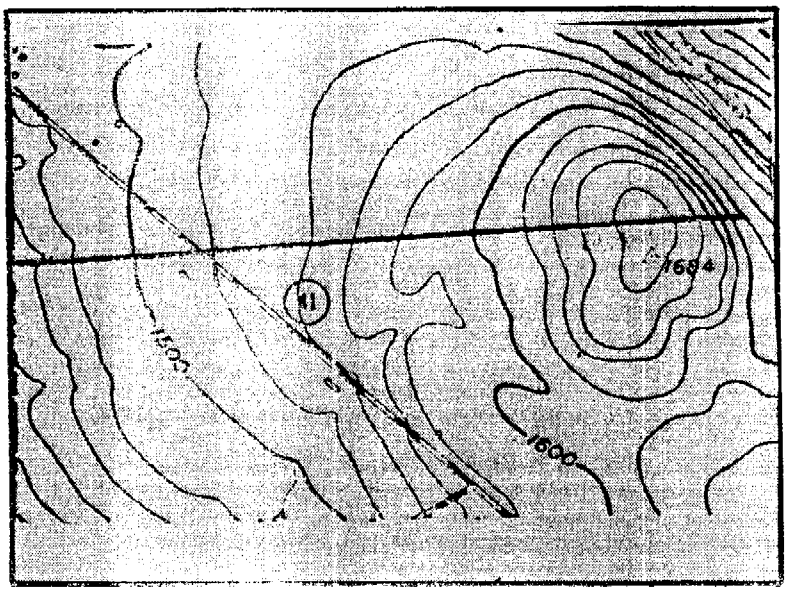
حسین معمار بان



نقشه‌های توپوگرافی

پیشگفتار:

یکی از زمینه‌های اصلی حرفه زمین‌شناسی انجام عملیات و بررسیهای صحرایی به منظور آگاهی ازشرایط طبیعی زمین و به نقشه در آوردن آن است. شخصی که مایل است توسط عملیات صحرایی اطلاعاتی را گردآوری کرده و احتمالا نقشه زمین‌شناسی تهیه کند، باید علاوه بر آگاهی کلی از دانش زمین‌شناسی، دارای تبحر خاص در زمینه‌های زیر باشد:

ـ آشنایی با روش تهیه و طرز کار با نقشه‌های توپوگرافی

ـ آشنایی با روش استفاده از عکسهای هوایی در بررسیهای زمین شناسی

ـ شناسایی عملی و فوری کانیها، کانه‌ها، سنگها، خاکها و فسیلها در روی زمین

ـ شناسایی و تحلیل ساختمانها و پدیده‌های زمین شناسی در صحرا

ـ آشنایی با تکنیکهای کار در روی زمین و روشهای گردآوری اطلاعات

ـ آگاهی از روش‌تهیهٔ نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی و نحوهٔ تدوین گزارش.

تجربه نشان داده است که داشتن مهارت در این گونه زمینه‌ها در حقیقت ابزاری است که توسط آن می‌توانیم به دانش عمیقتری از محیط زیستمان دست یابیم. از این رو ما نیز طی چند مقاله جداگانه به بحث دربارهٔ هریك از موضوعهای فوق خواهیم پرداخت.

این مقالات در درجهٔ اول برای معلمان، مهندسان و دیگر کسانی که حرفه اصلی آنها زمین‌شناسی نیست تهیه شده است، لذا کوشش براین بوده است که مطالب به‌صورتی خود آموز ارائه شوند. از طرف دیگر تا حد امکان از مباحث نظری اجتناب شده و بیشتر روی مسایل و مشکلاتی که فرد ممکن است در عمل با آن روبرو شود تأکید شده است. به همین منظور در پایان هر مقاله مجموعه‌ای از سئوالات و مسایل نیز آورده شده است. نکته شایان ذکر در اینجا این است که کسب مهارت در عملیات زمین‌شناسی بیش از همه نیاز به‌ممارست وتکرار آموخته‌ها در میدان عمل، یعنی صحرا، دارد.

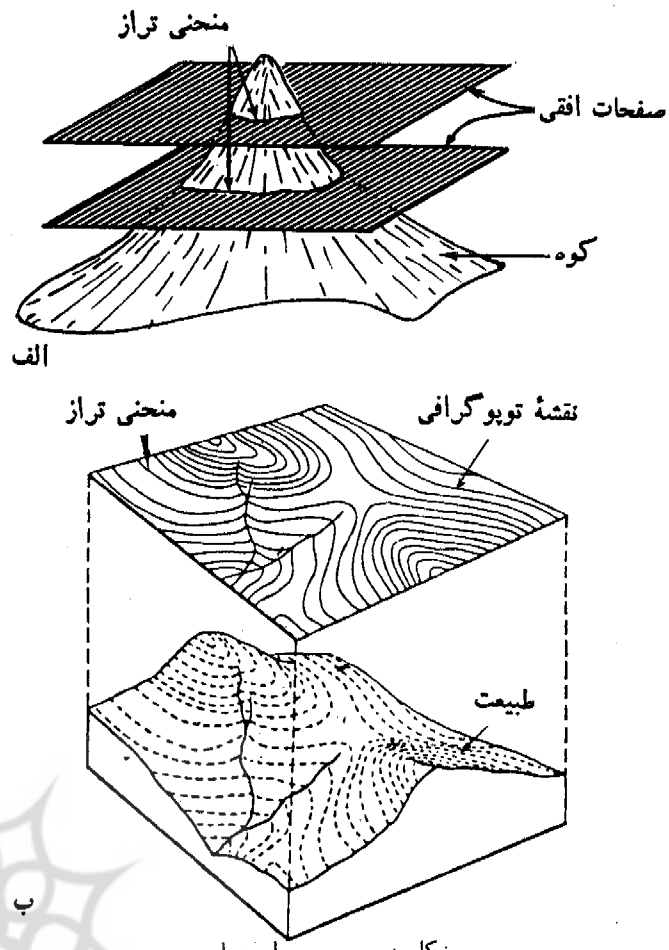
بحث را از نقشه و نقشه خوانی آغاز کرده و در ابتدا به بررسی نقشه‌های توپوگرافی می‌پردازیم:

*

نقشه عبارت است از تمام یا قسمتی از سطح زمین که به مقیاس مناسبی کوچك شده و به کمك‌علایم و نشانه‌هایی روی سطحی مانند کاغذ رسم می‌شود. نقشه‌ها از تنوع بسیار زیادی برخوردارند. از آن جمله است نقشه‌های جغرافیای طبیعی یا سیاسی، آب و هواشناسی، توپوگرافی، زمین‌شناسی و مانند آن. از میان انواع نقشه‌ها دو گروه آنها، یعنی نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی، بیش از همه مورد استفادهٔ عملی زمین‌شناسان است.

نقشه‌های توپوگرافی پستی و بلندیهای سطح‌زمین را توسط خطوطی به نام منحنی تراز یا منحنی میزان نشان می‌دهند. هریك از این خطوط از بهم پیوستن نقاط هم ارتفاع در سطح زمین به وجود آمده‌اند. در واقع منحنی‌های تراز فصل مشترك سطح زمین با صفحات افقی فرضی‌اند (شکل ۱)

منحنیهای تراز همواره به صورت خطوط بسته‌اند. البته بسته شدن منحنیها ممکن است در داخل، یا خارج از نقشه صورت گیرد. ارتفاع منحنیهای تراز از یك نقطه مبنا، که معمولا سطح متوسط دریاهای آزاد است، تعیین می‌شود. در نقشه‌های توپوگرافی تهیه شده در



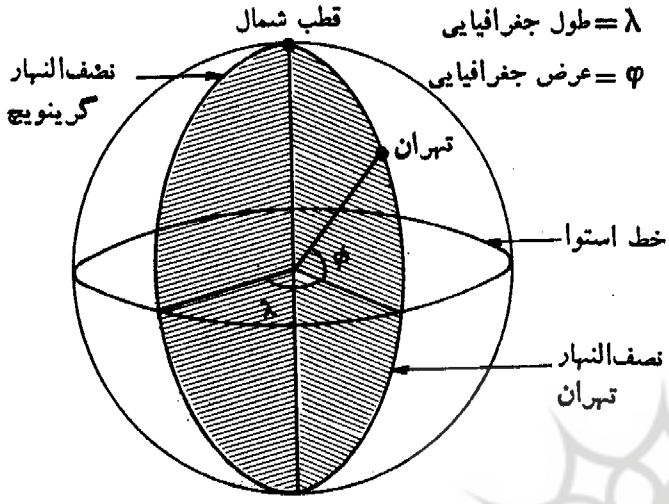
شکل ۱ . منحنیهای تراز

کشور ما معمولا ارتفاع سطح آب در دهانه اروند رود، در محل برخورد با خلیج فارس (فاو)، به عنوان مبنا گرفته شده است. فاصلهٔ دو منحنی تراز مجاور هم، معمولا با توجه به مقیاس نقشه انتخاب می‌شود. این فواصل همواره اعدادی صحیح‌اند. معمولا برای اجتناب از شلوغی بیش از حد نقشه ارتفاع را به‌روی همه منحنیهای تراز نمی‌نویسند، بلکه از هر چند منحنی یکی را پررنگتر میکشندو رقم مربوط به ارتفاع را در روی آن درج می‌کنند. در این‌گونه نقشه‌ها محل قله کوهها و برخی نقاط مشخص دیگر را با نشانه‌ای مشخص کرده و ارتفاع آن را در کنارش می‌نویسند. در برخی از نقشه‌ها به‌همراه منحنهای تراز از روش سایه زدن نیز برای هر چه بهتر نشان‌دادن عوارض توپوگرافی کمک می‌گیرند. در روی نقشه‌های توپوگرافی، علاوه برمنحنهای تراز، نشانه‌ها و علایم دیگری نیز وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

الف ـ جهت و موقعیت نقشه: معمولا وضعیت وجهت نقشه به وسیلهٔ مشخص کردن امتداد شمال (مغناطیسی، جغرافیایی و یا شبکه) روی آن تعیین می‌شود. در حاشیهٔ بیشتر نقشه‌ها مقدار انحراف شمال مغناطیسی محل از شمال جغرافیایی ذکر می‌شود. در نقشه‌هایی که امتداد شمال روی آن مشخص نشده است معمولا حاشیهٔ سمت راست نقشه از پایین به‌بالا امتداد شمال را مشخص‌می‌کند.

