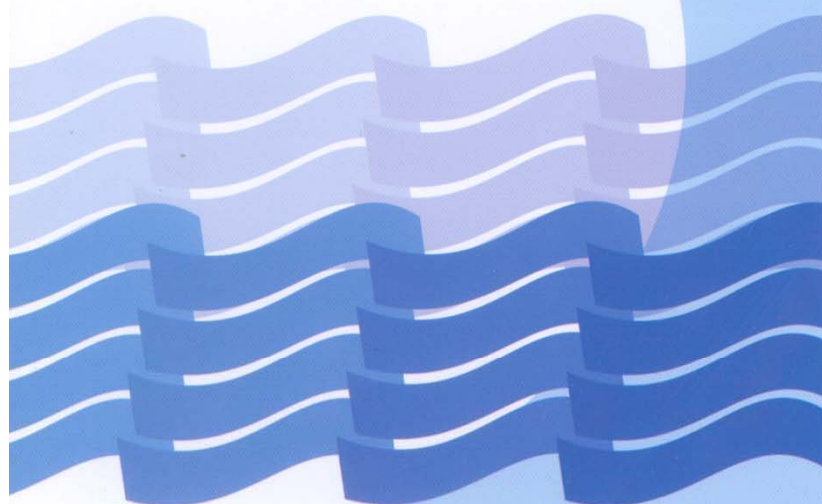


پیش‌نویس

راهنمای عمقیابی مخازن سدها



پیش‌نویس

راهنمای عمق‌یابی مخازن سدها

نشریه شماره ۳۶۱- الف

اردیبهشت ماه ۱۳۸۹

بسمه تعالی

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو با همکاری معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور به منظور تامین اهداف زیر اقدام به تهیه استانداردهای صنعت آب نموده است:

ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره برداری و ارزشیابی طرحها

پرهیز از دوباره کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور

تدوین استانداردهای صنعت آب با در نظر داشتن موارد زیر صورت می گیرد:

استفاده از تخصص ها و تجارب کارشناسان و صاحب نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی

استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین المللی

بهره گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادهای، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت

توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه کننده استاندارد

استانداردها ابتدا به صورت پیش نویس برای نظرخواهی منتشر شده و نظرات دریافتی پس از بررسی تیم تهیه کننده و گروه نظارت در نسخه نهایی منظور خواهد شد.

امید است کارشناسان و صاحب نظرانی که فعالیت آنها با این رشته از صنعت آب مرتبط می باشد، با توجهی که مبذول می فرمایند این پیش نویس را مورد بررسی دقیق قرار داده و با ارائه نظرات و راهنمایی های ارزنده خود به دفتر طرح، این دفتر را در تنظیم و تدوین متن نهایی یاری و راهنمایی فرمایند.

ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته و ناظران تخصصی

این پیش‌نویس در انستیتو آب دانشگاه تهران با مسوولیت آقای دکتر علیرضا اردلان آزموده و همکاری افراد زیر تهیه شده است. اسامی این افراد به ترتیب حروف الفبا عبارت است از:

آقای علیرضا اردلان آزموده	دانشگاه تهران	دکترای ژئودزی
آقای بهمن تاج فیروز	شرکت مهندسین مشاور دریا ترسیم	فوق لیسانس هیدروگرافی
آقای محمود شاکری	سازمان نقشه‌برداری کشور	فوق لیسانس ژئودزی
آقای محمدحسین مشیری	سازمان نقشه‌برداری کشور	فوق لیسانس هیدروگرافی

گروه نظارت که مسوولیت نظارت تخصصی بر تدوین این پیش‌نویس را به‌عهده داشته‌اند، به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای علیرضا تکاور	شرکت نقشه‌پردازان پارس	لیسانس مهندسی نقشه‌برداری
آقای محمدحسن خدام محمدی	سازمان نقشه‌برداری کشور	لیسانس ریاضی
آقای یوسف خلیج امیرحسینی	موسسه تحقیقات آب	فوق لیسانس مهندسی منابع آب
آقای علیرضا دائمی	وزارت نیرو	فوق لیسانس مهندسی سازه‌های هیدرولیکی

اسامی اعضای کمیته تخصصی سد و تونل‌های انتقال طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور که بررسی و تأیید متن حاضر را برعهده داشته‌اند به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

خانم دالی بندار	دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا - وزارت	دکترای مهندسی عمران
آقای مسعود حدیدی‌مود	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	فوق لیسانس مهندسی مکانیک
آقای رضا راستی اردکانی	دانشکده صنعت آب و برق	دکترای مهندسی عمران
آقای فرزاد رفیعا	شرکت مهندسین مشاور کاوشگران	فوق لیسانس مهندسی مکانیک سنگ و فوق لیسانس مهندسی معدن
خانم نوشین رواندوست	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور	لیسانس مهندسی سازه
آقای محمدطاهر طاهری بهبهانی	شرکت مهندسین مشاور توان آب	فوق لیسانس مهندسی منابع آب (هیدرولیک)
آقای محمدرضا عسکری	شرکت مهندسین مشاور بندآب	دکترای مهندسی عمران
آقای مجتبی غروی	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکترای مهندسی عمران
آقای محمدرضا فرش‌باف رحیمی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	کارشناسی ارشد منابع آب
آقای سیاوش لیتکوهی	شرکت مهندسین مشاور خدمات مهندسی مکانیک	دکترای مهندسی راه و ساختمان - ژئوتکنیک
آقای علی یوسفی	شرکت خدمات مهندسی برق ایران (مشانیر)	فوق لیسانس مهندسی معدن و زمین‌شناسی مهندسی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- تعاریف
۵	۱-۱-۱- عمق
۵	۱-۱-۲- مقیاس
۵	۱-۱-۳- فیکس
۵	۱-۱-۴- عمق یابی
۵	۱-۱-۵- ساندینگ
۵	۱-۱-۶- چارت دیتوم
۵	۱-۱-۷- خطوط عمق یابی
۵	۱-۱-۸- سطح مبنای عمق یابی
۵	۱-۱-۹- تعیین موقعیت دقیق نقاط
۵	۱-۱-۱۰- خطوط عمق یابی میانی
۶	۱-۱-۱۱- خطوط کنترل
۶	۱-۱-۱۲- ساندینگ شیت
۶	۱-۱-۱۳- دقت در موقعیت
۶	۱-۱-۱۴- ژئودزی
۶	۱-۱-۱۵- نقشه برداری زمینی
۶	۱-۱-۱۶- نقشه توپوگرافی زمینی
۷	۱-۱-۱۷- تعریف کلاس های اصلی و طبقه بندی عوارض
۷	۱-۱-۱۸- سیستم مختصات و سیستم تصویر
۹	۱-۱-۱۹- سیستم مختصات نقشه در نرم افزار
۹	۱-۱-۲۰- استاندارد قطع بندی و شماره گذاری
۱۰	۱-۱-۲۱- اطلاعات حاشیه ای
۱۰	۱-۱-۲۲- فرمت انتقال اطلاعات گرافیکی
۱۰	۱-۱-۲۳- دقت هندسی
۱۱	۱-۱-۲۴- دقت اطلاعات توصیفی
۱۲	۱-۱-۲۵- دقت کامل بودن نقشه

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳	فصل دوم - عملیات آبی
۱۵	۱-۲- دقت‌ها و استانداردها
۱۵	۱-۱-۲- دقت اندازه‌گیری عمق
۱۵	۲-۱-۲- دقت اندازه‌گیری موقعیت مسطحاتی نقاط عمق‌یابی در مقاطع
۱۵	۳-۱-۲- دقت اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب
۱۶	۴-۱-۲- دقت اندازه‌گیری سرعت صوت در آب
۱۶	۵-۱-۲- دقت اندازه‌گیری (تعیین) موقعیت نقاط نمونه‌برداری
۱۶	۶-۱-۲- فاصله مابین فیکس‌های متوالی در پروفیل‌ها
۱۶	۷-۱-۲- فاصله مابین خطوط عمق‌یابی
۱۶	۸-۱-۲- فاصله طولی و عرضی ساندینگ‌ها از یکدیگر
۱۶	۹-۱-۲- فاصله مابین دو نقطه نمونه‌برداری
۱۷	۲-۲- استاندارد تجهیزات و واسنجی‌ها
۱۷	۱-۲-۲- راهنمای تعیین تجهیزات
۱۹	۲-۲-۲- استاندارد واسنجی‌ها (واسنجی)
۲۰	۳-۲-۲- راهنمای نحوه انجام واسنجی و تعیین روش
۲۰	۳-۲- نیروی انسانی
۲۰	۱-۳-۲- تیم عمق‌یابی
۲۱	۲-۳-۲- قرائت‌کننده تغییرات قائم سطح آب
۲۱	۴-۲- اندازه‌گیری‌ها
۲۱	۱-۴-۲- اندازه‌گیری عمق
۲۱	۲-۴-۲- اندازه‌گیری (تعیین) موقعیت مسطحاتی نقاط فیکس
۲۲	۳-۴-۲- اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب
۲۲	۴-۴-۲- اندازه‌گیری سرعت صوت در آب
۲۲	۵-۴-۲- اندازه‌گیری آبخور ترانس دیوسر دستگاه عمق‌سنج الکترونیکی
۲۳	۶-۴-۲- اندازه‌گیری ساندینگ‌های میانی (Soundings Between)
۲۳	۷-۴-۲- اندازه‌گیری (تعیین) سطح مبنای عمق‌یابی (Sounding Datum)
۲۳	۸-۴-۲- اندازه‌گیری (تعیین) حجم و سطح مخزن
۲۵	۹-۴-۲- جستجو
۲۶	۵-۲- مقیاس عملیات

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۶	۲-۵-۱- راهنمای مقیاس
۲۷	۲-۶- واسنجی تجهیزات
۲۷	۲-۶-۱- چگونگی انجام واسنجی
۲۸	۲-۷- برنامه عملیات
۲۹	۲-۷-۱- طراحی عملیات
۲۹	۲-۷-۲- شناسایی
۲۹	۲-۷-۳- زمان بندی
۳۰	۲-۸- محاسبات، پردازش، کنترل ها
۳۰	۲-۸-۱- محاسبات
۳۰	۲-۸-۲- پردازش
۳۲	۲-۸-۳- کنترل ها
۳۲	۲-۹- ارائه نتایج و اطلاعات و مدارک
۳۲	۲-۹-۱- راهنمای تهیه شیت نهایی عمقیابی
۳۳	۲-۹-۲- راهنمای تهیه پروفیل های عرضی
۳۳	۲-۹-۳- راهنمای تهیه پروفیل های طولی کف مخزن
۳۳	۲-۹-۴- راهنمای تهیه پلان ها
۳۴	۲-۱۰- دستورالعمل ایمنی و بهداشتی عملیات آب نگاری
۳۴	۲-۱۱- نحوه تنظیم گزارشات و مستندسازی مجموعه اطلاعات آبی
۳۴	۲-۱۱-۱- گزارش عملیات هیدروگرافی
۳۵	۲-۱۱-۲- مستندسازی
۳۷	فصل سوم - عملیات زمینی
۳۹	۳-۱- استانداردها، دقت ها
۳۹	۳-۱-۱- طراحی شبکه های مسطحاتی
۴۰	۳-۱-۲- طراحی شبکه های ارتفاعی
۴۰	۳-۱-۳- شناسایی
۴۱	۳-۱-۴- معیار دقت هندسی نشانه ها
۴۱	۳-۱-۵- معیار دقت هندسی نقشه ها
۴۲	۳-۱-۶- مشخصات فنی نشانه های مسطحاتی و ارتفاعی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۸	۳-۲- وسایل و تجهیزات
۴۸	۳-۲-۱- تجهیزات فنی
۴۸	۳-۲-۲- تنظیمات و کالیبراسون تجهیزات فنی
۴۹	۳-۳- نیروی انسانی
۴۹	۳-۳-۱- عوامل انسانی
۴۹	۳-۳-۲- ترکیب اکیپ‌ها
۵۰	۳-۴- اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات (زمینی)
۵۰	۳-۴-۱- اندازه‌گیری‌های مسطحاتی
۵۲	۳-۴-۲- اندازه‌گیری‌های ارتفاعی
۵۳	۳-۴-۳- برداشت جزئیات
۵۵	۳-۵- مقیاس کار
۵۵	۳-۶- برنامه عملیات نقشه‌برداری زمینی
۵۵	۳-۷- پردازش و محاسبات
۵۵	۳-۷-۱- محاسبات شبکه‌های مسطحاتی
۵۶	۳-۷-۲- محاسبات شبکه‌های ارتفاعی
۵۷	۳-۷-۳- محاسبات برداشت جزئیات
۵۷	۳-۸- کارتوگرافی و ارائه نتایج
۵۹	پیوست ۱- فهرست طبقه‌بندی عوارض
۷۱	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۵	شکل ۱-۲- جستجوی ستاره‌ای
۲۶	شکل ۲-۲- جستجوی ماریچی
۲۶	شکل ۳-۲- جستجوی چندضلعی
۲۷	شکل ۴-۲- چگونگی قرار گرفتن میله
۴۳	شکل ۱-۳- مقطع نشانه‌های شبکه اولیه
۴۴	شکل ۲-۳- مقطع نشانه‌های شبکه‌های اصلی و فرعی «بتن درجا»
۴۵	شکل ۳-۳- مقطع نشانه‌های شبکه‌های اصلی و فرعی «بتن پیش ساخته»
۴۵	شکل ۴-۳- مقطع نشانه‌های مرجع
۴۶	شکل ۵-۳- مقطع نشانه‌های شبکه ارتفاعی

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱-۱- کلاس‌بندی عوارض قابل ارائه در نقشه
۱۵	جدول ۱-۲- مجموع خطاها در اندازه‌گیری عمق آب
۴۳	جدول ۱-۳- میزان اختلاط هریک از مصالح
۴۷	جدول ۲-۳- برگ شناسایی نشانه‌ها (STATION DESCRIPTION)
۶۱	جدول پ.۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

مقدمه

آب‌نگاری (هیدروگرافی) دارای اهمیت زیادی در امور مربوط به ساخت و بهره‌برداری از سدها می‌باشد. اصولاً بدون انجام عملیات آب‌نگاری ساخت سازه‌های آبی دارای توجیه فنی نمی‌باشد. نقش و اهمیت معیارها و استانداردها در انجام بهینه امور آب‌نگاری قابل چشم‌پوشی نیست. انتظار می‌رود که این راهنما به عنوان یک مرجع موثق و روشن جهت ایجاد وحدت رویه در انجام امور مختلف آب‌نگاری در سدها مورد استفاده قرار گیرد.

– هدف

هدف از تهیه این راهنما رفع ابهامات در زمینه روش‌های مورد استفاده در انجام امور آب‌نگاری در سدها و همچنین ارائه یک مرجع موثق و روشن برای مشاوران و ناظرین عملیات در طراحی روش‌ها و بررسی و کنترل عملیات می‌باشد.

– دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این راهنما شامل تمامی امور هیدروگرافی در سدها است که جهت انجام مقاصد مختلف نظیر: تعیین توپوگرافی منطقه کاری و حجم آب مخزن و تعیین رسوب بستر... و بررسی و کنترل عملیات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- تعاریف

۱-۱-۱- عمق

فاصله ما بین یک سطح مبنای مرجع و نقطه‌ای در زیر آب می‌باشد. [۱۰]

۱-۱-۲- مقیاس

نسبت فاصله دو نقطه معین در روی نقشه (شیت عمق‌یابی) به فاصله نقاط نظیر آنها در روی زمین می‌باشد.

۱-۱-۳- فیکس

لحظه‌ای است که موقعیت شناور تعیین می‌شود. [۱۰]

۱-۱-۴- عمق‌یابی

اندازه‌گیری عمق آب برای تعیین توپوگرافی بستر منبع آبی

۱-۱-۵- ساندینگ

تعیین و اندازه‌گیری عمق آب و موقعیت نقطه عمق‌یابی شده به‌طور هم‌زمان می‌باشد. [۱-۳]

۱-۱-۶- چارت دیتوم

سطحی است که ساندینگ‌های نمایش داده شده بر روی چارت ناوبری (Navigational Chart) به آن ارجاع داده می‌شوند. [۴]

۱-۱-۷- خطوط عمق‌یابی

مجموعه‌ای است از ساندینگ‌ها در امتداد خطوطی از پیش تعیین شده و با فواصل معین [۵]

۱-۱-۸- سطح مبنای عمق‌یابی

سطحی است که ساندینگ‌ها به آن ارجاع داده می‌شوند. (سطح معرف عمق صفر).

۱-۱-۹- تعیین موقعیت دقیق نقاط

تعیین موقعیت افقی نقاط عمق‌یابی مطابق استاندارد تعیین موقعیت هیدروگرافی است.

۱-۱-۱۰- خطوط عمق‌یابی میانی

این خطوط در موارد زیر طراحی و اجرا می‌شوند:

الف- پر کردن فاصله (گپ) بیش از اندازه استاندارد خطوط مجاور اصلی عمق‌یابی.

ب- برای افزایش اطمینان از درستی عملیات عمق‌یابی.

ج- مشخص کردن عوارض دیده نشده احتمالی ما بین خطوط اصلی عمق‌یابی.

۱-۱۱- خطوط کنترل

خطوط عمق‌یابی که با زاویه معین، (ترجیحا ۹۰ درجه) بر خطوط اصلی عمق‌یابی طراحی شده و جهت کنترل درستی ساندینگ‌های اندازه‌گیری شده به کار می‌روند.

۱-۱۲- ساندینگ شیت

صفحه‌ای که کلیه داده‌های برداشت شده در عملیات هیدروگرافی (ساندینگ‌ها، خط و عوارض ساحلی، منحنی ترازها، و...) و عناوین و سایر اطلاعات مورد نیاز، بر روی آن ترسیم می‌شوند.

۱-۱۳- دقت در موقعیت

دقت در موقعیت یک عارضه یا موضوع (ساندینگ،...) نسبت به یک سامانه مرجع زمینی (ژئودتیک) می‌باشد.

۱-۱۴- ژئودزی

علم تعیین شکل و ابعاد زمین و تعیین موقعیت نقاط روی سطح زمین ژئودزی نامیده می‌شود. تعیین شکل فیزیکی و مناسب‌ترین شکل ریاضی برای انجام محاسبات و ایجاد ارتباط بین فضای فیزیکی و ریاضی از عمده‌ترین وظایف این علم می‌باشد. کاربرد این علم در نقشه‌برداری، تعیین مختصات دقیق نقاطی است که زیربنای کلیه فعالیت‌های نقشه‌برداری و تهیه نقشه محسوب می‌شوند. اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای این فعالیت‌ها با روش‌های کلاسیک و یا ماهواره‌ای قابل انجام است.

۱-۱۵- نقشه‌برداری زمینی

نقشه‌برداری زمینی عبارتست از مجموعه عملیات: طراحی، شناسایی، مشاهدات و گردآوری اطلاعات، محاسبه و پردازش به‌منظور تهیه یا پیاده‌سازی نقشه‌های توپوگرافی و اطلاعات مکانی.

۱-۱۶- نقشه توپوگرافی زمینی

نقشه‌ای که به روش مستقیم زمینی تهیه می‌شود و شامل عوارض مسطحاتی دقیقی است که ارتفاع عوارض و زمین را به‌صورت رقوم و منحنی تراز نشان می‌دهد. این نقشه به‌صورت فایل رقومی با مشخصات زیر است:

الف- به هر دو صورت دو بعدی یا سه بعدی می‌تواند آماده شود.

ب- پردازش‌های کارتوگرافی روی آن انجام شده به‌طوری که درک اطلاعات نقشه برای کاربر عمومی نیز امکان‌پذیر است.

ج- حاوی اطلاعات حاشیه‌ای، راهنما (Legend) و اسامی مکان‌ها می‌باشد.

د- عوارض مطابق بند ۳-۱-۵ آورده شده‌اند.

ه- قطع آن به ابعاد شیت نقشه (۶۰×۸۰ سانتی‌متر) می‌باشد.

۱-۱-۱۷- تعریف کلاس‌های اصلی و طبقه‌بندی عوارض

عوارض قابل ارائه در نقشه در نه کلاس اصلی و یک کلاس کمکی (کلاس ده) به شرح جدول شماره ۱-۱ ارائه شده است. هریک از این کلاس‌ها به زیر کلاس و عوارض مربوط نیز تقسیم شده است که فهرست طبقه‌بندی عوارض در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱- کلاس‌بندی عوارض قابل ارائه در نقشه

ردیف	کلاس	کد	تعریف
۱	پوشش گیاهی	A	این کلاس نمایانگر وضعیت رویش یا عدم رویش گیاهان در سطح زمین است و علاوه بر نوع پوشش گیاهی در برگیرنده "زمین‌هایی است که به علت وضعیت خاص خاک آنها یا عوامل طبیعی و غیر طبیعی دیگر فاقد پوشش گیاهی اند.
۲	سازه	B	به موارد خاصی از ساختارهای ایجاد شده توسط بشر اطلاق می‌شود که فاقد دیوار و سقف مانند یک ساختمان باشند.
۳	راه و راه آهن	C	مسیر یا خطوط ارتباطی زمینی یا زیر زمینی که برای عبور و مرور وسایط نقلیه: قطار، انسان و چهارپایان استفاده می‌شود
۴	عوارض آبی	D	منظور از عوارض آبی تمام سطوح زمین است که به طور طبیعی یا مصنوعی توسط آب به‌طور دائم یا فصلی (موقت) از آب پوشیده شده باشد. زمین‌هایی که در آنها آب بر پوشش گیاهی و خاک غالب باشد و بهره‌برداری کشاورزی نیز نداشته باشد جزو این کلاس اصلی تلقی می‌شوند.
۵	ساختمان	E	به کلیه ساختارهای ایجاد شده به دست بشر اطلاق می‌شود که دارای دیوار و سقف باشند.
۶	محدوده	F	حد مناطقی که دارای کاربری خاص بوده یا از نظر سیاسی دارای اهمیت خاصی باشند. و ممکن است به صورت فیزیکی یا مجازی وجود داشته باشد.
۷	خدمات عمومی	G	تاسیساتی برای ذخیره‌سازی، انتقال و ارائه خدمات پشتیبانی است و درامور مربوط به برق، آب، تلفن، نفت و گاز و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۸	ارتفاعات	H	عوارض طبیعی، مصنوعی یا قرار دادی که نشان دهنده شکل یا پستی و بلندی های زمین هستند.
۹	نقاط کنترل	I	نقاطی با ماهیت فیزیکی یا غیر فیزیکی بر روی سطح زمین که لااقل یکی از ویژگی های موقعیتی یا ارتفاعی آن مشخص باشد (از قبیل نقاط ژئودزی، ترازبایی دقیق و نقاط کنترل فتوگرامتری)
۱۰	موارد تکمیلی نمایشی	J	علائیم و نمادهایی است که هنگام نمایش برگ نقشه از آنها برای بهتر نمایش دادن عوارض اصلی و سهولت کاربرد استفاده می‌شود.

۱-۱-۱۸- سیستم مختصات و سیستم تصویر

تعیین موقعیت یک نقطه و یا عارضه در روی زمین، دریا و فضا براساس مختصات صورت می‌گیرد. بنابراین تعریف و ایجاد یک سیستم مختصات کشوری نقش موثری در ایجاد یکپارچگی هندسی خواهد داشت. همچنین، وجود یک سیستم تصویر به‌منظور انتقال از زمین (جهان واقع) به فضای نقشه امری ضروری و لازم است.

۱-۱۸-۱-۱- سیستم مختصات مسطحات

۱-۱۸-۱-۱- سیستم مختصات جهانی

سیستم مختصات و بیضوی جهانی مورد استفاده برای تعیین موقعیت عوارض به طور مطلق و نسبی عبارتست از WGS-84 با مشخصات زیر:

مبدا: مرکز جرم زمین

اندازه نصف قطر بزرگ (a): 6378137 m

اندازه نصف قطر کوچک (b): 6356752.3142 m

محور Z: امتداد قطب زمینی قراردادی (CTP) برای حرکات قطبی. این امتداد توسط (BIH) بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاه‌های BIH تعریف شده است.

محور X: تقاطع صفحه نصف‌النهار مرجع WGS-84 و صفحه استوای CTP، نصف‌النهار مرجع یا نصف‌النهار صفر است که توسط BIH بر اساس مختصات اختیار شده برای ایستگاه‌های BIH تعریف شده است
محور Y: این محور یک سیستم مختصات با ویژگی‌های زیر ایجاد می‌کند:

راست گرد

مبدا در مرکز زمین و متصل به زمین (ECEF)

قائم الزاویه (زاویه در صفحه استوای CTP اندازه‌گیری می‌شود و با زاویه ۹۰ درجه شرق محور X قرارداد.

۱-۱۸-۱-۲- سیستم مختصات محلی

در روش‌های تهیه نقشه به روش مستقیم زمینی برای مناطقی که فاصله بین دونقطه آن کم‌تر از ۱۸ کیلومتر باشد به علت نامحسوس بودن میزان اعوجاج در این مقیاس، می‌توان سطح زمین را مستوی فرض کرد و شبکه نقاط مورد نیاز را در سیستم محلی (صفحه) محاسبه کرد ولی مبدا و توجیه شبکه را باید از سیستم تصویر UTM انتخاب کرد.

۱-۱۸-۱-۲- سیستم مختصات ارتفاعی

مختصات ارتفاعی بر اساس سطح مبنای ارتفاعات ارتومتریک بوده و بر سطح مبنای ارتفاعی مرسوم کشور منطبق می‌باشد.

۱-۱۸-۱-۳- سیستم تصویر

۱-۱۸-۱-۳- سیستم تصویر جهانی

سیستم تصویر جهانی مورد استفاده، سیستم تصویر UTM با مشخصات زیر می‌باشد در این سیستم کره زمین به ۶۰ قسمت مساوی (Zone) تقسیم می‌شود:

مبدا مختصات هر قاچ، تقاطع خط استوا و نصف‌النهار مرکزی آن می‌باشد که در نیمکره شمالی دارای مختصات $Y = 0 \text{ m}$ و $X = 500,000 \text{ m}$ می‌باشد.

