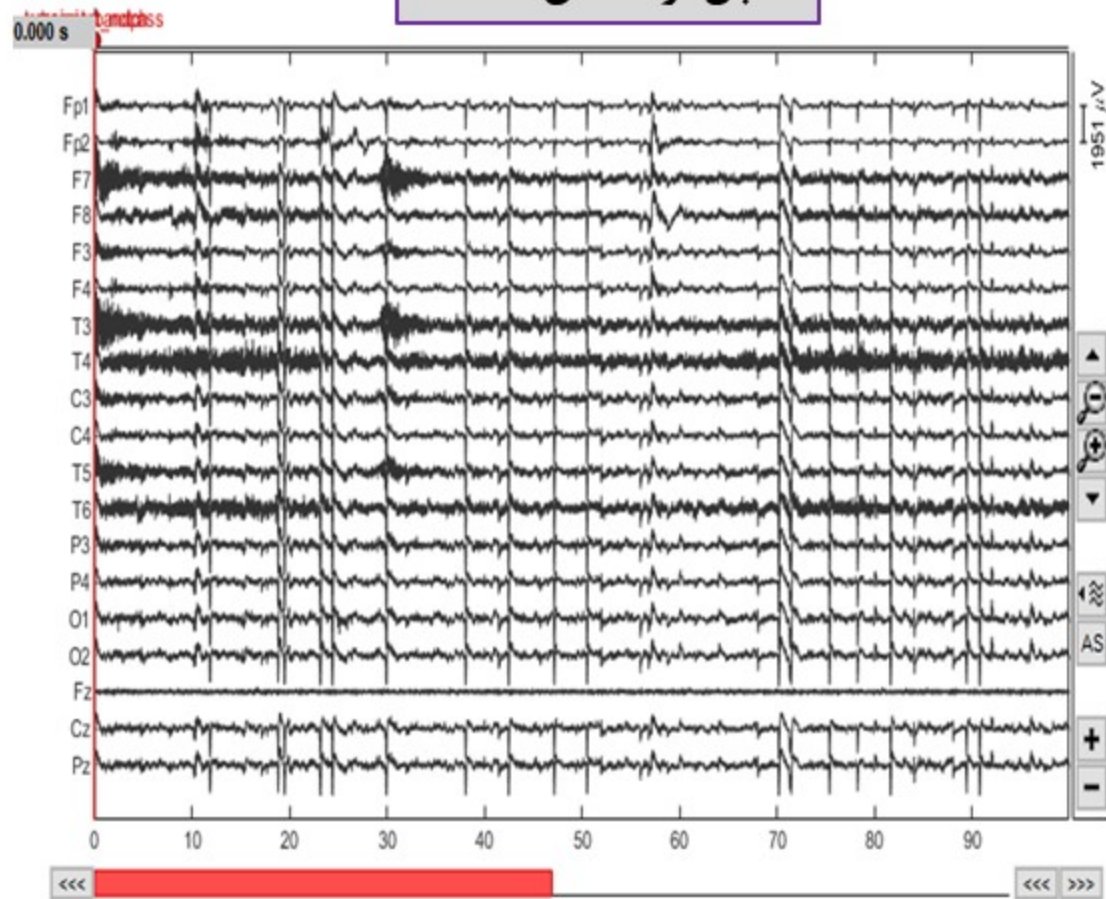
پیش پردازش داده با ICA

سیگنال های زمانی ۱۸ مولفه (A,B) و چگالی طیف توان (PSD) تعدادی از مولفه های مشکوک به آرتیفکت EMG (C)

