

"به نام خالق زیبایی ها"

پروژه نهایی بوتکمپ پایتون آلفا | سری دهم بوتکمپهای کوئرا تابستان ۱۴۰۴

تحلیل داده های زلزله در ژاپن

نام اعضای تیم :

پوریا آمارلو

سمانه مهدوی

سپیده رئیسی

کیمیا نقی زاده

کیمیا ملک بالا

متین جودی

نام منتور :

مهدی اسدی

نام استاد :

علی عابدین

7. نتیجه گیری و تحلیل نهایی :

1) بررسی اینکه آیا تمام منابع رخدادهای کوچک را پوشش میدهد؟ چه تفاوتی بایکدیگر دارند؟

- برای بررسی پوشش رخدادهای کوچک، باید به پایین ترین شدت ثبت شده و تعداد کلی رخدادهای توجه کنیم :

: Japan_EMSC

کمترین شدت ثبت شده : حدود 3.0 هست.

میتوان به عنوان بهترین پوشش از ش استفاده کرد چرا که بیشترین فراوانی را در محدوده 3.0 تا 4.0 را نشان میدهد.

: Japan_USGS

کمترین شدت ثبت شده : حدود 4.3 هست.

برای بهترین پوشش همیشه از ش استفاده کرد زیرا این منبع شدت زلزله های کوچک تر از 4.3 را ثبت نکرده است.

: Japan_GEOFON

کمترین شدت ثبت شده : حدود 4.5 هست.

برای بهترین پوشش همیشه قبول کرد زیرا آستانه ثبت آن بالاست و کمترین فراوانی آن از 4.5 شروع میشود.

: Japan_DATASET

کمترین شدت ثبت شده : حدود 4.2 هست.

و این منبع هم همینطور برای پوشش همیشه زیرا که آستانه ثبت شدت هایش بالاست.

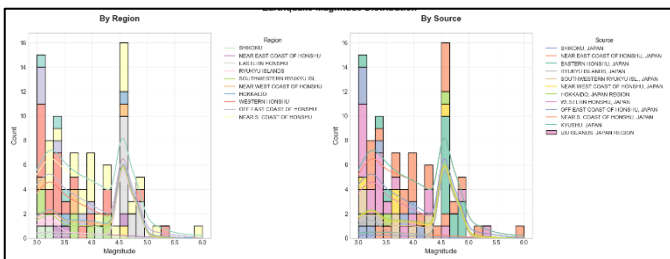
نتیجه : تنها منبعی که رخدادهای کوچک را (یعنی زلزله هایی با شدت کمتر از 4.0) را به خوبی پوشش میدهد ، EMSC هست. سایر منابع آستانه ثبت بالاتری دارند و میتوان گفت برای زلزله هایی با شدت متوسط تا بزرگ هستند.

○ تفاوت بین منابع :

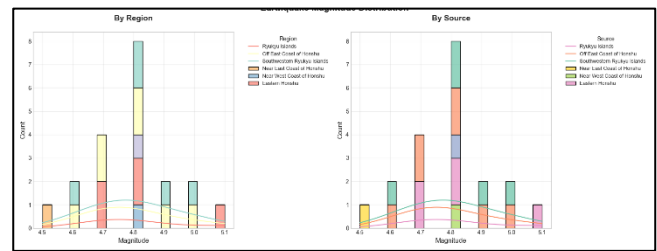
منبع DATASET	منبع GEOFON	منبع USGS	منبع EMSC	تفاوت
بالا (شدتی حدود 4.2) که یعنی زلزله های بزرگ و با پتانسیل آسیب رسانی را ثبت و بررسی کرده است.	بالاترین آستانه (حدود 4.5) که یعنی فقط زلزله هایی با پتانسیل خرابی را ثبت کرده است.	بالا (شدتی حدود 4.3) که نشان دهنده این است که این منبع داده های زلزله های بزرگتر و مهم تر را فیلتر و بررسی کرده است.	بسیار پایین (شدتی حدود 3.0) که نشان دهنده شبکه ی لرزه نگاری متراکم و حساس هست.	آستانه ثبت شدت
بسیار محدود و فشرده در محدوده 4.2 تا 5.0	بسیار فشرده در محدوده 4.5 تا 5.0	بسیار محدود به محدوده 4.3 تا 5.0 تقریبا تمام زلزله های در این بازه قرار دارند.	توزیع نرمال تر در محدوده 3.5 تا 4.5	تمرکز توزیع

نتیجه : تفاوت اصلی در آستانه ثبت است که EMSC به عنوان منبع جامع با پوششی عالی برای زلزله هایی با شدت کوچک و کمتر عمل می کند در حالی که سایر منابع عمدتا فیلتر شده اند تا زلزله هایی با شدت متوسط تا بزرگ را بررسی و ثبت کنند.