ضریب مقیاس نصف‌النهار مرکزی عدد 0.9996 می‌باشد.
کشور ایران به‌وسیله چهار Zone سیستم تصویر UTM پوشش داده می‌شود.

۱-۱-۱۸-۳-۲- سیستم تصویر محلی

در مواردی که از سیستم مختصات محلی استفاده می‌شود، سیستم تصویر محلی (صفحه‌ای) مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۱-۱-۱۹- سیستم مختصات نقشه در نرم‌افزار

در نرم‌افزار اتوکد سیستم مختصات نیاز به تنظیم خاصی ندارد.
در فایل‌های نرم‌افزار ماکرواستیشن واحدهای کاری working units برای تعریف ابعاد فایل و حد تفکیک مختصات ثبت شده به صورت زیر تنظیم می‌شوند.

Master Unit = m

Sub Unit = cm

Master Unit /Sub Unit = 100

Position Unit/Sub Unit = 10

مبدا سیستم مختصات در وسط فایل شیت نقشه قرار دارد و مبدا مختصات Global Origin نامیده می‌شود. برای امکان نمایش اطلاعات در سیستم تصویر UTM، با توجه به ابعاد فایل شیت نقشه، مختصات منسوب به این مبدا (50000، 3000000، 1000) معرفی می‌شود.

۱-۱-۲۰- استاندارد قطع‌بندی و شماره‌گذاری

گوشه هر برگ نقشه دارای مختصات صحیح و مضربی از عدد مخرج مقیاس (فاصله بین خطوط شبکه‌بندی) می‌باشد. قطع‌بندی نقشه‌ها نیز به‌صورت زیر است:

ابعاد داخلی (متن نقشه): 80×60 سانتی‌متر

ابعاد خارجی (با توجه به کادر دور نقشه و لژاند): 100×75 سانتی‌متر

هر یک از برگ‌ها با خطوط ممتد با ضخامت‌های مشخص شبکه‌بندی می‌شود.

کادر خارجی برگ‌های نقشه بفاصله ۲ سانتی‌متر از اطراف و ضخامت مشخص می‌باشد. فاصله لبه کاغذ با کادر ضخیم از بالا

۳ سانتی‌متر سمت چپ ۴ سانتی‌متر پایین ۹ سانتی‌متر و سمت راست کاغذ ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد.

نامگذاری نقشه‌ها به صورت ماتریسی انجام می‌شود به‌طوری‌که ستون‌های آن از چپ به راست با حروف الفبای لاتین و

سطرهای آن با عدد از بالا به پایین نام‌گذاری می‌شود مانند مثال زیر:

	A	B	C	D
1				
2		B2		
3				

در صورتی که تعداد برگ‌های نقشه آنقدر زیاد باشد که بلوک‌بندی را ایجاب کند، در هر برگ به جای یک اندکس دو اندکس ترسیم خواهد شد، که یکی اندکس بلوک‌بندی و دیگری اندکس شیت‌بندی حاوی آن برگ است.

۱-۱-۲۱- اطلاعات حاشیه‌ای

لژاند نقشه: در سمت راست برگ نقشه و باتوجه به لیست عوارض موجود در منطقه و متناسب با مقیاس نقشه.
نام منطقه: در بالای نقشه در سمت راست به فارسی و در سمت چپ به لاتین.
مقیاس نقشه: در دو گوش بالای نقشه پس از نام منطقه در سمت چپ به لاتین و در سمت راست به فارسی.
نام تهیه کننده، نام سفارش دهنده، تاریخ تهیه نقشه: در پایین نقشه و در گوشه سمت چپ با حروف مناسب به فارسی و لاتین.

شماره برگ نقشه: در دو گوش بالای نقشه و در جلوی مقیاس نقشه در سمت چپ به لاتین و در سمت راست به فارسی.
مقیاس خطی: در قسمت پایین و وسط برگ نقشه.
مقیاس عددی: در قسمت پایین و وسط برگ نقشه و در زیر مقیاس خطی.
اندکس (راهنمای اتصال برگ‌های نقشه): در سمت راست برگ نقشه و زیر راهنما (لژاند).
راهنمای شمال نقشه: علامت شمال، نشان‌دهنده شمال شبکه، در قسمت پایین کادر نقشه و در سمت راست ترسیم می‌شود.
شمال شبکه همان امتداد محور Y یا N است.

۱-۱-۲۲- فرمت انتقال اطلاعات گرافیکی

تجربه‌ی چند ساله‌ی تولیدات رقومی نشان داده که با طراحی یک ساختار ساده، می‌توان عملیات تغییر فرمت فایل‌ها را تسهیل کرد. عملیات تغییر فرمت فایل‌ها به دشواری گذشته نیست (با توجه به قابلیت‌های export , import نرم‌افزارهای معروف) لذا در این دستورالعمل سعی شده تا حد امکان آماده‌سازی داده‌ها طوری باشد که امکان ارائه در فرمت‌های دیگر را تسهیل کند.
در حال حاضر و تا زمانی که فرمت استاندارد انتقال اطلاعات گرافیکی و غیرگرافیکی ملی به صورت رسمی تهیه و منتشر نشده است، فرمت اطلاعات گرافیکی به یکی از فرم‌های DXF, DWG(Autodesk), و یا DGN(Intergraph) می‌باشد.
لازم است در این مورد از ابتدا توافقات و برنامه‌ریزی لازم صورت پذیرد تا تبدیل فرمت اطلاعات و همچنین از دست رفتن اطلاعات به واسطه تبدیل که جزء لاینفک این عملیات می‌باشد، به حداقل برسد.

۱-۱-۲۳- دقت هندسی

۱-۱-۲۳-۱- نشانه‌های مسطحاتی و ارتفاعی

مکان نقاطی است که بر روی زمین به عنوان نشانه‌های شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی به منظور اجرا و ارائه خدمات نقشه‌برداری به وجود می‌آید.

۱-۲۳-۲- موقعیت و نوع عوارض

الف- موقعیت کاملاً مشخص (Well Defined Point)

مکان نقاطی است که می‌توان روی منبع اصلی اطلاعات (زمین، نقشه و...) را با دقت هندسی بالا مشخص کرد. به عنوان مثال می‌توان نقاط تقاطع جاده‌ها، راه‌آهن‌ها و گوشه ساختمان‌ها را نام برد. عوارض کاملاً مشخص (Well Defined feature) عوارضی هستند که شناسایی موقعیت محدوده‌ی آنها کاملاً مشخص می‌باشد.

ب - موقعیت‌های تقریباً مشخص

مکان نقاطی که نمی‌توان آنها را روی زمین با دقت هندسی بند (الف) مشخص کرد. عوارض تقریباً مشخص: عوارضی که شناسایی موقعیت محدوده‌ی آنها با دقت بالا امکان‌پذیر نیست. از عوارض گروه اول، ساختمان‌ها و راه‌ها و از عوارض گروه دوم، حدود جنگل یا مرتع را می‌توان نام برد. بعضی عوارض نیز از نظر دقت بین این دو طبقه قرار می‌گیرند حدود پوشش‌های گیاهی ایجاد شده به دست بشر را از آن قبیل می‌توان تلقی کرد.

۱-۲۳-۳- خطاها

الف- خطای متوسط مربعی مسطحاتی (Root Mean Square Error - RMSEp):

عبارتست از دایره‌ای به شعاع:

$$RMSE_p \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad S_x \neq S_y$$

که نقاط اندازه‌گیری شده با احتمال ۶۳/۲۱ درصد در داخل آن قرار می‌گیرند.

ب- استاندارد دایره‌ای خطای نقشه (Circular Map Accuracy Standard - CMAS)

عبارتست از دایره‌ای به شعاع: $CMAS = 1.517 RMSE_p$

که نقاط اندازه‌گیری شده با احتمال ۹۰ درصد در داخل آن قرار می‌گیرند.

ج- مرز خطا عبارتست از دایره‌ای به شعاع $2.14 RMSEP$ که نقاط اندازه‌گیری شده با احتمال ۹۹ درصد در داخل آن قرار

می‌گیرند.

۱-۲۴-۱-۱- دقت اطلاعات توصیفی

منظور میزان تطبیق و صحت مشخصات المانهای آورده شده روی نقشه در مقایسه با واقعیت (زمین) است.

۱-۱-۲۵- دقت کامل بودن نقشه

منظور میزان تطبیق تعداد عوارض آورده شده روی نقشه با عوارض موجود روی زمین است (مطابق پیوست شماره ۱)

فصل ۲

عملیات آبی

۱-۲- دقت‌ها و استانداردها

۱-۱-۲- دقت اندازه‌گیری عمق

مجموع خطاها در اندازه‌گیری عمق آب نباید از مقادیر ذکر شده در جدول ۱-۲ تجاوز کند:
(این مقادیر استاندارد دقت در هیدروگرافی مخازن محسوب شده و لازم است با اطمینان ۹۵ درصد حاصل شوند).

جدول ۱-۲- مجموع خطاها در اندازه‌گیری عمق آب

سیستم	عمق	دقت عمق
مکانیکی	$d < 5m$	5 cm
اکوستیکی	$d < 5m$	5 cm
اکوستیکی	$d < 15m$	15 cm
اکوستیکی	$d < 30m$	30 cm
اکوستیکی	$d > 30m$	1 % عمق

تذکر:

الف- در تعیین دقت عمق‌های مورد اندازه‌گیری باید به منابع مستقل ایجاد کننده خطاها توجه کرد. این منابع با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا خطای کلی به‌دست آید. مهم‌ترین این منابع عبارتند از:

خطاهای ناشی از اندازه‌گیری تغییرات سطح آب

خطاهای ناشی از سامانه اندازه‌گیر عمق و سرعت صوت در آب

خطاهای ناشی از پردازش داده‌ها

ب- در مواقعی که از دستگاه عمق‌یاب تک شعاعی استفاده می‌شود دقت موقعیت نقطه مورد عمق‌یابی (ساندینگ)، دقت موقعیت سونار (ترانس دیوسر) سامانه عمق‌یاب نسبت به یک سامانه زمینی (ژئودتیک) مرجع می‌باشد.

۲-۱-۲- دقت اندازه‌گیری موقعیت مسطحاتی نقاط عمق‌یابی در مقاطع

مجموع خطاها در تعیین موقعیت نقاط عمق‌یابی نباید از $\frac{1}{3}$ میلیمتر در مقیاس نقشه‌برداری تجاوز کند.

به عنوان مثال، در مقیاس ۱:۲۰۰۰ حداکثر خطای مجاز در موقعیت نقاط عمق‌یابی پس از پلات، نباید از $\frac{1}{6}$ متر تجاوز کند.

تذکر: معیارهای کنترل کیفیت (QA و QC) باید رعایت شوند.

۳-۱-۲- دقت اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب

خطای مشاهداتی اندازه‌گیری سطح آب نباید از ۵ سانتی‌متر تجاوز کند.

تذکر: در صورتی که طول منطقه عملیات آبی زیاد باشد، باید با نصب اشل‌های متعدد در طول منطقه عملیاتی خطای ناشی

از شیب احتمالی سطح آب (اختلاف سطح تراز آب در محل ورود یا خروج آب با دیگر مناطق دریاچه) را به حداقل رساند.

۴-۱-۲- دقت اندازه‌گیری سرعت صوت در آب

سرعت صوت در آب منطقه عملیات باید با دقت ۱ متر در ثانیه اندازه‌گیری شود.

۵-۱-۲- دقت اندازه‌گیری (تعیین) موقعیت نقاط نمونه‌برداری

خطای موقعیتی (مجموع خطاها) نقاط نمونه‌برداری شده از بستر نباید از $0/5$ میلی‌متر در مقیاس نقشه‌برداری تجاوز کند.

۶-۱-۲- فاصله مابین فیکس‌های متوالی در پروفیل‌ها

فاصله مابین دو فیکس متوالی بر روی خطوط ساندینگ نباید از $1/5$ سانتی‌متر در مقیاس عملیات تجاوز کند.

۷-۱-۲- فاصله مابین خطوط عمق‌یابی

فاصله بین دو خط اصلی عمق‌یابی مجاور یکدیگر لازم است از $1-0/5$ سانتی‌متر در مقیاس نقشه‌برداری تجاوز نکند. [۱-۳]
تذکر: تعیین فاصله خطوط اصلی عمق‌یابی از یکدیگر بستگی به پیچیدگی توپوگرافی منطقه عملیات از نقطه نظر پستی و بلندی دارد. مناطقی که توپوگرافی هنجار (پستی و بلندی کم) دارند این فاصله می‌تواند بیش‌تر در نظر گرفته شود و بالعکس.

۸-۱-۲- فاصله طولی و عرضی ساندینگ‌ها از یکدیگر

الف- فاصله عرضی ساندینگ‌ها از یکدیگر نباید از $1/5$ برابر فاصله مابین خطوط مجاور عمق‌یابی تجاوز کند.
ب- تعداد ساندینگ‌ها بر روی خطوط عمق‌یابی باید حداقل ۷ عدد در $2/5$ سانتی‌متر در مقیاس نقشه‌برداری در نظر گرفته شود. [۱-۳]

تذکر: نقاط کنترل افقی که جهت تعیین موقعیت افقی نقاط عمق‌یابی (ساندینگ‌ها) و برداشت‌های توپوگرافیک زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید با دقت نسبی ۱ بخش به ۱۰۰۰۰۰ با استفاده از روش‌های نقشه‌برداری زمینی ایجاد شوند. چنان‌چه از روش‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای برای ایجاد این نقاط استفاده شود، خطا نباید از ۱۰ سانتی‌متر با ضریب اطمینان $0/95$ تجاوز کند.

۹-۱-۲- فاصله مابین دو نقطه نمونه‌برداری

فاصله مابین دو نقطه مورد نظر جهت نمونه‌برداری حداقل ۵ سانتی‌متر در مقیاس نظر گرفته شود.
تذکر: در موارد خاص این فاصله می‌تواند با نظر کارفرما کم یا زیاد شود.

۲-۲- استاندارد تجهیزات و واسنجی‌ها

۲-۲-۱- راهنمای تعیین تجهیزات

۲-۲-۱-۱- عمق‌یاب‌ها (اکوساندر)

منظور از دستگاه عمق‌یاب دستگاه‌های الکترواکوستیکی می‌باشد که با کمک ارسال امواج صوتی در آب و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت صوت عمق آب را محاسبه می‌کند.

تذکره ۱: دستگاه عمق‌یاب مورد استفاده در عملیات باید اکوساندر هیدروگرافی باشد.

تذکره ۲: دستگاه عمق‌یاب هیدروگرافی باید دارای مشخصات زیر باشد:

الف- زاویه تابش امواج (Beam Angle) نباید از ۵ درجه ۳۶۰ درجه‌ای تجاوز کند.

ب- دارای رزولیشن (قدرت تفکیک) به مقدار ۱ سانتی‌متر باشد.

ج- دارای قابلیت دریافت مقدار سرعت صوت باشد.

تذکره: ترانس دیوسرها بنا به فرکانس‌های آنها طبقه‌بندی می‌شوند. استفاده از آنها در عملیات، بستگی به اهداف پروژه دارد. چنانچه مقصود انجام عمق‌یابی باشد، بهتر است از ترانس دیوسرهایی با فرکانس بالا (۱۰۰ KHZ و بیش‌تر) که قدرت نفوذ کمی در بستر دارند استفاده شود. در صورتی که هدف تعیین ضخامت و جنس رسوب و لایه‌های مختلف بستر باشد، بهتر است از ترانس دیوسرهایی با فرکانس پایین (ترجیحا کمتر از ۳۳ KHZ) استفاده شود.

۲-۲-۱-۲- سرعت‌سنج صوت در آب

سرعت‌سنج‌ها از هر نوعی که باشند باید قادر به اندازه‌گیری (محاسبه) سرعت صوت با دقت حداقل ۱ متر بر ثانیه باشند.

تذکره:

الف- سرعت‌سنج‌ها (Velocity Meter) معمولاً شامل یک سنجش‌گر (Probe) متصل به یک کابل، نمایش‌گر واحد کنترل و منبع تغذیه می‌باشند.

ب- استفاده از دستگاه‌هایی که سرعت صوت را مستقیماً اندازه‌گیری نمی‌کنند و این کار را با اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی آب نظیر: دما، رسانایی و فشار و محاسبه سرعت با استفاده از مدل‌های ریاضی انجام می‌دهند نیز مرسوم است.

ج- تاثیر سرعت صوت در دقت اندازه‌گیری عمق بسیار مهم می‌باشد.

۲-۲-۱-۳- فاصله‌سنج دریایی

برای تعیین موقعیت می‌توان از فاصله‌یاب‌های الکترونیکی به صورت فاصله - فاصله (Rang-Rang) استفاده کرد. این دستگاه مرکب از چند واحد فرستنده گیرنده و واحد کنترل و نمایش فواصل می‌باشد. حداقل دو دستگاه فرستنده گیرنده در نقاطی با مختصات معلوم مستقر شده و ضمن برقراری ارتباط رادیویی با فرستنده- گیرنده داخل شناور، فواصل شناور از آنها توسط واحد کنترل به نمایش در می‌آید.

GNSS-۴-۱-۲-۲

٢-٢-١-٥- تئودوليت

۲-۲-۱-۶- اشل مرتبط با اندازه گیری (قرائت) تغییرات سطح آب

۲-۲-۱-۶-۱- انتخاب محل نصب اشل مربوط به اندازه گیری تغییرات سطح آب

ب- آسانی نصب: یک سازه جامد و دایمی در داخل آب، بهترین انتخاب برای نصب اشل می باشد.

- ج- **آسانی قرائت:** قرائت آسان اشل به علت تاثیرگذاری بر روی دقت قرائت‌ها دارای اهمیت زیادی می‌باشد.
- د- **در پناه بودن اشل:** برای قرائت آسان اشل و همچنین ایمنی آن، اشل باید به صورتی نصب شود که تاحدامکان از تاثیرات امواج ناشی از باد و حرکت شناورها به دور باشد.
- ه- **آب‌های بسته:** اشل باید در محلی نصب شود که ارتباط دایمی و بی‌واسطه مابین آب محل نصب و آب منطقه نقشه‌برداری وجود داشته باشد.
- و- **مجاورت با بنج مارک‌های شبکه ترازبایی:** در مناطقی که شبکه سراسری ملی ترازبایی یا شبکه محلی موجود می‌باشد، اشل باید ترجیحا نزدیک به بنج مارک‌های شبکه‌های ذکر شده نصب شود.

۲-۱-۲-۷- شناور

- شناور مورد استفاده در عملیات آبنگاری باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:
- الف- دارای طول، عرض و آب‌خور مناسب با توجه به توپوگرافی منطقه عملیاتی باشد.
- ب- دارای فضای کافی و مناسب جهت استقرار افراد و نصب تجهیزات آبنگاری باشد.
- ج- سیستم موتور آن باعث ایجاد اختلال و اغتشاش در اندازه‌گیری عمق نشود.

۲-۱-۲-۸- نرم‌افزار هیدروگرافی

جمع‌آوری داده‌های آبنگاری به صورت خودکار (Automatic Data Logging) روش مناسب و دقیقی برای جمع‌آوری، پردازش، ارائه و آرشیو اطلاعات آبنگاری و نقشه‌برداری می‌باشد. نرم‌افزار هیدروگرافی باید حداقل قادر به جمع‌آوری داده‌ها از دستگاه عمق‌یاب و گیرنده‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای باشد^۱. کلیه داده‌ها به صورت On Line توسط نرم‌افزار جمع‌آوری شده و جهت انجام اقدامات بعدی بر روی دیسک حافظه ذخیره می‌شود. طراحی خطوط عمق‌یابی و دریافت و نمایش سایر اطلاعات نقشه‌برداری نظیر: خط ساحلی، علایم آبنگاری و نقشه‌های توپوگرافیک نواحی مجاور ساحل به صورت پس زمینه به همراه اطلاعات و تنظیمات ژئودتیکی (بیضوی مورد استفاده، سیستم تصویر و اتصال به سنجنده‌ها) و پردازش داده‌ها از جمله قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌باشد.

۲-۲-۲- استاندارد واسنجی‌ها (واسنجی)

به کارگیری درست و دقیق هر وسیله منوط به داشتن دانش و اطلاع کافی از نحوه انجام واسنجی (واسنجی) آن دارد. راهنمای فنی تجهیزات در دسترس استفاده کنندگان می‌باشد. داشتن تجربه و تداوم به کارگیری تجهیزات می‌تواند نقش مهمی در بکارگیری صحیح و دقیق تجهیزات و افزایش دقت برداشت داده‌ها داشته باشد.

تذکر: واسنجی وسایل نقشه‌برداری قبل از شروع عملیات ضروری می‌باشد.

۲-۳- راهنمای نحوه انجام واسنجی و تعیین روش

استفاده مطلوب از تجهیزات به مهارت و تجربه و آگاهی از کاربردها و امکانات دستگاه‌ها و چگونگی انجام واسنجی آنها دارد. نیروی انسانی ماهر و آموزش دیده نقش اساسی را در این زمینه به عهده دارد. عدم داشتن آگاهی در مورد به‌کارگیری صحیح تجهیزات می‌تواند عملیات هیدروگرافی را دچار زیان و اشتباهات فاحش کند. استفاده از راهنمای دستورالعمل فنی (Technical Manual) هر دستگاه برای بهره‌برداری صحیح ضروری می‌باشد. مهم‌ترین دستگاه‌های مورد استفاده در عملیات آب‌نگاری که باید حتماً مورد واسنجی قرار گیرند عبارتند از:

الف- دستگاه عمق‌یاب (اکو ساندِر)، این دستگاه باید با روش بارچک یا دستگاه تعیین سرعت صوت با اندازه‌گیری مستقیم یا اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی آب کالیبره شود.

ب- توتال استیشن‌ها و فاصله‌یاب‌ها، استفاده از توتال استیشن‌ها و فاصله‌یاب‌ها مستلزم انجام کنترل آزمایشگاهی و میدانی روی فواصل معلوم است.

ج- GPS استفاده از دستگاه‌های GPS به علت مشکلات مربوط به برقراری دید مستقیم (LOS) آنتن به ماهواره جهت دریافت سیگنال‌های ماهواره در نواحی کوهستانی و سدها باید بسیار با احتیاط صورت گیرد. تعداد ماهواره‌های در افق دید در هنگام انجام عملیات نباید کمتر از ۴ بوده و شرایط هندسی ماهواره‌ها موسوم به DOP نباید از ۴ تجاوز کند.

۲-۳- نیروی انسانی

۲-۳-۱- تیم عمق‌یابی

ترکیب اعضای تیم عمق‌یابی بستگی به روش انجام عملیات دارد. این ترکیب بدو صورت زیر می‌باشد:

الف- برداشت داده‌های عمق‌یابی به صورت خودکار صورت می‌گیرد: در این روش داده‌ها (عمق، موقعیت، ...) پس از برداشت توسط دستگاه‌ها مستقیماً با هدایت و فرمان نرم‌افزار هیدروگرافی به رایانه ارسال و در آن ضبط گردیده و به نمایش در می‌آیند. لازم به ذکر است قبل از شروع عملیات، نرم‌افزار باید توسط عامل هیدروگراف حاضر در شناور آماده و سیستم راه اندازی گردیده و ضمن انجام عملیات تحت کنترل و نظارت قرار گیرد.

ب- برداشت داده‌ها به صورت نیمه خودکار می‌باشد: در این روش بخشی از امور مانند اندازه‌گیری عمق آب و ... (احتمالاً تعیین موقعیت) توسط دستگاه‌های مربوط با کنترل عوامل انسانی حاضر در شناور برداشت شده و ثبت می‌شوند. و بخش دیگر ممکن است توسط تیم ساحلی صورت گیرد.

۲-۳-۱- ویژگی‌های فنی تخصصی افراد

الف- برداشت خودکار: یک نفر کارشناس هیدروگراف جهت راه‌اندازی سیستم‌های عمق‌یابی و سکاندار مجرب جهت هدایت شناور بر روی خطوط عمق‌یابی.

ب- برداشت نیمه خودکار: یک نفر تکنسین هیدروگراف یا نقشه‌بردار جهت ثبت داده‌های عمق و موقعیت و یک نفر تکنسین هیدروگراف برای کار با دستگاه عمق‌یاب و یک سکاندار مجرب.

۲-۳-۲- قرائت کننده تغییرات قائم سطح آب

منظور از قرائت کننده سطح آب، شخصی است که با انجام مشاهدات بصری مبادرت به ثبت تراز سطح آب از روی اشل نصب شده در منطقه عملیات می‌کند.

۲-۴-۱- اندازه‌گیری‌ها

۲-۴-۱-۱- اندازه‌گیری عمق

منظور از اندازه‌گیری عمق، تعیین عمق آب در منطقه عملیاتی با استفاده از وسایل مربوط (به عنوان مثال عمق‌یاب الکترونیکی (Echo Sounder) می‌باشد. در اندازه‌گیری عمق با استفاده از دستگاه عمق‌یاب الکترونیکی موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- آبخور ترانس دیوسر و سرعت متوسط صوت (در صورت معلوم بودن) در آب منطقه عملیات به دستگاه عمق‌سنج معرفی و اعمال شود.

ب- دستگاه باید دارای ویژگی‌های استاندارد هیدروگرافی باشد. (بند ۲-۲-۱)

تذکره ۱: برای افزایش دقت اندازه‌گیری عمق در صورت امکان سرعت صوت در لایه‌های مختلف آب منطقه عملیات (اندازه‌گیری سرعت در عمق‌هایی به فواصل حداکثر ۵ متری) اندازه‌گیری و جهت پردازش‌های بعدی ثبت شوند. در صورتی که عمق آب کم‌تر از ۲۰ متر باشد مرسوم‌ترین روش جهت واسنجی دستگاه عمق‌یاب برای سرعت صوت روشی موسوم به بار چک می‌باشد.

تذکره ۲: واسنجی سرعت صوت حداقل دو بار در روز (ابتدا و نزدیک به انتهای عملیات) باید انجام شود.

تذکره ۳: در زمان انجام عملیات آب منطقه باید دارای حداقل تلاطم قائم باشد. در صورت وجود تلاطم زیاد عملیات عمق‌یابی باید متوقف شود.