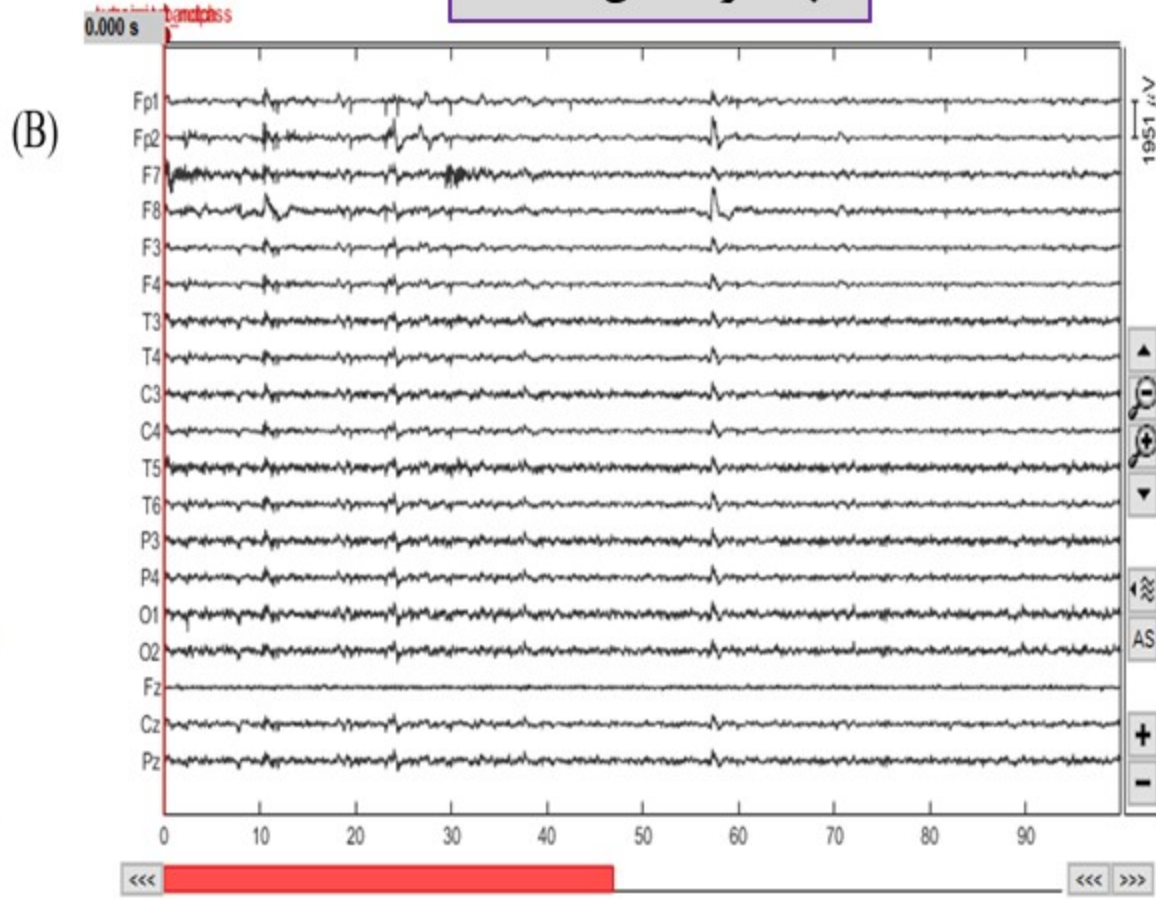


پیش پردازش داده با ICA

قبل از اعمال ICA



بعد از اعمال ICA



پیش پردازش با فیلتر مکانی

A) Connectivity: OK



B) Connectivity: NOT OK



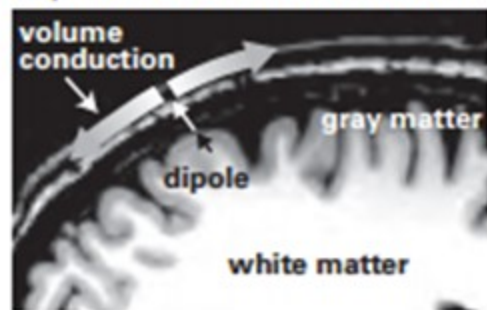
C) Connectivity: NOT OK



مشکل هادی حجمی

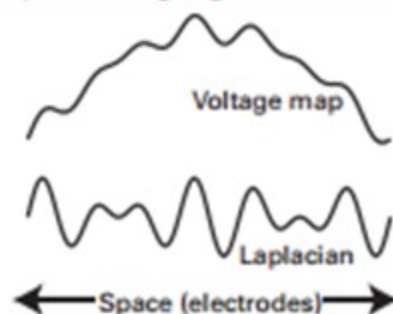
A)

