

پروژه آنالیز کرنش در محدوده فلات ایران

درس ژئودینامیک پیشرفته

کارشناسی ارشد - نیمسال اول ۱۴۰۳-۱۴۰۲

دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی - دانشگاه تهران

تاریخ اعلام پروژه : سه شنبه ۳۰ آبان ۱۴۰۲

مهلت تحويل پروژه: شنبه ۱۱ آذر (ساعت ۱۷:۰۰)

اهداف پروژه:

۱. محاسبه تansور نرخ کرنش با استفاده از شبکه داده های GPS در محدوده فلات ایران
۲. محاسبه مولفه های ناوردای تانسور کرنش (مسطحاتی) در محدوده فلات ایران و تفسیر آن

نکات مهم برای نوشتتن گزارش:

- گزارش خود را (در تیم های حداکثر ۲ نفره) به همراه کد برنامه نویسی خود (MATLAB) در یک فایل زیپ شده به آدرس زیر بفرستید: s.samieiesfahany@ut.ac.ir
- به کد برنامه نمره ای تعلق نمیگیرد و در نتیجه تمامی مراحل کار و فرمول های به کار رفته شده و توضیحات باید در گزارش آورده شود. در متن گزارش، به کد برنامه خود ارجاع ندهید!
- توضیح دهید که چگونه به جواب رسیدید. به جواب درست ولی بدون توضیح یا بدون توضیح درست نمره ای تعلق نمیگیرد.
- بحث و بررسی نتایج و تفسیر و نتیجه گیری مهمترین بخش از گزارش شما می باشد!
- مطمئن شوید که در گزارشتان، تصاویر، جداول، و نمودارها خوانا باشند. (از فونت خیلی ریز استفاده نکنید)
- همیشه اعداد را با واحد آنها ذکر کنید.
- از توضیحات طولانی پرهیز شود. هر پاراگراف حداکثر ۵ یا ۶ جمله باشد.
- در تصاویر، جداول، و نمودارها:
 ۱. colorbar، راهنمای نقشه و توضیح علائم و نمادها فراموش نشود (در صورت لزوم)
 ۲. هر تصویر یا جدول یا نمودار باید دارای عنوان و توضیح مجزا (خارج از متن و در زیر تصویر) باشد
 ۳. محورهای نمودارها، باید دارای عنوان و واحد باشند.
 ۴. اگر دو تصویری باید با هم مقایسه شوند، سعی شود از مقیاس های مشابه در دو تصویر اسفاده شود.

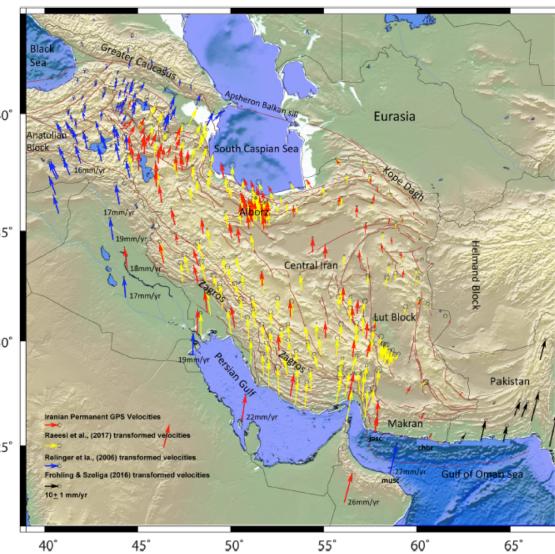
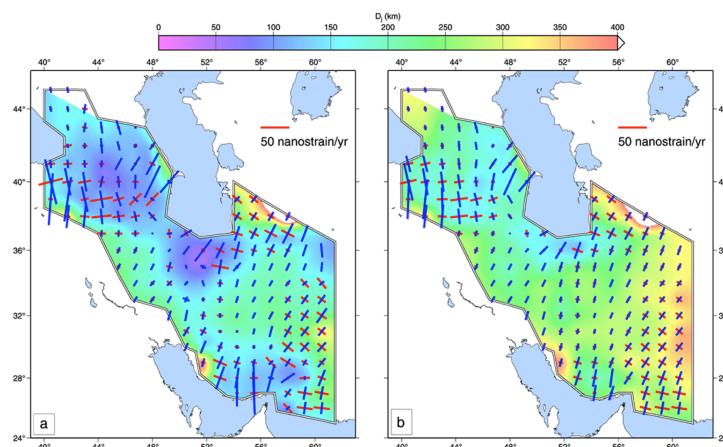


Figure 1. Unified GPS velocity field relative to the Eurasia fixed frame. Reilinger et al. (2006; blue arrows), Frohling & Szeliga (2016; black arrows) and Raeisi et al. (2017; yellow arrows) velocity fields were transformed into the reference frame of IPGN (red arrows). Major faults of Iran, East Turkey and Caucasus are adapted from Hessami et al. (2003), Ghods et al. (2015) and Talebian et al. (2013).