تذکره ۴: در انجام عملیات عمق‌یابی در مناطق بسیار کم عمق (کم‌تر از ۱ متر) با توجه به بروز احتمال خطر برای شناور و ترانس دیوسر می‌توان به جای استفاده از دستگاه‌های عمق‌یاب الکترونیکی از اشل‌های مدرج استفاده کرد. در این صورت باید سطح آب بر روی اشل دقیقاً قرائت شده و موقعیت آن با استفاده از وسایل مناسب دقیقاً برداشت و ثبت شود.

تذکره ۵: پژواک‌های کاذب: یک هیدروگراف با تجربه قادر به تشخیص و تمیز پژواک‌های کاذب دریافتی توسط دستگاه عمق‌یاب از پژواک‌های واقعی می‌باشد. در زیر به تعدادی از این گونه پژواک‌ها اشاره می‌شود:

الف- پژواک‌های ناشی از انعکاس مجدد امواج صوتی توسط سطح آب که در این حالت معمولاً دستگاه عمق‌یاب دو مقدار متفاوت برای عمق آب نمایش می‌دهد که مقدار یکی دو برابر اندازه دیگری است.

ب- پژواک‌های کاذب ناشی از انعکاس امواج صوتی توسط اجسام مغروق و شناور در آب، مانند ماهیان، الوارهای چوبی، شناورهای مغروق و....

۲-۴-۲- اندازه‌گیری (تعیین) موقعیت مسطحاتی نقاط فیکس

دقت موقعیت مسطحاتی نقاط فیکس بستگی به مقیاس عملیات دارد. هر چه مقیاس بزرگ‌تر باشد نیاز به دقت بیش‌تر و لزوماً دستگاه‌های تعیین موقعیت دقیق‌تری می‌باشد. (بخش استانداردها)

نکته مهم در تعیین موقعیت تقاطع فیکس هم‌زمانی تعیین موقعیت و عمق می‌باشد. در انجام عملیات عمق‌یابی با روش‌های غیرخودکار، در صورت نیاز به ساندینگ‌های میانی می‌توان آنها را از طریق درون‌یابی (انترپوله) ما بین دو فیکس پلات شده مجاور به‌دست آورد.

تذکر: دستگاه تعیین موقعیت مسطحاتی حداقل یکبار در هر پروژه باید واسنجی شود.

۲-۴-۳- اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب

اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب به‌منظور اعمال تصحیحات به‌رووی عمق‌های اندازه‌گیری شده برای انتقال آنها به سطح مبنای عمق‌یابی (یا هر سطح مبنای دیگری) جهت تعیین توپوگرافی بستر و اندازه‌گیری حجم مخزن ضروری می‌باشد. برای افزایش دقت در محاسبه عمق‌ها در انتقال آنها به سطح مبنای مورد نظر بهتر است که فاصله زمانی مابین دو قرائت متوالی تراز سطح آب بر روی اشل کوچک باشد. (با توجه به شدت تغییرات قائم سطح آب فاصله زمانی ۱۵ الی ۶۰ دقیقه پیشنهاد می‌شود).

۲-۴-۴- اندازه‌گیری سرعت صوت در آب

محاسبه عمق آب (d) توسط دستگاه‌های اکوستیکی الکترونیکی عمق‌سنجی (Echo Sounder) از طریق ارسال امواج صوتی در آب و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج (t) با استفاده از رابطه $d = v.t/2$ (v = سرعت متوسط صوت در آب) صورت می‌گیرد. رابطه گویای وجود رابطه مستقیم بین دقت محاسبه عمق و دقت سرعت صوت در آب می‌باشد. برای کسب نتیجه مطلوب باید سرعت صوت در آب منطقه عملیات به دقت تعیین شود. باید توجه داشت که سرعت صوت در آب تابعی از درجه حرارت، فشار و شوری (Salinity) است و مقدار آن به‌علت تغییر عوامل فیزیکی یاد شده در لایه‌های مختلف آب تغییر می‌کند بنابراین پیشنهاد می‌شود سرعت صوت در لایه‌های مختلف آب منطقه عملیات در هر روز کاری به‌وسیله دستگاه‌های سرعت‌سنج صوت اندازه‌گیری شود. در صورت در دسترس نبودن دستگاه سرعت‌سنج چنان‌چه عمق آب کم‌تر از ۲۰ متر باشد با انجام بار چک می‌توان نسبت به تصحیح عمق‌های اندازه‌گیری شده اقدام کرد. در صورتی که عمق آب بیش از ۲۰ متر باشد با ترسیم کردار تغییرات سرعت به تغییر عمق ناشی از انجام روش بارچک و ادامه آن برای عمق‌های بیش از ۲۰ متر (حداکثر تا ۵۰ متر) نسبت به تصحیح عمق‌ها برای خطای سرعت صوت اقدام کرد.

۲-۴-۵- اندازه‌گیری آب‌خور ترانس دیوسر^۱ دستگاه عمق‌سنج الکترونیکی

اکثر دستگاه‌های عمق‌سنج هیدروگرافی قابلیت دریافت آب‌خور (فاصله عمودی سطح آب تا زیر دستگاه) ترانس دیوسر را دارند. در هنگام انجام عملیات عمق‌یابی باید آب‌خور ترانس دیوسر به دقت اندازه‌گیری شده و به دستگاه معرفی و اعمال شود. در این صورت عمق‌سنج به‌طور خودکار اندازه آب‌خور را به عمق‌های اندازه‌گیری شده اضافه می‌کند. در صورتی که دستگاه قابلیت دریافت آب‌خور را نداشته باشد باید اندازه آن در هنگام پردازش به عمق‌ها اضافه شود.

تذکر: در هنگام اندازه‌گیری آب‌خور باید شناور کاملاً در حال سکون وافقی بوده و آب در منطقه انجام اندازه‌گیری آرام باشد.

۱- ترانس دیوسر بخشی از دستگاه عمق‌سنج الکترونیکی است که با دریافت انرژی الکتریکی از بخش تولید کننده سیگنال دستگاه، آنها را به انرژی صوتی تبدیل می‌کند. امواج صوتی توسط رفلکتور متراکم شده و به شکل پرتوی از صوت درمی‌آیند. [۱-۳]

۲-۴-۶- اندازه‌گیری ساندینگ‌های میانی (Soundings Between)

چنانچه برای برداشت داده‌های عمق‌سنجی از روش‌های خودکار استفاده شود، چون برداشت داده‌ها به‌صورت پیوسته و در فواصل زمانی بسیار کوتاه (مثلاً ۰/۳ ثانیه) صورت می‌گیرد در این فاصله زمانی کلیه داده‌های (عمق، موقعیت، ...) برداشت شده در دسترس می‌باشند. در هنگامی که از روش‌های غیرخودکار استفاده می‌شود به‌علت اینکه معمولاً فاصله بین دو فیکس متوالی بیش‌تر و در نتیجه چگالی ساندینگ‌ها در این فاصله کم‌تر از مقدار استاندارد می‌باشد (بخش استاندارد‌ها) باید تعدادی ساندینگ اضافی تهیه کرد. استخراج این ساندینگ‌های اضافی معمولاً در هنگام پردازش داده‌ها از روی کردار و اثر پروفیل بستر بر روی چارت کاغذی دستگاه عمق‌سنج صورت می‌گیرد.

نکته مهم در افزایش دقت ساندینگ‌های میانی مشخص بودن مسیر شناور مابین دو فیکس متوالی می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در هنگام انجام عملیات عمق‌سنجی تغییر مسیر شناور پس از انجام فیکس صورت گیرد. **تذکر:** استفاده از دستگاهی که فاقد چارت کاغذی می‌باشد در انجام عملیات هیدروگرافی به روش غیرخودکار (ثبت داده‌های عمق‌یابی به صورت دستی) توصیه نمی‌شود.

۲-۴-۷- اندازه‌گیری (تعیین) سطح مبنای عمق‌یابی (Sounding Datum)

به‌علت کاربردهای متفاوت، سطح مبنای عمق‌یابی در دریا با سدها متفاوت می‌باشد.

الف - ایجاد سطح مبنای عمق‌یابی در دریا: در ایجاد سطح مبنا در دریا نکات زیر باید در نظر گرفته شود. [۴-۱]

سطح مبنا باید به اندازه کافی پایین باشد که به دریانورد اطمینان دهد که تحت شرایط نرمال آب و هوایی حداقل عمق آب به اندازه مقدار نشان داده روی چارت ناوبری می‌باشد.

سطح مبنا نباید بیش از اندازه پایین باشد که ارائه نادرستی از حداقل عمق آب به‌دست دهد.

سطح مبنا باید با سطوح مبنای مناطق مجاور منطقه عملیاتی هماهنگ باشد.

می‌توان با انجام مشاهدات جزر و مدی به مدت حداقل ۱۳ ساعت سطحی را به صورت موقت به عنوان سطح مبنا اختیار کرد (پایین‌ترین سطح آب در مدت ۱۳ ساعت) و ضمن پیشرفت عملیات عمق‌سنجی مبادرت به انجام مشاهدات طولانی‌تر (حداقل به مدت ۱۵ روز) جزر و مدی کرده و با تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده سطح مبنای عمق‌یابی مطمئن را ایجاد کرد.

ب- ایجاد سطح مبنای عمق‌یابی در سدها: معمولاً هدف از انجام عملیات عمق‌سنجی در سدها تعیین توپوگرافی بستر سد و همچنین حجم و سطح مخزن می‌باشد. می‌توان هر سطحی را به عنوان سطح مبنا اختیار کرد. (بهتر است که یک سطح مبنای ملی به عنوان مثال سطح متوسط دریا M.S.L. را به عنوان سطح مبنای عمق‌سنجی انتخاب شود). باید توجه داشت که تغییرات احتمالی تراز سطح آب در زمان انجام عملیات عمق‌سنجی جهت ارجاع عمق‌های اندازه‌گیری شده به سطح مبنای مورد نظر باید مشاهده و ثبت شوند.

۲-۴-۸- اندازه‌گیری (تعیین) حجم و سطح مخزن

محاسبات سطح و حجم مخزن دریاچه سدها معمولاً بعد از عملیات هیدروگرافی و ترسیم نقشه‌ها و منحنی میزان‌های مربوط قابل انجام است. برای محاسبه حجم و سطح روش‌های گوناگون دستی و اتوماتیک متصور است.

از روش‌های دستی معمولاً می‌توان از محاسبه سطح دو منحنی میزان متوالی توسط پلانی‌مترهای دستی طبق رابطه زیر حجم بین دو منحنی تراز متوالی را محاسبه کرد.

$$V = h((S1 + S2) + (S1.S2)^{1/2}) / 3$$

که h فاصله ارتفاعی دو منحنی میزان متوالی و $S1$ و $S2$ اندازه سطوح دو منحنی یاد شده و V حجم محصور بین دو سطح می‌باشد پس از محاسبه کلیه سطوح (از حداقل تا حداکثر) می‌توان احجام محصور بین منحنی میزان‌ها را محاسبه کرد و در نتیجه احجام تجمعی را در رابطه با سطوح ارتفاعات مختلف به‌صورت منحنی سطح و حجم ترسیم کرد. این منحنی سطح و حجم جهت بهره‌برداری از سد، به‌منظور تامین نیروی برق، آب کشاورزی و غیره را با توجه به وضعیت موجود مخزن تسهیل خواهد کرد.

روش دیگری که برای محاسبه حجم رسوب‌های ته نشست به‌کار می‌رود، روش پروفیل‌های موازی است. این روش معمولاً از دقت کم‌تری برخوردار است و جهت کنترل محاسبات اصلی می‌تواند به‌کار رود. در این روش با رسم پروفیل‌ها و محاسبه سطح هر پروفیل عمق‌یابی می‌توان با استفاده از رابطه منشور ناقص حجم محصور بین پروفیل عرضی را از طریق رابطه ریاضی: $V = h \times ((S1 + S2) + S1 \times S2) / 3$ پیدا کرد که $S1$ ، $S2$ سطح پروفیل و h اختلاف فاصله متوسط دو پروفیل متوالی است. در این روش می‌توان با مقایسه پروفیل اولیه و ثانویه سطح و حجم رسوب‌گذاری در هر پروفیل را محاسبه کرد ($S1$ ، $S2$) و در رابطه ریاضی منشور ناقص قرار دارد و مقدار رسوب را محاسبه کرد.

روش خودکار

روش‌های خودکار متنوعی برای محاسبه سطح و حجم مخازن سدها به‌کار می‌رود. معمولاً یک مدل رقومی (DTM) از عملیات توپوگرافی - هیدروگرافی برای تولید مدل شبکه مثلث‌بندی غیرمنظم (TIN) تولید و منحنی میزان‌ها در فاصله هر نیم متر رسم و مساحت هریک از منحنی‌ها محاسبه می‌شود. حجم محصور در هر منحنی می‌تواند در نرم‌افزار مربوط محاسبه شود.

از جمله متداول‌ترین روش‌های اتوماتیک و نیمه اتوماتیک محاسبه سطح و حجم می‌توان از روش زیر نام برد:

برای محاسبه اتوماتیک سطح منحنی ترازهای رسم شده از DTM اطلاعات و محاسبه احجام از رابطه ریاضی هرم ناقص $V = h((S1 + S2) + (S1.S2)^{1/2}) / 3$ استفاده می‌شود. که $S1$ ، $S2$ اندازه سطوح دو منحنی تراز متوالی و h فاصله دو منحنی تراز می‌باشد. برای محاسبه سطح هر منحنی می‌توان از نرم‌افزارهای Computer Aided Design مانند: (Auto Desk, SDRMAP Autocad, Microstation - Bentley, Techplot) و غیره استفاده کرد. معمولاً نتایج به‌دست آمده تقریباً یکسان می‌باشند برای محاسبه احجام مخزن در ارتفاعات مختلف نرم‌افزارهای Micro station, SDR MAP با توجه به DTM تشکیل شده می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برای کنترل محاسبات بهتر است از روش‌های مختلف استفاده شود. دقت محاسبات سطح و حجم مخزن سدها در درجه اول به فاصله خطوط عمق‌یابی و ترسیم نقشه‌ها (DTM) بستگی دارد. منحنی‌های سطح و حجم تجمعی در فرم‌های استاندارد آن رسم می‌شوند و اطلاعات آنها در جداول مربوط می‌آیند.

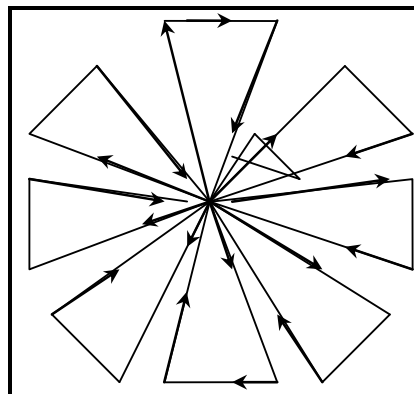
۲-۴-۹- جستجو

انجام عملیات جستجو برای کشف عوارض کم عمق و مخاطرات زیر آب از جمله وظایف یک هیدروگراف بوده و زمان قابل ملاحظه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد. هنگامی که مقصود جستجو برای یافتن یک عارضه فیزیکی کم عمق یا اجسام مغروق گزارش شده باشد، هیدروگراف باید یک کپی از گزارش اولیه را به دست آورد، چون بدون آن قادر به انجام جستجو به صورت دقیق نمی‌باشد. مطالعه یک چنین گزارشی اغلب او را قادر به ارزیابی صحت وجود عارضه کرده و همچنین در یافتن محل دقیق آن یاری‌رسان می‌باشد. [۱-۴]

۲-۴-۹-۱- طراحی عملیات جستجو

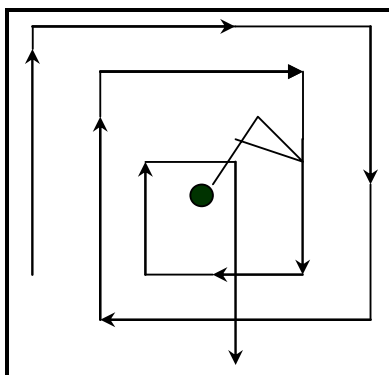
۲-۴-۹-۱-۱- انواع جستجو

الف- جستجوی ستاره‌ای: شکل ۱-۲ نمایش‌گر این نوع جستجو می‌باشد. یک نشانه شناور (Beacon) یا سایر نشانه‌های مرجع در محل عارضه گزارش شده، در سطح آب قرار داده می‌شود و شناور به صورت ستاره‌ای در اطراف آن مبادرت به انجام عملیات عمقیابی می‌کند. این روش زمانی که تنها وسیله ناوبری قطب نما است، بسیار ایده‌آل می‌باشد. از جمله ایرادهای این روش این است که نقطه مرکزی به علت بازگشت مکرر شناور به آن با دقت زیادی مورد بررسی قرار می‌گیرد، در صورتی که سایر نقاط ممکن است به اندازه کافی مورد آزمایش قرار نگیرند، در نتیجه روش خیلی کارآمدی برای انجام عملیات جستجو نمی‌باشد.



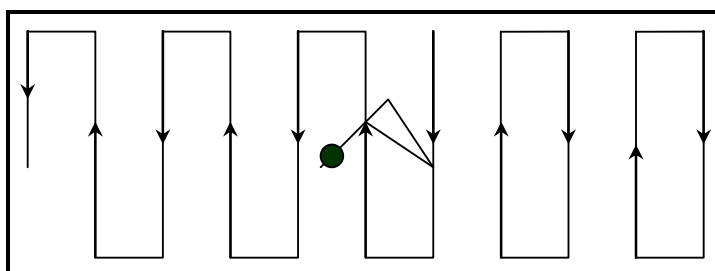
شکل ۱-۲- جستجوی ستاره‌ای

ب - جستجوی مارپیچی: جستجوی مارپیچی جعبه‌ای بستر را به طور منظم پوشش می‌دهد. هر چند که انجام آن به علت اجبار حرکت بر روی یک چهار ضلعی آسان نمی‌باشد. (شکل ۲-۲) کنترل عملیات می‌تواند توسط هر نوع وسیله مطمئن از قبیل جهت نما (Gyro Bearing) و فاصله‌یابی از نشانه شناور صورت گیرد. از جمله نواقص این روش این است که به علت اینکه بعضی از خطوط عمقیابی ممکن است با منحنی ترازها موازی شوند، عارضه مورد نظر دقیقاً مشخص نمی‌شود.



شکل ۲-۲- جستجوی مارپیچی

ج- جستجوی چند ضلعی: این نوع جستجو (شکل ۳-۲) صورتی از عمق‌یابی معمولی می‌باشد. این عملیات در اطراف یک نشانه شناور (Beacon) با استفاده از یک جهت یاب (Gyro Bearing) و یک فاصله‌یاب انجام می‌شود.



شکل ۳-۲- جستجوی چندضلعی

۲-۵- مقیاس عملیات

منظور از مقیاس عملیات، مقیاس مورد استفاده در برداشت داده‌های هیدروگرافی (آبی، زمینی) می‌باشد. مقیاس عملیات ممکن است با مقیاس شیت عمق‌یابی تفاوت داشته باشد.

۲-۵-۱- راهنمای مقیاس

دقت برداشت داده‌های آب‌نگاری ارتباط مستقیم با مقیاس عملیات دارد. هرچه مقیاس بزرگ‌تر باشد نیاز به دقت بیش‌تری در انجام عملیات و در نتیجه دستگاه‌های دقیق‌تری که قادر به انجام اندازه‌گیری‌ها مطابق استانداردها باشند و همچنین به برداشت داده‌های بیش‌تری در واحد سطح می‌باشد. معمولاً عملیات هیدروگرافی در سدها در مقیاس‌های خیلی بزرگ (۱:۵۰۰۰ و بزرگ‌تر) صورت می‌گیرد. انتخاب مقیاس عملیات باید پس از بررسی وضعیت و طبیعت بستر از لحاظ وجود عوارض و پستی بلندی و همچنین اهداف پروژه صورت گیرد. و باید به اندازه‌ای باشد که احتمال کشف نشدن عارضه به حداقل برسد. [۴] در بخش استانداردها حداکثر خطای مجاز پس از پلات اطلاعات بیان شده است ولی باید دقت شود که حداکثر خطای برداشت داده‌ها در هنگام عملیات کم‌تر از مقدار ذکر شده در بخش ۲-۱ باشد.

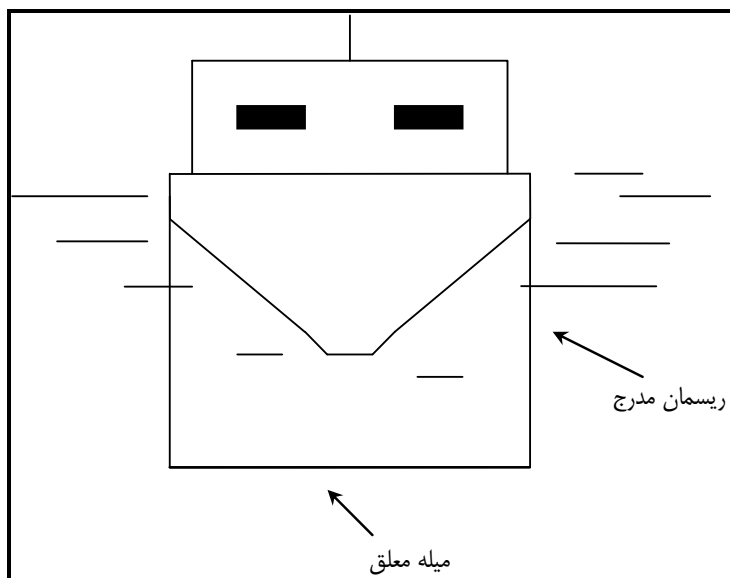
۲-۶- واسنجی تجهیزات

منظور از واسنجی تجهیزات انجام اندازه‌گیری‌های دقیق با یک دستگاه و مقایسه نتایج با استانداردها به منظور تصحیح خطاها می‌باشد. [۵]

۲-۶-۱- چگونگی انجام واسنجی

در ارتباط با واسنجی دستگاه‌ها در بخش ۲-۳-۳ بحث شد. به لحاظ اهمیت دستگاه عمق‌سنج (EchoSounder) در انجام عملیات عمق‌سنجی، به شرح روش انجام بار چک که روشی غیرمستقیم جهت واسنجی عمق‌سنج‌ها به علت معلوم نبودن مقدار واقعی سرعت صوت در آب منطقه عملیاتی است (تصحیح عمق‌های اندازه‌گیری شده برای تغییرات سرعت صوت در آب)، می‌پردازیم [۱۰]. اگر عمق‌یاب کاملاً واسنجی شده باشد، عمق اندازه‌گیری شده، عمق واقعی آب می‌باشد. از آنجایی که هدف از عمق‌سنجی دستیابی به عمق واقعی آب است، مرجعی مستقل و واقعی باید مورد استفاده قرار گیرد که همان بار چک است. میله‌ای فلزی یا صفحه‌ای مسطح متصل به دو ریسمان که دقیقاً مدرج گردیده‌اند توسط عاملین حاضر در شناور در زیر ترانس دیوسر به صورت کاملاً افقی در عمق معینی قرار می‌گیرد. شکل ۲-۴ چگونگی قرار گرفتن میله بار چک را در زیر ترانس دیوسر در فاصله معینی از سطح آب نشان می‌دهد.

مقدار اختلاف‌های بین عمق میله و عمق نشان‌داده شده توسط دستگاه عمق‌یاب برای تصحیح عمق‌های اندازه‌گیری شده توسط دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر پایین بردن میله در فواصل یک متری صورت گیرد، مقدار تصحیح برای تمام عمق‌هایی که در آن فاصله قرار می‌گیرند به دست می‌آید.



شکل ۲-۴- چگونگی قرار گرفتن میله

از این وسیله ساده می‌توان برای واسنجی دستگاه سرعت‌سنج آبی نیز استفاده کرد. بارچک به‌طور موثری خطاهای سیستماتیک موجود در دستگاه‌های عمق‌سنج نظیر: خطای ایندکس: مکانیکی و الکترونیکی، و خطای سرعت صوت ناشی از تغییرات درجه حرارت، شوری و دیگر ذرات معلق و محلول در آب را اندازه‌گیری می‌کند.

۲-۱-۶-۱- چگونگی انجام بارچک

میله را به کمک ریسمان مدرج به‌طور افقی در داخل آب طوری قرار دهید که در عمق مورد نظر زیر ترانس دیوسر قرار گیرد. در زمان انجام این کار باید دستگاه روشن بوده و به‌طور هم‌زمان عمق غیرکالیبره را اندازه‌گیری و اعلان کند. عمود بر سطح آب نگاهداشتن امتداد ریسمان‌ها و قراردادن میله در زیر ترانس دیوسر در هنگام وزش بادهای شدید و وجود جریان‌های آبی بسیار مشکل می‌باشد. در چنین مواقعی تجربه و مهارت سکاندار شناور در انجام مانور در اطراف ریسمان مدرج دارای اهمیت می‌باشد. در شناورهای کوچک جابه‌جایی نفرت داخل قایق در زمان انجام عملیات بار چک ممکن است بر سکون قایق اثر بگذارد.

مقدار افزایش طول ریسمان مدرج: بهتر است که افزایش طول ریسمان در هنگام پایین بردن و بالا آوردن میله عدد صحیحی از واحد طول (مثلاً ۱ متر) باشد.

زمان انجام بارچک: در انجام عملیات عمق‌یابی در سدها باید در دو نوبت در ابتدا و نزدیک به انتهای عملیات مبادرت به انجام بار چک کرد.

محل انجام بار چک: به علت وجود اختلاف در پارامترهای فیزیکی آب در مناطق مختلف، بار چک باید هر روزه در هنگام انجام عملیات صورت گیرد.

۲-۶-۲- ارائه مستندات و گواهی واسنجی

کلیه دستگاه‌های نقشه‌برداری و هیدروگرافی مورد استفاده در عملیات هیدروگرافی باید در فواصل زمانی توصیه شده توسط سازندگان برای واسنجی به آزمایشگاه فرستاده شده و گواهی مربوط در دسترس باشد.