Depiction of volume conduction



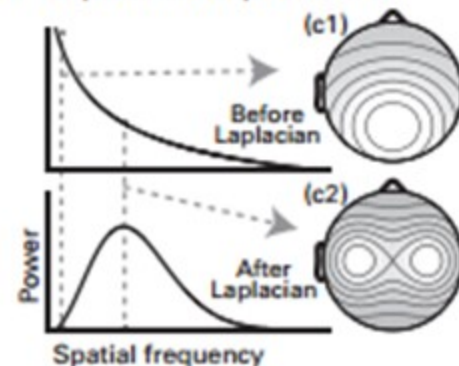
B)

Laplacian highlights local features



C)

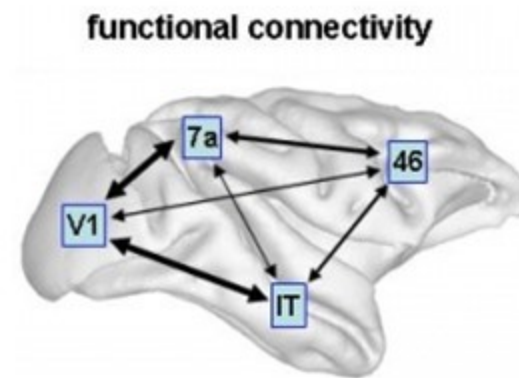
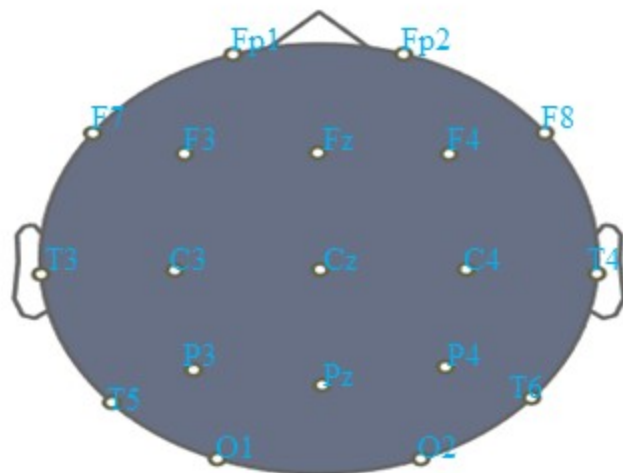
Laplacian as spatial filter