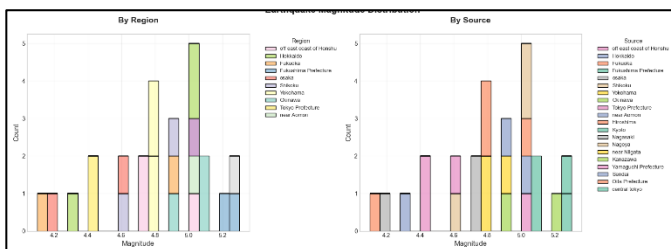
EMSC



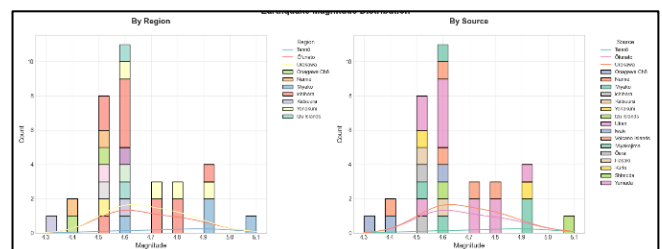
GEOFON



DATASET



USGS



2. بررسی اینکه زلزله های شدید معمولا در چه عمقی رخ داده اند؟

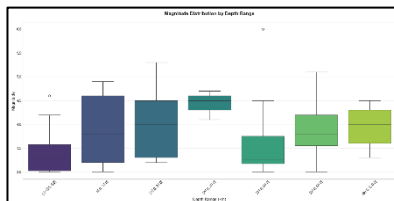
زلزله های شدید، زلزله هایی هستند که مقدار شدت (Magnitude) در نمودارها در بالاترین حد خود قرار دارد :

منابع	محدوده عمقی با بالاترین میان شدت	محدوده عمقی با بالاترین شدت	نتیجه گیری برای زلزله های شدید
EMSC	(20.0 , 39.0) km میان به حدود 4.45 است.	(60.0 , 50.0) km (130.0 , 60.0) km حداکثر شدت 5.1 تا 6.0 است.	عمق های متغیر دارد در حالی که میانگین در عمق های کم بالاتر است ، شدیدترین رخداد ها در عمق های بیشتر دیده میشود.
GEOFON	(52.4 , 68.6) km میان به حدود 4.95 است.	(52.4 , 68.6) km حداکثر شدت 5.1 است.	عمق متوسط که شدیدترین زلزله ها در عمق متوسط تا زیاد (حدود 50 تا 70 km) اتفاق افتاده است.
DATASET	(35.2 , 47.55) km میان به حدود 5.25 است.	(35.2 , 47.55) km حداکثر شدت 5.3 است.	عمق کم تا متوسط ، شدیدترین زلزله ها در محدوده عمق کم تا متوسط (حدودا 35 تا 40 km) اتفاق افتاده است.
USGS	(38.56 , 54.40) km میان به حدود 4.6 است.	(38.56 , 54.40) km حداکثر شدت 5.1 اسل	عمق متوسط که بیشترین شدت در عمق متوسط (حدود 40 تا 55 km) رخ داده است.

محدوده عمقی با بالاترین میان به شدت : میان به خطی است که وسط جعبه را قطع میکند و این خط نشان میدهد که 50 درصد زلزله ها در آن محدوده عمقی دارای شدتی کمتر از این مقدار و 50 درصد دارای شدت بیشتری از آن بوده اند.

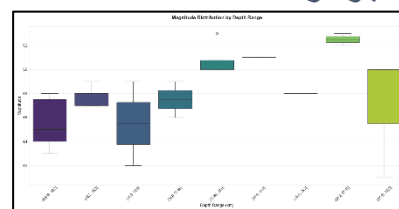
محدوده عمقی با بالاترین شدت : این مقدار نشان دهنده قوی ترین زلزله ثبت شده در آن محدوده عمقی است. این مقدار در نمودار جعبه ای یا لبه بالایی خط عمود است یا خود نقطه ای که برای داده پرت است که از همه بالاتر قرار دارد.