۲-۷- برنامه عملیات

پیش از شروع عملیات، منطقه باید قبل یا در زمان ورود تیم نقشه‌برداری مورد بازدید و شناسایی قرار گرفته و کارهایی به شرح زیر صورت گیرد:

الف- تهیه امکانات اسکان پرسنل تیم، دفتر کار و انبار، کرایه شناور مورد نیاز عملیات آبی و وسایل نقلیه زمینی و استخدام نیروی کارگری مورد نیاز.

ب- شناسایی دقیق منطقه عملیاتی موجب صرفه‌جویی زیادی در مدت زمان انجام عملیات و هزینه‌ها می‌شود. دستگاه‌ها باید واسنجی و در محل خود نصب شوند و نقاطی که قبلاً به عنوان نقاط کنترل انتخاب شده‌اند، مورد بازبینی قرار گرفته و تایید شوند. [۱۲]

ج- سرپرست پروژه باید در ارتباط با روش‌ها و تاکتیک‌های مورد استفاده تصمیم‌گیری کند. قرار دادن و آرایش صحیح پرسنل و تجهیزات جهت کسب حداکثر بهره‌گیری از آنها، از دیگر وظایف سرپرست پروژه (Senior Hydrographer) می‌باشد. همچنین سرپرست پروژه باید مبادرت به تهیه چارت پیشرفت عملیات برای کنترل پروژه در تمام مراحل کاری بکند.

۲-۷-۱- طراحی عملیات

در طراحی عملیات عمقی‌یابی (Sounding) نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند. [۱-۳]

الف- طراحی باید به صورتی انجام شود که عملیات در کم‌ترین زمان و هزینه ممکن بدون از دست دادن کیفیت کار صورت گیرد

ب- حداکثر عوارض (پستی و بلندی) منطقه عملیاتی برداشت شوند.

۲-۷-۱-۱- طراحی خطوط عمقی‌یابی (Sounding Lines)

در طراحی خطوط عمقی‌یابی موارد زیر باید رعایت شوند:

الف- سعی شود که خطوط اصلی عمق‌سنجی تا حد امکان عمود بر منحنی ترازهای منطقه عملیات آبی طراحی و اجرا شوند.

تذکر: زاویه تقاطع خطوط و منحنی ترازها نباید کمتر از ۳۰ درجه باشد

ب- خطوط اصلی باید به صورت خطوط مستقیم و با فواصل یکسان از یکدیگر طراحی شوند.

ج- خطوط کنترل (Check Lines) تا آنجا که ممکن است عمود بر خطوط اصلی عمق‌سنجی طراحی و اجرا شوند.

د- خطوط اصلی عمقی‌یابی کلیه منطقه عملیات آبی را بپوشانند.

۲-۷-۲- شناسایی

شناسایی منطقه عملیاتی اهمیت بسیار در طراحی و زمان‌بندی عملیات دارد. بعد از طراحی مقدماتی باید با انجام عملیات شناسایی، هماهنگی و سازگاری طراحی اولیه را با شرایط فیزیکی منطقه بررسی کرده و در صورت لزوم نسبت به انجام تغییرات ضروری در طراحی مقدماتی اقدام کرد. پیشنهاد می‌شود در صورت امکان، شناسایی قبل از انجام طراحی صورت گیرد. مواردی که باید در انجام عملیات شناسایی مورد توجه قرار گیرد عبارتند از:

الف- وضعیت توپوگرافیک منطقه عملیات. (بررسی عمومی عوارض مهم و مشخص منطقه)

ب- وضعیت مخزن سد از نظر حجم آب موجود و تراز سطح آب و آب‌های ورودی.

ج- بررسی امکانات انسانی و تجهیزاتی و اقامتی موجود منطقه و چگونگی دستیابی به این امکانات.

۲-۷-۳- زمان‌بندی

زمان‌بندی انجام عملیات باید با توجه به امکانات و وضعیت توپوگرافیک منطقه و طراحی صورت گرفته به صورت واقعی صورت گیرد. زمان‌بندی دقیق کمک شایانی به تقلیل هزینه‌ها و استفاده مطلوب از حداکثر توان پرسنل و تجهیزات می‌کند.

۸-۲- محاسبات، پردازش، کنترل‌ها

۸-۲-۱- محاسبات

منظور از محاسبات، انجام محاسبات بر روی داده‌های برداشت شده آبی برای تهیه شیت نهایی عمق‌یابی می‌باشد.

۸-۲-۱-۱- استخراج عمق‌ها از چارت کاغذی دستگاه عمق‌یاب

دقت استخراج عمق بستگی به توانایی تفکیک (Resolution) چارت کاغذی دارد. هر مقدار عرض چارت بیش‌تر باشد و در زمان انجام عملیات دامنه (Rang) کوچک‌تری انتخاب شود، عمق‌های استخراج شده دارای دقت بیش‌تری می‌باشند. عمق محل تقاطع خط فیکس و اثر پروفیل بستر (Echo trace) بر روی چارت، عمق مربوط به نقطه فیکس می‌باشد.

تذکر: استفاده از عمق‌های استخراج شده (استفاده از دستگاه‌های عمق‌یاب آنالوگ) از روی چارت در مقیاس‌های خیلی بزرگ توصیه نمی‌شود.

۸-۲-۱-۲- استخراج ساندینگ‌های میانی

برای استخراج ساندینگ‌های میانی از چارت کاغذی دستگاه عمق‌سنج، باید فاصله مابین دو خط فیکس متوالی در روی چارت را با توجه به تعداد ساندینگ‌های مورد نیاز به قسمت‌های مساوی تقسیم کرده و عمق استخراج شده هر نقطه تقسیم را به عنوان ساندینگ میانی مورد استفاده قرار داد.

تذکر: با توجه به اینکه برداشت ساندینگ‌ها در روش‌های خودکار در فواصل زمانی بسیار کوتاه صورت می‌گیرد، نیازی به ساندینگ‌های اضافی نبوده و تعداد (چگالی) ساندینگ‌ها در روی پروفیل‌ها منطبق بر استاندارد مربوط می‌باشد.

۸-۲-۱-۳- استخراج مقدار نوسانات قائم سطح آب

همان‌طور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، از تراز ثبت شده سطح آب منطقه عملیات برای انتقال عمق‌های اندازه‌گیری شده به سطح مبنای مورد نظر استفاده می‌شود. با توجه به اینکه برداشت (قرائت) تراز سطح آب در فواصل زمانی معینی صورت می‌گیرد چنان‌چه در این فاصله تراز آب دارای تغییرات قائم باشد، برای انتقال دقیق عمق‌ها به سطح مبنا نیاز به مقدار تراز سطح آب در این فاصله می‌باشد. در این صورت با رسم کردار تغییرات قائم سطح آب نسبت به زمان، باید نسبت به محاسبه تراز آب با انجام درون‌یابی (انترپوله) مابین دو برداشت متوالی اقدام کرد.

۸-۲- پردازش

هدف از پردازش داده‌های عمق‌سنجی انجام امور زیر می‌باشد:

الف- حذف داده‌های غلط و ناخواسته

ب- اعمال تصحیحات ضروری بر روی داده‌ها (سرعت صوت، آبخور ترانس دیوسر، جزرومد...)

ج- به شکل (فرمت) مورد نظر در آوردن اطلاعات پردازش شده

۸-۲-۱- انتقال عمق‌های اندازه‌گیری شده به سطح مبنای عمق‌یابی

انتقال عمق‌ها به سطح مبنا توسط اعمال (جمع یا تفریق) مقدار اختلاف فاصله قائم تراز سطح آب از سطح مبنای عمق‌یابی صورت می‌گیرد.

۸-۲-۲- تصحیح عمق‌های اندازه‌گیری شده برای تغییرات سرعت صوت در آب

با توجه به اینکه سرعت صوت در لایه‌های مختلف آب متفاوت است و محاسبه عمق توسط دستگاه‌های عمق‌سنج با استفاده از رابطه $d = v \cdot t$ (سرعت متوسط صوت در آب منطقه عملیات می‌باشد) صورت می‌گیرد، باید با استفاده از دستگاه‌های سرعت‌سنج صوت در آب (Sound Velocity Meter یا CTD^۱) یا روش بارچک نسبت به تعیین سرعت صوت در لایه‌های مختلف آب و اعمال تصحیحات مربوط بر عمق‌ها اقدام کرد.

۸-۲-۳- تصحیح عمق‌های اندازه‌گیری شده برای نوسانات شناور در آب

شناور هیدروگرافی در ضمن حرکت در آب تحت تاثیر نوسانات سطح آب قرار می‌گیرد. این نوسانات باعث می‌شوند که شناور دارای نوسانات قائم، طولی و عرضی (Heave, pitch, Roll) شود که باعث ایجاد خطایی در مقدار عمق‌های اندازه‌گیری شده می‌شود که در صورت امکان باید عمق‌ها در این ارتباط تصحیح شوند.

تذکر: اندازه‌گیری نوسانات شناور نیاز به دستگاه‌های پیشرفته و گران قیمت دارد که معمولاً قابل نصب بر روی شناورهای کوچک نمی‌باشند. توصیه می‌شود که در صورت عدم دسترسی به این گونه دستگاه‌ها، عملیات هنگامی صورت گیرد که آب دارای حداقل نوسانات باشد.

۸-۲-۴- حذف عمق‌های نادرست

ممکن است به دلایل مختلف نظیر قرار گرفتن اجسامی مابین ترانس دیوسر و بستر و... عمق‌های اندازه‌گیری شده عمق واقعی بستر نباشند. قضاوت در این مورد معمولاً مشکل بوده و نیاز به بررسی مدارک عمق‌سنجی دارد. معمولاً می‌توان با بررسی عمق‌های مجاور نقطه مورد نظر و توپوگرافی بستر پی به نادرست بودن مقدار عمق برد. در صورت رفع نشدن شک و تردید در این مورد، باید مبادرت به انجام عمق‌سنجی مجدد در نقطه مورد نظر کرد.

۸-۲-۵- منابع خطاها در تبدیل ساندینگ‌ها

خطا حتی در صورتی که عمق‌یابی به صورتی دقیق انجام شده باشد می‌تواند رخ دهد. [۴]

خطا به علت‌های زیر ایجاد می‌شود:

الف- رخ دادن خطا در هنگام اعمال تصحیحات بر روی عمق‌ها ناشی از تغییرات قائم سطح آب در زمان انجام عملیات.

۱- CTD مخفف کلمه Conductivity, Temperature, Depth می‌باشد و منظور از آن دستگاهی الکترونیکی است که از دو بخش: ۱- واحد کنترل ۲- جمع‌آوری کننده (probe) تشکیل شده و نسبت به ارائه اطلاعات از پارامترهای فیزیکی آب نظیر: شوری، درجه حرارت، هدایت الکتریکی و ... و محاسبه و نمایش سرعت صوت اقدام می‌کند.

- ب- خطای ناشی از ثبت (قرائت) نادرست تغییرات قائم تراز سطح آب یا نادرست بودن مقیاس (مدرج بودن) اشل.
- ج- خطای ناشی از دور بودن بیش از اندازه توصیه شده اشل اندازه‌گیری تغییرات تراز سطح آب از منطقه عملیات. یا خطای ناشی از یکسان نبودن ارتفاع سطح آب در منطقه عملیاتی و محل اندازه‌گیری تغییرات قائم سطح آب. این پدیده مخصوصاً در مناطقی که آب رودخانه به دریاچه سد وارد می‌شود رخ می‌دهد (شیب آب).

۲-۸-۳- کنترل‌ها

منظور از کنترل، بررسی درستی داده‌های اندازه‌گیری شده و بررسی دقت برداشت، پلات و ترسیم آنها در انطباق با استانداردهای هیدروگرافی می‌باشد. داده‌ها و اطلاعات آبی شامل: ساندینگ‌ها، ثبت تراز سطح آب و کردار تغییرات آن بر حسب زمان، کلیه اطلاعات مستند ترسیم شده بر روی شیت (های) نهایی عمق‌یابی، داده‌های مربوط به سرعت صوت در آب می‌باشند. انجام و اعمال تصحیحات بر روی داده‌ها و اسناد و مدارک ثبت و نگهداری اطلاعات و کلیه فایل‌های ضبط داده‌ها و اطلاعات پردازش شده و پلات فایل کامپیوتری نیز باید مورد بررسی و کنترل در حین انجام و پایان عملیات آبی توسط سرپرست پروژه یا افراد مورد اطمینان وی قرار گیرند.

۲-۹- ارائه نتایج و اطلاعات و مدارک

محصول نهایی هر مرحله از عملیات هیدروگرافی تعدادی مدارک صحرایی (آبی) به اشکال مختلف هستند که نیاز به ارائه آنها با روشی مرتب (methodic) دارد. همان توجه و دقتی که در انجام عملیات به کار برده می‌شود باید در تهیه و ارائه اطلاعات نهایی به کار رود. سرپرست پروژه مسئولیت اصلی را در اطمینان دادن به اینکه داده‌های تهیه شده توسط پرسنل مشتق از عملیاتی است که به صورت استاندارد انجام شده و به طور مستقل توسط افرادی که کاملاً با این‌گونه عملیات آشنا هستند چک و کنترل شده، دارد. [۴]

۲-۹-۱- راهنمای تهیه شیت نهایی عمق‌یابی

از شیت نهایی عمق‌یابی برای نمایش نهایی نتایج مختلف عملیات هیدروگرافی استفاده می‌شود. داده‌های جمع‌آوری شده پس از ویرایش توسط سرپرست عملیات، به شیت نهایی عمق‌یابی منتقل می‌شوند. ممکن است لازم شود که به علت حجم زیاد اطلاعات بیش از یک شیت نهایی تهیه شود. مراحل تهیه شیت نهایی عمق‌یابی (غیر کامپیوتری) به قرار زیر است:

الف- تهیه و آماده‌سازی شیت کاغذی یا ترجیحاً از جنس کاغذ کالک یا توپاکس به اندازه استاندارد.

ب- محاسبه و ترسیم کادر و نقاط شبکه (نقاط راهنمای مختصات، Grid Points) و خطوط شبکه با توجه به مقیاس.

ج- پلات و ترسیم نقاط کنترل افقی، خط ساحلی و سایر عوارض و علایم بر طبق استانداردهای کارتوگرافی و هیدروگرافی.

د- ترسیم عمق‌ها با استفاده از ارقام یک شکل و یک اندازه و با فاصله یکسان از یکدیگر.

ه- ترسیم منحنی ترازها: پس از ترسیم عمق‌ها منحنی ترازها ترسیم می‌شوند. (در ترسیم دستی بهتر است که در ابتدا این

خطوط با استفاده از مداد ترسیم شده و فقط پس از اطمینان از درستی ترسیم، جوهری شوند).

و- نگارش راهنمای نقشه Legend (شیت عمق‌یابی): راهنمای نقشه باید شامل اطلاعات زیر باشد:

نام منطقه عملیات

مقیاس تهیه نقشه
سیستم (واحد) اندازه‌گیری
نام شرکت مجری عملیات
مشخصات سطح مبنای مسطحاتی
مشخصات سطح مبنای ارتفاعی
مشخصات سیستم تصویر در صورت استفاده از آن
تاریخ انجام عملیات

۲-۹-۲- راهنمای تهیه پروفیل‌های عرضی

در ترسیم پروفیل‌های عرضی معمولاً از روش‌های مختلف دستی و کامپیوتری استفاده می‌شود. با توجه به رشد و توسعه ترسیم اتوماتیک در این‌جا فقط به ذکر روش‌های کامپیوتری می‌پردازیم. پس از تهیه داده‌های هیدروگرافی و توپوگرافی و تشکیل DTM پروژه مورد نظر در نرم‌افزارهای مربوط نظیر: Terra, SDR MAP, Site Work - Inroad, Microstation (Bently) و غیره می‌توان با برش‌های مورد نظر پروفیل عرضی دلخواه در فرمت‌های خواسته شده را رسم کرد معمولاً مقیاس پروفیل‌ها بسته به ارتفاع و فاصله دو سر پروفیل متفاوت است.

۲-۹-۳- راهنمای تهیه پروفیل‌های طولی کف مخزن

پروفیل‌های طولی مخزنی کف معمولاً برای مطالعه پیشانی رسوب و سایر مطالعات مورد نظر استفاده می‌شود. پروفیل طولی مخزن سد معمولاً از اتصال عمیق‌ترین ناحیه پروفیل‌های عرضی تهیه می‌شود. برای تهیه این نوع پروفیل همانند تهیه پروفیل‌های عرضی از روش‌های گوناگون دستی و کامپیوتری استفاده می‌شود. برای ترسیم پروفیل طولی مخزن سد می‌توان با استفاده از DTM تشکیل شده از اطلاعات هیدروگرافی و توپوگرافی، خط عمیق‌ترین ناحیه از ابتدای دریاچه سد تا تاج سد را رسم کرده و با توجه به DTM مربوط پروفیل طولی مورد نظر را ترسیم کرد. مقیاس طولی کف مخزن بستگی به ارتفاع (عمق) و طول مخزن دارد.

۲-۹-۴- راهنمای تهیه پلان‌ها

با توجه به اینکه عملیات نقشه‌برداری هیدروگرافی-توپوگرافی مخازن سدها به‌منظور محاسبه حجم رسوب‌گذاری و ظرفیت ذخیره‌سازی آب در پشت آن‌ها انجام می‌شود، می‌توان از مجموعه نقشه‌های به‌دست آمده از عملیات توپوگرافی و هیدروگرافی جهت پلان راهنما در کنار ترسیم پروفیل‌های عرضی و طولی مخازن سدها استفاده کرد. در نواحی که نقشه‌های کوچک مقیاس نظیر ۱:۲۵۰۰۰ و غیره تهیه شده است می‌توان با تبدیل این نقشه به پلان‌های موردنظر دست یافت. در قسمت خشکی بالا دست بالاترین حد آب، استفاده از عکس‌های هوایی و تبدیل آن به نقشه و در نهایت تهیه پلان راهنما باید مورد توجه قرار گیرد.

۲-۱۰- دستورالعمل ایمنی و بهداشتی عملیات آب‌نگاری

از آنجایی که محیط کاری عملیات هیدروگرافی دریاچه سدها می‌باشد، بنابراین رعایت نکات بهداشتی و ایمنی ضروری است. در این رابطه استفاده از تجهیزات استاندارد و بی‌نقص نظیر قایق و شناورهای سالم (بدنه و موتور)، وسایل و لوازم ارتباط بی‌سیم (واکی تاکی) و جلیقه‌های نجات در شناور ضروری می‌باشد. هیدروگرافی و نقشه‌برداری در محدوده خروجی سد (سرریزها) نیاز به رعایت احتیاط کامل دارد. با توجه به اینکه هنگام برخاستن بادهای شدید امکان موج شدن دریاچه وجود دارد، عملیات هیدروگرافی به لحاظ ایمنی و دقت باید متوقف شود. استفاده از پوشش و لباس کار راحت و کفش‌های مناسب در هنگام نقشه‌برداری در آب و خشکی، جهت ایمنی ضروری می‌باشد. با توجه به وجود پرتگاه‌ها در اطراف تاج سد تردد نفرات فنی باید با احتیاط کامل صورت گیرد. لوازم ضروری برای کمک‌های اولیه باید در دسترس بوده و آشنایی کافی جهت به‌کارگیری این لوازم در صورت لزوم وجود داشته باشد. مقررات مورد نظر مسئولین نیز باید رعایت شود.

۲-۱۱- نحوه تنظیم گزارشات و مستندسازی مجموعه اطلاعات آبی

۲-۱۱-۱- گزارش عملیات هیدروگرافی

در پایان هر پروژه هیدروگرافی، باید گزارشی مکتوب از نحوه انجام عملیات تهیه و ارائه شود. این گزارش باید شامل چگونگی انجام عملیات و ملاحظات مربوط به هر بخش عملیات و دیگر اطلاعات مرتبط باشد. بنابراین این گزارش یک سند مهم بوده و سرپرست پروژه باید حداکثر تلاش و سعی خود را برای تهیه مطلوب آن به کار برد.

موضوعات زیر باید در تهیه گزارش گنجانده شود: [۴]

الف- شرح عمومی: شرحی مختصر در ارتباط با چگونگی انجام عملیات شامل: تاریخ، نام منطقه عملیات و مشخصات جغرافیایی آن، امکانات پشتیبانی، دستگاه‌های مورد استفاده و کمبودهای آنها، روش‌های برداشت داده‌های آبی، تعداد روزهای کاری و روزهای از دست رفته و ... می‌باشد.

ب- وضعیت هوا: شامل شرح مختصری از وضعیت هوا در زمان انجام نقشه‌برداری و تاثیر آن بر فعالیت‌ها می‌باشد.

ج- کنترل‌ها: شامل مشخصات سطح مبنای افقی، بیضوی مورد استفاده، سیستم تصویر و شبکه مختصات (Grid)، مراجع کنترل ژئودتیک استفاده شده در نقشه‌برداری‌های قبلی و چگونگی ایجاد نقاط کنترل ایجاد شده در پروژه فعلی همراه با توضیحاتی در ارتباط با داده‌های ژئودتیک می‌باشد.

د- ثبت خودکار داده‌ها: شامل شرحی از سیستم‌های خودکار جمع‌آوری داده‌های مورد استفاده در عملیات و مشکلات پیش رو می‌باشد.

ه- اطلاعات مربوط به مشاهدات سطح آب: شامل شرحی از محل انجام مشاهدات و مدت زمان انجام آن، سطح مبنای قائم مورد استفاده و مشخصات نشانه‌های بتونی مربوط (Bench marks) جهت استفاده‌های آتی، مشکلات پیش رو و چگونگی اعمال تصحیحات بر روی ساندینگ‌ها می‌باشد.

و- **عمق یاب:** شامل شرحی در ارتباط با نوع دستگاه مورد استفاده و چگونگی واسنجی آن برای سرعت صوت و مشکلات پیش‌رو است.

ز- مقایسه نتایج به‌دست آمده از عملیات عمق‌سنجی با نتایج عملیات انجام شده در گذشته و مشخص کردن مقدار اختلاف و تغییرات ما بین آنها و بیان دلایل توجیهی این تغییرات می‌باشد.

۲-۱۱-۲- مستندسازی

گزارش نقشه‌برداری هیدروگرافی باید ترجیحاً در اوراقی با اندازه استاندارد و با حروف معمولی با رعایت قواعد دستوری به صورت خوانا تهیه گردیده و دارای عنوان باشد.

فصل ۳

عملیات زمینی

۳-۱- استانداردها، دقت‌ها

۳-۱-۱- طراحی شبکه‌های مسطحاتی

شبکه‌های مسطحاتی در تهیه نقشه به روش مستقیم زمینی بسته به وسعت منطقه تحت عنوان شبکه‌های اولیه، شبکه‌های اصلی و شبکه‌های فرعی ایجاد می‌شوند. طراحی و اندازه‌گیری هریک از این شبکه‌ها با توجه به وسایل و تجهیزات موجود می‌تواند به یکی از روش‌های پیمایشی و یا ماهواره‌ای انجام شود که با توجه به گسترش نقاط GPS در سطح کشور در حال حاضر اندازه‌گیری شبکه‌های اولیه با روش‌های ماهواره‌ای و شبکه‌های اصلی و فرعی به روش پیمایشی تعیین موقعیت می‌شوند ولیکن امکان اندازه‌گیری این شبکه‌های به روش ماهواره‌ای نیز میسر است. علاوه بر شبکه‌های اصلی و فرعی با توجه به نوع وسیله اندازه‌گیری، نیاز به ایجاد نقاطی موسوم به ایستگاه‌های برداشت نیز در مرحله تهیه نقشه ضروری می‌باشد. با توجه به توضیحات فوق شبکه‌های مسطحاتی به دو دسته شبکه‌های پیمایشی و ماهواره‌ای تقسیم می‌شوند که در ادامه توضیحات آن ارائه خواهد شد.

۳-۱-۱-۱- شبکه‌های پیمایشی

این نوع شبکه‌ها دارای ساختار چند ضلعی بسته یا باز می‌باشند که در آنها طول‌ها و زوایا به صورت متوالی اندازه‌گیری می‌شوند. نحوه ایجاد این نوع شبکه‌ها به این صورت است که ابتدا یک شبکه اصلی و بسته در پیرامون منطقه با رعایت فواصل ۱ تا ۳ کیلومتر و تعداد اضلاع حداکثر ۱۵ ضلع در نظر گرفته می‌شود. چنانچه به دلیل وسعت منطقه بیش از یک پیمایش اصلی مورد نیاز باشد، لازم است هر دو پیمایش مجاور حداقل در یک ضلع با هم مشترک باشند. در صورتی که سطح منطقه خیلی بزرگ یا خیلی کشیده باشد و برای پوشاندن آن به بیش از دو پیمایش در یک امتداد نیاز باشد لازم است ابتدا یک شبکه اولیه به فواصل ۴ تا ۵ کیلومتر و با تعداد اضلاع حداکثر ۱۲ ضلع با استفاده از دستگاه‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای (GPS) در سطح منطقه ایجاد شود و پیمایش‌های مذکور به اتکای آن ایجاد شوند جهت اطمینان از حصول دقت مورد نیاز در شبکه‌های پیمایشی روابط زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

$$r_t = \frac{2.5}{L} \left[\sigma_{\alpha}^2 \sum_{i=1}^{N-1} d_{ie}^2 + \sum \sigma_{d_i}^2 \right]^{0.5} = \frac{2.5}{L} \left[\sigma_{\alpha}^2 \sum_{i=1}^{N-1} d_{ie}^2 + N \sigma_d^2 \right]^{0.5}$$

که در آن:

σ_{α} : دقت اندازه‌گیری زاویه (رادیان)

σ_{d_i} : دقت اندازه‌گیری طول (متر)

d_{ie} : فاصله بین آخرین نقطه پیمایش با سایر نقاط (متر) و

L : طول کل پیمایش (متر) است.

پس از محاسبه r_t آنرا با معیارهای مندرج در بند ۳-۱-۴ با توجه به نوع شبکه مقایسه کرده و در صورت نامطلوب بودن شبکه لازم است در مورد دقت اندازه‌گیری زاویه‌ای و طولی یا تعداد اضلاع یا محل نقاط و یا ترکیبی از آنها تجدید نظر کرد تا به دقت مورد نیاز دست یافت.