موقعیت نقشه‌ها معمولا توسط طول و عرض جغرافیایی نشان داده می‌شود.

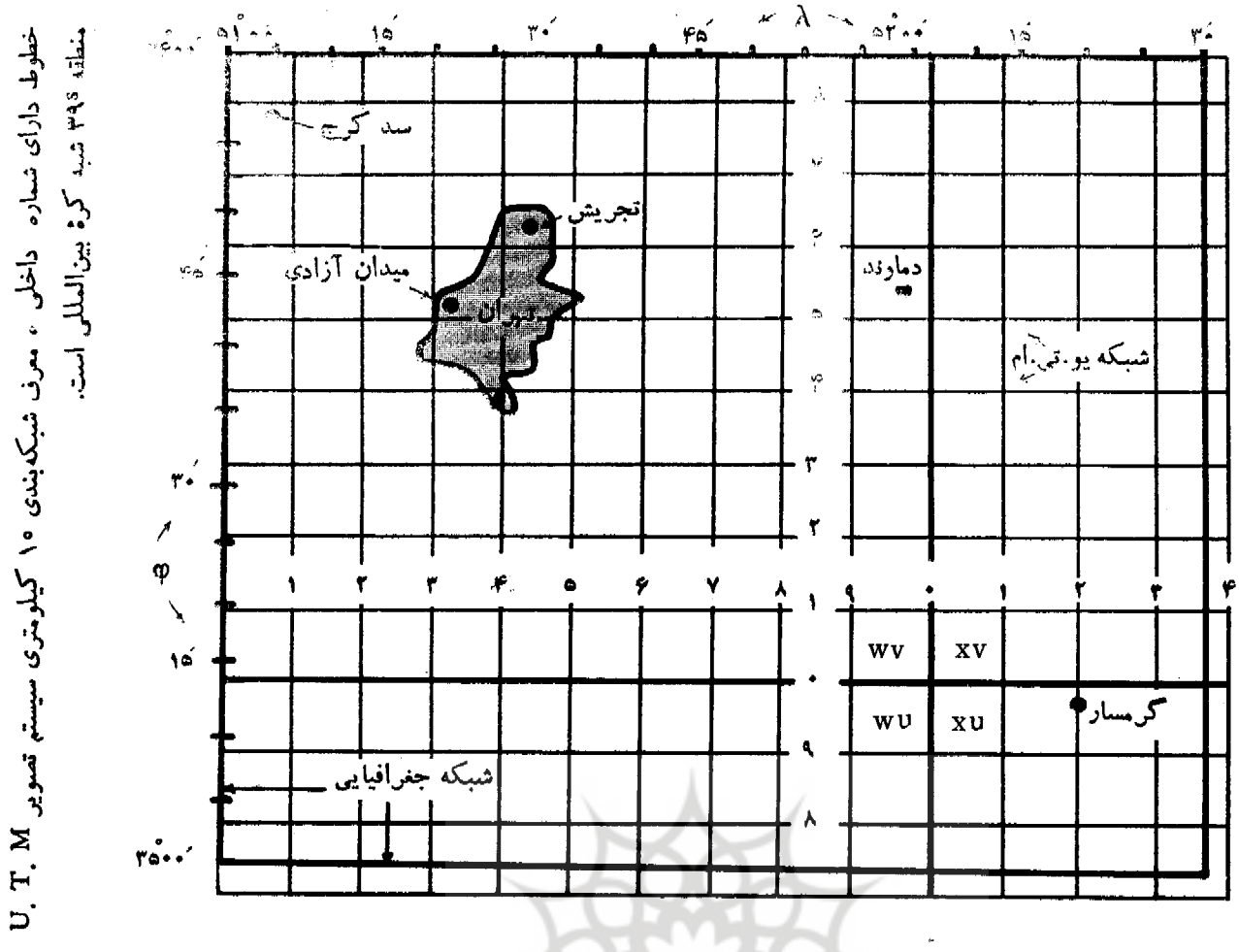
طول جغرافیایی از روی نصف‌النهارات، یعنی کمانهایی که از دو قطب زمین می‌گذرند، تعیین می‌شود. مقدار طول جغرافیایی در هر نقطه عبارت است از زاویهٔ



شکل ۲ . الف / نمایش طول و عرض جغرافیایی تهران در روی کره

بین نصف‌النهار آن نقطه و نصف‌النهار مبدأ. نصف‌النهار مبدأ از رصد خانه گرینویچ انگلستان می‌گذرد. طول جغرافیایی، بسته به اینکه نقطه مورد نظر در شرق و یا غرب گرینویچ قرار گرفته باشد، از صفر تا ۱۸۰ درجه شرقی و یا غربی تغییر می‌کند (شکل۲). به‌فاصلهٔ‌زاویه‌ای هر نقطه نسبت به خط استوا عرض جغرافیایی گفته می‌شود. بسته به اینکه نقطهٔ مورد نظر در شمال یا جنوب خط استوا قرار گرفته باشد، عرض جغرافیایی آن از صفر تا ۹۰ درجه شمالی و یا جنوبی تغییر خواهد کرد. در نقشه‌ها طول و عرض جغرافیایی با دقت زیاد (در حد درجه، دقیقه و ثانیه) و به صورت خطوطی عمود بر هم شبکه بندی می‌شوند (شکل ۲/ب). این نوع شبکه‌بندی که به‌نام شبکه بندی جغرافیایی موسوم است بین‌المللی بوده و در تمام نقاط یکسان است. نقشه‌های تهیه شده برای مناطق مختلف کشور ما تقریباً بین ۴۵ تا ۶۳ درجه طولهای شرقی و ۲۵ تا ۳۹ درجه عرضهای شمالی قرار گرفته است.

در بسیاری از نقشه‌ها علاوه بر شبکه بندی فوق، شبکه بندی دیگری به‌نام قائم‌الزاویه نیز رسم می‌شود تا توسط آن بتوان مختصات نقاط را بر حسب واحدهای



شکل ۲ . ب / نمایش شبکه‌بندی جغرافیایی و یوتی‌ام تهران درروی نقشه

خطی (مانند متر) نیز به دست آورد. این شبکه‌بندی ازیك دسته خطوط مستقیم عمود بر هم که خانه‌های مربع شکلی را به‌وجود می‌آورند درست شده است. از مشخصات این شبکه‌بندی این است که کلیهٔ خانه‌های آن یك شکل و یك اندازه است. یکی از سیستمهایی که به این طریق عمل می‌کند شبکه بندی یوتی ام UTM[1] نام دارد. این شبکه‌بندی مخصوص مناطق‌واقع درمحدوده مدارهای ۸۰ درجه عرض شمالی و ۸۰ درجه عرض جنوبی است، و اساس آن ایجاد شبکه‌های قائم الزاویه صد کیلومتری در شمال و جنوب خط استوا است. برای مناطق قطبی از شبکه دیگری، به‌نام یوپی‌ام UPM[2] استفاده می‌شود.

بسیاری از نقشه‌هایی که اخیراً تهیه می‌شودحاوی دو نوع شبکه‌بندی جغرافیایی و یوتی‌ام است. باید اضافه کرد که اگر نقشه حاوی شبکه‌بندی یوتی‌ام باشد نحوهٔ استفاده از آن در حاشیهٔ نقشه ذکر شده است.

