



## سؤالات آزمون سراسری ۱۳۹۳

زبان عمومی و تخصصی

**PART A: Vocabulary**

**Directions:** Choose the word or the phrase (1),(2),(3), or (4) that best completes each sentence. Then mark your answer sheet.

- 1- Ted's father seems eccentric; he is frequently observed behaving in an ..... manner.  
1) enthusiastic                      2) adept                      3) enduring                      4) unconventional
- 2- The ..... of scientific thinking has institutionalized the idea that knowledge has to progress and can do so only through research.  
1) artifact                      2) advent                      3) oversight                      4) renown
- 3- Paul ..... The fact that his closest friend didn't trust him.  
1) resented                      2) procured                      3) notified                      4) raised
- 4- Jill's dinner parties quickly became monotonous on account of her ..... for Mexican dishes.  
1) dispersal                      2) flavor                      3) penchant                      4) rumor
- 5- When participating in a yoga class, Katarina attains a placid state; the ..... music and soft lighting invoke a serenity that is otherwise lacking in her frenzied existence.  
1) uproarious                      2) sporadic                      3) soothing                      4) skyrocketing
- 6- Eighteenth-century urban dwellers lived in much worse conditions than their modern .....  
1) mediators                      2) residents                      3) rivals                      4) counterparts
- 7- However, many couples who have been unable to have children are, understandably, ..... To adopt mentally handicapped children.  
1) reluctant                      2) insufficient                      3) benevolent                      4) fallacious
- 8- One of our students was unable to ..... her wheelchair up the ramp.  
1) enhance                      2) propel                      3) salvage                      4) initiate
- 9- After the organization aided the catastrophe victims, it was given an award for .....  
1) innovation                      2) conciliation                      3) lavishness                      4) altruism
- 10- Although many women had little control over their own lives in medieval England, Margery kempe's fifteenth-century autobiography ..... a remarkable degree of autonomy.  
1) compromises                      2) negates                      3) manipulates                      4) demonstrates

**PART B: Cloze Passage**

**Directions:** Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3) or (4) best fits each space. Then mark your answer sheet.

Since antiquity, human beings .... (11)... life spread far and wide in the universe. Only recently ....(12)... Come to understand the nature of life on Earth and ....(13)... life exists elsewhere. Recent discoveries of planets ...(14)... other stars and of possible fossil evidence in Martian meteorites have gained considerable public acclaim. And the scientific case for life elsewhere has grown stronger ...(15)... the past decade. There is now a sense that we are verging on the discovery of life on other planets.

- 11- 1) would have imagined    2) had imagined                      3) have imagined                      4) imagined
- 12- 1) science has                      2) has science                      3) science had                      4) is science
- 13- 1) it is possible                      2) it is the possibility of                      3) that is possible for                      4) the possibility of
- 14- 1) orbiting                      2) orbit                      3) orbited                      4) they orbit
- 15- 1) while                      2) than                      3) during                      4) from

**PART C: Reding comprehension**

**Directions:** Read the following passage and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3) or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

**Passage 1:**

The concept of enhancing basic GPS performance through terrestrial aids was conceived some years ago. Pseudolites (PL), or integrity beacons, are low-power ground-based transmitters that can be configured to emit GPS-like signals for improving accuray, integrity, and availability of GPS. The improvement in accuracy can be obtained due to the enhancement in local geometry, measured according to a lower VDOP, that is of key importance in aircraft precision approach and landing. Accuracy and integrity improvement can also be achieved by exploiting the pseudolite integral data link to support DGPS operations and integrity warnings broadcast. Furthermore, PLs provide additional ranging sources that augment the GPS constellation, hence enhancing availability. The use of PL implies a careful evaluation of some induced effects, such as the near-far problem that a user receiver may experience, depending on the signal level encountered as the distance to the PL varies. The PLs typically operate at the L1 frequency and are modulated with an unused pseudorandom code, in order not to be confused with a satellite. A second GPS antenna mounted on the aircraft is used to acquire the PL signal. The presence of two PLs, which are generally placed within several miles of a runaway threshold along the nominal approach path, reduces the requirement of visible satellites for DGPS operations to four. Centimeter – level position accuracy can be achieved.

✎ 16- Using Pseudolites as a notion of intensifying GPS performance is .....

- 1) preferable than integrity beacons.
- 2) low-power for improving availability of GPS.
- 3) the key importance in aircraft precision approach and landing.
- 4) methodical since they can be configured to emit GPS-like signals.

✎ 17- Which one of the following sentences is correct?

- 1) While using PLs, there is no obligation for using GPS antenna.
- 2) Pseudolite is one of the terrestrial aids in order to ameliorates GPS signals.
- 3) Using Pseudolites or integrity beacons, are low-power ground-based technique.
- 4) by exploiting the pseudolite integral data link to support DGPS operations, we can achieve centimeter-level position accuracy.

✎ 18- According to the paragraph, we comprehend that.....

- 1) pseudolites are ground-based pseudo satellite transmitters.
- 2) using beacons, we can achieve centimeter-level position accuracy.
- 3) using two PLs without any marked configuration reduces the requirement of visible satellites for DGPS operations to four.
- 4) by enhancement in local geometry, which is measured according to the topmost VDOP, the improvement in accuracy can be procured.

✎ 19- the PLs typically run at the L1 frequency .....

- 1) in sequence not to be bewildered with a satellite.
- 2) and are modulated with an accustomed pseudorandom code.
- 3) in order to diminish errors that a user receiver may experience.
- 4) simultaneously a GPS antenna mounted on the aircraft is used to acquire the satellite signals.

✎ 20- Which one of the following sentences is incorrect?

- 1) The presence of two PLs reduces the requirement of visible satellites.
- 2) The improvement in accuracy can be mislaid due to the augmentation in geometry.
- 3) The utilization of PL entail a careful appraisal of some induced impacts, such as the near-far problem.
- 4) Amended local geometry measured according to a lower VDOP, is significant in aircraft precision approach and landing.

## پاسخنامه آزمون سراسری ۱۳۹۳

## زبان عمومی و تخصصی

## قسمت الف: لغات

دستورالعمل: از بین گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) کلمه یا عبارتی را انتخاب کنید که به بهترین شکل هر جمله را کامل می‌کند. سپس پاسخنامه‌ی خود را علامت بزنید.

- ۱- گزینه «۴» پدر تد عجیب به نظر می‌رسد، اغلب دیده شده که به صورتی غیرعادی رفتار می‌کند.  
(۱) مشتاق (۲) ماهر (۳) صبور (۴) غیرعادی
- ۲- گزینه «۲» پیدایش تفکر علمی این ایده را که «دانش بایستی پیشرفت کند و این فقط از طریق تحقیق میسر است» رسمی کرد.  
(۱) محصول مصنوعی (۲) پیدایش (۳) اشتباه سهوی (۴) آوازه، شهرت
- ۳- گزینه «۱» پاول از این حقیقت که نزدیکترین دوستش به او اعتماد نداشت دلخور شد  
(۱) دلخور شدن (۲) بدست آوردن (۳) اخطار دادن (۴) بالا بردن
- ۴- گزینه «۳» مهمانی‌های شام جیل به علت علاقه‌ی وافر او به غذاهای مکزیکی به سرعت یکنواخت و کسل کننده شدند.  
(۱) پراکندگی (۲) مزه (۳) علاقه‌ی وافر (۴) شایعه
- ۵- گزینه «۳» هنگام شرکت در یک کلاس یوگا، کاتارینا به وضعیت آرامی دست می‌یابد؛  
موسیقی آرامبخش و نورپردازی ملایم، آرامشی را برای او به همراه دارد، علی‌رغم آنچه که در زندگی آشفته‌ی او فاقد آن است.  
(۱) پرسروصدا (۲) پراکنده (۳) آرامبخش (۴) پرهیاهو (مثل موشک هوایی)
- ۶- گزینه «۴» ساکنان مناطق شهری قرن هیجدهم در شرایط بسیار بدتری نسبت به هم‌تایان نوین خود زندگی می‌کردند.  
(۱) میانجی، دلال (۲) مقیم (۳) رقیب (۴) قرین، همتا
- ۷- گزینه «۱» اگرچه، بسیاری از زوج‌هایی که قادر به داشتن فرزند نیستند، به صورتی قابل درک، نسبت به سرپرستی کودکانی که دچار عقب‌افتادگی ذهنی هستند بی‌میل هستند.  
(۱) بی‌میل (۲) ناکافی (۳) کریم، خیراندیش (۴) غیرمنطقی
- ۸- گزینه «۲» یکی از دانشجویان ما قادر نبود که ویلچر خود را به بالای سطح شیب‌دار حرکت دهد.  
(۱) بالا بردن، زیاد کردن (۲) حرکت دادن (۳) نجات دادن (۴) آغاز کردن
- ۹- گزینه «۴» بعد از اینکه مؤسسه به قربانیان فاجعه کمک کرد، جایزه‌ی بشردوستی به آن داده شد.  
(۱) ابداع، ابتکار (۲) مصالحه، سازش (۳) ولخرجی (۴) بشردوستی
- ۱۰- گزینه «۴» اگرچه در انگلستان قرون وسطی بسیاری از زنان کنترل کمی روی زندگی خود داشتند، خود زندگی نام‌ی (شرح حالی که به وسیله‌ی خود فرد نوشته شده باشد) قرن پانزده مارگری کمپ میزان قابل توجهی از استقلال شخصی را به اثبات می‌رساند.  
(۱) مصالحه کردن (۲) خنثی کردن (۳) با مهارت انجام دادن (۴) به اثبات رساندن

## قسمت ب: Cloze Passage

دستورالعمل: متن زیر را بخوانید و تصمیم بگیرید که کدامیک از گزینه‌های (۱)، (۲)، (۳) یا (۴) به بهترین وجه هر کدام از جاهای خالی را پر می‌کند. سپس پاسخنامه‌ی خود را علامت بزنید.