نتیجه : بررسی تمام منابع نشان میدهد که زلزله های با شدت بالا معمولا در عمق های زیر 35 تا حدود 70 کیلومتر اتفاق افتاده اند. در منابع EMSC و MESSY بالاترین میانگین شدت در عمق های کم تا متوسط حدود 20 تا 45 کیلومتر بوده و در منابع GEOFON و USGS بالاترین میانگین شدت در عمق های متوسط حدود 45 تا 70 کیلومتر است.



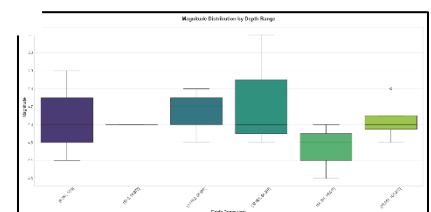
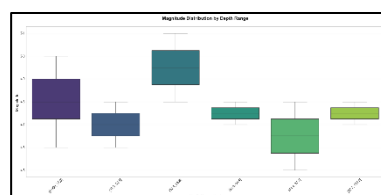
EMSC

GEOFON



USGS

DATASET



3. رتبه بندی خطرناکترین زلزله (شدت بالا و عمق کم).

برای رتبه بندی خطرناک ترین زلزله باید امتیاز آن را محاسبه کنیم و با استفاده از نمودار پراکندگی بررسی کنیم .

خطرناک ترین زلزله ها در داده های موجود آن هایی هستند که بالاترین نقطه در نمودار شدت و پایین ترین نقطه در نمودار عمق را در نزدیکترین زمان به هم دارند.

برای محاسبه امتیاز :

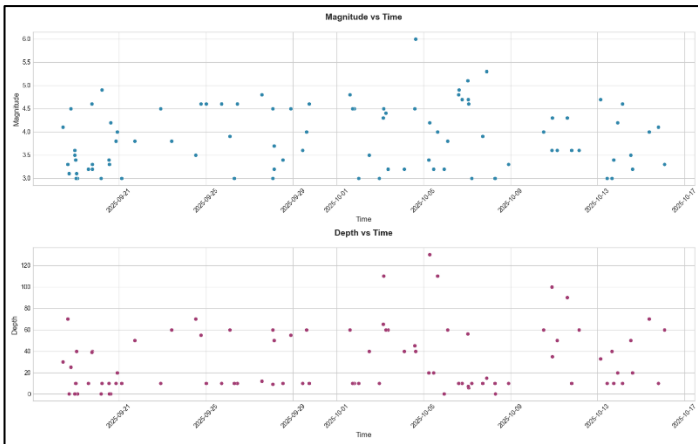
$$\text{امتیاز خطرناکی} = \frac{\text{شدت}^2}{1 + \text{عمق}} \quad \text{یا} \quad \text{Danger Score} = \frac{\text{Intensity}^2}{1 + \text{Depth}}$$

رتبه	منبع	تاریخ	شدت (M)	عمق (KM)	منطقه تقریبی	امتیاز
1	DATASET	2025-09-19	5.5	0.0	Tokyo, Japan	30.25
2	DATASET	2025-09-21	5.2	1.0	off east coast of Honshu	13.52
3	EMSC	2025-09-07	6.0	43.0	Near East Coast of Honshu	8.37
4	DATASET	2025-09-26	5.3	33.0	Off East Coast of Honshu	8.1
5	DATASET	2025-09-28	5.0	30.0	Off East Coast of Honshu	7.41
6	DATASET	2025-10-08	5.0	33.0	Off East Coast of Honshu	7.35
7	DATASET	2025-09-15	5.1	35.0	off east coast of Honshu	7.25
8	DATASET	2025-10-05	5.0	35.0	near Niigata, Japan	6.94
9	GEOFON , USGS	2025-09-20	4.9	10.0	Ryukyu Islands	2.2
10	GEOFON	2025-10-07	4.8	10.0	Off East Coast of Honshu	2.1

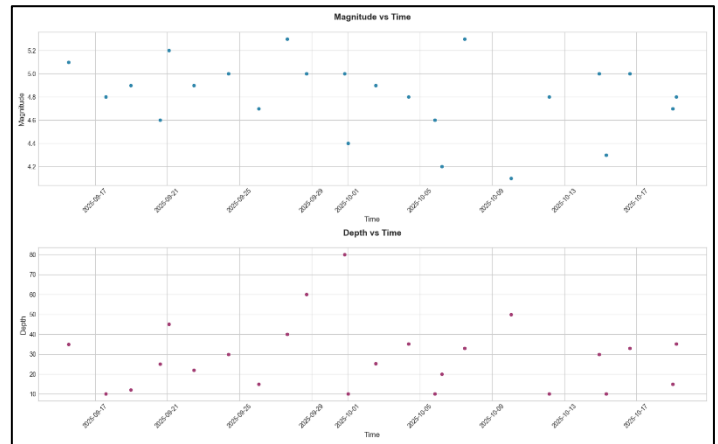
تحلیل نتیجه رتبه بندی زلزله ها :