هر نقطه درروی نقشه با مختصاتش شناخته می‌شود. به‌عنوان مثال در نقشهٔ شکل۲/ب مختصات‌جغرافیایی میدان آزادی عبارت است از:

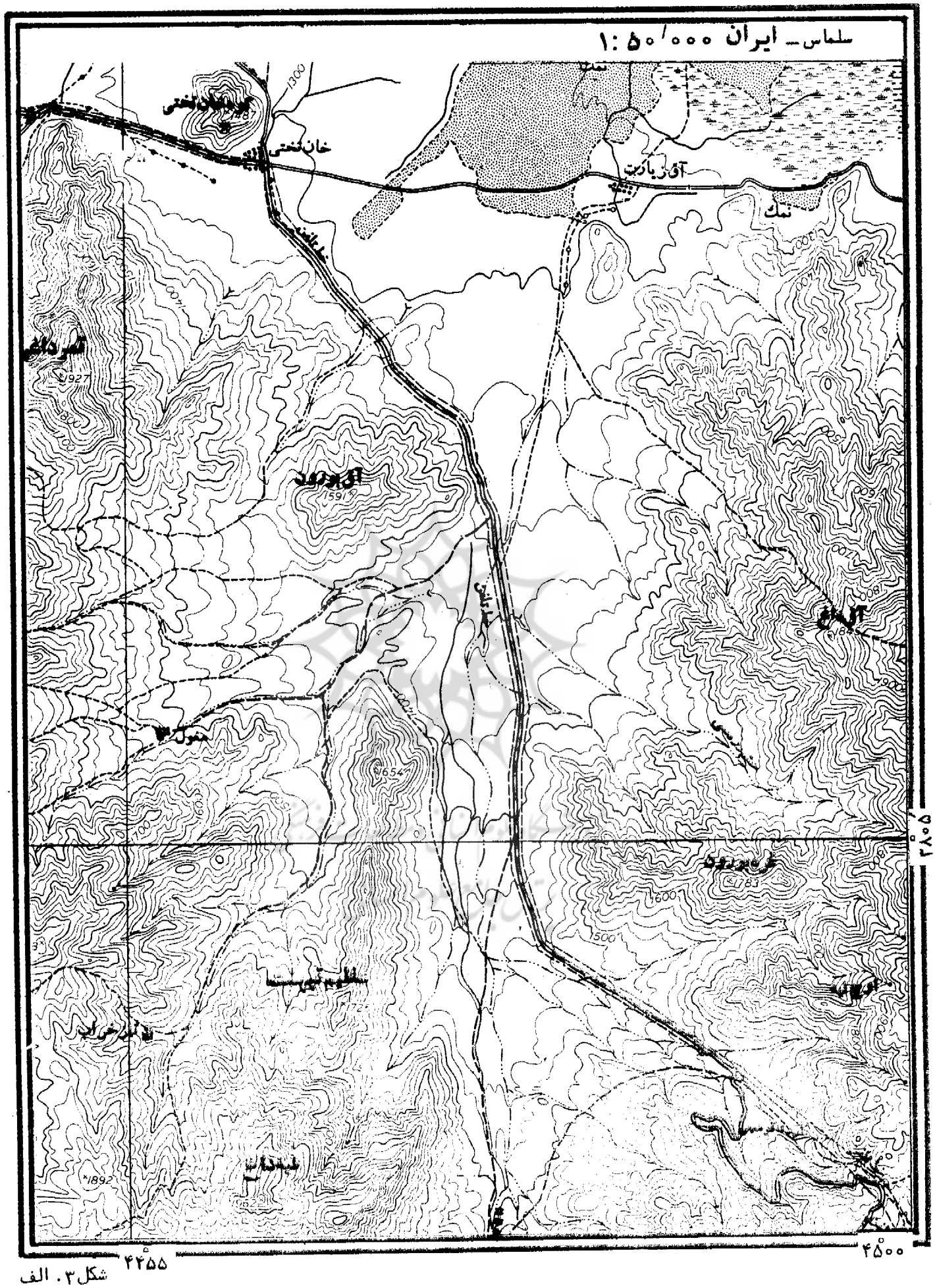
طول جغرافیایی $\lambda = 51^\circ\ 20'\ 25''$

عرض جغرافیایی $\varphi = 35^\circ\ 43'\ 00''$

مختصات همین نقطه در شبکه یوتی‌ام عبارت است از: ۳۹ SWV ۳۱۵۱

در اینجا S ۳۹ معرف شمارهٔ شبکهٔ منطقه‌ای بین‌المللی است که همواره در حاشیهٔ نقشه ذکر می‌شود. دو حرف بعدی (یعنی WV) معرف یکی از چهار بخش نقشه است که نقطه در آن قرار گرفته است. نقشهٔ‌مورد بحث ما به چهار بخش XV، XU، WV وWU تقسیم‌شده است و میدان آزادی در بخش WV آن قرار گرفته است. دو رقم بعدی (یعنی ۳۱) نمایشگر موقعیت نقطه نسبت‌به محورهای قایم شبکهٔ یوتی‌ام است. در اینجا میدان‌آزادی در فاصله بین دو محور قایم ۳و۴ یعنی دقیقاً در محل ۳/۱ قرار گرفته است. دو رقم آخر (۵۱) معرف موقعیت نقطه نسبت به محورهای افقی شبکهٔ یوتی‌ام است. میدان آزادی در فاصلهٔ بین دو محور افقی ۵و۶ یعنی دقیقاً در نقطهٔ ۵/۱ قرار گرفته است.

درصورتی‌که به‌هردلیل‌شبکه‌بندی جغرافیایی‌یایوتی‌ام در روی نقشه مشخص نشده باشد، معمولا سعی می‌شود که موقعیت نقشه را توسط نشان دادن فاصلهٔ آن تا یك یا چند محل مشخص (شهر، روستا و مانند آن) معلوم کنند. برای سهولت دستیابی به نقشه‌ها معمولا به هر


سلماس ـ ایران ۱:۵۰/۰۰۰
خان تختی
آق زیارت
تمک
آق بلاغ
۲۸۰۵
۴۴۵۵
۴۵۰۰

شکل ۳. الف

برگ 4966 II
سری X753

مقیاس ۱: ۵۰/۰۰۰

۴۰۰۰ متر ۳۰۰۰ ۲۰۰۰ ۱۰۰۰ ۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰
۴۰۰۰ یارد ۳۰۰۰ ۲۰۰۰ ۱۰۰۰ ۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰
۳ میل ۲ ۱ ۰ ۰/۵
۳ میل دریائی ۲ ۱ ۰ ۰/۵

فواصل منحنی‌های میزان ۲۰ متر و فرعی ۱۰ متر است

مبنای ارتفاعات : سطح متوسط آب خلیج فارس در (فاو)

سیستم تصویر: TRANSVERSE MERCATOR
مبنای سطحات : اروپائی

علائم

عرض هر راه یک راهه بطور متوسط ۲/۵ متر (۸ فوت) است

منطقه مسکونی
ده محصور
نقطه ارتفاعی: ساخته نشده ـ ساخته شده
نقطه سطحی
نقطه ارتفاعی بر حسب متر: بازرسی نشده ـ بازرسی شده
میل
چاه آب: غیر دائمی (فصلی) ـ دائمی
چشمه: غیر دائمی (فصلی) ـ دائمی
قنات : غیر دائمی (فصلی) و خشک ـ دائمی
شنزار یا شن متحرک ـ تپهٔ شنی
بوته‌زار ـ جنگل و بیشه
باغ میوه ـ تاکستان
زمین زراعتی
رودخانه فصلی ـ دریاچه فصلی
باطلاق یا مرداب
اسکله ـ اراضی مورد طغیان آب
کشتی مغروق: نهیدا ـ پیدا
صخره: پیدا ـ نهیدا
عمق دریا بر حسب فاتوم (فاتوم = ۱۸۲/۸۸ سانتیمتر)
منحنی نمایش عمق دریا بر حسب فاتوم
جایگاه ساحلی ـ چراغ دریائی
برجستگی زیر آب ـ حدّ خطر

BM×352 ×352
146

راهها

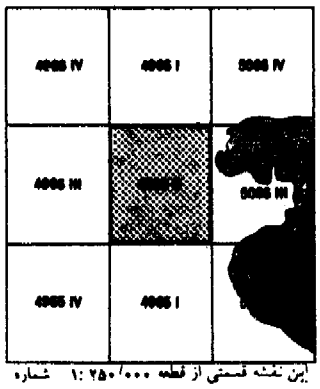
اسفالتی دو راهه یا بیشتر
شنی دو راهه یا بیشتر
اسفالتی یک راهه
شنی یک راهه
خاکی
پیاده‌رو و کوره راه ـ ارابه‌رو
راه آهن‌ها
معمولی یک راهه (عرض ۱/۴۴ متر)
کم عرض یک راهه
مرز بین‌المللی
نام منطقه
خط انتقال نیرو
خانهٔ روستائی ـ محلّ چادر ـ خرابه
کلیسا ـ مدرسه ـ ساختمان
مقبره ـ امامزادهٔ ـ مسجد
گورستان: مسلمانان ـ مسیحیان
معدن ـ آسیاب ـ مخزن
غار یا محلّ سکونت زیرزمینی
تپهٔ خاکی ـ خاکریز
منحنی‌های میزان
اصلی
واسطه
فرعی

خور
100
70

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چاپ یکم سازمان جغرافیائی کشور سال ۱۳۵۰

راهنمای نقشه‌های مجاور



این نقشه قسمتی از نقطه ۱: ۲۵۰/۰۰۰ شماره NJ 38-6 سری K551 میباشد

شکل ۳ . ب

شکل (۳) نقشه توپوگرافی

الف) قسمتی از نقشه توپوگرافی $\frac{1}{50000}$ سلماس (شاپور سابق) که توسط سازمان جغرافیایی کشور تهیه شده است.

ب) مجموعه علایم و نشانه‌هایی که در نقشه فوق (الف) به‌کار گرفته شده است.