از روزگار باستان بشر تصور می‌کرده است که حیات به صورتی وسیع در جهان وجود دارد. فقط اخیراً علم طبیعت حیات در زمین و امکان اینکه حیات در هر جایی وجود داشته باشد را درک کرده است. یافته‌های اخیر در مورد سیاراتی که به دور ستاره‌های دیگر در گردشند و امکان وجود فسیل‌ها در سنگ‌های آسمانی که منشأ آنان از مریخ است به صورت قابل ملاحظه‌ای شهرت عمومی یافته‌اند. دردهی گذشته ادعاهای علمی مربوط به حیات در همه جایی قدرتمندتر شده‌اند. اکنون این احساس وجود دارد که ما به کشف حیات در سیارات دیگر نزدیک هستیم.

۱۱- گزینه «۳» با توجه به وجود قید زمان since بایستی از ساختار ماضی نقلی استفاده شود

۱۲- گزینه «۱» با توجه به وجود قید زمان recently بایستی از ساختار ماضی نقلی استفاده شود و داریم.

فعل اصلی + فعل کمکی + فاعل : ماضی نقلی  
science has come

۱۳- گزینه «۴» با توجه به وجود and بین گروه اسمی the nature of life on earth

و جای خالی، واضح است که در محل نقطه چین بایستی یک گروه اسمی به کار رود و لذا گزینه ی ۴ صحیح است.

۱۴- گزینه «۱» با توجه به وجود دو فعل در جمله و اینکه هیچ یک از جملات با حذف دیگری معنای کاملی ندارند واضح است که با ضمیر موصولی حذف شده در جمله مواجه‌ایم.

حذف ضمائر موصولی از سه الگوی زیر پیروی می‌کند

ing+ فعل ⇒ +ing+فعل+to be+(who/which/that)

ساختار مجهول قسمت سوم فعل ⇒ +p.p+to be+(who/which/that)

ing+ فعل ⇒ فعل در حالت ساده + (who/which/that)

که با توجه به معنای جمله "سیارات به دور ستاره ها می‌گردند" جمله ساختار مجهول ندارد و لذا بایستی orbiting را به کار ببریم.

۱۵- گزینه «۳» با توجه به معنای جمله بایستی during به کار برده می‌شود.

قسمت C: درک مطلب

دستورالعمل: متون زیر را بخوانید و به سئوالات با انتخاب بهترین گزینه ی (۱)، (۲)، (۳) و (۴) پاسخ دهید. سپس گزینه ی صحیح را در پاسخنامه ی خود علامت بزنید.

متن ۱:

مفهوم بالابردن کارایی GPS پایه از طریق اندازه‌های کمکی زمینی چندین سال پیش درک شد. Pseudolite(PL) ها، یا امواج هدایتگر فرستنده‌های زمینی با توان کم هستند که می‌توانند جهت انتشار سیگنال‌های شبیه GPS پیکربندی شوند تا دقت، صحت و دسترسی GPS بهبود یابد. بهبود صحت می‌تواند در نتیجه‌ی بالا رفتن دقت هندسه‌ی محلی که براساس VDOP پایین تر اندازه‌گیری می‌شود فراهم گردد. صحت بالا اهمیت کلیدی بر دقت چگونگی نزدیک شدن هواپیماها و فرود آن‌ها دارد. بهبود صحت و بهبود یکپارچگی می‌تواند با بکاربردن اتصال داده‌ی یکپارچه‌ی Pseudolite که جهت پشتیبانی عملیات DGPS و اعلام هشدارهای یکپارچگی به کار می‌رود، انجام گیرد. علاوه براین Pseudolite(PL) ها، منابع فاصله‌یابی اضافی فراهم می‌کنند که باعث تقویت آرایش ماهواره‌های GPS و لذا بالابردن سطح دسترسی به آن می‌شوند.

استفاده از شبکه شبه ماهواره‌ها (PL) بر ارزیابی دقیق برخی اثرات القا شده مانند شکل near-far (نزدیک - دور) دلالت دارد که گیرنده‌ی کاربر ممکن است با توجه به سطح سیگنالی که در معرض آن قرار می‌گیرد و با تغییرات فاصله از شبه ماهواره نسبت دارد، تجربه کند. شبه ماهواره (PL) ها معمولاً در باند فرکانسی L1 فعالیت می‌کنند و با یک شبه کد تصادفی بلااستفاده مدوله می‌شوند تا با ماهواره اشتباه گرفته نشوند. آنتن GPS دوم که روی هواپیما قرار گرفته است، جهت اخذ سیگنال‌های PL مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود دو شبه ماهواره که عموماً در چندمایلی آستانه ی باند پرواز و در راستای مسیر عبوری اسمی مستقر شده‌اند، نیاز به چهار ماهواره‌ی قابل رویت برای عملیات DGPS را کاهش می‌دهد. سطح دقت تعیین موقعیت تا حد سانتی متر، می‌تواند بدست آید.

1) beacon

نکات: \* چراغ دریایی، فانوس دریایی، برج دریایی، راهنمای دریایی

علائم ناوبری ثابتی هستند که پایه‌های فلزی یا چوبی آن در ساحل و یا در آب‌های کم عمق سواحل نصب می‌گردد.

\* فرستنده ثابت زمینی که سیگنال را در همه‌ی جهات ارسال می‌کند و در روش تعیین موقعیت تفاضلی فرستنده‌ی beacon داده‌های تصحیح شده‌ی شبه فاصله را به نزدیکترین گیرنده‌ی GPS ارسال می‌کند.

2) integrity

\* قابلیت یک سیستم برای تولید اخطار همزمان برای کاربردها/

وقتی سیستم به خاطر وجود خطاها نبایست برای ناوبری استفاده شود/ یکپارچگی/

3) Pseudolite

\* در واقع مخفف عبارت "pseudo satellite" می‌باشد که

برای اشاره به چیزی به کار می‌رود که satellite نیست اما کاربرد با حوزه‌ی satellite کاربردهای مشترک دارد.

Pseudolite ها، اغلب فرستنده و گیرنده‌های کوچکی هستند.

که جهت ایجاد جایگزینی محلی و زمینی برای GPS به کار می‌روند.

4) VDOP: Vertical Dilution of precision

«ضریب تعدیل دقت قائم»

5) DGPS: Differential Global positioning system

«سیستم تعیین موقعیت جهانی تفاضلی»

کدام گزینه، همواره صحیح است؟

(۱) تبدیل لاپلاس تابع  $\frac{1}{x+1}$  موجود نیست ولی تبدیل لاپلاس تابع  $\ln(x+1)$  موجود است.

(۲) تبدیل لاپلاس تابع  $\frac{1}{x+1}$  موجود است ولی تبدیل لاپلاس تابع  $\ln(x+1)$  موجود نیست.

(۳) تبدیلات لاپلاس توابع  $\frac{1}{x+1}$  و  $\ln(x+1)$  موجود هستند.

(۴) تبدیلات لاپلاس توابع  $\frac{1}{x+1}$  و  $\ln(x+1)$  هیچ کدام موجود نیستند.

### فتوگرامتری

کدام یک جفت عکس قائم پوشش‌دار را در نظر بگیرید. مقدار باز عکسی بر روی عکس اول  $80^\circ$  میلی‌متر و بر روی عکس دوم  $85^\circ$  میلی‌متر می‌باشد. در صورتی که ارتفاع پرواز از سطح متوسط منطقه در ایستگاه اول  $1360$  متر باشد، ارتفاع پرواز از سطح متوسط منطقه در ایستگاه دوم تقریباً چند متر است؟

(۱) ۱۱۴۵ (۲) ۱۲۸۰ (۳) ۱۴۴۵ (۴) ۱۶۰۰

کدام افزایش تیلت تصویر، چه تأثیری در مقدار پوشش طولی یک جفت تصویر پوشش‌دار دارد؟

(۱) بستگی به جهت تیلت دارد.

(۲) پوشش طولی را افزایش می‌دهد.

(۳) پوشش طولی را کاهش می‌دهد.

(۴) تأثیری بر روی پوشش طولی ندارد.

کدام در مثلث‌بندی به روش مدل مستقل، تشکیل هریک از نوارها به صورت مستقل به چه منظور می‌تواند مفید باشد؟

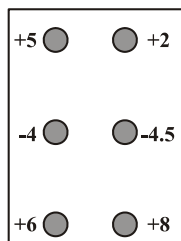
(۱) افزایش استحکام شبکه

(۲) کاهش تعداد نقاط کنترل ارتفاعی مورد نیاز

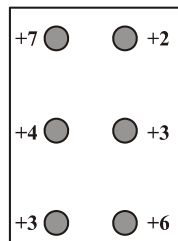
(۳) برقراری استقلال میان سیستم مختصات نوارهای مختلف

(۴) شناسایی و رفع خطاهای بزرگ احتمالی بر روی نقاط اندازه‌گیری شده

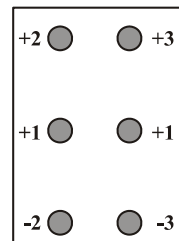
کدام مقدار پارالاکس  $y$  مربوط به ۶ نقطه استاندارد مدل قبل از انجام توجیه نسبی برای چهار مدل نشان داده شده است. در کدام یک از مدل‌های زیر انجام توجیه نسبی، پارالاکس  $y$  را به صورت کامل از بین نمی‌برد؟



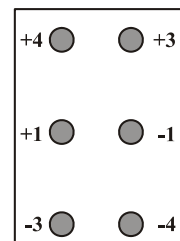
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد معادلات شرط هم‌خطی صحیح است؟

(۱) با توجه به اینکه جهت حل معادلات شرط هم‌خطی لازم است این معادلات خطی شوند، لذا باید مقدار تقریبی پارامترهای مجهول همیشه با استفاده از معادلات DLT محاسبه گردند.

(۲) به منظور انجام توجیه مطلق با استفاده از معادلات شرط هم‌خطی بهتر است، پارامترهای مسطحاتی و ارتفاعی به صورت توأم (یک مرحله‌ای) و با استفاده از سه نقطه کنترل کامل محاسبه شوند.

(۳) در صورتی که مختصات عکسی جفت نقاط متناظر (به تعداد کافی) در یک جفت تصویر پوشش‌دار در اختیار باشد، معادلات شرط هم‌خطی بدون نیاز به نقاط کنترل قابل حل هستند.

(۴) برای انجام عملیات توجیه مطلق با استفاده از معادلات شرط هم‌خطی بهتر است پارامترهای مسطحاتی و ارتفاعی به صورت جداگانه (دو مرحله‌ای) محاسبه شوند، در این حالت حداقل دو نقطه کنترل مسطحاتی و سه نقطه کنترل ارتفاعی نیاز است.