۳-۱-۱- شبکه‌های ماهواره‌ای

طراحی این نوع شبکه‌ها از انواع قبلی ساده‌تر بوده و نیازی به محاسبات و آنالیز اولیه ندارد. برای طراحی این نوع شبکه‌ها کافیست به تراکم نقاط بر اساس فواصل مندرج در بند ۳-۱-۱-۱ توجه کرد و شبکه را با هر شکل و ترکیبی مانند مثلث‌بندی، چهار ضلعی و به‌ویژه پیمایش‌های باز و بسته در نظر گرفت. نکته مهم در ایجاد شبکه‌های GPS توجه به وجود حداقل دو نقطه معلوم جهت اتصال به شبکه می‌باشد.

۳-۱-۲- طراحی شبکه‌های ارتفاعی

از آنجا که این نوع شبکه‌ها یک بعدی بوده و نقاط آن عموماً منطبق بر نقاط شبکه‌های مسطحاتی می‌باشند نیازی به آنالیز اولیه نیست و همان نقاط تعیین شده در طرح مسطحاتی پذیرفته می‌شود. بدیهی است چنانچه موقعیت نقاط شبکه اصلی به هر دلیل برای استفاده ارتفاعی مناسب نباشد یا باید نقطه را جابجا کرد و یا یک نقطه دیگر به‌منظور شبکه ارتفاعی در نظر گرفت. در برخی موارد مانند مناطق کوهستانی سخت یا مناطق باتلاقی و ... که امکان ایجاد شبکه‌های ارتفاعی به صورت ترازیبی مستقیم (روش‌های کلاسیک) میسر نیست، با توافق و هماهنگی قبلی دستگاه نظارت می‌توان از اندازه‌گیری‌های GPS بهره گرفت در این حالت طراحی شبکه‌های ارتفاعی و مسطحاتی کاملاً یکسان شده و به طراحی شبکه ارتفاعی مستقل نیازی نیست.

۳-۱-۳- شناسایی

از آنجا که یک طرح دفتری بدون شناسایی صحرایی ناقص می‌باشد، در این مرحله امکان تثبیت موقعیت قطعی نقاط طرح برای هر دو منظور مسطحاتی و ارتفاعی یکجا مورد بررسی قرار می‌گیرد. مواردی که در شناسایی صحرایی باید مد نظر قرار داد عبارتند از:

- الف- بررسی امکان برقراری دید مستقیم بین نقاط مجاور.
 - ب- انتخاب نقطه در جایی که قابل استقرار بوده و نسبت به اطراف تسلط کافی از نظر دید وجود داشته باشد.
 - ج- اجتناب از انتخاب نقطه در زمین‌های سست و نرم، باتلاقی و کنار رودخانه‌ها به‌منظور برخورداری از استحکام و پایداری لازم.
 - د- امکان دسترسی آسان به نقاط و قابل رویت بودن آنها از فاصله دور.
 - ه- نحوه دسترسی به نقطه بررسی و به‌طور کامل در برگ شناسایی نقطه ثبت شود.
 - برای شناسایی شبکه‌های GPS علاوه بر موارد فوق رعایت موارد زیر نیز الزامی است:
 - و- نقاط انتخابی بایستی در مناطق باز بوده و از انتخاب نقاط در دره‌های باریک، مجاورت ساختمان‌ها و سایر ابنیه، زیر پوشش درختان و ... پرهیز شود.
 - ز- اجتناب از انتخاب نقطه در نزدیکی یا زیر دکل و خطوط برق فشار قوی.
 - ح- اجتناب از انتخاب نقطه در نزدیکی سطوح صاف و منعکس کننده تا شعاع ۵۰ متری.
- تبصره:** در مواردی که با توجه به وسعت منطقه نیاز به ایجاد شبکه‌های اولیه با روش GPS می‌باشد برقراری دید مستقیم بین نقاط الزامی نیست.

۳-۱-۴- معیار دقت هندسی نشانه‌ها

۳-۱-۴-۱- دقت هندسی شبکه‌های اولیه و اصلی

دقت نسبی مسطحاتی شبکه‌های اولیه و اصلی ۱:۲۰۰۰۰ می‌باشد به عبارت دیگر حداکثر خطای مجاز دو نقطه مجاور در شبکه‌های اولیه باید کوچک‌تر از ۱:۲۰۰۰۰ باشد. دقت ارتفاعی این شبکه‌ها در حد شبکه‌های ترازیبی درجه ۳ می‌باشد. به عبارت دیگر اختلاف بین ترازیبی‌های مستقل ما بین نشانه‌های ارتفاعی در شبکه‌های اولیه و اصلی مطابق با رابطه زیر می‌باشد:

$$r < e[K]^{0.5}$$

(r مقداری خطای مجاز، $e=12$ میلی‌متر و K فاصله ترازیبی برحسب کیلومتر می‌باشد)

۳-۱-۴-۲- دقت هندسی شبکه‌های فرعی

دقت نسبی مسطحاتی شبکه‌های فرعی ۱:۵۰۰۰ می‌باشد. به عبارت دیگر حداکثر خطای مجاز دو نقطه مجاور در شبکه‌های اولیه باید کوچک‌تر از ۱:۵۰۰۰ باشد. دقت ارتفاعی این شبکه‌ها در حد شبکه‌های ترازیبی درجه ۴ می‌باشد به عبارت دیگر اختلاف بین ترازیبی‌های مستقل بین دو نشانه ارتفاعی در شبکه‌های فرعی مطابق با رابطه زیر می‌باشد:

$$r < e[K]^{0.5}$$

(r مقداری خطای مجاز، $e=20$ میلی‌متر و K فاصله ترازیبی برحسب کیلومتر است)

تبصره: در صورت نیاز به تعیین موقعیت رپره‌های دو طرف مقاطع دقت هندسی این نقاط مطابق شبکه‌های فرعی می‌باشد.

۳-۱-۵- معیار دقت هندسی نقشه‌ها

۳-۱-۵-۱- عوارض مسطحاتی

دقت هندسی عوارض مسطحاتی نقشه‌های بزرگ مقیاس به صورت زیر تعریف می‌شود:

الف- مجموع خطاهای مربوط به منابع مختلف در نقشه‌های دیجیتال منجر به انحراف معیار $0.02 \times n$ برحسب متر در روی زمین برای نقاط مشخص می‌شود.

n عدد مقیاس است (برای ۱:۲۰۰۰، $n=2$ ، برای ۱:۱۰۰۰، $n=1$ و برای ۱:۵۰۰، $n=0.5$ می‌باشد)

این تعریف می‌تواند به صورت‌های زیر نیز انجام گیرد:

ب- استاندارد دایره‌ای خطای نقشه (CMAS): بیش از ۹۰ درصد نقاط مشخص نقشه دارای دقت بهتر از $0.05 \times n$ متر در روی زمین می‌باشند.

ج- مرز خطا: کمتر از یک درصد نقاط مشخص نقشه دارای دقت کمتر از $0.6 \times n$ متر روی زمین می‌باشند.

۳-۱-۵-۲- عوارض ارتفاعی

دقت هندسی عوارض ارتفاعی نقشه‌های بزرگ مقیاس به صورت زیر تعریف می‌شود:

باید بیش از ۹۰ درصد نقاط ارتفاعی نقشه دارای دقتی بهتر از یک سوم فاصله‌ی منحنی‌های میزان اصلی (و نه منحنی‌های واسطه) نقشه باشند.

۳-۱-۵-۳- معیار دقت اطلاعات توصیفی

باید بیش از ۹۵ درصد اطلاعات توصیفی مربوط به عوارض مشخص در سطح اطمینان 3S صحیح باشد. منظور از سطح اطمینان 3S، انجام تست‌های آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد است.

۳-۱-۵-۴- معیار کامل بودن نقشه

باید بیش از ۹۵ درصد عوارض مشخص طبق لیست عوارض مقیاس مربوط روی نقشه‌ها آورده شده باشد. در این رابطه تست‌های آماری در سطح اطمینان ۹۹ درصد انجام می‌گیرند.

۳-۱-۶- مشخصات فنی نشانه‌های مسطحاتی و ارتفاعی

۳-۱-۶-۱- ساختمان نشانه‌های شبکه‌های اولیه

الف- شکل و ابعاد: برای نشانه‌های شبکه اولیه از «بتن درجا» جهت ساختمان استفاده می‌شود ابعاد آنها در شکل ۳-۱-۳ قید شده است. نقطه‌ی نشانه از جنس استیل و به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد که روی آن علامت + حک شده است.

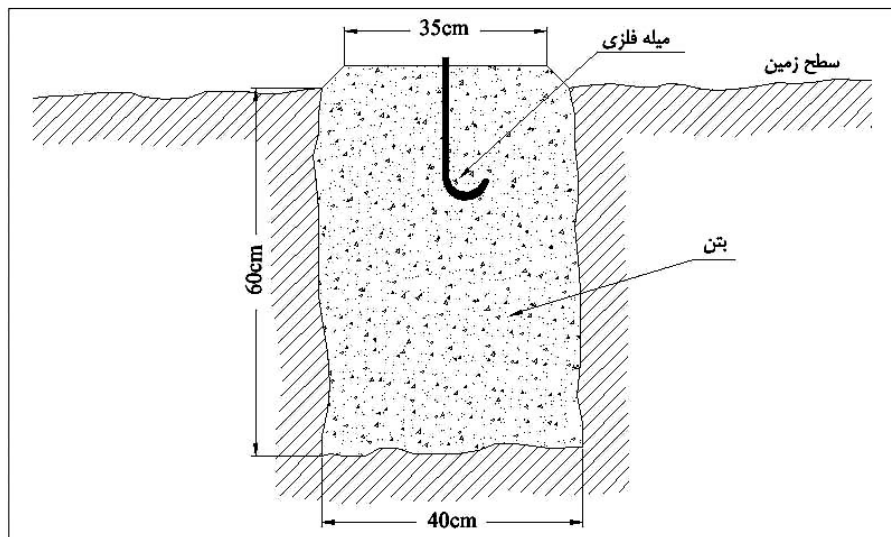
ب- نام‌گذاری نقاط شبکه: نام هر ایستگاه متشکل است از یک حرف لاتین و یک عدد که حرف مربوط به نام لاتین منطقه بوده و عدد مذکور شماره این نشانه خواهد بود. به‌عنوان مثال نام‌گذاری G12، به معنی نشانه شماره‌ی ۱۲ از منطقه‌ای است که نامش با حرف G آغاز می‌شود. نام این نشانه‌ها باید توسط شابلن روی ایستگاه حک شود.

ج- جنس مصالح: بتن با عیار ۳۰۰ (جهت حصول عیار ۳۰۰ برای بتن مورد استفاده باید میزان اختلاط هر یک از مصالح مطابق جدول ۳-۱ باشد).

د- نشانه‌های مرجع (Reference): ایجاد نشانه‌های مرجع برای ایستگاه‌های شبکه اولیه الزامی است. در بند ۳-۱-۶-۲ استاندارد به نحوه ایجاد و ساختمان این نشانه‌ها اشاره شده است.

ه- شناسنامه نشانه: تهیه‌ی شناسنامه و کروکی با توجه به فرم‌های مربوط الزامی است.

و- روش تهیه: ابتدا باید حفره‌ای مکعب شکل با ابعاد تقریبی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر حفر شود. معمولاً عمق این حفره می‌تواند با توجه به جنس خاک زمین متفاوت باشد بدین معنی که باید در صورت لزوم تا عمق بیش‌تری حفاری کرد تا به خاک سفت برسیم در این صورت باید زیرسازی نیز انجام شود تا عمق باقی مانده حدود ۵۵ سانتی‌متر شود. پس از آنکه بتن زیرسازی به حد کافی مستحکم شد می‌توان قالب را روی زیرسازی مستقر کرد و با بتن با عیار ۳۰۰ قالب را پر کرد. حدود ۳ سانتی‌متر بالای قالب باید با مخلوط نرمه پر شود و با شابلن اسم ایستگاه روی آن حک شود. پس از گذشت حدود ۲۴ ساعت که بتن از استحکام کافی برخوردار شد می‌توان قالب را از بتن جدا کرد. سطح بتن پس از ایجاد تا حدود ۳۶ ساعت آینده باید به‌صورت متناوب آب داده شود. سپس باید اطراف بتن را تا حدی که با زمین اطراف هم ارتفاع شود با ماسه نرم پر کرد.



شکل ۳-۱- مقطع نشانه‌های شبکه اولیه

جدول ۳-۱- میزان اختلاط هریک از مصالح

سیمان	ماسه	شن نخودی	شن بادامی
۰/۵ سانتی‌متر < قطر	۱ سانتی‌متر < قطر	۱ سانتی‌متر < قطر	۳ سانتی‌متر < قطر
۱ واحد حجم	۱ واحد حجم	۱ واحد حجم	۲ واحد حجم

۳-۱-۶-۲- ساختمان نشانه‌های شبکه‌های اصلی و فرعی

الف- شکل و ابعاد: ساختمان نشانه‌های اصلی و فرعی یکسان بوده و این نقاط می‌توانند به دو صورت «پیش ساخته» و یا اصطلاحاً «بتن درجا» ایجاد شوند که ابعاد آنها در حالت پیش ساخته در شکل شماره ۳-۲ و در حالت بتن در جا در شکل شماره ۳-۳ نمایش داده شده است. نقطه‌ی نشانه از جنس میله آهنی به قطر ۱۴ میلی‌متر و طول ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد که روی آن علامت + حک شده است.

ب- نام‌گذاری نقاط شبکه: نام هر ایستگاه متشکل است از دو حرف لاتین و یک عدد که حرف اول مربوط به نام لاتین منطقه بوده و حرف دوم برای شبکه‌های اصلی حرف A و برای شبکه‌های فرعی حرف B بوده و عدد مذکور شماره این نشانه می‌باشد. به عنوان مثال نام‌گذاری GA 32، به معنی نشانه شبکه اصلی شماره‌ی ۳۲ از منطقه‌ای است که نامش با حرف G آغاز می‌شود. نام این نشانه‌ها باید توسط شابلن روی ایستگاه حک شود.

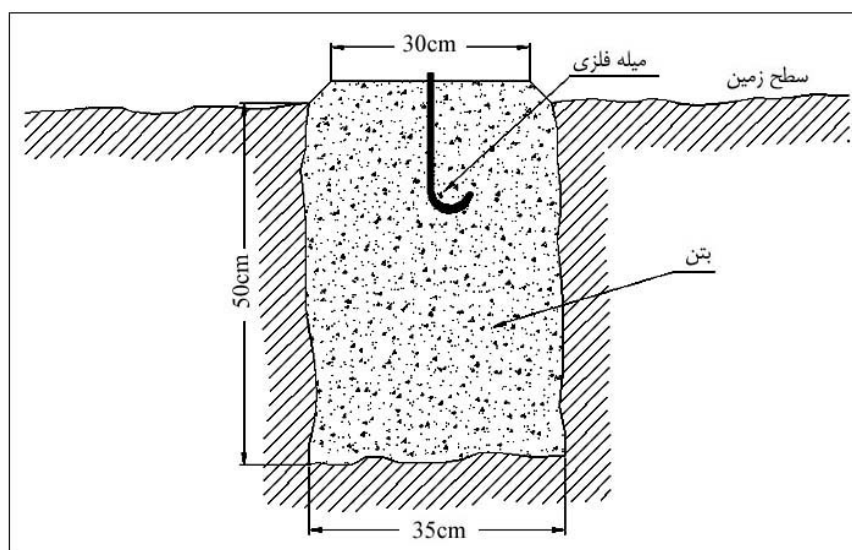
ج- جنس مصالح: بتن با عیار ۳۰۰ (جهت تهیه بتن با معیار ۳۰۰ باید از جدول ۳-۱ برای میزان اختلاط مصالح مختلف استفاده کرد).

د- شناسنامه نشانه: تهیه شناسنامه برای نشانه‌های شبکه اصلی درانجام عملیات زمینی تهیه نقشه به‌روش فتوگرامتری الزامی است. در بقیه روش‌های تهیه نقشه و محصولات تعریف شده با توجه به ارائه این نشانه‌ها بر روی نقشه الزامی در تهیه شناسنامه وجود ندارد.

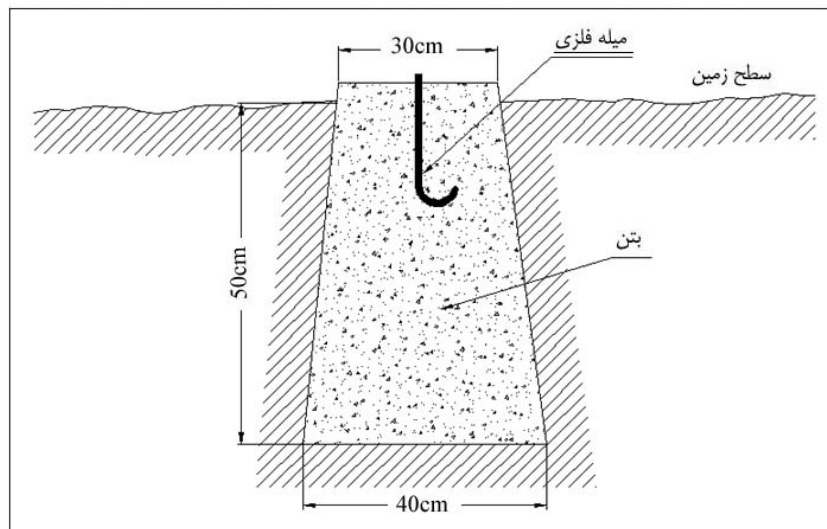
ه- روش ساختمان: چنانچه از نشانه‌های پیش ساخته استفاده می‌شود ابتدا باید حفره‌ای مکعب شکل با ابعاد تقریبی 50×50 سانتی‌متر و به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر حفر شود. معمولاً عمق این حفره می‌تواند با توجه به جنس خاک زمین متفاوت باشد بدین معنی که باید در صورت لزوم تا عمق بیش‌تری حفاری کرد تا به خاک سفت برسیم در این صورت باید زیرسازی نیز انجام شود تا عمق باقی حدود ۴۵ سانتی‌متر شود. پس از آنکه بتن زیرسازی به حد کافی مستحکم شد می‌توان روپر پیش ساخته را در محل کار گذاشت. لازم است نام روپر در هنگام ساخت مشخص شده و با شابلون روی روپر ثبت شود.

در صورتی که بخواهیم از «بتن درجا» جهت ساختمان نشانه استفاده کنیم ابتدا باید حفره‌ای مکعب شکل با ابعاد تقریبی 40×40 سانتی‌متر و به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر حفر شود. معمولاً عمق این حفره می‌تواند با توجه به جنس خاک زمین متفاوت باشد بدین معنی که باید در صورت لزوم تا عمق بیش‌تری حفاری کرد تا به خاک سفت برسیم در این صورت باید زیرسازی نیز انجام شود تا عمق باقی مانده حدود ۴۵ سانتی‌متر شود. پس از آنکه بتن زیرسازی به حد کافی مستحکم شد می‌توان قالب را روی زیرسازی مستقر کرد و با بتن تهیه شده قالب را پر کرد. پس از آنکه مصالح مختلف مخلوط شدند باید آنها را به حد کافی هم زد تا خوب مخلوط شوند. سپس باید قالب را مستقر کرده و تا ثلث ارتفاع آن بتن ریخت و با کوبه خوب ویبره کرد تا همه گوشه‌های قالب و خلل فرج احتمالی خوب پر شوند و تقریباً هیچ هوایی درون بتن باقی نماند. این عمل را برای ثلث‌های بعدی ارتفاع قالب تکرار کرده و آنگاه میله آهنی را در وسط قالب قرار می‌دهیم. حدود ۳ سانتی‌متر بالای قالب باید با مخلوط نرمه پر شود و با شابلن اسم ایستگاه روی آن حک شود. پس از گذشت حدود ۲۴ ساعت که بتن از استحکام کافی برخوردار شد می‌توان قالب را از بتن جدا کرد. سطح بتن پس از ایجاد تا حدود ۳۶ ساعت آینده باید به‌صورت متناوب آب داده شود. سپس باید اطراف بتن را تا حدی که با زمین اطراف هم ارتفاع شود با ماسه نرم پر کرد.

تبصره: در صورت نیاز به تعبیه نشانه (روپر) برای دو طرف مقاطع ابعاد رپر با بند ۳-۱-۶-۲ (نشانه‌های مرجع شکل ۳-۳) می‌باشد.



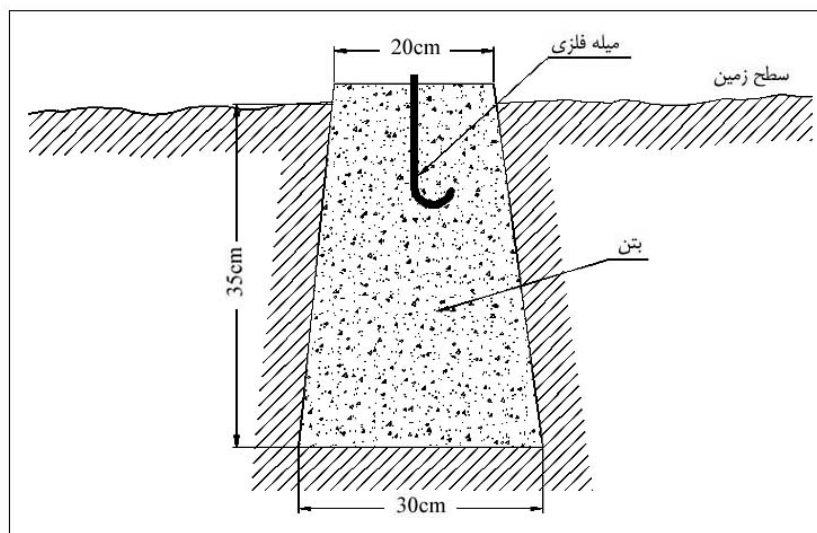
شکل ۳-۲- مقطع نشانه‌های شبکه‌های اصلی و فرعی «بتن درجا»



شکل ۳-۳- مقطع نشانه‌های شبکه‌های اصلی و فرعی «بتن پیش ساخته»

۳-۱-۶-۳- نشانه‌های مرجع (Reference)

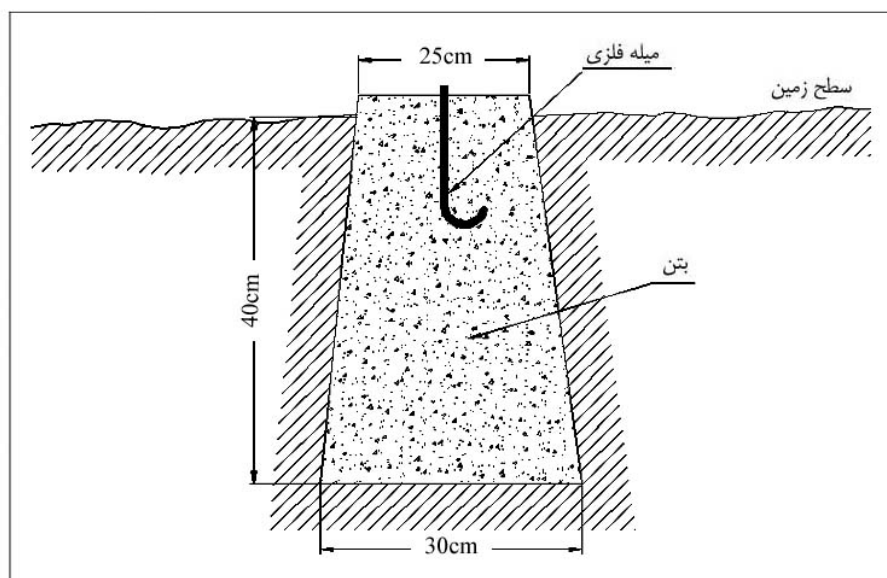
هدف از ایجاد این نشانه‌ها این است که در صورت تخریب بتن ایستگاه‌های شبکه اولیه، به هر علت که در مراحل بعدی دستیابی به محل ایستگاه مسیر نباشد، بتوان به کمک این نقاط محل آنرا احیا کرد. پیشنهاد می‌شود به جهت سهولت عمل قراولروی به نقاط مجاور، محل این نقاط تا آنجا که ممکن است در امتداد ایستگاه‌های مجاور باشد. این امر در مرحله پیمایش به نقشه‌بردار کمک می‌کند تا ایستگاه‌های مجاور را به سهولت پیدا کند. نحوه ساختمان نشانه‌های مرجع به‌طور کلی مشابه ساختمان نشانه‌های شبکه اصلی و فرعی می‌باشد و تفاوت، تنها در ابعاد قالب و حفره‌ی ایجاد شده برای محل نقطه است (شکل شماره ۳-۴). برای حک کردن نام نقطه‌ی مرجع استفاده از مخلوط نرمه ضروری نیست.



شکل ۳-۴- مقطع نشانه‌های مرجع

۳-۱-۶-۴- نشانه‌های شبکه ارتفاعی

شبکه‌های ارتفاعی در روش‌های تهیه نقشه به روش مستقیم زمینی و محصولات به‌دست آمده از این روش منطبق بر شبکه‌های مسطحاتی می‌باشد و لذا ایجاد نشانه‌های شبکه ارتفاعی ضروری نیست ولیکن در اجرای عملیات زمینی تهیه نقشه به روش فتوگرامتری با توجه به ماهیت نقاط کنترل عکسی آلیمتری و پلانیمتری و همچنین روش‌های اجرای عملیات زمینی ایجاد شبکه‌های ارتفاعی ضرورت دارد. نحوه‌ی ساختمان نشانه‌های شبکه ارتفاعی به‌طور کلی مشابه ساختمان نشانه‌های شبکه اصلی و فرعی می‌باشد و تفاوت، تنها در ابعاد قالب و حفره‌ی ایجاد شده برای محل نقطه است (شکل ۳-۵). روش نام‌گذاری شبکه‌های ارتفاعی مشابه روش نام‌گذاری شبکه‌های اصلی و فرعی می‌باشد با این تفاوت که در این شبکه‌ها حرف H جایگزین حروف A و B شبکه‌های اصلی و فرعی می‌شود و بیانگر ارتفاعی بودن نشانه می‌باشد.