برگ نقشه نامی خاص، که معمولا از نام بزرگترین شهر یا روستای واقع در محدوده نقشه گرفته شده، داده می‌شود (مانند نقشه تهران، نقشه تبریز و مانند آن).

هر نقشه معمولا دارای یك شماره سری است که مؤسسه تهیه کنندهٔ نقشه، برحسب استانداردهای رایج، به‌آن داده است.[۳] علاوه بر آن هر برگ نقشه دارای یك شمارهٔ ردیف است. معمولا در حاشیه نقشه‌ها موقعیت آن نقشه نسبت به نقشه‌هایی که در همسایگی آن قرار می‌گیرند، از روی شماره ردیف آنها نشان داده می‌شود. (شکل ۳/ب)

در روی زمین، در موقع کار با نقشه، ابتدا آن را توجیه می‌کنیم. بطور کلی نقشه زمانی توجیه است که شمال آن در جهت شمال در طبیعت باشد. دراینحالت کلیهٔ امتدادها در روی نقشه به‌موازات و در جهت امتدادهای مشابه خود در طبیعت قرار می‌گیرند. مطمئن‌ترین روش توجیه نقشه در روی زمین استفاده از قطب‌نما و مطابقت شمال‌مغناطیسی روی‌نقشه با جهت‌شمال عقربه‌قطب‌نماست. در جدول (۱) برخی از مفاهیمی که در کار با نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند گردآوری شده است.

ب) مقیاس: مقیاس نقشه عبارت است از فاصلهٔ بین دو نقطه در روی نقشه به فاصلهٔ بین همان نقاط در روی زمین، مقیاس را عمدتاً به یکی از دو صورت زیر نشان می‌دهند:

ـ به‌صورت کسری که صورت آن ۱ است (مانند $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ یا $\frac{۱}{۲۵۰۰۰}$)

ـ به صورت ترسیمی (مانند ۰ ۱ ۲ کیلومتر).

برای نمایش مقیاس معمولا از سیستم متریك استفاده می‌شود. البته نقشه‌هایی هم هستند که بامقیاس انگلیسی (مثلا اینچ در روی نقشه به‌مایل در روی زمین) رسم شده‌اند که به‌سادگی می‌توان آنها را به‌سیستم متریك تبدیل کرد (شکل ۳/ب). برطبق یك تقسیم‌بندی، نقشه‌های توپوگرافی برحسب مقیاسشان به‌سه گروه تقسیم می‌شوند:

ـ کوچك مقیاس: $\frac{۱}{۶۰۰۰۰۰}$ و کوچکتر

ـ متوسط مقیاس: $\frac{۱}{۶۰۰۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۷۵۰۰۰}$

ـ بزرگ مقیاس: $\frac{۱}{۷۵۰۰۰}$ و بزرگتر

در کشور ما نقشه‌های توپوگرافی عمدتاً توسط دو سازمان دولتی تهیه می‌شود. یکی از این دو، سازمان جغرافیایی کشور است که نقشه‌هایی با مقیاسهای $\frac{۱}{۵۰۰۰۰}$، $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$، $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$، $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$ برای کل ایران تهیه‌کرده است. این نقشه‌ها را می‌توان با در دست داشتن اجازه‌نامه

جدول (۱) چند اصطلاح و مفهوم ریاضی و جغرافیایی که در نقشه‌های توپوگرافی به‌کار می‌آیند.

الف) زوایا:

ـ درجه زاویهٔ مرکزی دایره با قوسی برابر $\frac{۱}{۲۶۰}$ پیرامون دایره. (هر درجه ۶۰ دقیقه و هر دقیقه ۶۰ ثانیه است).

ـ رادیان: زاویهٔ مرکزی دایره با قوسی برابرشعاع دایره. (پیرامون هر دایره ۲π رادیان است).

گراد: زاویهٔ مرکزی دایره با قوسی برابر $\frac{۱}{۴۰۰}$ پیرامون دایره. (هر گراد ۱۰۰ دقیقه ۱۰۰ قسمتی و هر دقیقه ۱۰۰ ثانیه ۱۰۰ قسمتی است).

ـ میلیم: زاویهٔ مرکزی دایره با قوسی‌برابر $\frac{۱}{۶۴۰۰}$ پیرامون دایره.

ب) شمالها:

ـ شمال جغرافیایی: امتداد شمالی نصف‌النهار محل (TN)

ـ شمال شبکه: امتداد شمال خطوط عمود بر هم روی نقشه (GN)

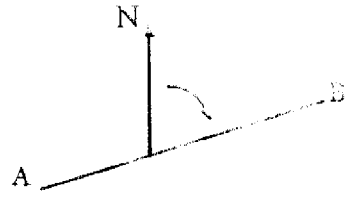
ـ شمال مغناطیسی: امتداد نوك شمالی عقربه مغناطیسی (MN)

ج) انحرافها:

ـ انحراف مغناطیسی: زاویه بین شمال جغرافیایی و شمال مغناطیسی (انحراف مغناطیسی ممکن است شرقی و یا غربی باشد)

ـ انحراف شبکه: زاویهٔ بین شمال جغرافیایی وشمال شبکه

د) آزیموت (گرا): زاویه‌ای که یك امتداد خاص با یکی از شمالها در جهت عقربه ساعت می‌سازد. (از این‌رو آزیموت ممکن است جغرافیایی، مغناطیسی و یاشبکه‌ای باشد).



معتبر خریداری کرد. سازمان نقشه برداری کشور مؤسسه دیگری است که به تهیهٔ نقشه‌های توپوگرافی اشتغال‌دارد. این سازمان بیشتر نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس و آنهم برای مناطقی خاص را تهیه می‌کند (به‌عنوان مثال سازمان نقشه‌برداری نقشه $\frac{1}{2500}$ کلیه شهرهای ایران را تهیه کرده است).

علاوه بر آنچه که گفته شد، دو مؤسسه خصوصی (سحاب و گیتاشناسی) نیز به امر تهیه نقشه‌ها اشتغال دارند. نقشه‌های این دو مؤسسه اغلب پستی و بلندیها را نه با منحنی تراز که بیشتر با رنگهای مختلف مشخص می‌کند.

ج) علایم و نشانه‌ها: برای نشان دادن عوارضی مانند رودخانه، راه، روستا و مانند آن در نقشه، معمولا از علایم و نشانه‌های ساده‌ای، که کم و بیش استاندارد شده‌اند، استفاده می‌شود. علاوه بر آن در این‌گونه‌نقشه‌ها از رنگها نیز برای هرچه بهتر نشان دادن عوارض استفاده می‌شود. معمولا منحنیهای تراز را با رنگ‌قهوه‌ای، روییدنیها را با رنگ سبز، رودها، آبراهه‌ها، چشمه‌ها، قناتها و مانند آن را با رنگ آبی، راههای اصلی و مناطق مسکونی را با رنگ قرمز و بالاخره راه‌های فرعی و نشانه‌های جغرافیایی و نام محلها را با رنگ سیاه نشان می‌دهند. معمولا فهرست کلیه علایم، نشانه‌ها و رنگهای به‌کار گرفته شده در نقشه در حاشیهٔ آن چاپ می‌شود (شکل ۳/ب).

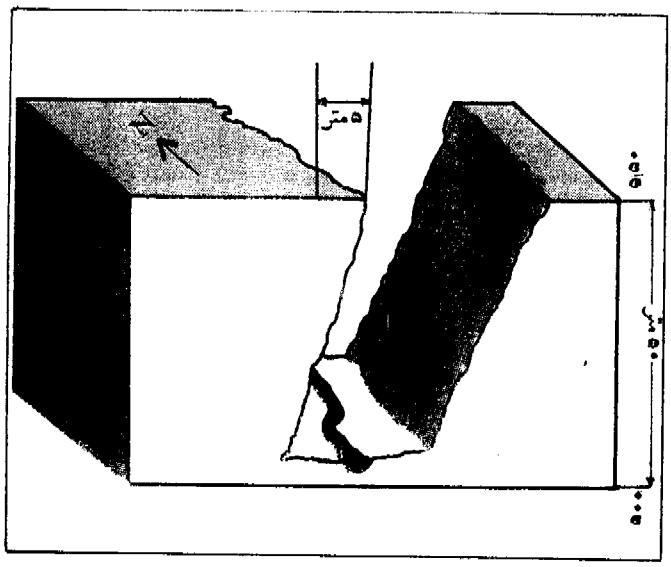
کاربرد نقشه‌های توپوگرافی:

اینگونه نقشه‌ها را برای مقاصد گوناگون و به صورتهای مختلف می‌توان به‌کار برد که برخی از مهمترین آنها عبارت است از:

الف- شناسایی وضع پستی و بلندی (توپوگرافی) سطح زمین:

با توجه به این نکته اساسی که هر چه منحنیهای تراز بهم نزدیکتر باشند شیب زمین‌تندتر، و هر چه از هم دورتر باشند شیب کمتر است، به سادگی می‌توان وضعیت پستی و بلندی‌ها را در روی نقشه توپوگرافی مورد بررسی قرار داد. باید تذکر داد که منحنیهای تراز ممکن است با یکدیگر مماس شوند (در پرتگاهها) ولی همدیگر را قطع نمی‌کنند. دلیل این امر چیست؟