کدام با در اختیار داشتن یک جفت ارتوفتوی پوشش‌دار که دارای مقیاس یکسان و معلومی می‌باشند، چه اطلاعاتی قابل استخراج است؟

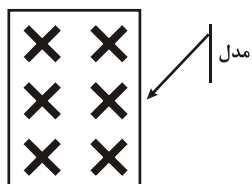
(۱) فاصله مایل میان نقاط عوارض

(۲) مختصات مسطحاتی نقاط نسبت به یک نقطه منتخب در تصویر

(۳) مختصات سه‌بعدی نقاط واقع در محدوده مشترک دو ارتوفتو

(۴) مختصات سه‌بعدی نقاط واقع در محدوده مشترک دو ارتوفتو نسبت به یک نقطه منتخب در این محدوده

۵۷- در یک بلوک فتوگرامتری که متشکل از دو نوار و در هر نوار  $n$  مدل می‌باشد، نقاط گرهی و نقاط گذر مورد نیاز برای مثلث‌بندی به روش باندل، بر اساس ساختار نشان‌داده‌شده در شکل انتخاب گردیده‌اند. عملیات عکس‌برداری به دو صورت انجام شده است. در حالت اول پوشش طولی  $60^\circ$  درصد و پوشش عرضی  $30^\circ$  درصد و در حالت دوم پوشش طولی و عرضی هر دو  $60^\circ$  درصد در نظر گرفته شده است. اگر هدف سرشکنی آزاد باشد، تعداد مجهولات در این دو حالت چه تغییری خواهند کرد؟



- (۱) در حالت دوم از مجهولات به تعداد  $3n$  کاسته می‌شود.
- (۲) در حالت دوم از مجهولات به تعداد  $3(n-1)$  کاسته می‌شود.
- (۳) در حالت دوم از مجهولات به تعداد  $3(n+1)$  کاسته می‌شود.
- (۴) تعداد مجهولات در حالت اول و دوم تغییری نمی‌کند.

۵۸- برای یک دوربین هوایی، مدل ریاضی زیر جهت بیان رفتار اعوجاج شعاعی عدسی از تقریب کافی و مناسبی برخوردار می‌باشد.

$$dr = k_1 r + k_2 r^3 + k_3 r^5$$

در رابطه فوق  $dr$  میزان اعوجاج شعاعی،  $r$  فاصله شعاعی نقطه تا مرکز عکس و پارامترهای  $k_1$ ،  $k_2$  و  $k_3$  ضرایب مدل می‌باشند. در صورتی که بخواهیم در حین عملیات ترفیع فضایی یک عکس هوایی از منطقه‌ای با  $10^\circ$  نقطه کنترل زمینی کامل، علاوه بر پارامترهای توجیه خارجی به محاسبه فاصله کانونی، مختصات نقطه اصلی و پارامترهای اعوجاج شعاعی بپردازیم، درجه آزادی کدام خواهد بود؟

- (۱) ۸
- (۲) ۹
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱۱

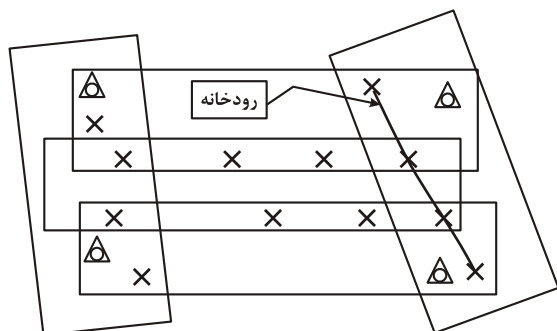
۵۹- در تصویر قائمی از یک منطقه مسطح، به‌منظور تعیین ارتفاع پرواز از سطح منطقه، مقدار جابه‌جایی ناشی از اختلاف ارتفاع برای یک عارضه قائم (تیر چراغ برق) با دقت  $0.01$  میلی‌متر در فضای تصویر اندازه‌گیری گردیده و برابر  $8$  میلی‌متر شده است. اگر ارتفاع پرواز از سطح منطقه بر اساس این اندازه‌گیری  $1200$  متر محاسبه شده باشد، مقدار خطای اندازه‌گیری ارتفاع پرواز از سطح منطقه چند متر است؟

- (۱)  $2/5$
- (۲) ۲
- (۳)  $1/5$
- (۴) ۱

۶۰- بر روی یک تصویر قائم دو نقطه در نظر بگیرید. در صورتی که فاصله یکی از این نقاط از مرکز عکس (به‌عنوان نقطه اول)،  $2$  برابر فاصله نقطه دیگر (به‌عنوان نقطه دوم) از مرکز عکس باشد، جابه‌جایی ناشی از کرویت نقطه اول چند برابر دومی خواهد بود؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۸

۶۱- در شکل زیر یک بلوک فتوگرامتری متشکل از ۵ نوار پرواز از منطقه‌ای که شامل رودخانه‌ای با شیب تقریباً معلوم می‌باشد نشان داده شده است. در صورتی که برای مثلث‌بندی به روش مدل مستقل از معادلات ۱۱ پارامتری استفاده شود، تعداد معادلات و مجهولات به ترتیب کدام است؟



- (۱) ۸۸، ۱۰۵
- (۲) ۸۸، ۱۰۸
- (۳) ۹۱، ۱۰۸
- (۴) ۹۱، ۱۱۱

۶۲- فرض کنید ماتریس دوران سه بعدی در تبدیل کانفرمالی که سیستم مختصات فتوگرامتریک را به سیستم مختصات زمینی منتقل می‌نماید به صورت زیر باشد. در این صورت المان مربوط به سطر سوم و ستون دوم این ماتریس کدام است؟

$$\begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & m_{13} \\ -\frac{\sqrt{6}}{4} & \frac{\sqrt{6}}{4} & m_{23} \\ \frac{\sqrt{2}}{4} & m_{32} = ? & m_{33} \end{bmatrix}$$

- (۱)  $-\frac{\sqrt{2}}{4}$
- (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$
- (۳)  $-\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (۴)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۶۳- در کدام یک از موارد زیر استفاده از معادلات DLT مناسب نمی‌باشد؟

- (۱) ترفیع
- (۲) تقاطع
- (۳) ترفیع و تقاطع هم‌زمان
- (۴) تعیین مقادیر اولیه برای پارامترهای توجیه خارجی

$$\sum_{n=0}^{\infty} (n+1)(3n+4)c_{n+1}x^{n+\frac{1}{3}}$$

دقت کنید به ازای  $n = -1$  حاصل سری صفر است. پس اولین جمله از  $n = 0$  شروع می‌شود:

**گام سوم:** حالا سری فوق را در رابطه (\*) قرار داده و با ساده‌سازی داریم:

$$3xy'' + (3x+2)y' - 4y = \sum_{n=0}^{\infty} (n+1)(3n+4)c_{n+1}x^{n+\frac{1}{3}} + \sum_{n=0}^{\infty} 3(n-1)c_nx^{n+\frac{1}{3}} = 0$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} ((n+1)(3n+4)c_{n+1} + 3(n-1)c_n)x^{n+\frac{1}{3}} = 0 \Rightarrow (n+1)(3n+4)c_{n+1} + 3(n-1)c_n \Rightarrow \frac{c_{n+1}}{c_n} = \frac{-3(n-1)}{(n+1)(3n+4)}$$

$$\frac{c_1}{c_0} = \frac{3}{4}$$

به ازای  $n = 0$  داریم:

**۵۰- گزینه «۳»** شرط وجود تبدیل لاپلاس یک تابع ایجاب می‌کند که اولاً آن تابع در بازه  $[0, \infty)$  به صورت تکه‌ای پیوسته باشند. با دقت به

توابع  $\ln(x+1)$  و  $\frac{1}{x+1}$  در می‌یابیم که در بازه نامبرده این توابع پیوسته هستند. ثانیاً باید تابع از مرتبه نمایی باشد. به عبارتی دیگر عددی مانند  $a > 0$

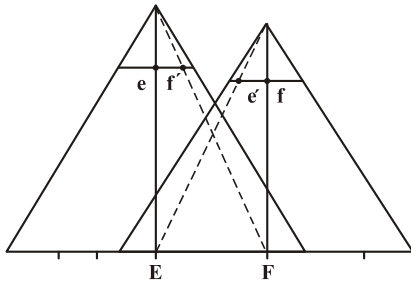
را بتوان در نظر گرفت که  $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{f(t)}{e^{at}} = 0$  باشد. با این توضیحات داریم:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\ln(t+1)}{e^{at}} = 0; a > 0 \quad \text{به ازای هر } a > 0 \text{ حاصل حد فوق صفر است.}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t+1} \cdot \frac{1}{e^{at}} = 0; a > 0 \quad \text{به ازای هر } a > 0 \text{ حاصل حد فوق صفر است.}$$

ملاحظه می‌کنید که هر دو شرط لازم برای وجود تبدیل لاپلاس را دو تابع دارند. بنابراین هر دو دارای تبدیل لاپلاس هستند.