شکل ۳-۵- مقطع نشانه‌های شبکه ارتفاعی

تبصره: در ساختمان نشانه‌های شبکه‌های مسطحاتی و ارتفاعی رعایت نکات زیر دارای اهمیت می‌باشد:

- الف- در مناطق پر تردد که احتمال تخریب بتن قبل از سفت شدن زیاد است بهتر است از بتن‌های پیش ساخته استفاده شود.
- ب- در مناطق نمک‌زار باید از سیمان ضد سولفاته استفاده شود.
- ج- برای مصالح سنگی باید از شن شسته استفاده شود.
- د- بهتر است کار ساختمان نقاط در دمای پایین که احتمال یخ زدن بتن وجود دارد انجام نشود و در صورت ضرورت بتن را به نحو مقتضی از یخ‌زدگی حفظ کرد.
- ه- در مناطق سنگی می‌توان برای ایجاد ایستگاه یا نقطه مرجع از حک کردن علامت + روی سنگ ریشه‌دار استفاده کرد با این شرط که ایستگاه به‌راحتی قابل استقرار باشد و وزن سنگ در هر مورد از دو برابر وزن بتن کمتر نباشد.

و- لازم است ایستگاه‌های اصلی و فرعی را به‌نحوی با ایجاد کپه خاک، سنگ چین در اطراف آن و یا رنگ محل ایستگاه مشخص کرد تا در ادامه عملیات نقشه‌برداری محل ایستگاه‌ها روی زمین به‌راحتی قابل تشخیص باشند.

۳-۱-۵- تهیه شناسنامه نشانه‌ها

برای تهیه شناسنامه نشانه‌های مسطحاتی و ارتفاعی، باید کروکی محل ایستگاه، شامل عوارض مهم اطراف آن را ترسیم کرد. در قسمت «شرح» باید مشخصات ایستگاه و راه دسترسی به آن قید شود. در قسمت «کروکی»، امتدادهای قراولروی، وضعیت هندسی ایستگاه و همچنین ایستگاه‌های مجاور ترسیم می‌شوند. سایر قسمت‌های شناسنامه باید پس از اتمام مرحله‌ی محاسبات با توجه به جدول شماره ۳-۲ تنظیم و تکمیل شود.

جدول ۳-۲- برگ شناسایی نشانه‌ها (STATION DESCRIPTION)

نام ایستگاه:	ارتفاع بیضوی (H):	طول جغرافیایی:
منطقه:	ارتفاع ارتومتر (h):	عرض جغرافیایی:
تاریخ:	سیستم تصویر:	X(E):
	بیضوی مرجع:	Y(N):
		قاج:
آدرس و مشخصات ایستگاه:		
کروکی نشانه‌ها و رفرانس‌ها:		
آزیموت فاصله مایل مرجع		
BM-R1		
BM-R2		
BM-R3		
R1-R2		
R1-R3		
R2-R3		
کروکی منطقه و راه‌های دسترسی :		

۳-۲- وسایل و تجهیزات

۳-۲-۱- تجهیزات فنی

تجهیزاتی فنی مورد استفاده در اجرای عملیات نقشه‌برداری زمینی به شرح زیر می‌باشد:

- الف- **تئودولیت ثانیه‌ای و ملحقات:** تئودولیتی که در آن امکان قرائت زاویه تا ثانیه وجود دارد به همراه سه‌پایه و ژالن.
- ب- **تئودولیت دقیقه‌ای و ملحقات:** تئودولیتی که در آن امکان قرائت زاویه تا کسری از دقیقه وجود دارد و برای برداشت جزئیات مناسب است به همراه سه‌پایه و میرهای لازم.
- ج- **طول‌یاب برد کوتاه و ملحقات:** طول‌یاب الکترونیکی با برد حداکثر تا ۲ کیلومتر به همراه باتری و شارژر مربوط و منشور.
- د- **طول‌یاب برد بلند و ملحقات:** طول‌یاب الکترونیکی با برد حداکثر تا ۵ کیلومتر به همراه باتری و شارژر مربوط و منشور.
- ه- **دستگاه توتال استیشن و ملحقات:** دستگاهی که امکان اندازه‌گیری هم‌زمان طول و زاویه را داشته و با توجه به دقت دستگاه‌های فوق‌الذکر می‌تواند جایگزین آنها شود به همراه ژالن، سه‌پایه، رفلکتور، حافظه صحرایی (Field book) و باتری.
- و- **دستگاه تعیین موقعیت ماهواره‌ای با ملحقات:** گیرنده‌ی GPS تک فرکانسه ژئودتیک (برای فواصل زیر ۱۰ کیلومتر) یا دوفرکانسه ژئودتیک (برای فواصل بیش از ۱۰ کیلومتر) به همراه سه‌پایه، آنتن، متر، باتری و نرم‌افزار مربوط.
- ز- **ترازیاب معمولی با ملحقات:** ترازیابی که با آن امکان تعیین ارتفاع برای هر کیلومتر با خطای کمتر از ۰/۷ میلی‌متر میسر باشد به همراه سه‌پایه، دو عدد میر و تراز نبشی و سکل.
- ح- **نرم‌افزار محاسبات زمینی:** نرم‌افزار محاسبات شبکه‌های مسطحاتی و ارتفاعی با قابلیت سرشکنی و تبدیل مختصات.
- ط- **نرم‌افزار کارتوگرافی و ترسیم نقشه:** نرم‌افزاری که قابلیت ترسیم منحنی میزان و عوارض مسطحاتی و ارتفاعی برداشت شده را دارا بوده و امکان ارائه نقشه‌ها در آن میسر باشد.
- ی- **اتومبیل:** اتومبیل دو دیفرانسیل کمک‌دار مناسب برای عملیات نقشه‌برداری.
- ک- **بیسیم:** بیسیم دستی در فرکانس مجاز با برد حداقل ۱۰ کیلومتر.

۳-۲-۲- تنظیمات و کالیبراسون تجهیزات فنی

تمامی تجهیزات فنی نقشه‌برداری مورد اشاره در بند ۳-۲-۱ قبل از استفاده باید تنظیم و واسنجی شوند که روش‌های لازم جهت این موضوع به شرح زیر می‌باشد:

- الف- **تئودولیت‌ها:** تئودولیت‌های با تقسیمات ثانیه‌ای و دقیقه‌ای قبل از استفاده باید از نظر کلیماسیون افقی و قائم مورد تست و آزمایش قرار گیرند که روش تست کلیماسیون بدین صورت است که، امتدادی را به‌صورت دایره به چپ و دایره بر است اندازه‌گیری کرده و اختلاف قرائت افقی این دو امتداد نباید بیش‌تر یا کم‌تر از ۱۸۰ درجه یا ۲۰۰ گراد باشد. و برای زاوایی قائم مجموع قرائت قائم دو امتداد نباید از ۳۶۰ درجه یا ۴۰۰ گراد بیش‌تر یا کم‌تر باشد.
- ب- **طول‌یاب‌ها:** برای تست و کنترل طول‌یاب‌ها لازم است یک فاصله کوتاه ۲۰ تا ۳۰ متری ابتدا به‌صورت دقیق با متر اندازه‌گیری شود و همان طول با طول‌یاب مورد استفاده اندازه‌گیری شده و نتیجه آن با مترکشی مقایسه شود در صورتی که قدر مطلق اختلاف دو اندازه‌گیری کم‌تر از ۲ میلی‌متر باشد استفاده از دستگاه جهت اجرای عملیات نقشه‌برداری بلامانع است در غیر

این صورت دستگاه باید برای تنظیم و کالیبراسون به نمایندگی مربوط ارجاع شود، توجه کنید که قبل از هرگونه اندازه‌گیری تصحیحات اتمسفریک شامل فشار و دما (PPM) و تصحیح منشور (PC) به دستگاه مربوط و یا به طول‌های اندازه‌گیری شده اعمال شود.

ج- دستگاه توتال استیشن: با توجه به اینکه دستگاه‌های توتال استیشن ترکیبی از تئودلیت و طول‌یاب می‌باشند لازم است قبل از استفاده تمامی موارد تست و کنترل مربوط به تئودلیت‌ها و طول‌یاب‌ها بر روی این دستگاه‌ها اجرا شده و صحت و سلامت دستگاه‌ها مورد کنترل قرار گیرد.

د- دستگاه تعیین موقعیت ماهواره‌ای: در رابطه با این دستگاه‌ها قبل از استفاده باید اطمینان لازم از سلامت، واسنجی و تنظیم بودن گیرنده، آنتن و سایر ملحقات توسط شرکت سازنده و یا نمایندگی مربوط حاصل شود.

ه- تراز یاب‌ها: تراز یاب‌های مورد استفاده در اجرای پروژه باید از نظر کلیماسیون مورد تست و کنترل قرار گیرند که روش کنترل بدین شرح می‌باشد: ابتدا تراز یاب را در فاصله بین دو میر به فاصله حدود ۱۰۰ متر از همدیگر قرار گرفته مستقر کرده و قرائت‌های لازم انجام می‌گیرد، سپس تراز یاب به فاصله حدود ۱۰ متری یکی از میرها منتقل شده و قرائت‌های لازم دوباره تکرار می‌شود، چنان‌چه اختلاف ارتفاع دو اندازه‌گیری برابر و یا کم‌تر از یک میلی‌متر باشد دستگاه فاقد کلیماسیون بوده و استفاده از آن بلامانع است در غیراین صورت دستگاه باید کلیماسیون‌گیری شود.

۳-۳- نیروی انسانی

۳-۳-۱- عوامل انسانی

عوامل انسانی مورد استفاده در اجرای عملیات نقشه‌برداری زمینی به شرح زیر می‌باشد:

الف- کارشناس یا مهندس نقشه‌بردار: کارشناس در رشته مهندسی نقشه‌برداری با چهار سال سابقه کار عملیاتی و یا فوق دیپلم در رشته مرتبط با ده سال تجربه عملیاتی در زمینه نقشه‌برداری زمینی.

ب- کارشناس یا مهندس نقشه‌بردار: کارشناس در رشته مهندسی نقشه‌برداری با چهار سال سابقه کار در زمینه محاسبات نقشه‌برداری و یا کارتوگرافی و یا فوق دیپلم در رشته مرتبط با ده سال تجربه عملیاتی در زمینه مربوط.

ج- کاردان فنی نقشه‌بردار زمینی: فوق دیپلم در رشته نقشه‌برداری با دو سال سابقه کار عملیاتی در زمینه نقشه‌برداری زمینی.

د- کاردان فنی نقشه‌برداری یا کارتوگرافی: فوق دیپلم در رشته نقشه‌برداری و یا کارتوگرافی با دو سال سابقه کار در زمینه محاسبات نقشه‌برداری و یا کارتوگرافی.

۳-۳-۲- ترکیب اکپ‌ها

اکپ‌های مورد استفاده در اجرای عملیات نقشه‌برداری با توجه به عوامل انسانی به شرح زیر می‌باشند:

الف- اکپ طراحی شامل حداقل یک مهندس نقشه‌برداری زمینی و یک کاردان فنی نقشه‌برداری زمینی.

ب- اکیپ شناسایی و ساختمان نشانه‌های اصلی شامل حداقل یک کاردان فنی نقشه‌برداری زمینی و تعدادی کارگر با توجه به شرایط منطقه.

ج- اکیپ اندازه‌گیری شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی (مسطحاتی و ارتفاعی و یا GPS) شامل حداقل یک کارشناس نقشه‌برداری زمینی و دو کاردان فنی نقشه‌برداری زمینی و تعدادی کارگر با توجه به شرایط منطقه

د- اکیپ برداشت جزییات شامل حداقل دو کاردان نقشه‌برداری زمینی و تعدادی کارگر با توجه به شرایط منطقه کاری

ه- اکیپ محاسبات، کارتوگرافی و ترسیم شامل حداقل یک کارشناس نقشه‌بردار و دو کاردان فنی نقشه‌برداری یا کارتوگرافی

۳-۴- اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات (زمینی)

۳-۴-۱- اندازه‌گیری‌های مسطحاتی

۳-۴-۱-۱- شبکه‌های پیمایشی

در شبکه‌های اصلی که به صورت پیمایشی طراحی می‌شود، اضلاع با فاصله‌یاب‌های الکترونیکی اندازه‌گیری شده و هر طول چهار بار اندازه‌گیری شود به طوری که اختلاف اندازه طول به دست آمده در هر اندازه‌گیری از متوسط آنها کمتر از سه برابر انحراف معیار دستگاه طول‌یاب باشد. در غیر این صورت اندازه‌گیری تا رسیدن به نتیجه مطلوب تکرار شود ضمناً اطلاعات مربوط به مشاهدات اضلاع با خودکار در فرم‌های مربوط یا به صورت اطلاعات خام در حافظه‌های الکترونیکی ثبت شود. و در صورت بروز اشتباه در اندازه‌گیری از اصلاح نوشته خودداری شده و در مکان مناسب قرائت صحیح یادداشت شود.

به منظور تبدیل به افق طول‌های اندازه‌گیری شده زوایای قائم در یک کوپل با زاویه‌یاب‌هایی که دارای تقسیمات ثانیه‌ای هستند اندازه‌گیری و در فرم مربوط (فرم اندازه‌گیری طول) در جای مناسب و با خودکار درج شود.

علاوه بر رعایت کامل موارد فوق در اندازه‌گیری طول و زاویه قائم، نکات زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- دستگاه‌های فاصله‌یاب مورد استفاده (از هر نوع) قبل از عزیمت به منطقه کار و حداکثر در فواصل زمانی شش ماهه در آزمایشگاه کنترل و تنظیم شود.

ب- فشار هوا و درجه حرارت در هر ایستگاه یک بار اندازه‌گیری شود. در طول‌یاب‌هایی که مقدار درجه حرارت و فشار مستقیماً و یا از طریق تعیین عدد PPM قابل معرفی می‌باشند، لازم است این کار دقیقاً مطابق روش ارائه شده از طرف کارخانه سازنده طول‌یاب الکترونیکی انجام شود.

ج- اندازه‌گیری طول به صورت دو طرفه انجام شود و متوسط آن به عنوان طول قطعی آن ضلع در نظر گرفته شود.

د- اندازه‌گیری زوایای قائم کلیه امتدادها به صورت دوطرفه انجام شود و برای هر امتداد ارتفاع زاویه‌یاب و ارتفاع نشانه اندازه‌گیری و ثبت شود.

ه- از چتر صحرایی مخصوصاً در مناطق گرمسیر و برای جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب استفاده شود.

اندازه‌گیری زوایای افقی در شبکه‌های اصلی با زاویه‌یاب‌هایی که دارای تقسیمات ثانیه‌ای باشند، در سه کوپل مفید با حداکثر اختلاف ۲۰ ثانیه صد قسمتی (از متوسط) انجام گیرد. اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری زوایا با خودکار و در فرم‌های مربوط درج شود و در صورت بروز اشتباه در قرائت از اصلاح نوشته خودداری و در مکان مناسب اندازه‌گیری صحیح یادداشت شود.

در اندازه‌گیری زوایای تمام رئوس پیمایش علاوه بر موارد فوق نکات زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد:

کنترل و تنظیم دستگاه‌های زاویه‌یاب (از هر نوع) قبل از عزیمت به منطقه کار انجام گیرد.

مبدأ قرائت لمب افقی برای هر امتداد به گونه‌ای انتخاب شود که تمام بخش‌های لمب افقی در اندازه‌گیری زاویه افقی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین در زاویه‌یاب درجه‌ای مقادیر $\epsilon, \dots, \epsilon + 60, \epsilon + 120$ و در زاویه‌یاب گرادی مقادیر $\epsilon, \dots, \epsilon + 70, \epsilon + 140$ استفاده شود.

در شبکه‌های فرعی طول‌ها و زوایا مثل شبکه‌های اصلی و با رعایت تمامی نکات مربوط اندازه‌گیری شود. با این تفاوت که زوایای افقی در دو کوپل مفید با اختلاف ۴۰ ثانیه صد قسمتی (از متوسط) اندازه‌گیری شود.

۳-۴-۱-۲- شبکه‌های ماهواره‌ای

در این روش، اندازه‌گیری باید از یک نقطه مختصات‌دار آغاز و به یک نقطه مختصات‌دار دیگر بسته شود به‌طوری‌که در هر جابه‌جایی گیرنده‌ها (پرش) یک نقطه مشترک با مشاهدات مرحله قبلی باقی بماند. مدت زمان مشاهده برای طول‌های شبکه‌های اصلی ۳۰ دقیقه با نرخ ثبت (RATE) ۱۵ ثانیه‌ای و برای طول‌های شبکه‌های فرعی ۲۰ دقیقه با نرخ ثبت (RATE) ۱۵ ثانیه‌ای برای گیرنده‌های تک فرکانسه می‌باشد در گیرنده‌های دو فرکانسه برای شبکه‌های اصلی زمان مورد نیاز به ۲۰ دقیقه و برای شبکه‌های فرعی زمان به ۱۵ دقیقه تقلیل یابد.

در اندازه‌گیری و تعیین مختصات مسطحاتی نقاط با استفاده از گیرنده‌های GPS نکات زیر نیز باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد:

- الف- در نزدیکی ایستگاه تا شعاع ۳۰ متری وسیله نقلیه پارک نشود.
- ب- سانترال و تراز روی نقطه دقیق باشد و در صورت وجود علامت مخصوص آنتن‌ها حتماً رو به شمال توجیه شوند.
- ج- حتی الا مکان از آنتن‌های یکسان استفاده شود.
- د- به هنگام شروع و خاتمه کار ارتفاع آنتن اندازه‌گیری شده و به دستگاه معرفی شود.
- ه- هنگام شروع، وسط و خاتمه اندازه‌گیری ایستگاه، کنترل ترازبراک از لحاظ شاغول اپتیکی و تراز کروی انجام شود.
- و- حداقل تعداد ماهواره‌های ردیابی شده از ۵ کمتر نباشد و مقادیر GDOP کوچک‌تر یا مساوی ۸ و PDOP کوچک‌تر یا مساوی ۵ باشد.

ز- اویه ارتفاعی ماهواره‌ها بزرگ‌تر از ۱۵ درجه باشد.

ح- عدد استحکام سیگنال ماهواره یا S/N روی هر کانال بیش‌تر از ۴۰ باشد.

ط- اطلاعات مربوط به فرم صحرایی (SIDE LOG) دقیقاً تکمیل شود.

چنانچه از گیرنده‌های GPS به‌منظور انتقال مختصات به محدوده مورد نقشه‌برداری استفاده شود علاوه بر رعایت موارد فوق، رعایت نکات زیر نیز الزامی است:

ی- انتقال مختصات به صورت پیمایش بسته انجام شود.

ک- مدت زمان مشاهده برای طول‌های تا ۱۰ کیلومتر، ۴۵ دقیقه با نرخ ثبت (RATE) ۱۵ ثانیه‌ای برای هر دو نوع گیرنده‌های تک فرکانسه و یا دو فرکانسه می‌باشد. برای طول‌های بین ۱۰ تا ۴۰ کیلومتر فقط از گیرنده‌های دو فرکانسه استفاده شود که در این حالت مدت زمان مشاهده ۱ ساعت با نرخ ثبت ۱۵ ثانیه‌ای می‌باشد.

۳-۴-۲- اندازه‌گیری‌های ارتفاعی

۳-۴-۲-۱- روش تراز یابی مستقیم

تمام نقاط شبکه‌های اصلی و فرعی به صورت رفت و برگشت با تراز یابی مستقیم اندازه‌گیری شده و خطای بست تراز یابی از محاسبه می‌شود. در این رابطه e برابر ۱۲ میلی‌متر برای شبکه‌های اصلی و ۲۰ میلی‌متر برای شبکه‌های فرعی و k طول مسیر تراز یابی بر حسب کیلومتر می‌باشد.

در اندازه‌گیری‌های ارتفاعی لازم است ابتدا رئوس شبکه‌های اصلی از طریق انجام تراز یابی ارتفاع داده شود و سپس تراز یابی نقاط شبکه‌های فرعی در بین آنها به صورت رفت و برگشت انجام شود.

چنانچه در منطقه نقاط ارتفاعی (BM) سراسری وجود داشته باشد، یا اتصال به شبکه ارتفاعی سراسری مورد نیاز باشد شبکه اصلی ارتفاعی حداقل به دو نقطه از آنها متصل شود.

علاوه بر رعایت موارد فوق در اندازه‌گیری‌های ارتفاعی، رعایت موارد زیر نیز الزامی است:

الف- کلیه تراز یاب با توجه به روش‌های معمول قبل از اندازه‌گیری کنترل و در صورت لزوم اصلاح شود.

ب- از تراز بودن شاخص‌ها در هنگام اندازه‌گیری اطمینان لازم حاصل شود.

ج- اندازه‌گیری‌ها با خودکار در فرم استاندارد تراز یابی نوشته و یا در حافظه‌های الکترونیکی ثبت شود، در صورت اشتباه در قرائت از اصلاح نوشته در فرم خودداری شود و قرائت صحیح مجدداً در جای مناسب ثبت شود.

د- در هر دهنه اندازه‌گیری حداکثر فاصله تراز یاب با شاخص‌ها (۹۰ متر) مورد توجه قرار گیرد و سعی شود اختلاف فاصله تراز یاب تا شاخص عقب و جلو بیش از ۱۰٪ فاصله نباشد.

ه- محاسبات اولیه تراز یابی به صورت روزانه با توجه به مشاهدات، انجام شود و صحت و سقم نتایج حاصله دقیقاً بررسی شود.

و- هیچ‌یک از اوراق تراز یابی (حتی اوراقی که تراز یابی‌های آن قابل قبول نبوده) دور ریخته نشود و به همان ترتیب که اندازه‌گیری شده برای استفاده در مرحله محاسبات نگهداری شود.

ز- کروکی کامل شبکه ارتفاعی ترسیم و مسیر تراز یابی‌های رفت و برگشت با قید اندازه‌گیری‌های انجام شده روی آن مشخص شود.

۳-۴-۲-۲- روش تراز یابی مثلثاتی

برای تراز یابی مثلثاتی باید زوایای قائم در دو کوپل به طور هم‌زمان و دوطرفه قرائت شوند. مشاهدات زوایای قائم بهتر است به هنگام ظهر انجام گیرد. همچنین اندازه‌گیری فاصله بین نقاط باید با طول‌یاب‌های الکترواپتیک با اعمال تصحیحات لازم انجام شود.

۳-۲-۴-۳- روش تعیین ارتفاع ماهواره‌ای

برای تعیین ارتفاع با گیرنده‌های GPS علاوه بر توجه به نکات بند ۳-۱-۴-۲ باید مشاهدات GPS به نقاط ارتفاعی و مسطحاتی بسته شود و نقطه ارتفاعی مورد استفاده نزدیک‌ترین پنج مارک ارتفاعی به منطقه باشد.

تبصره: در برخی موارد مانند مناطق کوهستانی سخت، مناطق باتلاقی و ... که امکان ایجاد شبکه‌های ارتفاعی به صورت ترازیبی مستقیم وجود ندارد می‌توان با توافق و هماهنگی قبلی با دستگاه نظارت برای ترازیبی شبکه‌های اصلی و فرعی با رعایت اصول مندرج در بند مربوط به ترازیبی مثلثاتی یا ترازیبی با GPS بهره گرفت.

۳-۴-۳- برداشت جزییات

کلیه عوارض مسطحاتی و ارتفاعی طبق لیست عوارض مندرج در بخش تعاریف و کلیه تغییر شیب‌ها برداشت شود و کروکی موقعیت آنها به صورت دستی در فرم‌های مربوط ترسیم شود و یا به صورت کد در صورت استفاده از توتال استیشن در حافظه صحرائی و یا حافظه‌های مشابه دیگر ثبت شود.

ضمناً توجه شود که تمام تغییر شیب‌ها اعم از خط‌الراس‌ها خط‌القعرها و عوارض ارتفاعی و مسطحاتی برداشت شده و در نهایت تراکم نقاط برداشت شده در سطح منطقه برای دشت از ۵ نقطه تپه ماهور ۶ نقطه کوهستان ۸ نقطه کوهستان سخت ۱۰ نقطه و کوهستان خیلی سخت ۱۲ نقطه در هکتار کم‌تر نباشد. مناطق صعب‌العبور و غیرقابل نفوذ مانند مناطق باتلاقی و صخره‌ای دور منطقه در طول خطوط یا مناطقی که قابل نفوذ باشد برداشت انجام می‌گیرد. فاصله نقاط برداشت تا ایستگاه مربوط در روش تاکنومتری نباید از ۱۷۰ متر تجاوز کند ولی در صورتی که از تاکنومتر الکترونیک و یا توتال استیشن برای برداشت جزییات استفاده شود این فاصله می‌تواند به ۳۰۰ متر نیز افزایش یابد. محدودیت فاصله در این مورد به دلیل نداشتن وسیله ارتباطی بین عامل دستگاه و ترسیم کننده کروکی می‌باشد و در صورت وجود بی‌سیم و به شرط داشتن طول‌یاب با دقت سانتی‌متر این فاصله می‌تواند به ۵۰۰ متر نیز افزایش یابد.

۳-۴-۳-۱- روش‌های برداشت

برداشت عوارض مختلف برحسب ماهیت هندسی عوارض به روش‌های گوناگون انجام می‌شود که عبارتند از:

الف- عوارض نقطه‌ای: عوارضی که ابعاد کم‌تر از دو متر داشته باشند برای برداشت ۱:۲۰۰۰ عارضه نقطه‌ای محسوب می‌شوند. در برداشت این عوارض باید شاخص یا منشور در نزدیک‌ترین محل ممکن به مرکز عارضه مورد نظر قرار گیرد.

ب - عوارض خطی: عوارضی که در یک بعد کشیده بوده ولی بعد دیگر آنها کم‌تر از دو متر باشند برای برداشت ۱:۲۰۰۰ عارضه خطی محسوب می‌شوند.

عوارض خطی با محور مشخص: در برداشت این عوارض باید تمام محل شکستگی‌ها و تغییر شیب‌ها با توجه به محور عارضه برداشت شود. تعداد و محل این نقاط باید به گونه‌ای انتخاب شود که شکل هندسی عارضه کاملاً نمایش داده شود. لازم به ذکر است که فاصله نقاط برداشت از همدیگر نباید از ۴۰ متر تجاوز نماید.