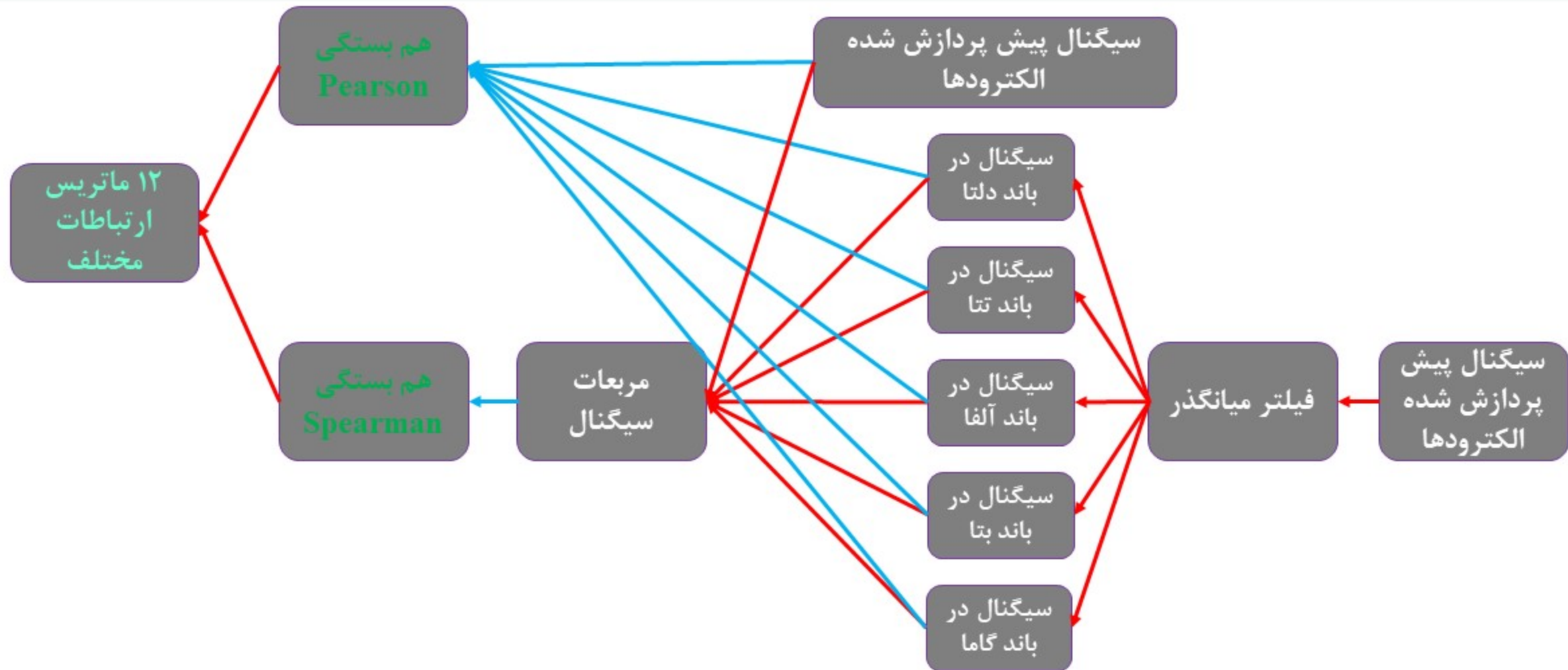
فیلتر مکانی لاپلاسیان

استخراج ویژگی با ارتباطات مغزی

ارتباطات عملکردی (functional connectivity)



محاسبه ارتباطات عملکردی



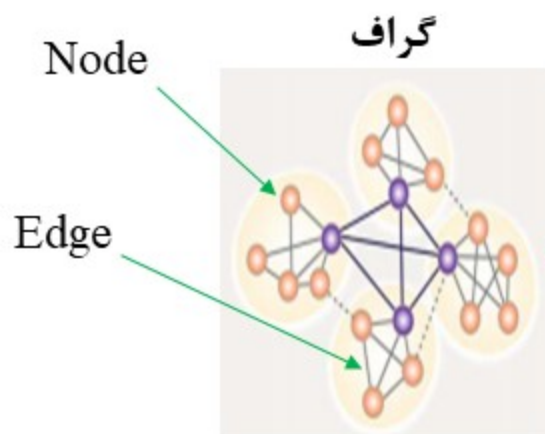
استخراج ویژگی با ارتباطات عملکردی

- حاصل محاسبه هم بستگی بین الکترودها ماتریس ارتباطات خواهد بود.
- با توجه به داشتن ۱۹ الکترودها، ماتریس ارتباطات ۱۹ سطر و ستون خواهد داشت.
- با توجه به ۶ نوع سیگنال مختلف و دو روش محاسبه هم بستگی ۱۲ ماتریس ارتباطات مختلف خواهیم داشت.
- ماتریس ارتباطات برای تصویر هر محصول بدست می آید.
- عناصر ماتریس ارتباطات به عنوان ویژگی استفاده می شوند.
- با استفاده از ماتریس ارتباطات می توان به گراف دست یافت.