- زلزله خطرناک رتبه 1 : زلزله ای با شدت 5.5 و عمق تقریباً 0 km در توکیو با اختلاف بسیار بالا خطرناک ترین زلزله در این دوره هست زیرا که عمق صفر به معنای این است که زلزله در سطح زمین یا خیلی نزدیک به سطح زمین هست که پتانسیل خرابی و آسیب پذیری را دارد.
- زلزله هایی که در رتبه های 1 و 2 هستند به طور واضح نشان میدهند که زلزله با عمیق بسیار کم (حدود 0 تا 10 km) میتواند از زلزله هایی با شدت متوسط (حدود 5.2) را از یک زلزله با شدت قوی و عمیق تر خطرناک تر است.
- منبع MESSY زلزله های کم عمق و با پتانسیل خرابی و آسیب پذیری بالا را با دقت ثبت کرده است.

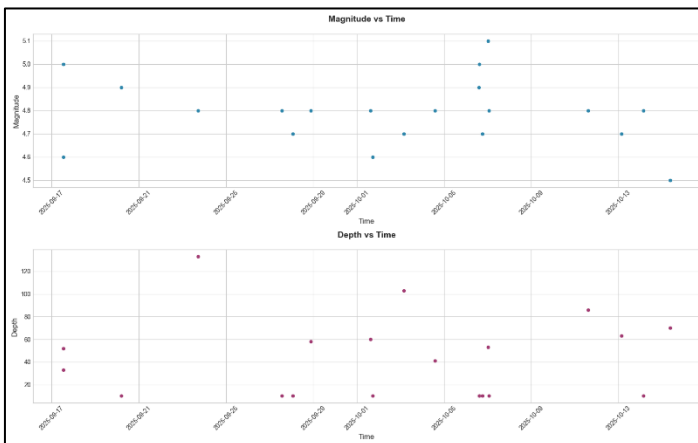
EMSC



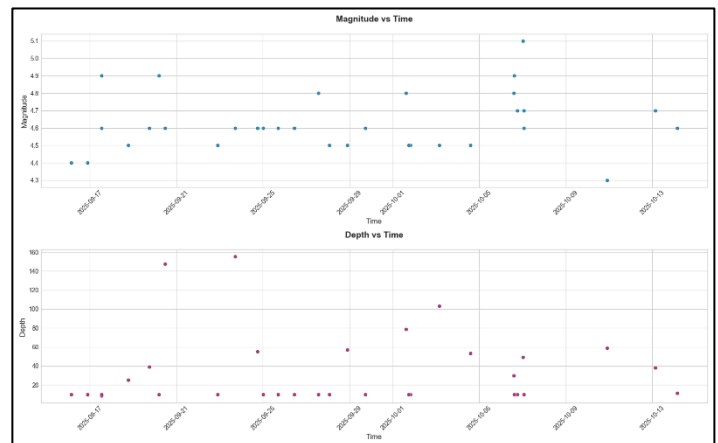
DATASE



GEOFON



USGS



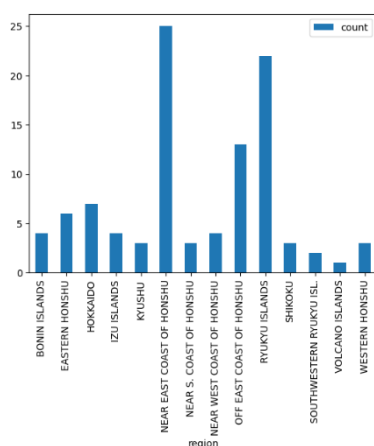
4. مقایسه تعداد زلزله های بزرگ در هر منبع.