علت این است که پرتگاههای موجود در طبیعت حداکثر قائمند و آنهایی که شیب منفی داشته باشندبسیار نادرند. حالتی استثنایی را در نظر می‌گیریم که در دره‌ای به‌عمق ۵۰ متر یکی از دیوارها شیب منفی داشته وقسمت فوقانی آن ۵ متر جلوتر از بخش تحتانی آن قرار گرفته



شکل ۴

باشد (شکل ۴). در صورتی که بخواهیم برای این محل نقشه توپوگرافی $\frac{1}{10000}$ با منحنیهای ترازی به فاصلهٔ ۵۰ متر رسم کنیم، در محدوده شکل (۴) دو منحنی‌تراز ۵۰۰ و ۵۵۰ متری را می‌توان رسم کرد. بررسی نمودار سه‌بعدی نشان می‌دهد که در روی نقشه، منحنی تراز ۵۵۰ متر مربوط به دیوار غربی دره می‌باید منحنی ۵۰۰ متر را قطع کند. در صورتی که در عمل چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد، زیرا ۵ متر فاصله افقی بین دو منحنی تراز در روی زمین اگر به مقیاس نقشه تبدیل شود معادل $\frac{1}{10000}$ متر یا $\frac{1}{2}$ میلی‌متر خواهد شد. همانگونه که می‌دانیم ضخامت خطوطی که با آن منحنی تراز در نقشه رسم می‌شود در حدود همین مقدار یعنی $\frac{1}{2}$ میلی‌متر است. پس منحنی تراز پرتگاههایی که تا چند درجه شیب منفی‌داشته باشند در روی نقشه حداکثر، برهم مماس خواهند شد. باید اضافه کرد که پرتگاههای با شیب منفی بیش از چند درجه در طبیعت بسیار نادر است و اگر هم وجود داشته باشد ارتفاع آن به قدری کم است که حتی در نقشه‌های بزرگ مقیاس نیز بیش از یك منحنی تراز از آن نمی‌گذرد.

در اینجا بی مناسبت نیست که مفهوم دیگری به‌نام دقت نقشه (اصالت نقشه) را نیز یادآور شویم. دیدیم که چگونه دریك نقشه $\frac{1}{10000}$ ضخامت قلمی که با آن‌نقشه رسم می‌شود ($\frac{1}{2}$ میلی‌متر)، معادل با ۵متر در روی زمین است. بنابر این به طور نظری یك نقشه $\frac{1}{10000}$ می‌باید محل دقیق نقاط را با حدود ۵ متر خطابه دست دهد. در صورتی که واقعیت امر چنین نیست. در عمل و در اثر خطاهای مربوط به دستگاههای اندازه‌گیری، خطاهای

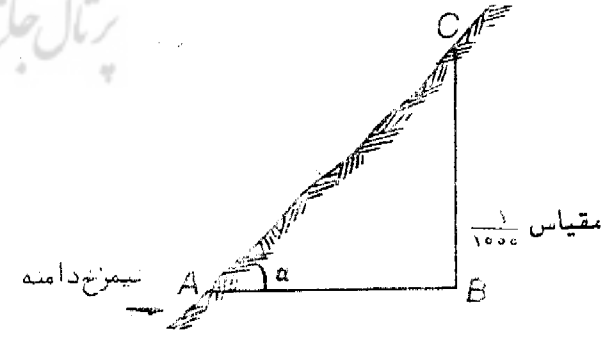
ناشی از مشاهده توسط چشم‌انسان، خطاهایی که درزمان رسم نقشه صورت می‌گیرد، و بسیاری عوامل دیگر، خطای کل نقشه بیش از آن است که به‌طور نظری محاسبه می‌شود. زمین‌شناسان ودیگر کسانی‌که ازنقشه‌های‌توپوگرافی استفاده می‌کنند هر جا به دقت بیشتری نیاز داشته باشند از نقشه‌های دارای مقیاس بزرگتر استفاده می‌کنند. معمولا در حاشیهٔ بسیاری از نقشه‌های توپوگرافی درجهٔ دقت و اصالت آن، به صورت مقدار خطای قابل اغماض نقشه (در سطح افق و در بعد قائم) آورده می‌شود.

در روی نقشه توپوگرافی، برای تعیین نقطه‌ای که در فاصله دو منحنی تراز قرار گرفته خطی عمود به دو منحنی طرفین نقطه رسم می‌کنیم ، به‌نحوی که ازنقطه مورد نظر نیز بگذرد. سپس از روی نسبت فاصله‌ای که نقطه با دو منحنی طرفین دارد ارتفاع آن با یك تناسب ساده به دست می‌آید (شکل ۶، نقطهM).

مقدار شیب هر دامنه را به سادگی می‌توان از روی منحنیهای تراز و با توجه به مقیاس نقشهٔ توپوگرافی تعیین کرد. شیب متوسط بین دو نقطه در روی یك دامنه را با در دست داشتن فاصلهٔ افقی بین دو نقطه (که با توجه به مقیاس نقشه تعیین می‌شود)، و اختلاف ارتفاع بین آن دو نقطه (که از روی منحنیهای تراز خوانده می‌شود)، با رابطهٔ ساده زیر تعیین می‌کنیم.

$$\text{شیب متوسط (درصد)} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع بین دو نقطه}}{\text{فاصلهٔ افقی بین دو نقطه}} \times ۱۰۰$$

به‌عنوان مثال شیب متوسط بین دو نقطهٔ A و C که در روی یك دامنه قرار گرفته‌اند (شکل ۵) به نحو زیر به‌دست می‌آید:



$$\text{شیب متوسط درصد} = \frac{BC}{AB} \times ۱۰۰ =$$

$$\frac{\text{متر } ۳۰}{\text{متر } ۳۰} \times ۱۰۰ = \text{(۱۰۰ در صد)}$$

$$tg\alpha = \frac{Cb}{AB} \quad , \quad \alpha = ۴۵^\circ$$

مقدار شیب را به صورت درجه، درصد و یا در هزار نشان می‌دهند. به عنوان مثال در شیب ۵٪ به‌ازاء هر ۱۰۰ متر فاصله افقی، ۵ مترافت یا اختلاف ارتفاع وجود دارد.

از روی نحوهٔ برخوردمنحنیهای تراز با درهٔ رودخانه‌ها نیز می‌توان شیب کلی دامنه و جهت جریان رودخانه را از روی یك قانون کلی تعیین کرد منحنیهای‌تراز در محل برخورد به درهٔ رودخانه‌ها به‌سمت بالا رود منحرف می‌شوند (شکل ۳/الف).

ب) تعیین فواصل: فاصلهٔ بین دو نقطه در روی نقشه توپوگرافی را به دو صورت می‌توان نشان داد. یکی فاصلهٔ افقی که کوتاهترین فاصله بین آن دو نقطه در روی نقشه است، و دیگری فاصله حقیقی است که فاصلهٔ دو نقطه را با توجه به پستی و بلندیهای سطح زمین‌نشان می‌دهد، درست مانند آنکه طنابی را در فاصلهٔ بین دونقطه روی زمین قرار داده و بعد طول آن را اندازه بگیریم. فاصلهٔ افقی را مستقیماً از روی نقشه و با توجه به مقیاس آن، وفاصلهٔ حقیقی را معمولا از روی نیمرخ توپوگرافی بین دو نقطه تعیین می‌کنیم (شکل۶). باید توجه داشت‌که در حالاتی که مقیاس افقی و قائم نیمرخ متفاوت باشد نمی‌توان مستقیماً از روی آن، مقدار شیب زمین یافاصلهٔ حقیقی بین دو نقطه را تعیین کرد.

ج) تهیهٔ نیمرخ توپوگرافی: نیمرخ توپوگرافی در واقع نمایش برش قائم سطح‌زمین‌است. نیمرخ توپوگرافی کاربرد زیادی در پروژه‌های‌مهندسی (راهسازی،آبرسانی، ...)، بررسیهای زمین‌شناسی و مانند آن دارد.

برای تهیه نیمرخ توپوگرافی بین دو نقطه A وB در روی‌نقشه از روش‌ساده زیر استفاده می‌کنیم(شکل۶).

۱ـ نوار کاغذی باریکی را انتخاب کرده لبه آن را در روی نقشه، در امتداد AB قرار می‌دهیم.