استخراج ویژگی با گراف

ماتریس ارتباطات

	Fp1	Fp2	F7	F8	F3	F4	T3	T4	C3	C4	T5	T6	P3	P4	O1	O2	Fz	Cz	Pz	
Fp1	1	2	4	7	11	16	22	29	37	46	56	67	79	92	106	121	137	154		
Fp2		3	5	8	12	17	23	30	38	47	57	68	80	93	107	122	138	155		
F7			6	9	13	18	24	31	39	48	58	69	81	94	108	123	139	156		
F8				10	14	19	25	32	40	49	59	70	82	95	109	124	140	157		
F3					15	20	26	33	41	50	60	71	83	96	110	125	141	158		
F4						21	27	34	42	51	61	72	84	97	111	126	142	159		
T3							28	35	43	52	62	73	85	98	112	127	143	160		
T4								36	44	53	63	74	86	99	113	128	144	161		
C3									45	54	64	75	87	100	114	129	145	162		
C4										55	65	76	88	101	115	130	146	163		
T5											66	77	89	102	116	131	147	164		
T6												78	90	103	117	132	148	165		
P3													91	104	118	133	149	166		
P4														105	119	134	150	167		
O1															120	135	151	168		
O2																136	152	169		
Fz																	153	170		
Cz																			171	
Pz																				



محاسبه
ارتباط بین
الکترودها

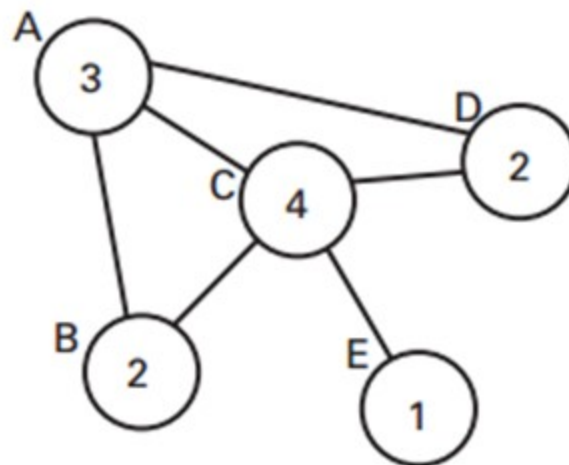
معیار درجه گراف

- درجه (Degree) برای هر node برابر تعداد ارتباطاتی است که با nodeهای دیگر دارد.

A) Connect. degree in matrix

A	3	2	2	1	0	3
B	2	3	1	0	0	2
C	2	1	3	2	1	4
D	1	0	2	3	0	2
E	0	0	1	0	3	1
	A	B	C	D	E	sum