### فتوگرامتری

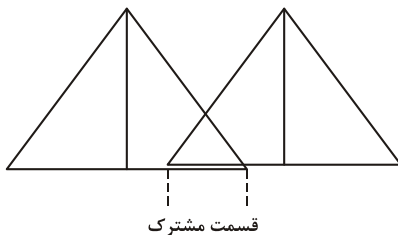


$$\lambda = \frac{f}{H} = \frac{ab}{AB}$$

**۵۱- گزینه «۲»** در مورد عکس‌های قائم می‌دانیم:

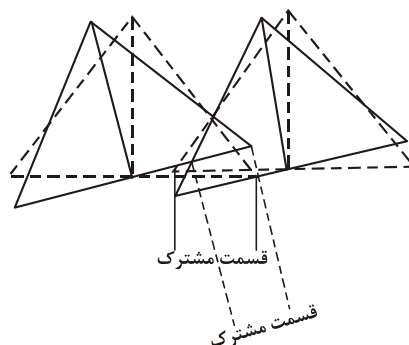
که در رابطه فوق  $\lambda$ : مقیاس،  $f$ : فاصله کانونی،  $H$ : ارتفاع پرواز از سطح متوسط منطقه،  $AB$ : فاصله بین دو نقطه روی زمین،  $ab$ : فاصله متناظر بین ممان دو نقطه روی عکس هرم‌های عکسی را به صورت شکل بالا در نظر می‌گیریم، نقطه اصلی تصویر اول را  $e$  و متناظر آن روی زمین را  $E$  می‌نامیم و نقطه اصلی تصویر دوم را  $f$  و متناظر آن روی زمین را  $F$  می‌نامیم. تصویر  $F$  روی عکس اول را  $f'$  می‌نامیم و تصویر  $E$  روی عکس دوم را  $e'$  می‌نامیم.

$$\begin{cases} \lambda_{\text{عکس اول}} = \frac{f}{H} = \frac{ef'}{EF} = \frac{80}{EF} \\ \lambda_{\text{عکس دوم}} = \frac{f}{H} = \frac{fe'}{EF} = \frac{85}{EF} \end{cases} \Rightarrow \frac{f}{H} = \frac{80}{EF} \Rightarrow \begin{cases} f = \frac{80 \times 1360}{EF} \\ f = \frac{85 \times H}{EF} \end{cases} \Rightarrow \frac{80 \times 1360}{EF} = \frac{85 \times H}{EF} \Rightarrow H = \frac{80 \times 1360}{85} = 1280$$

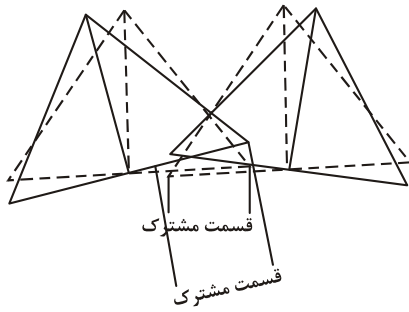


**۵۲- گزینه «۱»** دو تصویر قائم را در نظر می‌گیریم که دارای پوشش طولی ۳۳ درصد هستند. هرم

عکسی این دو تصویر در شکل مقابل نشان داده شده است (توجه شود که فقط هرم عکسی را نشان داده‌ایم):



حال در شکل بالا فرض می‌کنیم تیلت  $10^\circ$  درجه خلاف جهت عقربه‌های ساعت به هر دو تصویر اعمال شده است، مشاهده می‌شود که میزان پوشش طولی کاهش یافته، بنابراین گزینه‌های (۲) و (۴) نادرست هستند.



ولی در شکل مقابل فرض شده است که تیلت  $10^\circ$  درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت به تصویر چپ و در جهت عقربه‌های ساعت به تصویر راست اعمال شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میدان پوشش طولی افزایش یافته است، لذا با توجه به افزایش تیلت میزان پوشش طولی ممکن است کاهش یا افزایش یابد، بنابراین گزینه (۱) صحیح است.

نکته: عملاً در فتوگرامتری هوایی میزان تیلت بسیار کمتر (کمتر از  $3^\circ$ ) است و سعی می‌شود که تصاویر قائم اخذ شود ولی با توجه به اعوجاجات پایه دوربین، میزانی از تیلت وجود خواهد داشت. البته در فتوگرامتری برد کوتاه چنین محدودیتی نداریم.

۵۳- گزینه «۴» فرض کنید  $n$  عکس روی یک نوار داریم، با انجام توجیه نسبی روی هردو عکس مجاور ابتدا  $n-1$  مدل می‌سازیم. در روش مدل مستقل به جای اینکه مدل‌ها را به هم متصل کنیم، آن‌ها را به زمین متصل می‌کنیم و با اتصال هردو مدل به زمین، مدل‌ها نیز خودبه‌خود به هم متصل می‌شوند. مزیت این روش آن است که از طریق بررسی دقت نسبی و مطلق و بررسی باقیمانده‌ها می‌توان نقاط اشتباه را یافت، حذف کرد یا دوباره اندازه‌گیری کرد. اگر این اشتباهات در داده‌ها باقی بمانند، در مرحله روش یک‌جا مشکل‌آفرین خواهند بود. چون در روش یک‌جا مسئله به صورت تکراری حل می‌شود و اگر حتی یک اشتباه در داده‌ها موجود باشد، معادلات همگرا نخواهد شد.

۵۴- گزینه «۱» اگر ۶ نقطه استاندارد مدل را به صورت زیر در نظر گرفته و آن‌ها را به شکل زیر نامگذاری کنیم، شرط از بین رفتن پارالاکس  $Y$  پس از انجام توجیه نسبی عبارت است از:

$$P_7 + P_8 - 2P_1 = P_4 + P_6 - 2P_2$$

گزینه (۱):

$$P_7 + P_8 - 2P_1 = 4 - 3 - 2(1) = -1$$

$$P_4 + P_6 - 2P_2 = 3 - 4 - 2(-1) = 1$$

پارالاکس  $Y$  پس از انجام توجیه نسبی به‌طور کامل از بین نمی‌رو

گزینه (۲):

$$P_7 + P_8 - 2P_1 = 2 - 2 - 2(+1) = -2$$

$$P_4 + P_6 - 2P_2 = 3 - 3 - 2(+1) = -2$$

پارالاکس  $Y$  پس از انجام توجیه نسبی به‌طور کامل از بین می‌رود

گزینه (۳):

$$P_7 + P_8 - 2P_1 = 7 + 3 - 2(4) = 2$$

$$P_4 + P_6 - 2P_2 = 2 + 6 - 2(3) = 2$$

پارالاکس  $Y$  پس از انجام توجیه نسبی به‌طور کامل از بین می‌رود

گزینه (۴):

$$P_7 + P_8 - 2P_1 = 5 + 6 - 2(-4) = 19$$

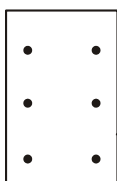
$$P_4 + P_6 - 2P_2 = 2 + 8 - 2(-4/5) = 19$$

پارالاکس  $Y$  پس از انجام توجیه نسبی به‌طور کامل از بین می‌رود

۵۵- گزینه «۳» گزینه (۱): به علت به‌کاربردن کلمه «همیشه» نادرست می‌باشد. DLT فقط یکی از روش‌های به‌دست آوردن مقدار تقریبی پارامترهای مجهول است.

گزینه (۲): معادلات شرط هم‌خطی، معادلاتی هستند که فضای دو بُعدی (عکس) را به فضای سه بُعدی (زمین) متصل می‌کنند و لذا در روش باندل، ترفیع یا تقاطع فضایی مورد استفاده‌اند. در حالی که توجیه مطلق فرآیندی است که فضای سه بُعدی (مدل) را به فضای سه بُعدی (زمین) متصل می‌کند و از معادلات شرط هم‌خطی استفاده نمی‌کند. به همین ترتیب گزینه (۴) نیز اشتباه است.

گزینه (۳): معادلات شرط هم‌خطی را می‌توان به منظور توجیه نسبی دو عکس پوشش‌دار و به‌دست آوردن مختصات مدل جفت نقاط متناظر به‌دست آورد و در این شرایط نیازی به نقاط کنترل نمی‌باشد و کافی است حداقل مختصات عکسی ۵ زوج نقطه متناظر در دو عکس قرائت شود تا معادلات شرط هم‌خطی با صفر درجه آزادی قابل حل باشد. در عمل شش نقطه استاندارد گرهی به صورت زیر در نظر می‌گیرند و معادلات شرط هم‌خطی را با یک درجه آزادی حل می‌کنند:



۶۶- کدام گزاره در مورد تبدیل سیستم مختصات پیکسلی به سیستم مختصات عکسی درست است؟ ( $n_r, n_c$  تعداد ستون و سطر تصویر رقومی و  $D_r$  و  $D_c$  اندازه پیکسل در جهت ستون و سطر تصویر رقومی است.)

$$x = (y' - \frac{n_c}{\gamma}) \times D_c$$

$$x = (x' - \frac{n_c}{\gamma}) \times D_r$$

$$y = (\frac{n_r}{\gamma} - x') \times D_r \quad (2)$$

$$y = (\frac{n_r}{\gamma} - y') \times D_c \quad (1)$$

$$x = (y' - \frac{n_c}{\gamma}) \times D_r$$

$$x = (\frac{n_c}{\gamma} - y') \times D_c$$

$$y = (\frac{n_r}{\gamma} - x') \times D_c \quad (4)$$

$$y = (x' - \frac{n_r}{\gamma}) \times D_r \quad (3)$$

۶۷- تأثیر فرآیند پالایش تصویر در مثلث‌بندی هوایی نیمه تحلیلی (مدل مستقل) نسبت به مثلث‌بندی هوایی تحلیلی (دسته اشعه) کدام گزاره است؟  
(۱) کمتر است.  
(۲) بیشتر است.  
(۳) برابر است.  
(۴) فرآیند پالایش تصویر تأثیری در انجام مثلث‌بندی هوایی ندارد.

۶۸- در صورتی که برای تصحیح اعوجاج شعاعی لنز دوربین عکسبرداری هوایی از چند جمله‌ای درجه فرد استفاده شود، کدام گزاره بیشترین تأثیر را در تصحیح خطای اعوجاج شعاعی لنز دارد؟ ( $\Delta r = K_0 r + K_1 r^3 + K_2 r^5 + K_3 r^7$ )

$$K_0 r \quad (4)$$

$$K_1 r^3 + K_2 r^5 \quad (3)$$

$$K_0 r + K_1 r^3 \quad (2)$$

$$K_3 r^7 \quad (1)$$

۶۹- در صورتی که در یک پرنده فتوگرامتری مشاهدات موقعیتی مراکز تصویر توسط سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) و عناصر دورانی توسط سیستم اینرشیال (INS) با دقت مناسب اندازه‌گیری شوند و از یک دوربین متریک با عناصر توجیه داخلی معلوم و بدون خطا در محاسبات سرشکنی بلوک در سیستم مختصات جهانی (WGS84) استفاده شود، کدام گزاره درست است؟

(۱) تعیین مختصات زمینی نقاط گرهی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

(۲) در اجرای پروژه فتوگرامتری نیازی به انجام مثلث‌بندی هوایی نمی‌باشد.

(۳) در اجرای پروژه فتوگرامتری انجام مثلث‌بندی هوایی ضروری است.

(۴) برای محاسبات مثلث‌بندی هوایی در سیستم WGS84 نیاز به تعدادی نقاط کنتری زمینی می‌باشد.