تصویر ۱: داده های GPS مورد استفاده در پژوهه (منبع: An up-to-date crustal deformation map of Iran using integrated campaign-mode and permanent GPS velocities, Fatemeh Khorrami et al.



تصویر ۲: نمونه ای از نقشه کرنش با کیفیت مناسب

توضیح پژوهه

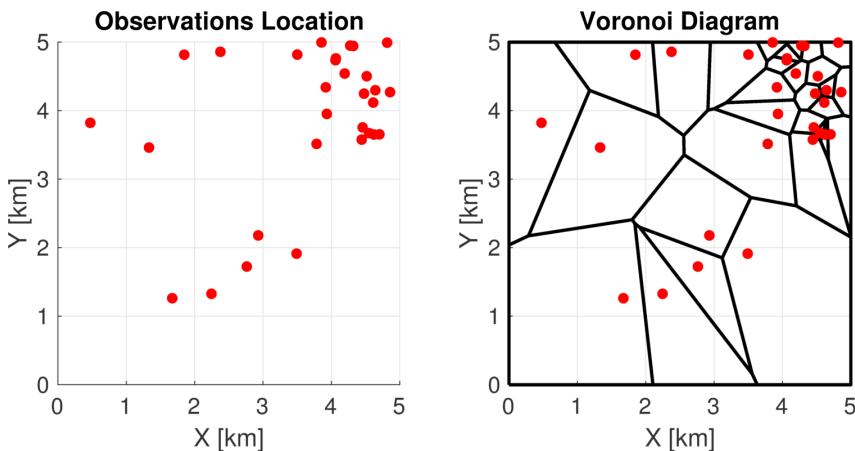
با استفاده از داده های GPS که در فایل GPS_data_GeoDynamics.xlsx بر روی سامانه درس قابل دسترس است و در تصویر شماره ۱ نشان داده شده اند، مولفه های تانسور کرنش مسطحاتی را در محدوده فلات ایران محاسبه کنید. نکات و سوالات زیر را در نظر بگیرید:

۱. محدوده طول جغرافیایی [۶۴° ۴۰'] درجه و عرض جغرافیایی [۲۴° ۴۳'] درجه را در نظر بگیرید.
۲. پارامترهای تانسور کرنش را بر روی شبکه ای از نقاط با فواصل ۲۵° درجه محاسبه کنید
۳. از روش تفاضلی محدود استفاده کنید.

۴. در روش تفاضلی محدود برای تعیین مولفه های تانسور استرین در هر نقطه از شبکه به ماتریس وزن صحیح نیاز است که از طریق آن وزن دهی منطقی ای را به مشاهدات اعمال کنیم. ازین جهت به یکتابع وزن نیاز داریم: تابع وزن حاصل میتواند وابستگی به فاصله نقطه مورد نظر تا مشاهدات و همچنین وابستگی به تراکم نقاط مشاهداتی داشته باشد. به طوری که وزن مشاهدات دور از نقطه مورد نظر کمتر باشد (تابعی از فاصله) و همچنین وزن مشاهداتی که تراکم مکانی زیاد دارند نیز کمتر باشد (وابستگی به تراکم). به منظور وزن دهی بر اساس فاصله، از توابعی که روی نقطه مقدار بیشترین تاثیر و در فاصله بی نهایت تاثیر را داشته باشند استفاده می کنیم. یکی از این نوع توابع که ما در این پژوهه قصد استفاده از آن را داریم تابع نمایی گاوی است:

$$L_i = \exp(-\Delta R_i^2 / D^2)$$

که در آن L_i وزن، ΔR_i فاصله و D پارامتری است که بر اساس آن تاثیر فاصله بر وزن را می توانیم کنترل کنیم. تحوه تعیین بهینه پارامتر D در این پژوهه به خودتان واگذار میشود (در گزارش خود کاملا توضیح دهید چگونه مقدار D بدست آوردهید). اما بخش دیگر وزن دهی مربوط به تراکم مناطقی است که تعداد مشاهده ها بیشتر یا کمتر بوده است. پر واضح است در مناطقی که تعداد مشاهدات زیاد بوده است نیاز به کم کردن وزن دارد و بالعکس. در این قسمت از روشی ساده اما پر کاربرد دیاگرام ورونوی استفاده میکنیم، به طوری که مساحت تشکیل شده از polygon های این دیاگرام میتواند ابزاری خوب برای توصیف میزان تراکم باشد.