برای تعریف زلزله "بزرگ" آستانه شدت را روی $4.0 \leq M$ تنظیم میکنیم :

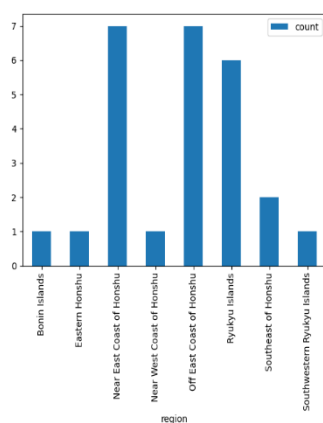
منابع	تعداد زلزله های بزرگ	تعداد کل
EMSC	85	113
USGS	33	34
GEOFON	21	21
DATASET	20	23
مجموع کل	159	191

تحلیل و نتیجه :

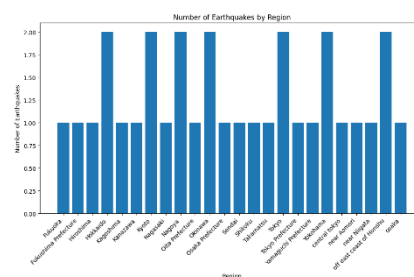
- منبع EMSC با 85 زلزله با شدت بالای 4.0 بیشترین تعداد زلزله های بزرگ را در این دوره ثبت کرده است.
- منبع GEOFON تمام 21 زلزله آن دارای شدت بالای 4.0 بوده و این یعنی این منبع دارای بالاترین آستانه ثبت است و عمدتاً روی زلزله های بزرگ تمرکز کرده است.
- منبع USGS از 34 زلزله 33 مورد از بالای 4.0 بوده و یعنی زلزله های پایین 4.0 را پوشش نمیدهد.



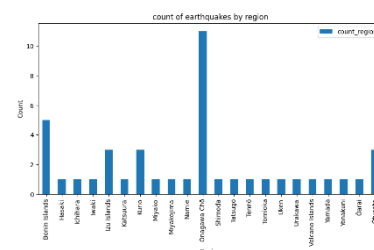
EMSC



GEOFON



DATASET



USGS

5. نتیجه گیری علمی درباره رفتار زلزله های ژاپن در ماه اخیر.

📖 الگوی غالب در زلزله های ژاپن : کنترل توسط مرزهای صفحات تکتونیکی یا ژئودینامیک

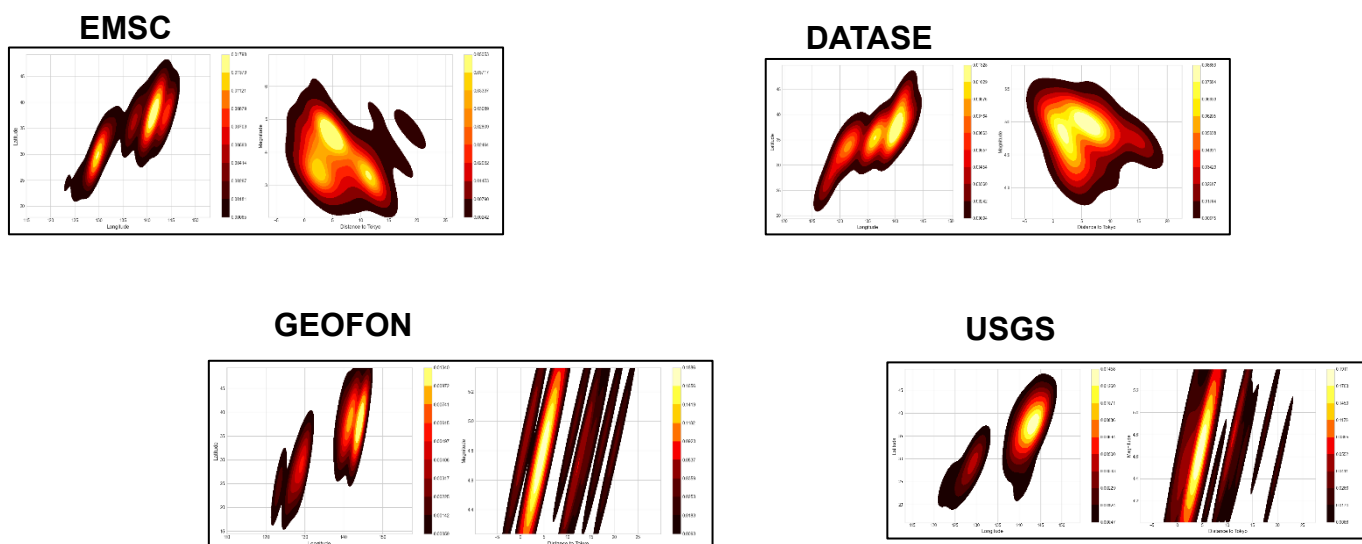
- اوج فعالیت در امتداد ساحل شرقی هونشو و جزایر ریوکیو متمرکز هست و این مناطق دقیقاً با محل فرو رانش صفحه اقیانوس آرام در شرق هونشو و صفحه دریای فیلیپین در جنوب ریوکیو مرتبط هستند. این تمرکز نشان میدهد که تنش های اصلی زلزله ها در حال حاضر در مرزهای صفحات تخلیه میشوند.
- وجود زلزله هایی در عمق های بسیار زیاد (بیش از 400km) در نزدیکی جزایر ایزو و جزایر بونین نشان دهنده شکستگی های درون لایه در قسمت های عمیق صفحه فرو رانده شده است که یک ویژگی لرزه شناختی ژاپن است.