۷۰- اگر با کاهش ارتفاع پرواز مقیاس عکسبرداری را ۲ برابر کنیم و با تغییر باز هوایی، پوشش طولی را از ۶۰ درصد به ۸۰ درصد افزایش دهیم با فرض یکسان ماندن دقت قرائت پارالاکس، کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد دقت ارتفاعی قابل حصول در حالت دوم نسبت به حالت اول درست است؟  
(۱) دقت ارتفاعی بهبود می‌یابد.  
(۲) تغییر دقت ارتفاعی به فاصله کانونی دوربین بستگی دارد.  
(۳) دقت ارتفاعی کاهش می‌یابد.  
(۴) دقت ارتفاعی تغییری نمی‌کند.

## ژئودزی

۷۱- اگر ارتفاع ژئوئید (N) در یک منطقه در دسترس باشد، چگونه می‌توان مقادیر انامولی جاذبه ( $\Delta g$ ) را از آن محاسبه کرد؟  
(۱) با روش وارون‌سازی انتگرال استوکس که یک مسئله بد وضع است.

(۲) در صورتی که مقادیر زاویه انحراف قائم در دسترس نباشد، نمی‌توان این مسئله را حل کرد.

(۳) انامولی جاذبه کمیتی قابل مشاهده است و در عمل حل این مسئله در دستور کار نیست.

$$(4) \text{ با تبدیل ارتفاع ژئوئید به نوسان پتانسیل (T) با رابطه } N = \frac{T}{\gamma} \text{ سپس تبدیل T به } \Delta g \text{ با رابطه } \Delta g = -\frac{\partial T}{\partial \gamma} - \frac{2}{R} T$$

۷۲- مهم‌ترین عامل در کاهش دقت اندازه‌گیری‌های تراز یابی مثلثاتی در مقایسه با تراز یابی مستقیم در فواصل بیش از یک کیلومتر کدام است؟

(۲) خطای کرویت

(۱) خطای انکسار

(۴) خطای ناشی از زاویه انحراف قائم

(۳) خطای تراز

۷۳- در یک منطقه مسطح اگر P نقطه‌ای واقع در سطح زمین با شتاب ثقل  $g_p$  و Q نقطه‌ای در امتداد شاقولی آن بوده و ارتفاع P از Q بیشتر باشد، برای محاسبه شتاب ثقل در Q کدام رابطه مناسب است؟ (H ارتفاع بر حسب متر و g شتاب ثقل بر حسب میلی‌گال)

$$g_Q = g_p + 0.1119(H_Q - H_P) \quad (2)$$

$$g_Q = g_p - 2/670(H_P - H_Q) \quad (1)$$

$$g_Q = g_p + 0.0848(H_P - H_Q) \quad (4)$$

$$g_Q = g_p - 0.3084(H_P - H_Q) \quad (3)$$

۷۴- در مورد چارچوب مرجع جهانی ITRF کدام گزینه درست است؟

- (۱) دقیق‌ترین سیستم مختصات زمین مرکز - زمین چسب است که همه ساله توسط انجمن بین‌المللی ژئودزی به‌روزرسانی می‌شود.
- (۲) یک سیستم مختصات کارتیزین است که محور Z آن منطبق بر محور دوران قراردادی زمین است و از سال ۱۹۰۵ به‌عنوان سیستم مختصات مرجع جهانی استفاده می‌شود.
- (۳) مجموعه‌ای از نقاط که مختصات آن‌ها پس از لحاظ شدن تأثیر تکتونیک صفحات پوسته زمین و اثر جزرومد منتشر می‌شوند و یک تحقق عملی از ITRS است.
- (۴) راستای محورهای ITRF توسط دقیق‌ترین روش ژئودزی ماهواره‌ای موسوم به VLBI تعیین می‌شود.

۷۵- کدام گزینه جزو خواص سیستم تصویر متشابه لامبرت مخروطی نیست؟

- (۱) مدارات به‌صورت دوائر متحدالمرکز تصویر می‌شوند.
- (۲) زوایا بدون تغییر از بیضی به صفحه تصویر منتقل می‌شوند.
- (۳) ضریب مقیاس به عرض ژئودتیک وابسته نیست.
- (۴) نصف‌النهارات به شکل شعاع‌های دوائر متحدالمرکز تصویر می‌شوند.

۷۶- برآورد توپوگرافی سطح دریا (Sea Surface Topography (SST با کدام روش انجام می‌شود؟

- (۱) با داشتن مدل جزرومدی جهانی و توپوگرافی بستر دریا
- (۲) با داشتن مدل دقیق ژئوئید و مدل سطح لحظه‌ای آب دریا
- (۳) با داشتن توپوگرافی بستر دریا و سطح متوسط آب دریا
- (۴) با داشتن سطح متوسط آب دریا و داشتن مدل دقیق ژئوئید

۷۷- ارتفاع ژئوئید در ساحل بندر انزلی حدوداً ۹ متر است. در یک کار هیدروگرافی دستگاه عمق‌یاب، عمق دریا را ۳۴ متر و همزمان بر روی قایق، گیرنده جی‌پی‌اس ارتفاع سطح آب را ۱۶- متر نشان می‌دهد. با صرف‌نظر از خطاهای اندازه‌گیری، فاصله بستر دریا تا ژئوئید چند متر است؟

- (۱) ۹
- (۲) ۲۷
- (۳) ۴۱
- (۴) ۵۹

۷۸- در مدل ایزوستازی آیری (Airy) اگر چگالی متوسط پوسته را  $\frac{2}{67} \frac{gr}{cm^3}$  و چگالی گوشته بالایی را  $\frac{3}{27} \frac{gr}{cm^3}$  قرار دهیم، برای کوهستان

زاگرس به ارتفاع تقریبی ۴ کیلومتر و عمق نرمال ۳۰ کیلومتر، عمق ریشه کوهستان نسبت به سطح ژئوئید چند کیلومتر است؟

- (۱) ۱۲/۲
- (۲) ۴۷/۸
- (۳) ۶۴/۴
- (۴) ۵۶/۸

۷۹- ضریب مقیاس در سیستم تصویر مرکاتور معکوس با رابطه تقریبی  $\phi \cos^2 \Delta\lambda^2 + 1 = k$  محاسبه می‌شود که  $\Delta\lambda$  فاصله زاویه‌ای تا

نصف‌النهار مرکزی در امتداد مدار است. اگر زمین را به قاچ‌های ۴ درجه‌ای تقسیم کنیم در مرز قاچ‌ها در عرض  $\phi = 45^\circ$  مقدار ضریب مقیاس کدام است؟ ( $\pi^2 \approx 10$ )

- (۱) ۰/۹۹۸۴
- (۲) ۱/۰۰۲۴
- (۳) ۱/۰۰۰۳
- (۴) ۱/۰۰۱۷

۸۰- دوره تناوب نوسان یک آونگ ساده به طول  $\ell$  در نقطه‌ای با شتاب ثقل  $g$  از رابطه  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  به‌دست می‌آید. اگر در دو نقطه با اختلاف شتاب ثقل

(dg) این آونگ را وادار به نوسان کنیم، کدامیک از روابط زیر برای میزان تغییر دوره تناوب نوسان آونگ برقرار است؟ (از تغییر طول آونگ صرف‌نظر کنید).

- (۱)  $\frac{dT}{T} = \frac{-2\pi\ell}{g^2} dg$
- (۲)  $\frac{dT}{T} = \frac{-dg}{2g}$
- (۳)  $\frac{dT}{T} = \frac{-\pi\sqrt{\ell}}{4g\sqrt{g}} dg$
- (۴)  $\frac{dT}{T} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\ell}{g}} dg$

۸۱- تغییر ژئوئید نسبت به عرض ژئودتیک بیانگر کدامیک از کمیت‌های هندسی زیر است؟

- (۱) مؤلفه شمالی - جنوبی زاویه انحراف قائم ژئوئیدی
- (۲) تغییر انحناى سطوح هم پتانسیل محل در جهت شرقی - غربی
- (۳) مؤلفه شرقی - غربی زاویه انحراف قائم سطحی
- (۴) تغییر گرادیان ارتفاعی شتاب ثقل در جهت شمالی - جنوبی

۸۲- در صورتی که مرکز ثقل زمین و مرکز سیستم مختصات انتخابی زمین برهم منطبق شود، کدامیک از مجموعه ضرائب هارمونیک‌های کروی زیر مساوی صفر است؟

- (۱)  $B_{00}, A_{11}, A_{00}$
- (۲)  $B_{11}, A_{11}, A_{10}$
- (۳)  $B_{22}, A_{22}, A_{20}$
- (۴)  $A_{21}, B_{22}, A_{00}$

۸۳- در یک سیستم تصویر، بیشترین و کمترین میزان اعوجاج طولی در چه جهت‌هایی است؟

- (۱) ضریب مقیاس وابسته به جهت نیست و در همه جهت‌ها برابر است.
- (۲) در جهت مدار و نصف‌النهار در هر نقطه
- (۳) در جهت اقطار بیضی تبسوت در هر نقطه
- (۴) در جهت نصف‌النهار و قائم اولیه در هر نقطه

## ژئودزی

۷۱- گزینه «۱» بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): در روش استوکس، فرض می‌شود که هیچ جرمی در خارج از ژئوئید وجود ندارد. گرچه این فرض واقعیت خارجی ندارد، ولی مشاهدات، به جای اینکه در روی ژئوئید انجام شوند در روی سطح فیزیکی زمین انجام می‌شوند. رابطه فرمول استوکس یا انتگرال استوکس به صورت زیر می‌باشد:

$$N = \frac{R}{4\pi\gamma_0} \iint_{\sigma} \Delta g S(\psi) d\sigma$$

در رابطه بالا،  $N$  ارتفاع ژئوئید و  $\Delta g$  آنامولی جاذبه می‌باشد. اگر در یک منطقه ارتفاع ژئوئید یعنی  $N$  در دسترس باشد، با وارون‌سازی انتگرال بالا (انتگرال استوکس) می‌توان آنامولی جاذبه را برآورد کرد. البته توجه به این نکته نیز لازم است که  $S(\psi)$  به ازای  $\psi = 0$  سینگلاریتی دارد که همین سبب می‌شود انتگرال استوکس یک مسئله بدوضع شود.