تصویر ۳: نمونه ای از دیاگرام ورونوی: چپ) محل مشاهدات، راست) دیاگرام ورونوی مربوطه

تصویر شماره ۳، نمونه ای از این دیاگرام را برای یک سری مشاهده فرضی نشان می دهد. از تصویر شماره ۳ میتوان دریافت که ضریب مساحت محوطه ای که این دیاگرام به مشاهده S_i تخصیص می دهد به نسبت مساحت کل منطقه S_k می تواند معیاری مناسب برای وزن دهی بر اساس تراکم باشد:

$$Z_i = nS_i / \Sigma S_k$$

در نهایت وزن دهی حاصل از ترکیب این دو را میتوان به صورت زیر بیان کرد:

$$G_i = L_i \times Z_i$$

و ماتریس وزن برای تعیین مولفه های تانسور استرین هر نقطه به صورت زیر میشود

$$G_i = C_i^{-1} \times G_i$$

که در آن C_i همان ماتریس واریانس-کواریانس مشاهدات است. دقت شود که در صورت وجود همبستگی بین مشاهدات آن را در ماتریس واریانس - کواریانس حاصل لحاظ کنید.

کد لازم برای محاسبه مساحت پولیگون های حاصل از دیاگرام ورونوی را به صورت مثالی کوتاه آورده شده است.

```

1 clc
2 clear
3 close all
4
5 rng default;
6 x = rand([1 10]);
7 y = rand([1 10]);
8
9 voronoi(x,y)
10
11 [V,C,XY]=VoronoiLimit(x',y',figure', 'on')
12 hold on
13 plot(XY, '*')
14
15 for i = 1:length(C)
16     v1 = V(C{i},1) ;
17     v2 = V(C{i},2) ;
18     idx = find(inpolygon(XY(:,1),XY(:,2),v1,v2));
19     hold on
20     pgon = polyshape(v1,v2)
21     plot(pgon)
22     vorarea(i,1:2) = [polyarea(v1,v2) ] ;
23 end

```

۵. بعد از محاسبه مولفه های کرنش برای تمام نقاط شبکه، نقشه مولفه های تانسور کرنش را (۲ مولفه نرمال و یک مولفه برشی) را در محدوده ایران رسم کنید (در مجموع ۳ مولفه وجود دارد، برای هر کدام یک نقشه رسم کنید). برای نمایش مولفه ها بر روی نقشه می توانید از منحنی های تراز و یا رنگ و یا هر دو استفاده کنید (نحوه تهیه نقشه به عهده دانشجو است. از خلاصت خود استفاده کنید و روشی را انتخاب کنید که اطلاعات و تغییرات را به خوبی نشان دهد و از لحاظ بصری نیز زیبا و حرفه ای باشد!) مقیاس، colorbar ، علائم و اختصارات، واحد مولفه های نشان داده شده فراموش نشود. (در تصویر ۲ نمونه هایی از نقشه های کرنش با کیفیت مناسب آورده شده است)

۶. بعد از محاسبه مولفه های تانسور کرنش، مولفه های کرنش اصلی (بیضی استرین) را در هر نقطه شبکه محاسبه کنید و بر روی نقشه نشان دهید (محور های کششی یا فشاری را با رنگ نشان دهید مانند تصویر ۲)

۷. مولفه های ناوردای تانسور کرنش (اتساع و مولفه ناوردای دوم I_2) را برای تمام نقاط محاسبه کنید و نقشه تغییرات این دو مولفه را تهیه کنید. برای نمایش مولفه ها بر روی نقشه می توانید از منحنی های تراز و یا رنگ و یا هر دو استفاده کنید (نحوه تهیه نقشه به عهده دانشجو است. از خلاصت خود استفاده کنید و روشی را انتخاب کنید که اطلاعات و تغییرات را به خوبی نشان دهد و از لحاظ بصری نیز زیبا و حرفه ای باشد!) مقیاس، colorbar ، علائم و اختصارات، واحد مولفه های نشان داده شده فراموش نشود. (در تصویر ۲ نمونه هایی از نقشه های کرنش با کیفیت مناسب آورده شده است)

۸. بیشترین نرخ اتساع در کدام مناطق ایران است؟ چرا؟ تفسیر کنید

۹. مولفه ناوردای دوم تانسور کرنش در کدام مناطق ایران مقادیر بیشتری را نشان میدهد؟ چرا؟ تفسیر کنید

۱۰. در منطقه زاگرس نرخ کرنش کششی بیشتر است یا فشاری؟ جهت این نرخ در چه امتدادی قرار دارد؟ تفسیر کنید

۱۱. شکل بیضی کرنش را در منطقه البرز تفسیر کنید؟ کششی بیشتر است یا فشاری؟ جهت آن؟ چرا؟