عوارض خطی با محور مشخص و عرض مسیر: در برداشت این عوارض باید تمام محل شکستگی‌ها و تغییر شیب‌ها با توجه به محور و یا یک طرف عارضه با توجه به شرایط موجود به همراه اندازه‌گیری عرض عارضه برداشت شود. تعداد و محل این نقاط باید به گونه‌ای انتخاب شود که شکل هندسی عارضه کاملاً نمایش داده شود. لازم به ذکر است که فاصله نقاط برداشت از یکدیگر نباید از ۴۰ متر تجاوز نماید.

عوارض خطی با عرض زیاد: در برداشت این عوارض باید تمام محل شکستگی‌ها و تغییر شیب‌ها با توجه به دو طرف عارضه برداشت شوند. تعداد و محل این نقاط باید به گونه‌ای انتخاب شود که شکل هندسی عارضه کاملاً نمایش داده شود. لازم به ذکر است که فاصله نقاط برداشت از یکدیگر نباید از ۴۰ متر تجاوز نماید.

ج- عوارض سطحی: عوارضی که ابعادی بیش از دو متر داشته باشند برای برداشت ۱:۲۰۰۰ عوارض سطحی محسوب می‌شوند. در برداشت عوارض سطحی باید محدوده عارضه کاملاً برداشت شود و تعداد و محل نقاط برداشت باید طوری انتخاب شود که شکل عارضه از نظر مسطحاتی و ارتفاعی به صورت کامل نمایش داده شود. لازم به ذکر است که فاصله نقاط برداشت از یکدیگر نباید از ۴۰ متر تجاوز نماید.

۳-۴-۲- برداشت خط داغی آب و سطح آب

خط داغی آب با توجه به ماهیت آن و روش شناسایی آن در منطقه مورد عملیات از نوع عوارض خطی بوده و در طول خط مورد نظر در تمامی تغییر شیب‌ها حداکثر به‌فواصل ۴۰ متر باید برداشت و ثبت شود. از آنجا که در بعضی از مناطق داغی آب خط ثابتی نبوده و دارای پهنای می‌باشد و نیز در مناطق غیرسنگی، ممکن است تشخیص صحیح داغی آب میسر نباشد، لذا توصیه می‌شود که با برداشت نقاط ارتفاعی بالاتر از داغی آب در این مناطق، این خط عملاً به روش درون‌یابی (انترپولاسیون) و با ذکر رقوم مشخص بر روی نقشه تعیین شود.

۳-۴-۳- برداشت ناحیه جزر و مدی

ناحیه جزر و مدی^۱ با توجه به ماهیت آن و همچنین عرض محدوده مورد نظر عارضه سطحی می‌باشد، در این صورت با توجه به برداشت خطوط داغی آب و پایین‌ترین سطح آب، تمامی عوارض و نقاط تغییر شیب در این ناحیه برداشت و ثبت می‌شوند. همچنین فواصل نقاط (با توجه به مقیاس) نباید بیش‌تر از ۴۰ متر باشد.

۳-۴-۴- برداشت امتداد پروفیل‌های آبی در خشکی

با توجه به نشانه‌های نصب شده در ابتدا و انتهای پروفیل‌های آبی امتداد مورد نظر بر روی زمین و قسمت خشکی شناسایی شده و به‌عنوان یک عارضه خطی امتداد پروفیل‌ها در تمامی نقاط تغییر شیب و با رعایت حداکثر فاصله ۴۰ متر برداشت و ثبت می‌شود.

۱- ناحیه جزر و مدی منطقه مابین خط داغی آب و خطی است که پایین‌ترین سطح آب در ساحل ایجاد می‌کند.

۳-۵- مقیاس کار

با توجه به ماهیت نقشه‌های مخازن سدها و نحوه به‌کارگیری آنها در بخش‌های مختلف آبی و زمینی مقیاس معمول تهیه نقشه‌های توپوگرافی زمینی اطراف دریاچه‌های سدها ۱:۲۰۰۰ می‌باشد که با لحاظ این موضوع تمامی مراحل طراحی، شناسایی و دقت شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی و روش‌های اندازه‌گیری مسطحاتی و ارتفاعی پیش‌بینی شده برای این شبکه‌ها و همچنین روش‌های برداشت و ثبت اطلاعات برای نیل به دقت نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ تنظیم و ارائه شوند. در صورتی که اهداف دیگری علاوه بر موارد بالا در تهیه نقشه از این مناطق مدنظر باشد مقیاس‌های بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند که در این صورت لازم است در اجرای این مراحل تجدید نظرهای ضروری صورت گیرد.

۳-۶- برنامه عملیات نقشه‌برداری زمینی

با توجه به مقیاس مورد نظر و همچنین تعاریف مربوط به نقشه‌های توپوگرافی زمینی و روش‌های اجرای عملیات نقشه‌برداری زمینی برنامه عملیات به شرح زیر می‌باشد. در این برنامه باید زمانبندی مربوط بر اساس شرایط توپوگرافی، اقلیمی و خاص منطقه توسط مجری برای مراحل مختلف تنظیم شود.

تجهیز کارگاه و استقرار اکیپ‌های نقشه‌برداری در منطقه

طراحی نقاط و شناسایی منطقه عملیات

ساختمان شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی

اندازه‌گیری‌های مسطحاتی و ارتفاعی شبکه‌های مذکور

برداشت جزییات (مسطحاتی، ارتفاعی، داغی آب، سطح آب، ناحیه مابین این دو خط و امتداد پروفیل‌های آبی)

محاسبات مسطحاتی و ارتفاعی شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی و همچنین نقاط برداشت جزییات

ترسیم و کارتوگرافی نقشه‌ها

پلات و ارائه نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز به کارفرما

۳-۷- پردازش و محاسبات

۳-۷-۱- محاسبات شبکه‌های مسطحاتی

۳-۷-۱-۱- محاسبات شبکه‌های پیمایشی

چنانچه به منظور ایجاد شبکه‌های اصلی و فرعی از شبکه‌های پیمایشی استفاده شود، برای تعیین مختصات نقاط شبکه باید مراحل زیر دقیقاً رعایت شود.

الف- محاسبه متوسط تمامی مشاهدات انجام شده و اعمال تصحیحات اتمسفریک و هندسی مورد نیاز و تشکیل بردار مشاهدات (L). (تصحیحات اتمسفریک معمولاً در مرحله اندازه‌گیری انجام می‌گیرند)

ب- محاسبه خطای بست زاویه‌ای پیمایش و مقایسه آن با مقدار مجاز $E \leq 2.5d\alpha\sqrt{n}$ و اعمال تصحیحات بر روی زوایای مشاهده شده

ج- محاسبه مقادیر مختصات نقاط با استفاده از روابط مربوط در فرم‌های پیمایش و محاسبه مقدار خطای بست مسطحاتی و مقایسه آن با مقدار مجاز ارائه شده در بند ۳-۱-۱-۱.

د- اعمال تصحیحات لازم بر روی مقادیر مختصات در صورت مجاز بودن مقدار خطا

۳-۱-۷-۲- محاسبات شبکه‌های ماهواره‌ای

چنانچه به‌منظور ایجاد شبکه‌های اصلی و فرعی از مشاهدات گیرنده‌های GPS استفاده شود با توجه به نوع گیرنده به‌کار برده شده و نرم‌افزار مربوط به آن دستگاه، پردازش‌های لازم به‌منظور حل Baseline ها انجام گرفته و سپس با استفاده از این نتایج در نرم‌افزارهای سرشکنی، مختصات نقاط به همراه دقت آنها تعیین و ارائه می‌شود. چنانچه محاسبات شبکه‌های مسطحاتی در سیستم تصویر UTM انجام گیرد علاوه بر رعایت موارد بندهای ۳-۱-۴-۳ و ۳-۲-۴-۳ باید مشاهدات با استفاده از روابط لازم بر روی بیضوی و متعاقب آن بر روی سیستم تصویر UTM منتقل شوند.

۳-۲-۷-۲- محاسبات شبکه‌های ارتفاعی

۳-۲-۷-۱- محاسبات تراز یابی مستقیم (هندسی)

الف- متوسط‌گیری از اختلاف ارتفاع رفت و برگشت بین رئوس شبکه و تعیین ارتفاع نقاط.
ب- محاسبه مقدار خطای بست ارتفاعی در شبکه‌های بسته تراز یابی و یا شبکه‌هایی که به دو نقطه معلوم بسته می‌شوند و مقایسه آن با مقدار خطای مجاز $r < e[K]^{0.5}$ که در آن K فاصله بین نقاط برحسب کیلومتر بوده و مقدار e به صورت $e = 12 \text{ mm}$ برای شبکه‌های اصلی و $e = 20 \text{ mm}$ برای شبکه‌های فرعی اختیار می‌شود.
ج- سرشکنی مقدار خطا بر روی ارتفاعات و رئوس شبکه به نسبت فواصل بین نقاط

۳-۲-۷-۲- محاسبات تراز یابی غیرمستقیم (مثلثاتی)

الف- محاسبه متوسط اختلاف ارتفاع رفت و برگشت رئوس شبکه و تعیین ارتفاع
ب- محاسبه مقدار خطای بست در شبکه‌های مثلثاتی و مقایسه آن با مقدار خطای مجاز $1.5K \times 10^4$ که در آن K فاصله بین دو نقطه بوده و واحد آن با واحد مقدار مجاز یکسان خواهد بود.
ج- سرشکنی مقدار خطا بین رئوس شبکه به‌صورت خطی

۳-۲-۷-۳- محاسبات تراز یابی با GPS

ترازیابی با استفاده از GPS باید به صورت محاسبه اختلاف ارتفاع انجام گیرد که در مرحله اول اختلاف ارتفاع بین دو نقطه محاسبه شده و سپس اختلاف ارتفاع ژئوئید در دو نقطه محاسبه و بر روی اختلاف ارتفاع از بیضوی اعمال شود تا اختلاف ارتفاع دو

نقطه از ژئوئید به دست آید. برای محاسبه اختلاف ژئوئید نقاط باید از مدل‌های جهانی یا ملی ژئوئید و با تایید دستگاه نظارت، استفاده شود.

۳-۷-۳- محاسبات برداشت جزییات

با توجه به ایستگاه محل استقرار و امتداد صفر صفر دوربین و همچنین مشاهدات انجام گرفته برای نقاط برداشت شده مقادیر مختصات این نقاط محاسبه و طبق فرمت زیر ثبت می‌شود.

کد ZYX و شماره نقطه

۳-۸- کارتوگرافی و ارائه نتایج

پس از انجام محاسبات مربوط به برداشت جزییات با توجه و هماهنگی با اطلاعات مربوط به برداشت‌های هیدروگرافی، این اطلاعات وارد نرم‌افزار نقشه‌برداری و کارتوگرافی به منظور ترسیم عوارض مسطحاتی و تشکیل مدل رقومی زمین منطقه شده و پس از ترسیم مقدماتی نقشه و منحنی‌های میزان، فایل مربوط برای ترسیم نهایی و شیت‌بندی مطابق تعاریف بند ۱-۳ وارد محیط‌های گرافیکی از قبیل اتوکد یا ماکرواستیشن شده و کارتوگرافی، قطع‌بندی و ترسیم نهایی نقشه‌ها صورت گرفته و یک سری از فایل نقشه‌های تهیه شده به همراه پلات مربوط ولیست مختصات شبکه‌های اولیه، اصلی و فرعی به همراه گزارش فنی نحوه اجرای عملیات نقشه‌برداری به کارفرما ارائه می‌شود.

پیوست ۱

فهرست طبقه‌بندی عوارض

جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
پوشش گیاهی	پوشش درختی	باغ تاکستان تک درخت درختکاری ردیف درخت نخلستان	قطعه زمینی که در آن درختان میوه یا گل کاشته باشند. قطعه زمینی که در آن ردیف‌های منظم درختان موجود دارد. درختی که به صورت منفرد در یک منطقه قرار گرفته باشد و به عنوان یک عارضه‌ی مشخص مورد اهمیت باشد. منطقه‌ای پوشیده شده از درختان با وسعت و تراکم کم که معمولاً به صورت مصنوعی کاشته شده‌اند و آرایش منظم درخت کاری دارد. تعدادی درخت که به‌صورت متوالی در کنار یکدیگر قرار گرفته باشند و معمولاً در امتداد عوارض مانند نهر، رودخانه یا جاده دیده می‌شوند. قطعه زمینی که در آن درختان نخل وجود دارد.
	زمین‌های زراعی	چاپکاری زراعت زمین‌های تحقیقات کشاورزی شالیزار صیفی کاری	قطعه زمینی در نظر گرفته شده برای کاشت بوته‌های چای. قطعه زمینی در نظر گرفته شده برای کاشت محصولات کشاورزی، غیر از چای و برنج و صیفی. قطعه زمینی اختصاص یافته به تحقیقات کشاورزی. قطعه زمینی در نظر گرفته شده برای کاشت برنج. قطعه زمینی که برای کاشت صیفی جات در نظر گرفته شده باشد.
	زمین‌های غیررستنی	بوته‌زار تپه‌های ماسه‌ای شنزار شوره‌زار	منطقه‌ای پوشیده از بوته‌ها و علف‌های هرز با تراکم بالا که آماده و مناسب کشاورزی نیست. برآمدگی حاصل از تجمع توده شن که معمولاً در اثر وزش باد ایجاد شده باشد. این تپه‌ها با توجه به نوع شن و میزان وزش باد، الگو یا رشته مرتفع خاصی را ایجاد می‌کنند. سطحی از زمین که با شن پوشیده شده باشد. منطقه‌ای که بر اثر تیخیر آب از املاح نمک پوشیده شده است.
	زمین‌های سرسبز	بیشه‌زار چمن یا چمن‌زار مرتع	اراضی مشجر فاقد گیاهان زراعی که به‌طور عمده از درختچه‌ها و بوته‌های خودرو پوشیده شده باشد. قطعه زمینی که در آن چمن روییده یا کاشته شده باشد. زمینی اعم از کوه، دامنه کوه و یا زمین مسطح که حداقل مدتی از سال پوشش نباتات علوفه‌ای خودرو دارد و در بعضی موارد، در آن درخت یا درختچه‌های خودروی جنگلی پراکنده است و معمولاً چراگاه دام است.
	جنگل	جنگل جنگل تخریب شده	منطقه‌ای پوشیده از درخت با وسعت و تراکم بالا، که به صورت طبیعی یا مصنوعی ایجاد شده باشد. منطقه‌ای از جنگل‌های طبیعی یا مصنوعی که به سبب آفت زدگی، شرایط بد جوی یا قطع بی‌رویهی درختان، تخریب شده یا رو به نابودی است.
سازه	حمل و نقل	آشیانه هواپیما باند فرودگاه	سازه‌ای برای تعمیر و نگهداری هواپیما در محوطه‌ی فرودگاه. سطحی آماده‌سازی شده (معمولاً آسفالت) برای نشست و برخاست هواپیما بدون در نظر گرفتن تأسیسات فرودگاهی. مسیر باند فرودگاه معمولاً مستقیم و عریض است. باندهای رابط نیز به عنوان باند طبقه‌بندی می‌شوند.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
		بهمن گیر	سازه‌ای سرپوشیده که برای جلوگیری از ریزش برف و سنگ بر روی مسیرهای حمل و نقل احداث می‌شود.
		پل	سازه‌ای که در طول یک مسیر حمل و نقل اتصال دو نقطه ایجاد می‌شود. منظور از احداث آن، گذر از مانعی طبیعی یا مصنوعی مانند رودخانه، دره یا یک مسیر دیگر است احداث می‌شود. معمولاً در تقاطع راه‌ها به دو صورت زیرگذر و یا رو گذر وجود دارد. در مورد تقاطع‌های غیر هم سطح نیز این عارضه به کار می‌رود.
		پل شناور	سازه‌ای برای عبور از روی آب که به صورت شناور بر روی آب قرار گرفته باشد. این گونه پل‌ها معمولاً با کابل به ساحل وصل می‌شوند.
		پل عابر هوایی (روگذر)	سازه‌ای برای عبور عابر از روی یک مانع طبیعی یا مصنوعی مانند دره، رودخانه یا یک مسیر حمل و نقل.
		پل عابر (زیرگذر)	سازه‌ای برای عبور عابر از زیر یک مسیر حمل و نقل.
		تونل	گذرگاه یا سازه‌ای که برای اتصال دو نقطه و عبور و از زیرزمین یا درون موانع طبیعی یا مصنوعی احداث می‌شود. تونل معمولاً در تقاطع راه با کوه دیده می‌شود.
		سوزن راه آهن	سازه‌ای در مسیر خطوط راه آهن به‌منظور تغییر مسیر قطار.
		عوارضی	سازه‌ای در ایستگاه‌های راه آهن که معمولاً برای دور زدن لوکوموتیو پیش‌بینی شده است.
		صفحه دوار لکوموتیو	سازه‌ای برای محدود کردن طول خطوط راه آهن معمولاً در انتهای ریل در ایستگاه‌ها.
		مانع انتهایی ریل	سازه‌ای برای تعمیر و نگهداری هواپیما در محوطه‌ی فرودگاه.
		محافظ ریل	عارضه‌ای در حاشیه راه برای جلوگیری از خروج و یا سقوط وسایط نقلیه به دره. محافظ ریل معمولاً در حاشیه اتوبان‌ها و راه‌های کوهستانی قرار داده می‌شود.
		محل اخذ عوارض	سازه‌ای در مدخل ورودی برخی از آزاد راه‌ها یا بزرگراه‌ها، برای دریافت عوارض راه.
		محل فرود هلی کوپتر	سطحی غالب مدور است که برای نشست و برخاست هلی کوپتر آماده‌سازی شده است.
		نرده محافظ راه	عارضه‌ای در حاشیه راه برای جلوگیری از خروج و یا سقوط وسایط نقلیه به دره. محافظ ریل معمولاً در حاشیه‌ی اتوبان‌ها و راه‌های کوهستانی گذاشته می‌شود.
		ورودی مترو	دهانه‌های ساخته شده به‌منظور ورود مسافران به ایستگاه مترو و خروج از آن.
	خاص	باسکول	سازه‌ای برای توزین وسایط نقلیه و کامیون‌ها. باسکول‌ها را معمولاً در محل پاسگاه‌های انتظامی بین راه مستقر می‌سازند.
		سنسور خورشیدی	سازه‌ای برای تولید انرژی الکتریکی خورشید.
		سیلوی سیمان	سازه‌ای معمولاً فلزی و استوانه‌ای شکل برای نگهداری و ذخیره‌ی سیمان.
		سیلوی غلات	محفظه‌ای بسته و دایمی برای ذخیره‌سازی غلات سیلوه معمولاً به صورت ردیف‌هایی از ساختمان‌های استوانه‌ای شکل در کنار هم دیده می‌شوند.
		دودکش	سازه‌ای عمودی بر روی برخی ساختمان‌ها یا در برخی از محدوده‌ها برای خارج‌سازی بخار آب، دود یا گاز ناشی از احتراق.
		کوره آجرپزی	محوطه‌ای شامل تاسیسات مورد نیاز تهیه‌ی آجر.
		هواکش مترو	سازه‌ای بتنی برای تهویه‌ی مترو که معمولاً به صورت عمودی در مسیرهای راه آهن زیرزمینی ساخته شده است هواکش‌ها غالباً در پیاده‌روها و داخل جداول وسط خیابان‌ها دیده می‌شوند.
	حصار	پرچین	دیوار ماندنی از بوته‌های خار، چوب‌های نوک تیز، نی و علف که اطراف زمین (به‌ویژه باغ) می‌سازند.
		حد	مرز تفکیک‌کننده‌ی دو ناحیه یا مکان که معمولاً با برآمدگی مصنوعی یا خاک، گچ، سنگ چین و غیره به‌وجود می‌آورند.
		دیوار	ساختاری عمودی با سطحی کمابیش مسطح، ساخته شده با مصالح ساختمانی به‌منظور محصور کردن یا جداسازی قطعه زمین.
		سیم خاردار	مانعی مصنوعی در اطراف محوطه‌های مختلف به‌منظور جداسازی یا محافظت که از میله‌های عمودی و سیم‌های خاردار برای جلوگیری از عبور بر پا می‌سازند.
		نرده	مانعی مصنوعی ساخته شده از میله‌های فلزی یا چوبی که به‌منظور حصار، جداسازی و یا محافظت به‌کار می‌رود.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
	برج	برج دیده‌بانی برج مراقبت پرواز تیربرق یا تلفن یا تلگراف دکل فشار قوی دکل مخابراتی	سازه‌ای نسبتاً بلند که به‌منظور دیده‌بانی یا نگهبانی مناطق اطراف ایجاد شده است. سازه‌ای در محوطه‌ی فرودگاه که مأموران ذریبط برای هدایت و کنترل آمد و شد هوایی از آن استفاده می‌کنند. میل‌های چوبی یا سیمانی بلند و باریک که سیم برق (فشار ضعیف یا متوسط) یا تلفن، یا تلگراف روی آن قرار می‌گیرد. سازه‌ای بلند و فلزی نگهدارنده کابل‌ها یا انتقال دهنده نیروی برق (فشار قوی). سازه‌ای بلند و معمولاً فلزی برای نگهداری آنتن‌های مخابراتی و دریافت و ارسال و مخابره امواج رادیویی، تلویزیونی و غیره.
	آبی	اسکله بند چراغ دریایی دریچه تنظیم آب سد بتنی سد خاکی موج شکن	سازه‌ای امتداد یافته در آب برای پهلوی گرفتن انواع شناورها یا محل تفریح. سازه‌ای کوچک در مسیر کانال‌ها یا رودخانه‌ها که به دلایلی از قبیل متوقف ساختن، تنظیم جریان یا تغییر جهت آب تعبیه شده باشد. سازه‌ای مجهز به علایم نوری که به عنوان راهنما و شاخص در نوبری دریایی به کار می‌رود. سازه‌ای ساخته شده عمود بر مسیرهای انتقال آب به‌منظور کنترل شدت جریان آب. دیواره‌ای عمود بر جهت جریان آب رودخانه، که با هدف تجمع و استحصال آب در پشت آن احداث می‌شود. مانع (خاکریز) ساخته شده در جهت عمود بر جریان آب رودخانه، با هدف تجمع و استحصال یا انحراف جهت جریان آب. دیواره‌ای ساخته شده از سنگ یا بتن در ساحل، برای پیشگیری از فشار ضربه‌های موج یا حفاظت بند یا ساحل.
	سازه‌های دیگر	سایبان سکو پله	سقفی معمولاً سبک برای حفاظت از نور خورشید، باران و برف در فضایی باز. سطحی برآمده و هموار که با مصالح ساختمانی می‌سازند. و موارد استفاده متعدد برای منظوره‌های خاص دارد. بنایی عمومی برای عبور و مرور عابر برای رفتن از یک سطح ارتفاعی به سطح ارتفاعی دیگر. پله‌های داخل حیاط ساختمان‌ها را شامل نمی‌شود.
راه و راه آهن	راه	آزاد راه آزاد راه در دست احداث بزرگراه راه آسفالت راه آسفالت در دست احداث راه جیپ‌رو	مسیر عبور وسایل نقلیه‌ی موتوری به‌منظور اتصال دو نقطه‌ی مشخص. این نوع مسیر فاقد تقاطع هم‌سطح بوده، عرض بیش از ۱۲ متر دارد، مسیرهای رفت و برگشت، با مانع از یکدیگر جدا شده دارای روسازی آسفالت می‌باشد. آزاد راه یا بزرگراهی که در زمان جمع‌آوری اطلاعات تحت عملیات ساختمانی قرار دارد. مسیر عبور وسایل نقلیه‌ی موتوری که زیرسازی، ابنیه‌ی فنی و جزیره‌ی وسط دارد. مشخصات این نوع مسیر مانند آزاد راه است با این تفاوت که ممکن است تقاطع هم‌سطح هم داشته باشد. مسیر عبور وسایل نقلیه‌ی موتوری دارای زیرسازی، بستر آسفالت و ابنیه‌ی فنی در مناطق خارج از شهر. این مسیرها ممکن است دارای تقاطع هم‌سطح باشند، دو قسمت رفت و برگشت با خط کشی از یکدیگر تفکیک می‌شود و عرض بیش از ۱۲ متر دارد. مسیر در دست احداث عبور وسایل نقلیه‌ی دارای زیرسازی و ابنیه فنی. مسیر عبور وسایل نقلیه‌ی بدون ابنیه‌ی فنی و زیرسازی که در اثر عبور و مرور وسایل نقلیه ایجاد شده است و عرض کمتر از ۳ متر دارد.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
		راه شوسه راه مالرو شانه خاکی	مسیر عبور وسایل نقلیه‌ی دارای زیرسازی و ابنیه فنی بدون رویه آسفالت و دارای روسازی شنی. مسیر عبور بدون ابنیه‌ی فنی و زیرسازی. سطحی زیرسازی شده بدون رویه‌ی آسفالت در حاشیه کناری جاده‌ها و مسیرهای راه آهن.
	خیابان	پیاده‌رو جدول خیابان اصلی خیابان فرعی (کوچه) مسیر اتوبوس برقی	مسیری برای عبور عابر پیاده در حاشیه‌ی خیابان‌ها یا اماکن عمومی مانند پارک‌ها. بلوک‌های سیمانی ساخته شده که به صورت خطی کنار هم قرار داده می‌شوند تا دو مسیر یا محدوده را از هم جدا نمایند (معمولا در معابر استفاده می‌شوند). خیابان اصلی در مناطق شهری با رویه‌ی آسفالت که برای عبور وسایل نقلیه استفاده می‌شود و معمولا پیاده‌روهایی در دو سوی سواره‌رو دارد. مسیری منشعب از خیابان‌های اصلی و دیگر خیابان‌ها که معمولا جدول‌بندی ویژه سواره‌رو و پیاده‌رو ندارد. مسیر اختصاصی برای عبور اتوبوس‌های برقی در خیابان، که معمولا بخشی از خیابان را برای این منظور اختصاص داده باشند.
	میدان	جزیره وسط خیابان میدان	عارضه‌ای در وسط خیابان به‌منظور جداسازی مسیر رفت از مسیر برگشت. محوطه‌ای در محل تقاطع چندین خیابان به‌منظور ایجاد سهولت در تغییر مسیر وسایل نقلیه.
	راه آهن	راه آهن راه آهن در دست احداث	مسیری خطی دارای ریل‌های فلزی که برای عبور قطار استفاده می‌شود. این مسیر به صورت یک خطه یا دوخطه است. مسیر خطی در حال ساخت که برای عبور قطار استفاده خواهد شد.
عوارض آبی	پهنه‌های آبی	خلیج دریا دریاچه ساحل	پهنه‌ای بزرگ از آب که در اثر پیش رفتگی آب به داخل خشکی به وجود آمده و از سه قسمت توسط خشکی محصور می‌باشد. پهنه‌ای بزرگ از آب در داخل خشکی، که به آب‌های آزاد متصل است. پهنه‌ی بزرگ آبی حاوی آب شیرین یا شور که کاملا با خشکی احاطه شده باشد. دریاچه ممکن است در برخی از فصول دارای آب باشد و در برخی فصول کم آب یا حتی خشک باشد. سطحی از زمین در مجاورت پهنه‌ای از آب یا رودخانه که فاصله‌ی بین آب و خشکی را تشکیل می‌دهد.
	مسیرهای آبی	آبرو (آبریز) جزیره وسط رودخانه رود زهکش کانال	عارضه‌ای طبیعی که به صورت شیباری در خط القعر زمین امتداد یافته و محل عبور و هدایت آب‌های سطحی و یکی از مشخصه‌های مهم نمایش ارتفاعی توپوگرافی است. آبریز نیز همان آبرو است (در نقشه‌های قبلی). خشکی‌های بیرون زده از آب که به صورت دایمی در وسط رودخانه‌ها وجود دارند. آب‌های جاری در سطح زمین که در امتداد طولانی جریان دارند و به صورت دایمی یا فصلی دیده می‌شوند. شیاری مصنوعی در روی زمین که در مناطقی که سطح آب‌های زیر زمینی بالا است به‌منظور هدایت آب به بیرون از منطقه ایجاد می‌شود. عارضه‌ای مصنوعی برای آبرسانی که دیواره و کف آن اغلب از مصالح ساختمانی نظیر بتن یا مصالح مقاوم ساخته شده و ممکن است رو باز یا رو بسته باشد.