رد گزینه (۲): با استفاده از رابطه استوکس رابطه دیگری به دست می‌آید که مؤلفه‌های زاویه انحراف قائم را از طریق آنامولی جاذبه به دست می‌آورد. به عبارت دیگر آنامولی جاذبه ( $\Delta g$ ) برای محاسبه مؤلفه‌های زاویه انحراف قائم ( $\zeta$  و  $\eta$ ) استفاده می‌کند که به آن انتگرال وینینگ ماینز گفته می‌شود. در نتیجه، مشخص بودن یا نبودن زاویه انحراف قائم ارتباطی با مسئله استوکس یا آنامولی جاذبه ندارد.

رد گزینه (۳): آنامولی جاذبه ( $\Delta g$ ) قابل مشاهده است، اما باید از آن برای محاسبه  $N$  استفاده کرد، چرا که از رابطه زیر ابتدا  $T_p$  (آنامولی پتانسیل) را محاسبه کرده و سپس، از روی  $T_p$  ارتفاع ژئوئید را به دست می‌آوریم:

$$\Delta g = -\frac{\partial T_p}{\partial h} + \frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma}{\partial h} T_p$$

رد گزینه (۴): رابطه  $N = \frac{T_p}{\gamma_Q}$  به فرمول دوم برونز مشهور است. فرمول برونز، ارتفاع ژئوئید را به آنامولی پتانسیل مرتبط می‌سازد. از طرفی،

$$\Delta g = -\frac{\partial T}{\partial Y} - \frac{2}{R} T \quad \text{رابطه}$$

تقریب کروی شرط مرزی است و ارتباطی با ارتفاع ژئوئید ( $N$ ) ندارد.

۷۲- گزینه «۱» خطای کرویت: در عملیات و محاسبات ترازیابی، گاهاً سطح زمین را افقی فرض می‌کنیم، درحالی‌که، می‌دانیم سطح مبنای ارتفاعات ژئوئید است که سطحی غیرافقی بوده، و اگر فاصله نقاط زیاد باشد باید برای تصحیح آن اقدام نمود.

خطای انکسار: خطای طبیعی دیگری که در عملیات ترازیابی تأثیر می‌گذارد، خطای انکسار نور در هنگام اندازه‌گیری‌ها یا به عبارت دیگر شکست نور در جو، هنگام مشاهدات است و جهت این خطا خلاف خطای کرویت می‌باشد چون اشعه‌ای که به چشم انسان می‌رسد مسیری مستقیم نداشته و در اثر عبور از لایه‌های مختلف جو به تدریج شکسته شده و مسیر منحنی شکلی را طی می‌کند.

خطای تراز: یک خطای دستگاهی بوده و مربوط به تراز بودن و یا نبودن دستگاه تراز یاب می‌باشد که در صورت تراز نبودن دوربین رخ داده و تأثیری یکسان در تراز یابی مستقیم و مثلثاتی دارد. بین خطاهای دستگاهی، مهم‌ترین آن‌ها خطای کولیماسیون می‌باشد.

خطای ناشی از زاویه انحراف قائم: این خطا در دوربین‌های زاویه یاب مدنظر است و برای تراز یابی تأثیری ندارد (رد گزینه (۴)).

در بین خطاهای بالا، خطای انکسار مهم‌ترین عامل در فواصل بیشتر از یک کیلومتر در تراز یابی مثلثاتی نسبت به تراز یابی مستقیم می‌باشد که بایستی از روی مشاهداتمان تأثیر آن را حذف نماییم.

۷۳- گزینه «۴» به منظور تعیین  $\frac{\partial g}{\partial H}$  داخل زمین، برای اهداف مختلف، فرض‌های مختلفی در نظر گرفته شده است. یکی از آن‌ها به گرادیان پوآنکاره -

$$\frac{\partial g}{\partial H} = 4\pi G\rho - 2\omega^2 - 2gJ$$

پری مشهور است. بر اساس رابطه برونز گرادیان شتاب ثقل به صورت مقابل بیان شده است:

$$\frac{\partial \gamma}{\partial H} = -2\omega^2 - 2\gamma J^N$$

همچنین بر اساس رابطه زیر، گرادیان شتاب ثقل مرجع در خارج از بیضوی مرجع، به صورت مقابل بیان شده است:

$$\frac{\partial g}{\partial H} = \frac{\partial \gamma}{\partial H} + 4\pi G\rho$$

بر اساس فرض پوآنکاره - پری، کمیت  $g^J$  به طور متوسط با کمیت  $\gamma J^N$  برابر است. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{\partial g}{\partial H} = -0.0848 \frac{\text{mGal}}{\text{m}}$$

$$\frac{\partial \gamma}{\partial H} = -0.086 \frac{\text{mGal}}{\text{m}} \quad \text{و چگالی میانگین } \rho = 2.67 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \quad \text{خواهیم داشت:}$$

از گرادیان پوآنکاره - پری در سیستم‌های ارتفاعی برای به دست آوردن  $\bar{g}$  (متوسط شتاب ثقل) استفاده می‌شود. بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۷۴- گزینه «۳» سیستم ITRS برای اینکه قابلیت دسترسی و استفاده داشته باشد باید یک فریم یا چارچوب داشته باشد. این فریم که با عنوان ITRF توسط سرویس IERS منتشر می‌شود، مخفف International Terrestrial Reference Frame می‌باشد. ITRF از یکسری ایستگاه دائم با مختصات معلوم تشکیل شده است. مختصات این ایستگاه‌ها با استفاده از دو یا چند روش با دقت بالا تعیین می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به تعیین موقعیت توسط سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای GNSS، روش‌های فاصله‌یابی لیزری نظیر SLR و LLR، روش‌های فاصله‌یابی فضایی نظیر VLBI اشاره نمود.

۷۵- گزینه «۳» مشخصات سیستم تصویر مخروطی لامبرت به صورت زیر می‌باشد:

- در این سیستم تصویر مدارات به صورت قسمت‌هایی از دوائر متحدالمرکز تصویر می‌شوند.

- نصف النهارات به شکل شعاع‌های این دوائر در صفحه تصویر ظاهر می‌شوند.

- مخروط در یک عرض جغرافیایی اختیاری مماس می‌شود.

- ما تا یک بازه‌ای بالا و پایین عرض جغرافیایی مماس شده را در نظر می‌گیریم.

- محور X سیستم تصویر لامبرت نصف النهار مرکزی (اختیاری) می‌باشد.

- محور Y، تصویر نصف النهاری است که با نصف النهار مرکزی  $90^\circ$  در  $\gamma$  اختلاف دارد.

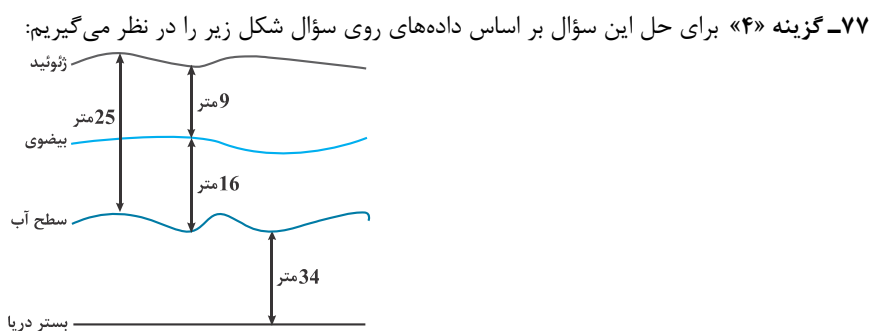
- زوایا بدون تغییر از بیضوی به روی صفحه تصویر انتقال می‌یابند.

$$S = \frac{-K \cdot l \cdot e^{-lq}}{N \cos \phi}$$

رد گزینه (۳): در سیستم تصویر مخروطی لامبرت ضریب مقیاس از رابطه مقابل به دست می‌آید:

همان‌طور که مشخص است ضریب مقیاس وابسته به عرض ژئودتیک ( $\Phi$ ) می‌باشد.

۷۶- گزینه «۴» سطح مبنای ارتفاعی به صورت سنتی در کشورهای مختلف بر اساس مشاهدات بدست آمده از تایدگیج‌ها بنا نهاده شده است. امروزه با پیشرفت در علم و تکنولوژی و به دنبال آن افزایش دقت، مبنای ارتفاعی نیازمند بازنگری است چرا که با افزایش همکاری‌های مشترک بین دولت‌های مختلف، نیاز به مرتبط‌سازی شبکه‌های ارتفاعی کشورهای مجاور دارد. یکی از مشکلاتی که در استفاده از ارتفاعات مطلق وجود دارد، جدایی بین سطح متوسط آب‌های آزاد و ژئوئید می‌باشد. در حالت تئوریک سطح مبنای ارتفاعات مطلق، ژئوئید می‌باشد اما در عمل از سطح متوسط آب‌های آزاد به عنوان سطح مبنای ارتفاعات مطلق استفاده می‌شود، به جدایی بین این دو سطح، توپوگرافی سطح دریا (SST) گفته می‌شود. لذا با داشتن سطح متوسط آب‌های آزاد و مدل دقیق ژئوئید می‌توان توپوگرافی سطح دریا (SST) را به دست آورد.



با توجه به اینکه سؤال از ما فاصله ژئوئید تا بستر دریا را خواسته است جواب سؤال  $59 = 34 + 25$  خواهد بود.

۷۸- هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

$$R_i = \frac{\sigma_o}{\sigma_m - \sigma_o} \times H_i$$

رابطه عمق ریشه کوهستان در مدل ایزوستازی آیری (Airy) به صورت مقابل است:

که در آن،  $R_i$  عمق ریشه کوهستان،  $\sigma_o$  چگالی متوسط پوسته،  $\sigma_m$  چگالی گوشته بالایی و  $H_i$  نیز ارتفاع می‌باشد. با جایگذاری مقادیر داده شده در روی سؤال خواهیم داشت:

$$R_i = \frac{2/67}{3/27 - 2/67} \times 4 = 17/80 \text{ km}$$

جواب سؤال  $17/80$  کیلومتر است که در گزینه‌ها وجود ندارد.