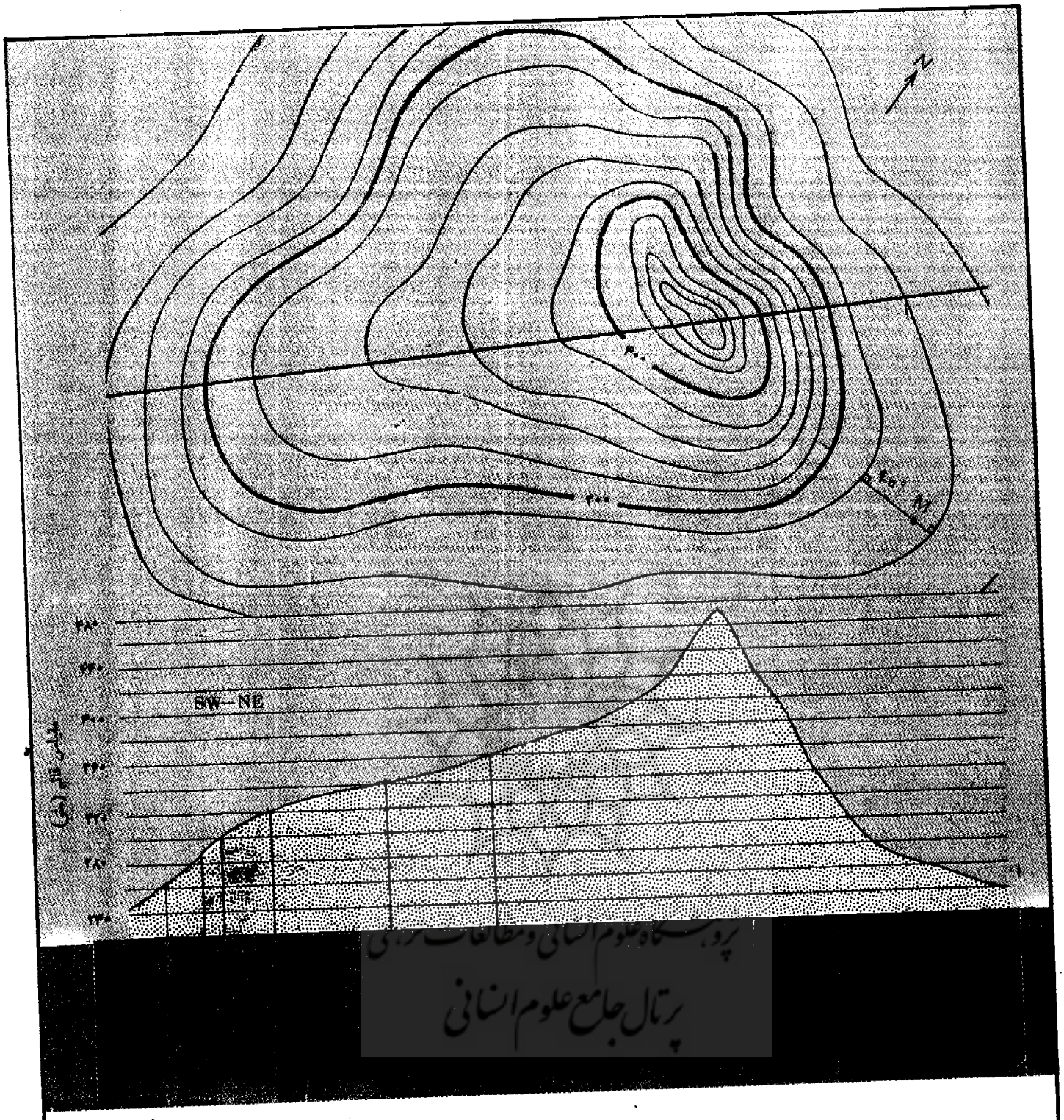
۲ـ محل تقاطع منحنیهای تراز با نوار کاغذی را روی لبه آن علامت زده، ارتفاع هر یك را در کنارش یادداشت می‌کنیم.

۳ـ محل تقاطع عوارض طبیعی و مصنوعی دیگر (مانند رودخانه، جاده و مانند آن) با نوار کاغذی را نیز در روی لبهٔ آن علامت می‌زنیم.

۴ـ حال محور مختصات را رسم کرده در روی محور قائم آن مقیاس قائم (ارتفاع) را انتخاب می‌کنیم. مقیاس قائم ممکن است مساوی مقیاس افقی و یا بزرگتر از آن انتخاب شود.

۵ـ با توجه به‌مقیاس قایم یك سری خطوط، نمایش دهنده ارتفاعها، به‌موازات محور افقی مختصات می‌کشیم (شکل ۶).

۶ـ لبه نوار کاغذی را روی محور



فاصلهٔ منحنیهای تراز به متر، مقیاس افقی و قائم برابر

شکل (۶) نیمرخ توپوگرافی

افقی مختصات قرار داده از هریك از نقاط روی نوار خطی قائم خارج می‌کنیم و با توجه به‌مقیاس قائم محلی را که معرف ارتفاع آن نقطه است، علامت می‌زنیم.

۷ـ بدین وسیله تعدادی نقطه به دست می‌آید که با اتصال آنها به یکدیگر نیمرخ توپوگرافی درست می‌شود. در زمان اتصال نقاط می‌باید همواره وضعیت طبیعی‌زمین را در نظر داشته باشیم و از رسم خطوط شکسته و زاویه دار اجتناب کنیم.

۸ـ حال محل عوارض طبیعی و مصنوعی دیگر را نیز روی نیمرخ مشخص می‌کنیم.

۹ـ در پایان، مقیاس و جهت نیمرخ را روی آن یادداشت می‌کنیم (شکل ۶).

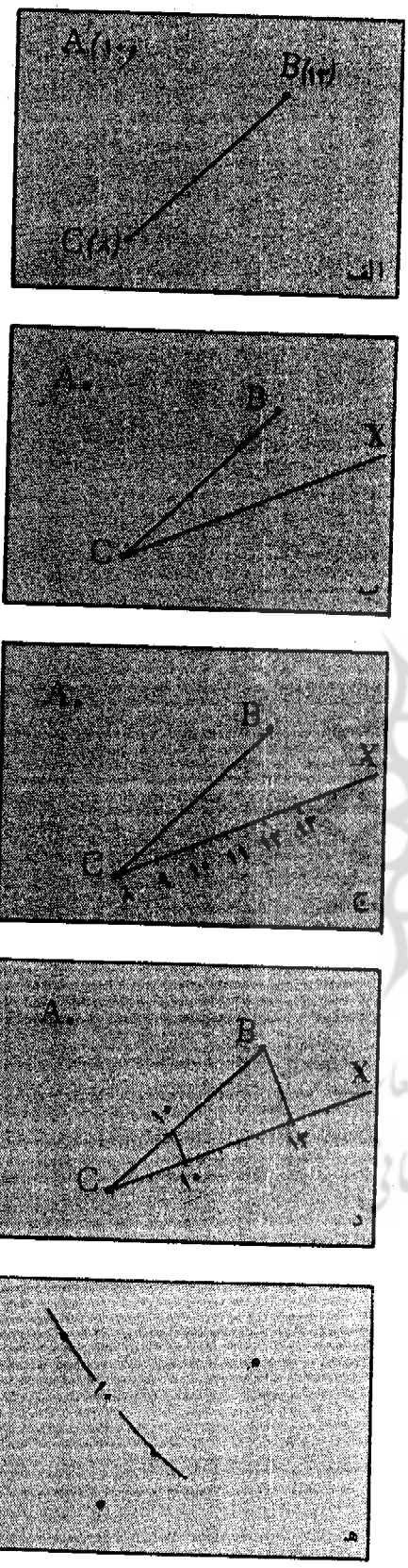
د) تهیه نقشه زمین‌شناسی: یکی‌از مهمترین کاربردهای نقشه‌های توپوگرافی به‌کارگیری آنها به عنوان مبنایی برای‌تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی است. بحث‌دربارهٔ نقشه‌های زمین‌شناسی وارتباط آن بانقشه‌های‌توپوگرافی را، به علت اهمیت ویژه‌ای که دارند، به فرصت دیگری واگذار می‌کنیم.

ه) نقشه‌های توپوگرافی کاربردهای متعدد دیگری در اکتشاف و استخراج معادن، راه و ساختمان و حتی کوهنوردی و مسائل نظامی دارد که صحبت دربارهٔ آنها از حوصله این نوشته خارج است.

روش تهیهٔ نقشه‌های توپوگرافی:

یکی از رایج‌ترین روشهای تهیه نقشه‌های توپوگرافی استفاده از عکسهای هوایی است. این عکسها که معمولا توسط هواپیما گرفته می‌شوند، تصویری افقی از سطح زمین را به‌دست می‌دهند. عکسهای هوایی را می‌توان توسط دستگاه ساده‌ای به طور برجسته (سه بعدی) مورد بررسی قرار داد. در فرصتی دیگر به نحوهٔ تهیه و کاربرد عکسهای هوایی خواهیم پرداخت.

بر طبق یك روش دیگر زمین‌شناسان به کمك نقشه برداران، مختصات (X،Y،Z) تعداد نقطه را که در منطقهٔ مورد مطالعه پراکنده‌اند، به وسیلهٔ دوربینهای نقشه‌برداری تعیین می‌کنند. سپس این نقاط را، با توجه به مقیاس، بروی صفحهٔ کاغذ منتقل کرده وبدین وسیله یك نقشهٔ مبنا تهیه می‌کنند. در مرحلهٔ بعد با استفاده از این نقاط که ارتفاع آنها معلوم است، نقاط هم ارتفاع‌دیگری را به‌دست آورده و با وصل کردن آنها به‌یکدیگر نقشه توپوگرافی منطقه را تهیه می‌کنند. به عنوان مثال اگر در شکل ۷/الف سه نقطه A و B و C با ارتفاعهای ۱۰ و ۱۳ و ۸ در روی یك دامنه قرار گرفته باشند، در صورتی که بخواهیم منحنی ۱۰ متر را برای این سه نقطه



شکل ۷ ـ اساس توپوگرافی

رسم کنیم، باید نقطه‌ای با ارتفاع ۱۰ متر را در فاصله بین BوC پیدا کرده و با وصل کردن این نقطه جدید به A، منحنی تراز ۱۰ متری را به دست آوریم. برای پیدا کردن ارتفاع ۱۰ متر در فاصلهٔ بین ۱۳ و ۸ می‌توان از خط‌کش استفاده کرده و با یك تناسب ساده نقطه جدید را به‌دست آورد. البته این روش در عمل، یعنی وقتی که با اعداد بزرگ و اعشاری روبرو هستیم، معمولا وقت‌گیر است. از اینروست که بیشتر از یك روش ساده ترسیمی به‌نام درون یابی (انترپولاسیون)[۴] استفاده می‌شود.