ادامه جدول پ. ۱-۱ - طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
		مسیل نهر و جوی	محل عبور سیلاب در فصول بارندگی که بستری از شن و ماسه دارد و شکل منظم هندسی ندارد. مسیر آبی طبیعی یا مصنوعی که برای آبرسانی، انتقال آب یا جمع‌آوری آب‌های سطحی ایجاد گردیده یا به صورت طبیعی در جهت شیب جریان پیدا کرده باشد. بدیهی است جوب‌های داخل خیابان‌ها با عنوان جوی و جدول شناخته می‌شوند.
	عوارض آبی نقطه‌ای	آبشار استخر چاه آب چشمه قنات	محل ریزش توده آبی که از بلندی به صورت قائم یا با شیب تند فرو می‌ریزد. آبگیر مصنوعی که به‌منظور ذخیره‌ی آب، پرورش ماهی، یا شنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. حفره‌ای مصنوعی در سطح زمین که به‌منظور استخراج آب‌های زیرزمینی ایجاد شده باشد. محل خارج شدن و جریان یافتن آب از زمین به طور طبیعی، که گاهی به صورت منشاء جریان آب در ابتدای نهرها مشاهده می‌شود. چاه‌های متعددی که به‌منظور ایجاد مجرای در زیرزمین حفر شده و این مجرا آب زیر زمینی کوهپایه‌ها را به دشت‌ها روان می‌سازد تا به مصرف کشاورزی و غیره برسد.
	پهنه‌های غیرخشک	باطلاق برکه تالاب مانداب نیزار	پهنه زمینی که به علت نداشتن راه زه کشی، رطوبت در آن اشباع شده، به حالت سست و اسفنجی در آمده، گاه آب تمام آن را فرا گرفته یا گیاهانی بر آن رویده است. سطحی پوشیده از آب دارای جریان کُند که معمولاً در کنار چشمه‌ها یا رودخانه‌ها قرار دارد. پهنه‌ی کم عمق از آب محصور در خشکی، که معمولاً از آب شیرین اشباع شده، راکد با پوششی از گیاهان خودرو است، این منطقه معمولاً با ماسه‌های ساحلی از دریا و یا دریاچه جدا می‌شود. توده آب نسبتاً وسیع که در زمینی پست مانده و گندیده است. گیاهی است که اکثریت عناصر تشکیل دهنده آن انواع مختلف نی می‌باشد. نیزار معمولاً در حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها مشاهده می‌شود.
ساختمان	ساختمان و بلوک ساختمان	بلوک ساختمان تاسیسات خنک کننده (چیلر) تراس (بالکن یا بهار خواب) ساختمان ساختمان در دست احداث خرپشته موتورخانه آب نورگیر یا گلخانه	مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و دیوارهای اطراف که محدوده کلی آن را معابر مشخص می‌کنند. تاسیسات خنک کننده که معمولاً بر روی بام یا در محوطه‌ی ساختمان‌های بزرگ قرار دارد. برآمدگی مسطح جلوی ساختمان به داخل حیاط است که ایوان (متهابی - بهارخواب) نیز نامیده می‌شود. سازه‌ای است نسبتاً دائمی، دارای دیوار در اطراف و سقف، که احداث شده و نمی‌توان آن را به صورت بلوکی با ساختمان‌های دیگر ترسیم کرد. ساختمانی که هنوز عملیات ساختمانی سفت کاری آن به پایان نرسیده باشد. برآمدگی و راه ارتباطی به بام ساختمان، که در انتهای راه پله طبقات، بالای پشت بام می‌سازند. ساختمانی در کنار زمین‌های کشاورزی که در آن تجهیزات پمپ کردن آب برای بیرون کشیدن آب از چاه استفاده می‌شود. سازه‌ای معمولاً با سقف شیشه‌ای بر روی بام یا در محوطه ساختمان‌ها که به‌منظور نوردهی نگهداری و پرورش گل و گیاه ایجاد می‌شود.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
	ساختمان خدمات عمومی	آب آبار آتش نشانی آسیاب ایستگاه خدمات عمومی پارکینگ مسقف پست پلیس - نیروی انتظامی دادگاه دامداری ساختمان اداری ساختمان تجاری ساختمان ورزشی شهرداری مرغداری هتل (مهمانسرا - مسافر خانه)	ساختمانی معمولاً در نواحی خشک، برای نگهداری آب در زیر زمین. ایستگاه‌های آتش نشانی برای اطفای حریق و ارائه خدمات ایمنی. ساختمانی برای آرد کردن غلات، که در آن از نیروی باد، آب، برق و غیره استفاده می‌شود. ساختمان و تاسیسات مختلف برای انجام امور و ارائه خدمات شهری. ساختمانی برای توقف وسایل نقلیه. ساختمان، اطاق یا اطاقکی که به انجام امور پستی اختصاص دارد. ساختمان محل استقرار نیروهای انتظامی، اعم از ناحیه‌های انتظامی داخل یا خارج از شهر. ساختمان اختصاص یافته به دادرسی و رسیدگی به دعاوی و اختلافات (دادسرا، دادگاه). ساختمانی برای نگهداری و پرورش دام. ساختمان دولتی مختص انجام امور اداری. ساختمانی که به انجام امور تجاری اختصاص یافته باشد. مانند پاساژ، بازارچه و غیره. ساختمانی که فعالیت‌های ورزشی در آن انجام شود. مانند استخرهای سرپوشیده، سالن‌های والیبال، بسکتبال و غیره. ساختمان مختص کارهای اداره‌ای شهرها، اعم از نواحی شهری، مناطق یا ساختمان‌های دیگر، برای انجام امور مربوط به شهرداری‌ها. ساختمان مختص نگهداری و پرورش طیور، که معمولاً دارای ساختمان‌هایی با شیروانی و ردیف‌های منظم هواکش در سقف است. مکانی که در آن امکان اقامت موقت، صرف غذا و خدمات رفاهی دیگر برای مسافران تامین می‌شود.
	ساختمان فرهنگی و مذهبی	امامزاده بنای یاد بود تالار فرهنگی تئاتر سینما کتابخانه کلیسا کنشت کنیسه مسجد مقبره موزه	مکانی که در آن یکی از فرزندان و یا نوادگان امامان دوازده گانه به خاک سپرده شده باشد. این ساختمان‌ها معمولاً دارای سقفی گنبدی هستند. ساختمان یا سازه‌ای که به عنوان یاد بود اشخاص و یا وقایع احداث شده باشد. ساختمانی برای برپایی مراسم فرهنگی - هنری. ساختمانی برای برپایی مراسم فرهنگی - هنری. ساختمانی ویژه‌ی نمایش فیلم. ساختمانی که به جمع‌آوری، نگهداری و استفاده عموم از کتاب اختصاص یافته است. عبادتگاه پیروان دین مسیح که معمولاً بر روی سقف آن صلیب نصب شده است. عبادتگاه پیروان دین زرتشت. عبادتگاه پیروان دین یهود. عبادتگاه پیروان دین اسلام. مساجد معمولاً سقف گنبدی شکل و مناره دارند. ساختمانی که محل دفن اشخاص است. ساختمانی برای نگهداری و نمایش اشیای تاریخی، فرهنگی-هنری و با ارزش.
	ساختمان آموزشی و بهداشتی	بیمارستان دانشگاه درمانگاه مدرسه	ساختمانی مختص انجام امور درمانی و بستری شدن بیماران. ساختمان آموزشی مربوط به مراکز آموزش عالی. ساختمانی برای انجام امور درمانی به صورت سرپایی. ساختمان آموزشی برای تحصیل دانش آموزان اعم از مدارس ابتدایی راهنمایی، دبیرستان یا هنرستان.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
محدوده	منطقه نظامی	زندان منطقه نظامی	محدوده‌ای شامل ساختمان و تاسیسات مختلف به‌منظور حبس کردن محکومان. هر محدوده متعلق و تحت نظر یا مربوط به نیروهای مسلح کشور به غیر از پاسگاه نیروی انتظامی
	ایستگاه و پایانه	ایستگاه اتوبوس ایستگاه راه آهن پارکینگ روباز پایانه (ترمینال)	محدوده‌ای در حاشیه‌ی خیابان به‌منظور پیاده یا سوار کردن مسافران. محدوده‌ای شامل ساختمان‌های مختلف، سکو، مراکز ارائه‌ی خدمات عمومی (به مسافر) ترن و غیره. ایستگاه مترو نیز تحت همین عارضه آورده می‌شود. محدوده‌ی مورد استفاده برای توقف وسایل نقلیه. شامل هر دو نوع کنار جاده ای و روباز. محدوده‌ای شامل ساختمان‌های مختلف، سکو، مراکز ارائه‌ی خدمات عمومی (به مسافر و اتوبوس) و محل توقف اتوبوس‌ها.
	اقامتگاه موقت	چادر عشایری منطقه کمپینگ (اردوگاه)	چادری که برای اطراق و اسکان عشایر کوچ رو مورد استفاده قرار می‌گیرد. منطقه‌ای که برای اطراق و اسکان موقت، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
	منطقه صنعتی	ایستگاه تنظیم فشار ایستگاه تغییر ولتاژ (پست فشار قوی) تصفیه‌خانه جایگاه سوخت رسانی کارخانه معدن	محدوده‌ای شامل تجهیزات مکانیکی، که برای تنظیم فشار و راندن آب یا سایر سیالات (مانند گاز) در طول لوله‌های انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده‌ای یا ساختمانی شامل تجهیزات مختلف که به‌منظور تغییر ولتاژ و توزیع برق مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده‌ای شامل ساختمان، حوضچه‌ها و تجهیزات مختلف که به‌منظور تصفیه‌ی آب یا فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده‌ای شامل تاسیسات مختلف، برای سوخت‌گیری وسایل نقلیه و عرضه‌ی سوخت. محدوده‌ای شامل ساختمان‌ها و تجهیزات مختلف که برای تولید محصولی مورد استفاده قرار می‌گیرند. محدوده‌ای در سطح زمین شامل تاسیسات مختلف دارای مواد معدنی مانند سنگ، شن، ماسه و غیره. در مورد معادن زیرزمینی، دهانه آنها آورده می‌شود.
	منطقه باستانی	قبرستان منطقه باستانی منطقه مذهبی	محلی که برای به خاکسپاری افراد فوت شده اختصاص داده شده است. محدوده‌ای شامل ساختمان، آرامگاه و اماکن مختلف باستانی. محدوده‌ای شامل ساختمان و اماکن مذهبی مانند امامزاده، مقبره، مسجد و حرم که برای زیارت در نظر گرفته شده است.
	منطقه تجاری و اداری	محوطه انبار روباز محوطه انبار مسقف مرکز تجاری منطقه نمایشگاه	محدوده‌ای شامل سکو و سایبان که برای انبار و نگهداری کالاهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده‌ای شامل ساختمان‌ها که برای انبار و نگهداری کالاهای مختلف مورد استفاده واقع می‌شود. محدوده‌ای شامل ساختمان و تاسیسات مختلف که به فعالیت‌های مختلف تجاری اختصاص یافته است. محدوده‌ای شامل ساختمان و تاسیسات مختلف که به‌عنوان محلی دائمی برای برگزاری نمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ادامه جدول پ. ۱-۱ - طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
	منطقه تفریحی	باغ وحش پارک زمین ورزشی روباز	محدوده‌ای شامل تاسیسات و امکانات مختلف که برای نگهداری حیوانات به کار می‌رود تا در معرض تماشای عموم قرار گیرند. گردشگاه عمومی به صورت باغ بزرگ پر گل و گیاه و درخت و وسایل بازی کودکان و تاسیسات خدماتی. زمین‌های اختصاصی که شامل تاسیسات مختلف ورزشی باشد. مانند پیست اسکی، استادیوم‌های ورزشی و استخرهای شنا.
	محدوده‌های کشوری منطقه اسقاطی	مرز استان مرز بخش مرز بین‌المللی مرز روستا مرز شهرستان مرز ناحیه شهری خرابه محل جمع‌آوری اجناس اسقاطی محل جمع‌آوری زباله	خطوط فرضی و قراردادی برای تفکیک استان‌ها براساس تقسیمات کشوری. خطوط فرضی و قراردادی برای تفکیک بخش‌ها براساس تقسیمات کشوری. خطوط فرضی و قراردادی برای تفکیک کشورها براساس تقسیمات بین‌المللی. محدوده‌ی ساختمان‌ها و اراضی زراعی اطراف روستا. خطوط فرضی و قراردادی برای تعیین حدود شهرستان‌ها. حد نهایی شهرها و یا تقسیمات داخلی شهرها براساس تقسیمات شهرداری‌ها. باقیمانده‌ی رو به زوال رفته یا تخریب شده‌ی یک سازه یا یک محوطه که در حال حاضر غیرقابل استفاده باشد. محدوده‌ای که برای جمع‌آوری، نگهداری، تخریب یا فروش مجدد اجناس فرسوده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مانند قبرستان ماشین. محدوده‌ای که برای جمع‌آوری زباله، به‌منظور دفن، تبدیل یا سوزاندن آنها، در نظر گرفته شده است.
خدمات عمومی	خط انتقال	خط انتقال نیرو خط تلفن و تلگراف خط تله کابین	مسیر کابل‌های فشار قوی برق که بر روی دکل‌های انتقال نیرو نصب شده‌اند. سیم‌های شبکه‌ی تلفن و تلگراف نصب شده روی تیرهای به‌خصوص، که معمولاً در مناطق خارج از شهر خصوصاً در امتداد جاده‌ها و خطوط راه آهن قرار دارند. مسیر کابل‌های تله کابین که برای حمل و نقل بار یا مسافر با کابین‌های به‌خصوص مورد استفاده واقع می‌شود.
	مخزن	مخزن آب مخزن گاز مخزن نفت	محفظه‌ای جهت ذخیره آب، که معمولاً از جنس بتن ساخته شده است. محفظه‌ای برای ذخیره‌ی گاز، معمولاً به شکل استوانه یا کره و از جنس فلز. محفظه‌ای برای ذخیره کردن نفت، معمولاً به شکل استوانه و از جنس فلز.
	خط لوله	خط لوله آب خط لوله گاز خط لوله نفت	لوله‌های واقع بر سطح زمین، برای انتقال آب از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر. لوله‌های انتقال گاز، که در مناطق خارج از شهر روی زمین خوابیده و معمولاً بر روی آن لایه‌ای از خاک قرار گرفته است. لوله‌های انتقال نفت، که دارای شکل منظم هندسی‌اند.
	چاه نفت و گاز	چاه نفت چاه گاز	حفره‌ای مصنوعی و استوانه‌ای شکل در زمین (خشکی، دریا) به‌منظور استخراج گاز یا تاسیسات مربوط. حفره‌ای مصنوعی با تاسیسات و ... که تلمبه روی سطح زمین یا در آب ایجاد شده و، نفت از آن استخراج می‌کنند.
	تابلو	تابلو تبلیغاتی چراغ راهنمایی	صفحه‌ای بزرگ که برای تبلیغات طراحی شده و معمولاً در کناره جاده‌ها و بزرگراه‌ها قرار دارد. چراغ‌های خاص هدایت رانندگان هنگام گذر از محل تقاطع‌ها.

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

تعریف	عارضه	زیر کلاس	کلاس
دستشویی و توالت قابل استفاده‌ی عموم در معابر و مکان‌های عمومی. تیرهای چوبی و سیمانی یا فلزی خاص نصب چراغ روشنایی در خیابان‌ها، معابر و اماکن عمومی مانند پارک و غیره. دریچه‌های خاص دسترسی به تاسیسات و آب، فاضلاب، مخابرات و تاسیسات دیگر در خیابان‌ها و اماکن عمومی. سطل یا محفظه‌ی نگهداری موقت زباله و آشغال برای حمل به محل جمع‌آوری زباله. شیرهای آب اطفای حریق در محل‌های خاص واقع در خیابان‌های اصلی یا فرعی سطح شهر.	توالت عمومی چراغ روشنایی دریچه (منهول) سطل زباله شیر آتش نشانی	خدمات شهری	
بر آمدگی مصنوعی واقع بر سطح زمین که از انباشته شدن خاک یا شن خارج شده از زمین‌های اطراف یا مناطق دیگر به وجود آمده باشد. و بالعکس حفراهی که خاک یا شن آن برای استفاده‌های مختلف خارج شده باشد.	دپو و گودبرداری	دپو و گود برداری	ارتفاعات
فضای خالی داخل زمین که به‌طور طبیعی به وجود آمده و با فضای خارج زیر پوسته زمین با روزنه یا دهانه‌ای اتصال داشته باشد. این عارضه در صخره‌های دریایی و همچنین در زمین‌های آهکی بیش‌تر دیده می‌شود.	غار	غار	
نقطه‌ای که ضرورتاً بر روی زمین وجود نداشته و ارتفاع معین دارد. این نقاط در حد فاصل خطوط تراز یا نقاط مشخص مانند تقاطع راه‌ها ترسیم می‌گردند. شبکه نقاط دارای ارتفاع به صورت منظم یا نامنظم، برای نمایش ارتفاعی زمین و برای مقاصد مهندسی و مدلسازی رقومی.	نقطه ارتفاعی نقطه DEM	نقطه ارتفاعی	
برای نمایش عوارض انتهایی ترانشه یا گودبرداری و دپو، که محل پایان تغییر شیب حاصل است از این تعریف استفاده می‌شود دیواره طبیعی یا مصنوعی با شیب زیاد که با توجه به مقیاس خطوط تراز ناشی از شیب تند آن قابل ترسیم نباشد.	پای ترانشه ترانشه	ترانشه	
دیواره‌ای مصنوعی که به‌منظور جلوگیری از پیشرفت آب یا کنترل سیل در زمین‌های پست و سیل گیر احداث می‌شود. توده‌ای از خاک که به طور مصنوعی به‌منظورهای مختلف ایجاد شده و به صورت طولی امتداد یافته باشد. ارتفاع این عارضه معمولاً بیش از نصف فاصله‌ی خطوط تراز است.	سیل بند خاکریز	خاکریز	
خطوطی که بر روی نقشه ترسیم می‌شود و هر یک نمایش‌گر مکان هندسی نقاط هم ارتفاع است. با این روش، نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم و قابل تجسم می‌شود. این خطوط مذکور با توجه به مقیاس و مشخصات نقشه در فواصل معین ترسیم می‌گردند. خطوطی که بر روی نقشه ترسیم می‌شوند و نمایش‌گر مکان هندسی نقاط هم ارتفاع‌اند. این خطوط که به‌منظور نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم را و قابل تجسم می‌سازند. منحنی مذکور در مناطقی که به علت وجود موانعی از قبیل سایه، جنگل و غیره سطح زمین به طور کامل قابل رویت نباشد، به‌طور تقریبی برای نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم می‌شود. خطوطی ترسیم شده بر روی نقشه که هر یک نمایش‌گر مکان هندسی نقاط هم ارتفاع است و به‌منظور نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم می‌گردند. منحنی میزان شاخص راهنمایی برای منحنی‌های اصلی است و به فواصل ارتفاعی پنج برابر فاصله‌ی خطوط تراز اصلی بر روی نقشه نمایش داده می‌شوند.	منحنی میزان اصلی منحنی میزان تقریبی منحنی میزان شاخص	منحنی میزان	

ادامه جدول پ. ۱-۱- طبقه‌بندی عوارض شامل کلاس‌های اصلی، زیر کلاس و عارضه به‌همراه تعاریف

کلاس	زیر کلاس	عارضه	تعریف
		منحنی میزان واسطه	خطوطی بر روی نقشه که هر یک نمایش‌گر مکان هندسی نقاط هم ارتفاع‌اند و به‌منظور نمایش شکل ارتفاعی زمین ترسیم می‌گردند. منحنی‌های واسطه در مناطقی ترسیم می‌شود که فاصله‌ی بین خطوط تراز بیش از ۵ سانتی‌متر باشد.
	خط الراس	خط الراس	خطوط تغییر شیب در مناطق کوهستانی و تپه ماهور در بالاترین ارتفاع.
	صخره	صخره	پرتگاه یا توده‌ای از سنگ که به شکل راست و بلند با شیب بسیار زیاد قرار گرفته باشد. این عوارض معمولاً در مناطق کوهستانی و مشرف به دریا واقع‌اند.
نقاط کنترل	نقطه ژئودزی	نقطه ژئودزی	نقطه‌ای با موجودیت فیزیکی که در سیستم مختصات معین دارای مختصات معلوم باشد.
	نقطه تراز یابی	نقطه تراز یابی	نقطه‌ای با موجودیت فیزیکی که دارای ارتفاع معلوم است.
موارد تکمیلی نمایشی	خطوط شبکه	خطوط اصلی شبکه خطوط فرعی شبکه کادر دور نقشه	
	علائم کمکی	علامت شمال نقشه علامت مقیاس خطی جهت جریان آب	
	اسامی	اسامی عوارض آبی اسامی عوارض ارتفاعی اسامی عوارض مسطحاتی	
	اندکس	شیت‌بندی شماره‌های شیت‌ها حدکار	

منابع و مراجع

- 1- Admiralty Manuals of Hydrographic Surveying, 1969:
Datums for Hydrographic Surveys
Mark & Marketing
Sounding chapter 3
Tides and Tidal Streams chapter 2
 - 2- Glossary of Mapping, Charting, and Geodetic Terms , Prepared by: Defense Mapping Agency and Topographic Center. U.S.A
 - 3- Glossary. EM1110-2-1003, 1jan02
 - 4- General Instruction For Hydrographic Surveying
 - 5- Hydrographer of The Navy , Fourteenth Edition , 1982
 - 6- Hydrographic Dictionary , Special Publication no.32 , International Hydrographic Organization Hydrographic Surveying, Lachapelle , The University of Calgary, 1991
 - 7- IHO Standards for Hydrographic Surveys , 2nd & 4th Editions
 - 8- Manual of Offshore Surveying for Geoscientist and Engineers. R.P.LOWETH Chapman & Hall, 1997
 - 9- Hydrographic Surveying , David Wells. Feb 1992. K.N.T. University of Technology- Faculty of Civil Engineering
 - 10- Hydrographic Surveying - Engineering and Design. EM 111 0-2-1003. Dep of the Army. U.S Army Corps of Engineers. Washington DC 20314-1000.
 - 11- Hydrography for the Surveying and Engineering. A.E. Ingham , Granada Publishing 1974
 - 12- Sea Surveying Vol I&II. Edited By Alan Ingham , Departement of Surveying, North East
 - 13- Tidal Hydraulic Engineering. S.N.Ghoosh, Dep of civil Engineering Indian Institute of Technology Kharapur 1997. London Polytechnic.
 - 14- Control surveying-cooper
- ۱۵- دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری - نشریه شماره ۱-۱۱۹ جلد اول کلیات - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۱۶- دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری - نشریه شماره ۲-۱۱۹ جلد دوم دستورالعمل‌های تهیه نقشه در مقیاس‌های ۱:۱۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۱۷- دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری - نشریه شماره ۳-۱۱۹ جلد سوم دستورالعمل‌های تهیه نقشه در مقیاس‌های ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۱۸- دستورالعمل‌های تیپ نقشه‌برداری - نشریه شماره ۴-۱۱۹ جلد چهارم دستورالعمل‌های تهیه نقشه در مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰ و دستورالعمل‌های تهیه نقشه‌های آبنگاری - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۱۹- شرح خدمات نقشه‌برداری نشریه شماره ۷۹ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۲۰- مشخصات فنی نقشه‌برداری نشریه شماره ۹۵ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۲۱- دستورالعمل تهیه نقشه ۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰ به روش فتوگرامتری - انتشارات سازمان نقشه‌برداری کشور

- ۲۲- آیین‌نامه نظارت و کنترل فنی بر عملیات و خدمات نقشه‌برداری نشریه ۲۵۳ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۲۳- آنالیز تعرفه‌های خدمات نقشه‌برداری گزارش داخلی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۲۴- نویسنده: آقای مهندس علی اسلامی راد
- ۲۵- کتاب نقشه‌برداری - نویسنده: دکتر ذوالفقاری
- ۲۶- کتاب نقشه‌برداری - نویسنده: مهندس شمش نوبخت