سازمان سنجش گزینه «۲» را به عنوان پاسخ سوال اعلام کرده است اما با توجه به توضیحات فوق، هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

۸۴- یک ماهواره GPS با فاصله تقریباً  $4R$  از مرکز زمین، روزانه ۲ بار حول زمین می‌چرخد. این ماهواره در چه فاصله‌ای از سطح زمین می‌تواند روزانه ۴ بار حول زمین بچرخد؟ (شعاع زمین برابر با  $R$  است).

- (۱)  $(2\sqrt{2}-1)R$  (۲)  $R$  (۳)  $(2\sqrt[3]{2}-1)R$  (۴)  $2R$

۸۵- در مبحث پردازش اندازه‌گیری‌های جی‌پی‌اس، کدام مورد در خصوص مشاهدات تفاضلی سه‌گانه (triple difference) درست است؟  
 (۱) برای پیدا کردن زمان‌هایی که در آنها قطع فاز (cycle slip) اتفاق افتاده، مناسب است.  
 (۲) دقت آنها از دقت مشاهدات تفاضلی دوگانه (double difference) بیشتر است.  
 (۳) دقیق‌ترین برآورد مختصات نقاط با آنها انجام می‌شود.  
 (۴) برای حل ابهام فاز مناسب است.

### نقشه‌برداری

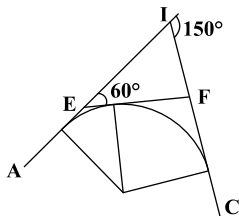
۸۶- در یک قوس قائم، با کیلومتراژ شروع از صفر و شیب‌های  $g_1 = 2\%$  و  $g_2 = -3\%$ ، بیشترین ارتفاع ۲۰۰ متر است. در صورتی که ارتفاع نقطه شروع قوس ۱۹۸ متر باشد، طول قوس چند متر است؟

- (۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۷۵۰ (۴) ۱۰۰۰

۸۷- کدام مورد در طراحی خط پروژه و قوس قائم مسیر، درست است؟

- (۱) حداقل طول قوس قائم، به سرعت طرح بستگی ندارد.  
 (۲) حداقل طول قوس قائم و سرعت طرح رابطه معکوس دارند.  
 (۳) با افزایش سرعت طرح، حداقل طول قوس قائم افزایش پیدا می‌کند.  
 (۴) با افزایش تغییر شیب در دو امتداد خط پروژه، حداقل طول قوس قائم کاهش می‌یابد.

۸۸- دو امتداد مستقیم AEI و CFI به وسیله یک پاره‌خط مستقیم به طول ۷۸۵ متر از E به F متصل شده‌اند. شعاع قوسی که مماس بر خطوط AI، EF و IC باشد، تقریباً چند متر است؟ ( $\sqrt{3} = 1/71$ )

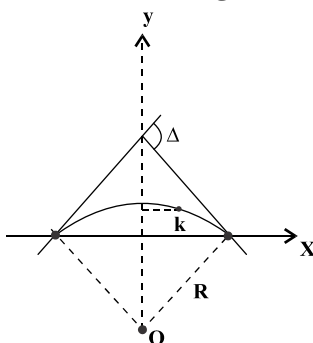


- (۱) ۲۸۶/۶۷  
 (۲) ۳۵۰  
 (۳) ۵۰۰  
 (۴) ۱۰۰۰

۸۹- در رابطه با شیب عرضی یکسره یا برابندی (Super Elevation) در قوس‌های افقی، کدام گزینه درست است؟

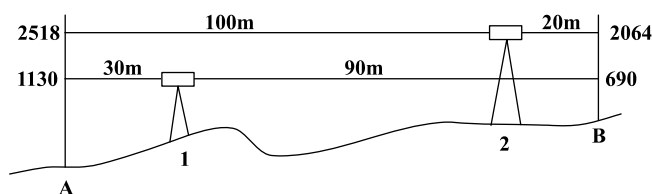
- (۱) مقدار برابندی به شعاع قوس بستگی ندارد.  
 (۲) مقدار حداکثر برابندی به نوع راه بستگی ندارد.  
 (۳) در شرایط یکسان با زیاد شدن مقدار برابندی، به قوسی با شعاع بیشتری نیاز است.  
 (۴) مقدار حداکثر برابندی در مناطق کوهستانی سردسیر، کمتر از مقدار حداکثر برابندی در مناطق گرمسیر است.

۹۰- در شکل زیر قوس دایره‌ای ساده در سیستم مختصات  $x-y$  نمایش داده شده است. نقطه‌ای به طول  $k$  دارای چه عرضی است؟



- (۱)  $\sqrt{R^2 - k^2} - R \cos \frac{\Delta}{2}$   
 (۲)  $\sqrt{R^2 + k^2} - R \cos \frac{\Delta}{2}$   
 (۳)  $R - R \cos \frac{\Delta}{2}$   
 (۴)  $R \sec \frac{\Delta}{2} - R$

۹۱- برای تعیین اختلاف ارتفاع نقاط A و B با استفاده از یک دوربین ترازیب، با استقرار در دو نقطه ۱ و ۲، اندازه‌گیری‌هایی به شرح زیر انجام شده است. فاصله نقاط استقرار ۱ و ۲ از نقاط A و B روی شکل مشخص شده است. اختلاف ارتفاع تصحیح شده بین نقاط A و B چند میلی‌متر بوده و جهت انحراف محور نشانه‌روی ترازیب، به دلیل وجود خطای کلیماسیون، کدام سمت است؟



- (۱) ۴۴۶ - پایین خط افق  
(۲) ۴۴۶ - بالای خط افق  
(۳) ۴۴۲ - پایین خط افق  
(۴) ۴۴۲ - بالای خط افق

۹۲- در یک پیمایش بسته، خطای بست مختصات در هر دو مؤلفه X و Y برابر با صفر به دست آمده است. کدام عبارت درست است؟

- (۱) به دلیل خطای سیستماتیک این اتفاق افتاده است.  
(۲) سیستم مختصات در نظر گرفته شده برای پیمایش اشکال دارد.  
(۳) خطاهای تصادفی با علامت‌های مختلف، همدیگر را خنثی کرده‌اند.  
(۴) مهارت نقشه‌بردار و کالیبره‌بودن تجهیزات عامل این اتفاق بوده است.

۹۳- با یک ترازیب که دارای خطای کلیماسیون است، قرائت‌های جدول زیر در دو اپک انجام شده است. با فرض جابه‌جا نشدن نقاط A و B و اینکه در اپک دوم خطای کلیماسیون دو برابر اپک اول است، زاویه کلیماسیون در اپک اول تقریباً چند رادیان است؟

| نقطه | اپک اول |         |       | اپک دوم |         |       |
|------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
|      | دید عقب | دید جلو | فاصله | دید عقب | دید جلو | فاصله |
| A    | ۱۲۵۰ mm |         | ۳۰ m  | ۸۰۰ mm  |         | ۱۰ m  |
| B    |         | ۹۵۰ mm  | ۱۰ m  |         | ۵۱۵ mm  | ۳۰ m  |

- (۱) ۰/۲۵ -  
(۲) ۰/۲۵  
(۳) ۰/۳۵ -  
(۴) ۰/۳۵

۹۴- در مورد ضریب مقیاس شبکه (Grid Scale Factor) در سیستم تصویر یوتی‌ام (UTM)، کدام گزینه درست است؟

- (۱) برابر با یک است.  
(۲) بستگی به مقیاس نقشه دارد.  
(۳) در امتداد مدارها ثابت است.  
(۴) وابسته به موقعیت نقطه است.

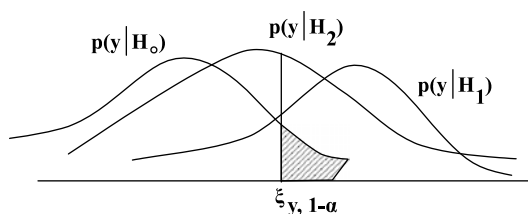
۹۵- در یک شبکه ژئودتیک، هدف، رسیدن به عدد آزادی متوسط ۵/۰ است. با فرض اینکه فقط مشاهدات طول دوطرفه در شبکه اندازه‌گیری شده باشد و مختصات هیچ ایستگاهی از شبکه معلوم نباشد، حداقل تعداد ایستگاه‌های شبکه کدام است؟

- (۱) ۳  
(۲) ۴  
(۳) ۵  
(۴) ۶

۹۶- کدام یک از خطاهای ترازیبی دقیق، با قرار گرفتن دوربین ترازیب در وسط دهانه، لزوماً حذف نمی‌شود؟

- (۱) خطای کرویت به‌ویژه در مناطق مسطح  
(۲) خطای انکسار به‌ویژه در مناطق کوهستانی  
(۳) خطای کرویت زمین به‌ویژه در مناطق کوهستانی  
(۴) خطای کلیماسیون محوری ترازیبی به‌ویژه در مناطق کوهستانی

۹۷- اگر  $H_0$  نشان‌دهنده فرض صفر و  $H_1$  و  $H_2$  به ترتیب نشان‌دهنده دو فرض مخالف باشند، با توجه به شکل کدام مورد درست است؟



- (۱)  $H_2$  به علت داشتن بایاس کمتر، قوی‌ترین آزمون آماری است.  
(۲)  $H_1$  به علت داشتن خطای اتفاقی کمتر، قوی‌ترین آزمون آماری است.  
(۳)  $H_2$  به علت داشتن خطای نوع اول کمتر، قوی‌ترین آزمون آماری است.  
(۴)  $H_1$  به علت داشتن خطای نوع دوم کوچک‌تر، قوی‌ترین آزمون آماری است.