بدین منظور:

۱ـ دو نقطهٔ Bو C را بهم وصل می‌کنیم، سپس از نقطه C یا B خطی که با BC زاویه حاده بسازد خارج می‌کنیم (CX در شکل ۷/ب).

۲ـ در روی CX با یك مقیاس دلخواه (چون خط تنها از یك سمت محدود است) ارتفاعهای دیگر را به دست می‌آوریم.

۳ـ نقطه D یعنی محل رقم ۱۳ در روی CX را به ارتفاع ۱۳ (نقطه B) وصل می‌کنیم. حال از نقطه دارای ارتفاع ۱۰ در روی CX خطی به موازات BDرسم می‌کنیم. محل تقاطع این خط با BC ارتفاع ۱۰ متر در فاصله‌بین BوC است (شکل ۷/د).

این عمل را می‌توان برای کلیهٔ نقاط نقشه انجام داد. بدین وسیله تعدادی نقطه هم ارتفاع به‌دست می‌آید که با وصل کردن آنها به یکدیگر منحنیهای تراز ساخته می‌شود. در زمان درونیابی می‌باید به نکات زیر توجه کرد:

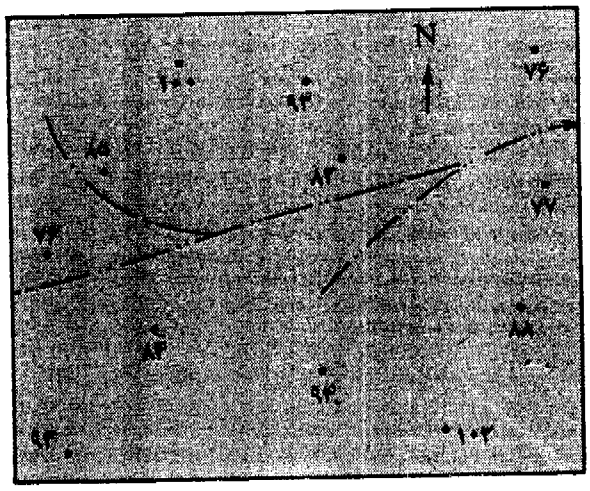
الف) دو نقطه‌ای که عمل درونیابی بین آنها صورت می‌گیرد الزاماً می‌باید در یك دامنه قرار گرفته باشند. از این رو دو نقطه که در دو سوی یك رودخانه یا دو سوی یك برآمدگی قرار گرفته‌اند را، چون در فاصلهٔ بین آنها شیب عوض می‌شود، نمی‌توان مورد استفاده قرار داد.

ب) تا آنجا که امکان دارد می‌باید نقاط نزدیك به هم را انتخاب کرده و از درونیابی نقاط دور از هم اجتناب کنیم (چون در فاصلهٔ بین آنها ممکن است شیب تغییر کند).

ج) درونیابی را معمولا از یك گوشه نقشه آغاز کرده و با تکمیل منحنیهای تراز به تدریج جلو می‌رویم.

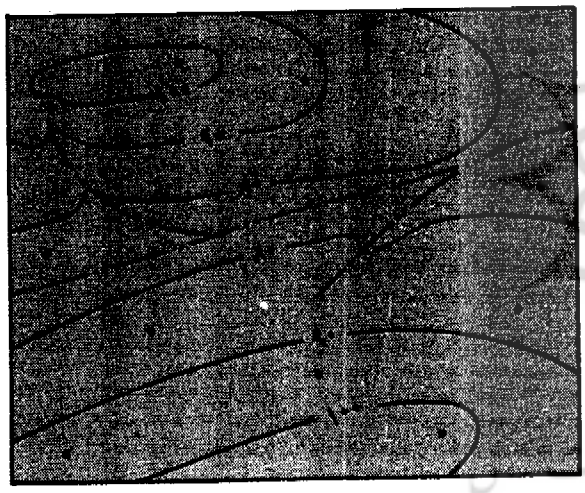
د) در موقع رسم منحنیهای تراز، قوانین حکمفرما بر نقشه‌های توپوگرافی و شکل کلی طبیعت را در نظر گرفته، از این رو هر جا که منحنیهای تراز زاویه دار یا غیر طبیعی شدند آنها را با دست اصلاح می‌کنیم.

ه) پس از پایان رسم منحنیهای تراز، خطوط و نقاط اضافی را پاك کرده، ارتفاع منحنیها را روی آنها یادداشت کرده با قرار دادن جهت شمال و نوشتن مقیاس، نقشه را تکمیل می‌کنیم (شکل ۸/ب).