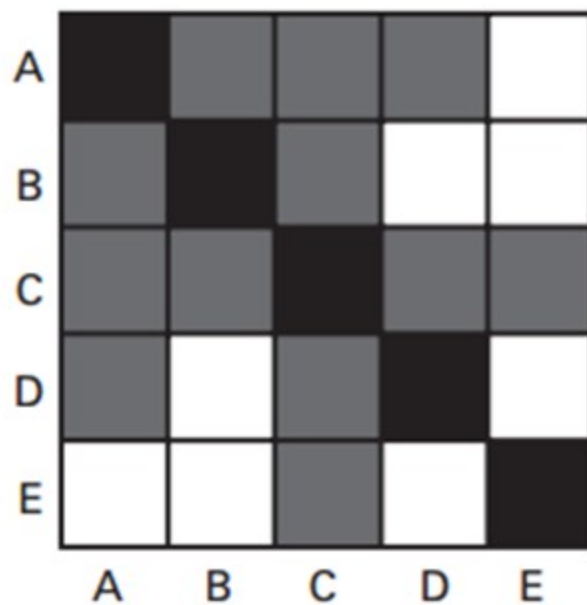
B) Connect. degree in graph



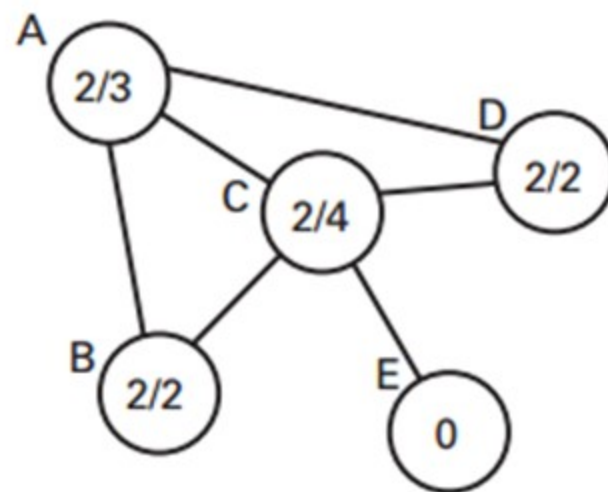
معیار ضریب خوشه بندی گراف

- ضریب خوشه بندی (**Clustering Coefficient**) برای هر node برابر نسبت ارتباطات بین node های متصل به آن به تعداد کل ارتباطات ممکن بین آن ها است.

A) Connectivity matrix



B) Clust. coefs. on graph



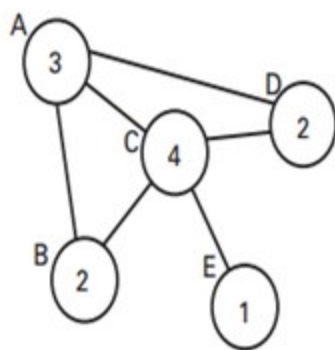
معیار طول مسیر گراف

- طول مسیر (Path Length) برای node i برابر متوسط کوتاهترین فواصل بین آن و سایر node های مرتبط به آن است.

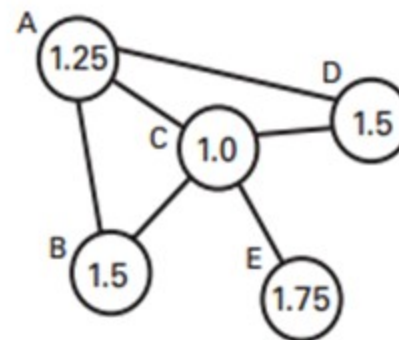
A) Connect. degree in matrix

A	■	■	■	■	□	3
B	■	■	■	□	□	2
C	■	■	■	■	■	4
D	■	□	■	■	□	2
E	□	□	■	□	■	1
	A	B	C	D	E	sum

B) Connect. degree in graph



	A	B	C	D	E	Average
A	-	1	1	1	2	1.25
B	1	-	1	2	2	1.50
C	1	1	-	1	1	1.00
D	1	2	1	-	2	1.50
E	2	2	1	2	-	1.75



ویژگی های قابل تفسیر

• بدنبال ویژگی هایی هستیم که ۳ شرط را برآورده کنند:

○ قابل تفسیر بودن

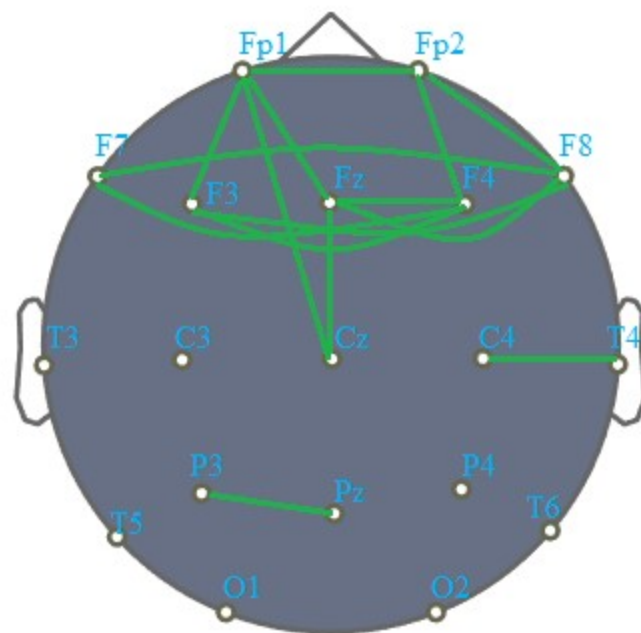
○ تعداد محدود

○ حداقل درستی ۷۰٪

ویژگی های قابل تفسیر

Feature #	Sensores
1	Fp1 - Fp2
5	Fp2 - F8
6	F7 - F8
7	Fp1 - F3
10	F8 - F3
12	Fp2 - F4
13	F7 - F4
15	F3 - F4
118	T4 - C4
121	Fp1 - Fz
124	F8 - Fz
126	F4 - Fz
137	Fp1 - Cz
153	Fz - Cz
166	P3 - Pz

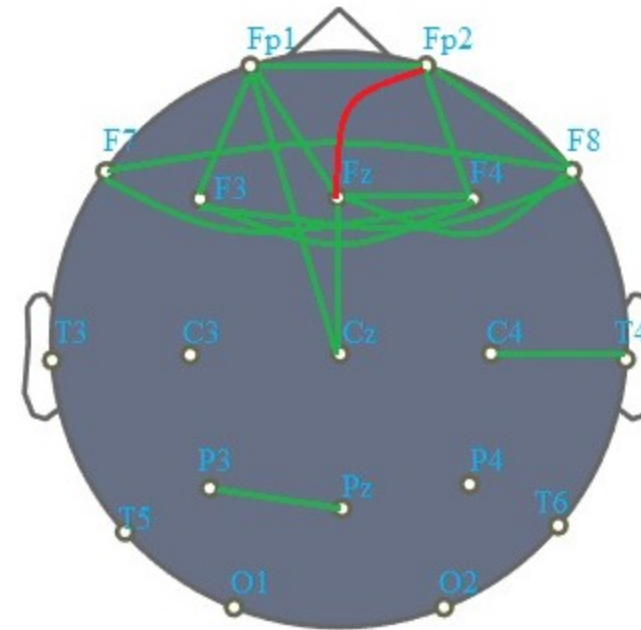
ویژگی های قابل تفسیر [Spearman (**Delta** band)]



ویژگی های قابل تفسیر

Feature#	Sensores
1	Fp1 – Fp2
5	Fp2 - F8
6	F7 – F8
7	Fp1 – F3
10	F8 – F3
12	Fp2 – F4
13	F7 – F4
15	F3 – F4
118	T4 – C4
121	Fp1 – Fz
122	Fp2 – Fz
124	F8 – Fz
126	F4 – Fz
137	Fp1 – Cz
153	Fz – Cz
166	P3 - Pz

ویژگی های قابل تفسیر [Spearman (**Beta** band)]



نکات پایانی

- ✓ مراحل اجرای یک تحقیق نروبیزینسی کدامند؟
- ✓ چه کارهایی بر روی داده خام مغزی باید انجام شود تا برای تفسیرهای نروبیزینسی مناسب شود؟
- ✓ ارتباطات عملکردی و نظریه گراف چه موضوعاتی هستند و چه نقشی در نروبیزینس می‌توانند داشته باشند؟



مراجع

- [1] Cohen, Mike X. Analyzing neural time series data: theory and practice. MIT press, 2014.
- [2] Fornito A, Andrew Z, and Edward B. Fundamentals of brain network analysis. Academic Press, 2016.



neurobusinesslab.net/



www.researchgate.net/profile/Ali_Naeini



[C-8813-2017](https://doi.org/10.1108/C-8813-2017)



<https://orcid.org/0000-0003-3119-551X>



bonyadi@iust.ac.ir , bonyadi.naeini@gmail.com



09121056721



www.researchgate.net/profile/Alireza_Talesh



<https://orcid.org/0000-0003-0758-5622>



alireza.talesh@gmail.com



09901121528

باتشکر از توجه شما