📖 ویژگی های عمق و شدت :

- اکثر زلزله ها دارای شدت متوسط (4.0 تا 5.0) هستند.
- زلزله های با بالاترین میانگین شدت در عمق های متوسط 20km تا 70km اتفاق افتاده اند. این عمق ها مربوط به مرز صفحه های نزدیک به پوسته زمین هستند.
- خطرناک ترین زلزله ها آنهایی هستند که در عمق بسیار (0km تا 10km) رخ میدهد. زلزله ای با شدت 5.5 در عمق صفر در توکیو ، مهم ترین رویداد در این دوره هست. این زلزله های کم عمق میتوانند در مقایسه با زلزله های قویتر و عمقی تر خسارت ها و آسیب های بیشتری به زیر ساخت ها وارد کنند.

📖 نتیجه گیری :

- ❖ رفتار لرزه ای ژاپن در ماه اخیر نشانه ای از آرامش یا کاهش فعالیت نیست ، بلکه نشان دهنده تداوم تنش زدایی منظم در امتداد مرزهای صفحات است در حالی که زلزله بسیار بزرگ (با شدتی حدود 7.0) ثبت نشده ، و فعالیت های متوسط و مهم در امتداد مرزهای فرو رانش به قوت خود باقی است.



6. پیشنهاد برای ترکیب منابع برای بهینه سازی کیفیت داده ها.

برای ساختن یک کاتالوگ لرزه نگاری بهینه برای ژاپن ، باید نقاط قوت و ضعف منابع را در نظر گرفت و با در نظر گرفتن آنها ترکیب زیر پیشنهاد میشود :

📖 برای انتخاب کاتالوگ :

استفاده از داده های EMSC به عنوان کاتالوگ پایه مناسب است زیرا EMSC بالاترین سطح پوشش را برای رخدادهای کوچک (با شدتی $M < 4.0$) دارد و برای تجزیه و تحلیل توزیع فراوانی کلی ضروری است.

📖 اعتبارسنجی و اصلاح زلزله های بزرگ :

برای تضمین بالاترین دقت پارامترهای عمق و شدت و مختصات در مورد زلزله های مهم باید از همپوشانی منابع بزرگ استفاده شود :

برای تمام زلزله های با شدت $M \geq 4.5$:

ابتدا باید بررسی شود که آیا این زلزله ها در بیش از یک منبع (USGS , GEOFON) ثبت شده اند یا خیر.

سپس اگر در چند منبع ثبت شده بود پارامتر های اصلی (عمق ، شدت ، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی) از منابع معتبرتر مثل USGS و GEOFON میانگین گیری وزنی شوند تا خطاها کاهش یابد.

📖 مدیریت داده های مشکل دار :

رکورد های مشکوک در منبع DATASET باید با دقت مدیریت شوند و رکورد هایی با مقادیر نامعتبر عمق (مانند 999.0) باید حذف شوند . زلزله های کم عمق ولی پرخطر از این منبع باید با جست و جوی دقیق در سایر منابع و یا منابع محلی ژاپن تایید و یا رد شوند زیرا که اهمیت خطرناکی آنها بسیار بالاست.

📖 استخراج اطلاعات مکمل :

از منابع USGS و GEOFON میتوان صرفا برای استخراج پارامترهای زلزله های بزرگ که در EMSC ثبت شده اند، استفاده کرد تا کاتالوگ قوی تر شود. به همین دلیل از زلزله های کوچک فیلتر شده توسط آنها صرف نظر می شود، اما دقت زلزله های مهم افزایش می یابد.

"پایان"