۹۸- در صورتی که  $\sigma_0^2$  و  $\hat{\sigma}_0^2$  به ترتیب فاکتور واریانس‌های اولیه و ثانویه یک مدل پارامتریک خطی با  $df$  درجه آزادی باشند، کدام یک از عبارات زیر درست است؟ ( $E[\ ]$  عملگر امید ریاضی است.)

$$E\left[\left(\frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} df - E\left[\frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} df\right]\right)^2\right] = df \quad (2)$$

$$E\left[\left(\frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} df - E\left[\frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} df\right]\right)^2\right] = 2df \quad (1)$$

$$E\left[\left(\frac{\hat{\sigma}_0^2}{df\sigma_0^2} - E\left[\frac{\hat{\sigma}_0^2}{df\sigma_0^2}\right]\right)^2\right] = 2df \quad (4)$$

$$E\left[\left(\frac{\hat{\sigma}_0^2}{df\sigma_0^2} - E\left[\frac{\hat{\sigma}_0^2}{df\sigma_0^2}\right]\right)^2\right] = df \quad (3)$$



- × ۳) دقیق‌ترین برآورد مختصات نقاط با آنها انجام می‌شود. این گزینه نادرست است، زیرا روش‌های دقیق‌تر مانند تفاضل دوگانه و روش‌های آماری پیشرفته‌تر مانند Kalman Filtering برای تعیین مختصات بهتر عمل می‌کنند.
- × ۴) برای حل ابهام فاز مناسب است. این گزینه نادرست است، زیرا تفاضلی سه‌گانه (Triple Difference) معمولاً برای شناسایی مشکلات سیگنال‌ها مانند Cycle Slip استفاده می‌شود، اما به‌طور خاص برای حل ابهام فاز (Phase Ambiguity) طراحی نشده است.

### نقشه‌برداری

۸۶- گزینه «۲» در این مسئله یک قوس قائم داریم با مشخصات زیر:

- شیب نقطه شروع:  $g_1 = +2\%$
- شیب نقطه پایان:  $g_2 = -3\%$
- ارتفاع نقطه شروع قوس: ۱۹۸ متر
- بیشترین ارتفاع: ۲۰۰ متر

می‌خواهیم طول قوس را محاسبه کنیم.

گام ۱: محاسبه اختلاف شیب  $\Delta g = g_2 - g_1 = -3\% - 2\% = -5\%$

گام ۲: در قوس قائم، رابطه بین طول قوس (L) و اختلاف شیب ( $\Delta g$ ) و شعاع قوس (R) به صورت مقابل است:

$$L = |\Delta g| \times R$$

که در آن:

- طول قوس بر حسب متر: L
- قدر مطلق اختلاف شیب بر حسب درصد:  $|\Delta g|$
- شعاع قوس بر حسب متر: R

گام ۳: برای محاسبه شعاع قوس، از رابطه ارتفاع بیشینه استفاده می‌کنیم. اختلاف ارتفاع بیشینه نسبت به نقطه شروع:  $200 - 198 = 2$  متر

گام ۴: در قوس قائم، ارتفاع در هر نقطه از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$y = y_0 + g_1 x + (\Delta g \cdot x^2) / (2L)$$

که در آن:

- از نقطه شروع X ارتفاع در فاصله: y
- ارتفاع نقطه شروع (۱۹۸ متر):  $y_0$
- $g_1$  (۲٪) شیب اولیه
- $\Delta g$  (۵٪-) تغییر شیب
- طول قوس: L

گام ۵: برای یافتن نقطه با بیشترین ارتفاع، مشتق رابطه بالا را صفر قرار می‌دهیم:

$$dy/dx = g_1 + (\Delta g \cdot x) / L = 0 \Rightarrow x = -g_1 L / \Delta g = -2\% \cdot L / (-5\%) = 0.4L$$

گام ۶: با جایگذاری X در رابطه ارتفاع:

$$y - \max = 198 + 0.4L \cdot 2\% + (-5\% \cdot 0.4L)^2 / (2L) \Rightarrow y - \max = 198 + 0.8L - 0.2L = 198 + 0.6L$$

گام ۷: چون می‌دانیم  $y_{\max} = 200$  متر، داریم:

$$200 = 198 + 0.6L \Rightarrow 2 = 0.6L \Rightarrow L = 2 / 0.6 = 3.33 \approx 3.3 \text{ متر}$$

بنابراین طول قوس ۵۰۰ متر است که با گزینه ۲ مطابقت دارد.

### ۸۷- گزینه «۳» مفهوم قوس قائم در طراحی مسیر

در طراحی هندسی مسیرها، قوس قائم برای تغییر تدریجی شیب در پروفیل طولی استفاده می‌شود تا عبور وسایل نقلیه روان‌تر و ایمن‌تر باشد. طول حداقل قوس قائم یکی از پارامترهای کلیدی در طراحی است که به عوامل مختلفی از جمله سرعت طرح و تغییر شیب مسیر بستگی دارد.

بررسی گزینه‌ها:

(۱) حداقل طول قوس قائم، به سرعت طرح بستگی ندارد.

این گزینه نادرست است، زیرا افزایش سرعت طرح مستقیماً باعث افزایش طول حداقل قوس قائم می‌شود تا تغییر شیب برای وسایل نقلیه ایمن‌تر باشد.

(۲) حداقل طول قوس قائم و سرعت طرح رابطه معکوس دارند.

این گزینه نادرست است، زیرا رابطه مستقیم بین سرعت طرح و حداقل طول قوس قائم وجود دارد.

یعنی هرچه سرعت بیشتر باشد، حداقل طول قوس نیز باید بیشتر باشد تا تغییر شیب تدریجی‌تر باشد و از شوک‌های ناگهانی جلوگیری شود.

۳) با افزایش سرعت طرح، حداقل طول قوس قائم افزایش پیدا می‌کند. (صحیح)  
این گزینه کاملاً درست است.

در سرعت‌های بالاتر، وسایل نقلیه برای تغییر تدریجی شیب به مسیر هموارتری نیاز دارند. بنابراین، برای حفظ ایمنی و راحتی حرکت، حداقل طول قوس قائم باید افزایش یابد.

۴) با افزایش تغییر شیب در دو امتداد خط پروژه، حداقل طول قوس قائم کاهش می‌یابد.  
این گزینه نادرست است، زیرا افزایش تغییر شیب ( $\Delta g$ ) باعث افزایش طول حداقل قوس قائم می‌شود، نه کاهش آن.

۸۸- گزینه «۳» در این مسئله، دو امتداد مستقیم AEI و CFI به وسیله یک پاره‌خط مستقیم به طول ۷۸۵ متر از E به F متصل شده‌اند. هدف محاسبه شعاع قوسی است که بر خطوط AI، EF و IC مماس باشد. با توجه به شکل، زاویه E برابر ۶۰ درجه و زاویه I برابر ۱۵۰ درجه است. محاسبات:

از نظر هندسی، برای دایره‌ای که بر سه خط مماس است، می‌توانیم از رابطه مقابل استفاده کنیم:  $R = d / (\sin(\alpha/2) + \sin(\beta/2) + \sin(\gamma/2))$  که در آن: d: نصف محیط مثلث،  $\alpha, \beta, \gamma$ : زوایای مثلث

ابتدا باید زاویه F را محاسبه کنیم: درجه  $F = 180 - (60 + 150) = 30$

چون این زاویه منفی است، از زاویه خارجی استفاده می‌کنیم: زاویه خارجی درجه  $F = 360 - 30 = 330$

در مثلث با زوایای ۶۰، ۱۵۰ و ۳۳۰ درجه (که البته یک مثلث استاندارد نیست)، باید از روابط دیگری استفاده کنیم.

برای محاسبه شعاع دایره مماس خارجی، از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم:  
که  $\Delta$  نشان‌دهنده فاصله بین نقاط تماس است.

با توجه به هندسه مسئله و دو زاویه ۶۰ و ۱۵۰ درجه، و طول  $EF = 785$  متر، می‌توانیم محاسبه کنیم:

که  $\Delta$  زاویه انحراف است و برابر است با: درجه  $\Delta = 180 - (150 - 60) = 180 - 90 = 90$

بنابراین: متر (تقریباً)  $R = 785 / (1 / \sin(90/2)) = 785 / (2 \times \sin(45)) = 785 / (2 \times 0.7071) = 785 / 1.4142 = 555$

با توجه به گزینه‌های موجود، پاسخ ۵۰۰ متر است که به گزینه ۳ نزدیک‌تر است.

#### ۸۹- گزینه «۴» مفهوم برابندی (Super Elevation) در قوس‌های افقی

برابندی یا شیب عرضی یکنواخت، به زاویه‌ای گفته می‌شود که سطح جاده در قوس‌های افقی به سمت داخل قوس متمایل می‌شود. این شیب باعث می‌شود که نیروی گریز از مرکز کاهش یابد و وسایل نقلیه بتوانند با سرعت ایمن‌تری از پیچ عبور کنند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) مقدار برابندی به شعاع قوس بستگی ندارد. نادرست است.

مقدار برابندی رابطه مستقیمی با شعاع قوس دارد؛ به این صورت که هرچه شعاع قوس کمتر باشد (پیچ تندتر باشد)، مقدار برابندی بیشتری نیاز است تا نیروی گریز از مرکز کنترل شود.

۲) مقدار حداکثر برابندی به نوع راه بستگی ندارد. نادرست است.

مقدار حداکثر برابندی بسته به نوع راه (بزرگراه، جاده روستایی، خیابان شهری و غیره) تغییر می‌کند.

در بزرگراه‌ها و جاده‌های با سرعت بالا، مقدار برابندی معمولاً بیشتر است.

۳) در شرایط یکسان، با زیاد شدن مقدار برابندی، به قوسی با شعاع بیشتری نیاز است. نادرست است.

رابطه برابندی و شعاع به این صورت است که هرچه شعاع افزایش یابد، نیاز به برابندی کمتر می‌شود. یعنی برای شعاع زیاد، می‌توان مقدار برابندی را کاهش داد، نه برعکس.

۴) مقدار حداکثر برابندی در مناطق گرمسیر بیشتر از مناطق کوهستانی سردسیر است. (صحیح)

درست است، زیرا در مناطق سردسیر، اگر مقدار برابندی زیاد باشد، در زمستان و هنگام یخ‌زدگی، وسایل نقلیه ممکن است سر بخورند.

بنابراین، مقدار حداکثر برابندی در مناطق کوهستانی و سردسیر کمتر در نظر گرفته می‌شود.

۹۰- گزینه «۱» در این مسئله با یک قوس دایره‌ای ساده در سیستم مختصات X-Y سروکار داریم. هدف محاسبه عرض یک نقطه به طول k روی این قوس است. با توجه به شکل، مرکز دایره در نقطه O قرار دارد و شعاع دایره R است. زاویه مرکزی قوس با  $\Delta$  نشان داده شده است. نقطه مورد نظر به فاصله k از ابتدای محور X قرار دارد و ما می‌خواهیم عرض (مختصات Y) این نقطه را محاسبه کنیم.