الف

ـــ·ـــ·ـــ رودخانه



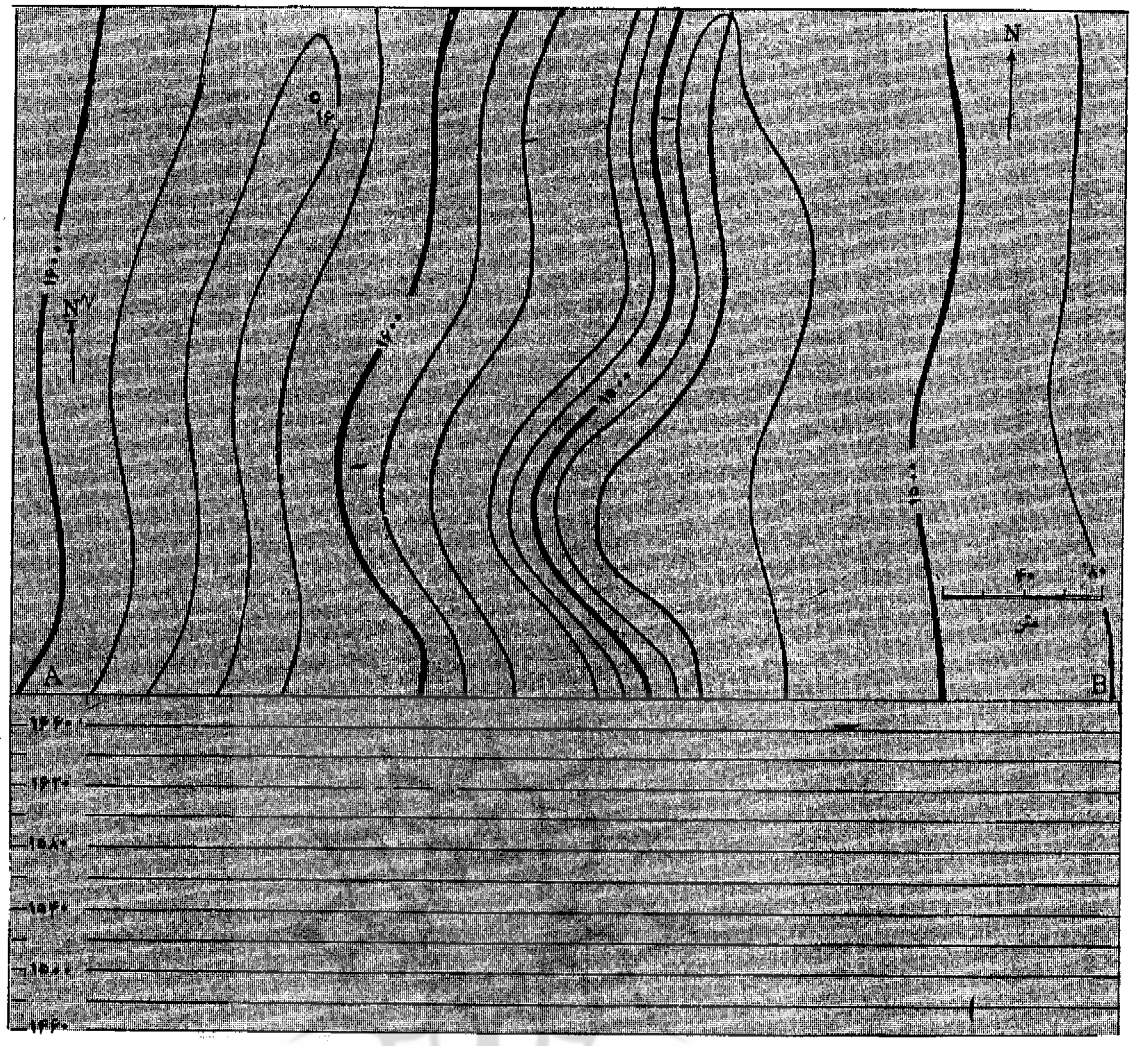
ب

مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$

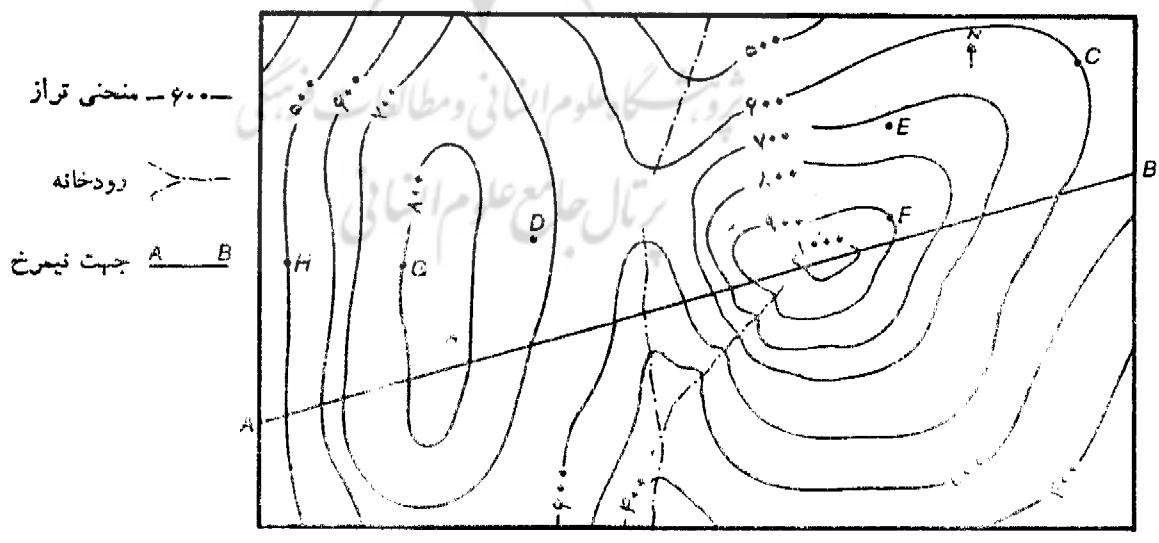
شکل (۸) تهیه نقشه توپوگرافی به توسط تعدادی نقطه که ارتفاع آنها معلوم است. الف) نقشه مبنایی که به‌توسط عملیات‌نقشه‌برداری تهیه شده است. اعدادمعرف ارتفاع به متر است.

ب) نقشه توپوگرافی که به‌توسط داده‌های نقشه الف و به‌روش درونیابی تهیه شده است.

تمرین: ۱ــ در نقشهٔ زیر در امتداد AB یک نیمرخ توپوگرافی رسم کنید.



۲ــ با مراجعه به نقشه توپوگرافی زیر به سئوالات پاسخ دهید:



الف) نقطهٔ C در چه ارتفاعی قرار دارد؟

ب) ارتفاع تقریبی نقطهٔ D چقدر است؟

ج) اختلاف ارتفاع بین نقاط E و D چیست؟

د) بلندترین نقطه را در روی نقشه مشخص کنید. ارتفاع آن چقدر است؟

ه) اگر فاصلهٔ افقی بین C و D در روی زمین برابر ۷۰۰ متر باشد مقیاس نقشه را تعیین کنید.

و) با توجه به مقیاس به دست آمده، مقدار شیب سطح زمین را در امتدادهای EF و GH حساب کنید.

ز) جهت جریان آب رودخانه‌ها را در روی نقشه با

یکان (فلش) مشخص کنید.

ح) با توجه به مقیاس به دست آمده، نیمرخ توپوگرافی در جهت AB را رسم کنید.

ط) وضعیت کلی منطقه را از نظر توپوگرافی مختصراً توضیح دهید.

۳) دو نقشهٔ توپوگرافی مختلف از یك محل در دست است. در روی یکی از این نقشه‌ها مقیاس تنها به صورت کسری و در دیگری تنها به صورت ترسیمی آمده است. برای اینکه نقشه‌ها جای کمتری را اشغال کنند مجبوریم که آنها را به‌روش عکاسی کوچك کنیم. کدامیك از نقشه‌ها پس از کوچك شدن از نظر مقیاس معتبر خواهند بود؟ چرا؟

۴– مقیاسهای زیر را به صورت مقیاس ترسیمی در سیستم متریك بکشید.

$= \frac{۱}{۲۰۰۰}$

$= \frac{۱}{۵۰۰۰}$

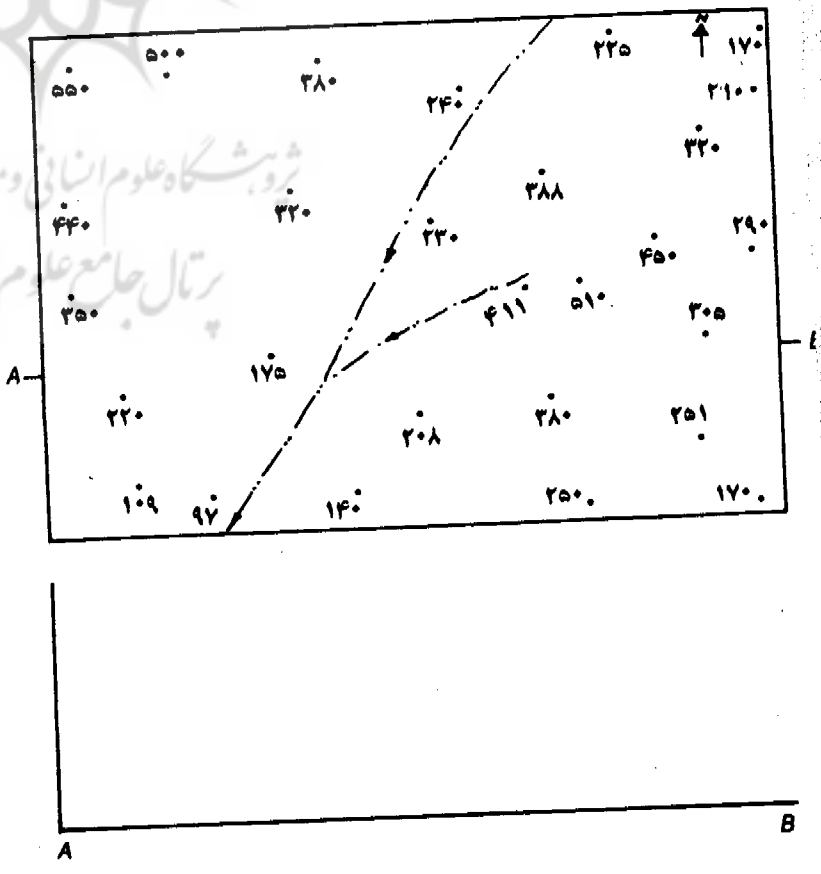
$= \frac{۱}{۱۰۰۰۰}$

$= \frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$

۵ – در یك منطقه به کمك روشهای نقشه برداری ارتفاع چندین نقطه به دست آمده و به وسیله آنها نقشه مبنایی تهیه شده است (شکل زیر).

الف) منحنیهای تراز ۱۰۰ متری را برای این منطقه رسم کنید.

ب) نیمرخ توپوگرافی در امتداد AB را بکشید.



۶– در شکل ۲/ مختصات جغرافیایی و ی نقاط زیر را تعیین کنید.

دماوند =

سد کرج =

تجریش =

گرمسار =

شهرری =

۷– با توجه به اطلاعات موجود در نقشه شکل مقیاس آن چیست؟

۸– در نقشه ۳/ الف، ارتفاع متوسط محلهای چقدر است؟

آق زیارت ( )، خاك تختی ( )

تیز خراب ( ) آبگرم ( )

۹– در شکل ۳/الف، بیشتر شیب راه شوسه کجاست و مقدار تقریبی آن چقدر است؟

۱۰– در شکل ۳/الف در امتداد عرض جغرافیایی ۰۵ و ۳۸ و طول جغرافیایی ۵۵′ و ۴۴° دو نیمرخ توپوگرا رسم کنید.

یادداشتها

۱– Universal Transverse Mercator Grid

۲– Universal Polar Streographic

۳– این شماره‌ها معمولاً چهار رقمی هستند، مثل k ۵۵۱. در اینج حرف اول از سمت چپ (k) معرف منطقه، رقم دوم معرف مقیاس رقم سوم معرف کشور و رقم چهارم معرف تعداد دفعاتی است ک نقشه تهیه شده است. k ۵۵۱ شماره سری نقشه توپوگرافی $\frac{۱}{۲۵۰۰۰۰}$ تهران، تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی کشور است.

۴– interpolation

منابعی برای مطالعه بیشتر:

۱– زمین‌شناسی روی زمین، رابرت کامپتون، (ترجمه بیژن اسفندیاری)، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۷۳۶، ۱۳۵۸

۲– فرهنگ گیتاشناسی، عباس جعفری، مؤسسه گیتاشناسی، ۱۳۶۰.

۳– مقاطع و نقشه‌های زمین‌شناسی، الن‌فوکووژان فرانسوا رائو، (ترجمه محسن پور کرمانی)، چاپ گوته، ۱۳۵۹

۴– نقشه برداری، عباس جعفری، انتشارات‌دانشگاه ملی ایران، شماره۸۴، ۱۳۵۶.

۵– نقشه‌های توپوگرافی، تهیه شده توسط‌سازمان جغرافیایی کشور و سازمان نقشه‌برداری.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی