

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی

نشریه شماره ۱۴۸

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

چاپ دوم

۱۳۸۴

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۴/۰۰/۴۲



omoorepeyman.ir

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری،
مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۴.
۲۰۰ ص: مصور - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش
خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۴۸) انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛
(۸۴/۰۰/۴۲)

ISBN 964-425-174-1

"چاپ دوم"

چاپ اول توسط سازمان برنامه و بودجه منتشر شده است
مربوط به بخشنامه شماره ۵۴/۴۸۵۸-۵۷۶۷-۱۰۲ مورخ ۱۳۷۸/۹/۱۴
کتابنامه: ص. ۱۹۹-۲۰۰

۱. راهسازی - استانداردها. ۲. راههای جنگلی. - طرح و برنامه‌ریزی. ۳. جنگل و جنگلداری -
حفاظت. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ب. عنوان.
ج. فروست.

۱۳۸۴ ش. ۱۴۸ س/ ۳۶۸ TA

ISBN 964-425-174-1

شابک ۱-۱۷۴ - ۴۲۵-۹۶۴

دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک

علمی، موزه و انتشارات

چاپ دوم، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۴۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۴

چاپ و صحافی: زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



omoorepeyman.ir



جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه
استانی

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۴/۵۷۶۷-۵۴/۴۸۵۸	به: تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
تاریخ: ۱۳۷۸/۹/۱۴	
موضوع: دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی	
به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از گروه دوم مذکور در ماده هفت آئین نامه در یک صفحه صادر می گردد. تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستورالعمل ۱۳۷۹/۱/۱ می باشد. به پیوست نشریه شماره ۱۴۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی" ابلاغ می گردد. دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور می توانند مفاد نشریه یادشده و دستورالعمل های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.	
محمد علی نجفی معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان برنامه و بودجه	

سازمان برنامه و بودجه، تیرماه ۱۳۷۸، پلاک ۱۱۶۱۴

نسخه ۲۲۲۱

کد پستی: ۱۵۹۱۰، آدرس تهرانی، تهران، پلاک ۱۱۶۱۴



omoorepeyman.ir



🌐 omorepeyman.ir

پیشگفتار

جنگل یکی از بزرگترین موهبت‌های الهی است، که وجود آن حیات‌بخش و منشاء برکات بی‌شماری برای انسان است.

تا چندی پیش، ارزش‌های زیست محیطی جنگل‌ها نامشخص بود و باید پذیرفت که هنوز هم بسیاری از آثار اقتصادی و حیاتی آن، برای کره زمین ناشناخته مانده است و متأسفانه انسان تنها به خاطر بهره‌برداری از چوب جنگل‌ها که تنها فایده آشکار و ملموس جنگل است، آن را نابود می‌کند.

حفظ جنگل‌ها و مراتع، مستلزم اتخاذ سیاست‌های درست و ثابت، و تدوین قوانین و مقررات حقوقی لازم، و تهیه ضوابط و مشخصات فنی برای فعالیت‌های مختلف بهره‌برداری از جنگل است. در نهایت، تمام موارد یاد شده می‌تواند متضمن بهره‌برداری اصولی و مستمر، و حفظ جنگل باشد و این سرمایه ملی را برای نسل‌های آینده، حفظ نماید.

در رابطه با فرآیند یادشده، راه‌های جنگلی ابزاری ضروری و مناسب به شمار می‌آیند و در هر حال، نباید فراموش کرد که اگر سیاست‌ها و قوانین تدوین شده نتوانند امر بهره‌برداری از جنگل را تنظیم نمایند، راه به ابزاری مخرب برای جنگل تبدیل خواهد شد. دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه، که طبق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، مسئولیت تهیه دستورالعمل‌ها، مشخصات فنی و نقشه‌های همسان اجرایی برای طرح‌های عمرانی کشور را عهده‌دار است، با توجه به ضرورت‌های تشخیص داده شده، در مرحله اول نسبت به تهیه راهنمای طرح هندسی راه‌های جنگلی، اقدام نمود (نشریه ۱۳۱).

نشریه حاضر، با عنوان «دستورالعمل تهیه پروژه راه‌های جنگلی»، در تکمیل مطالعات



گذشته، در اختیار طراحان و مدیران اجرایی این بخش از فعالیتهای اقتصادی، قرار می‌گیرد. این نشریه، حاوی دستورالعمل‌های مربوط به آغاز عملیات، ردیابی مسیر هادی، تنظیم مسیر قطعی، پیاده‌کردن فوس‌ها و پیچ‌ها، نیم‌رخ‌های طولی و عرضی، و نکات دیگر در مورد پروژه راه‌های جنگلی است.

این نشریه به وسیله جناب آقای دکتر نصرت‌الله ساریخانی، از مهندسان مشاور عمران سرزمین تهیه شده است و آقای مهندس علیرضا دولتشاهی از دفتر امور فنی و تدوین معیارها، به عنوان کارشناس مسئول، وظیفه همکاری، جمع‌بندی و تنظیم مطالب را عهده‌دار بوده‌اند.

جناب آقای دکتر مجنونیان، عضو هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، نقد و بررسی نشریه را به عهده داشته‌اند. در ضمن، حروفچینی نشریه حاضر، به وسیله شرکت آزاد سیستم انجام شده است.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها، به این وسیله از تلاش‌های تمام دست‌اندرکاران، تشکر و قدر دانی می‌کند و توفیق روزافزون آنان را در ارتقای سطح دانش فنی کشور آرزو می‌نماید و انتظار دارد متخصصان محترم، سازمان‌های مربوط دولتی و خصوصی، این دفتر را از نظرات سازنده خود آگاه نمایند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
تأیستان ۱۳۷۸



omoorepeyman.ir

فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۱۷	۱- مبانی و اصول مقدماتی
۱۷	۱-۱- مبانی
۱۷	۱-۱-۱- جنگل به عنوان یک مجموعه حیاتی هماهنگ (اکوسیستم)
۱۸	۱-۱-۲- جنگل به عنوان عاملی مهم در ذخیره‌سازی و تصفیه آب
۱۹	۱-۱-۳- رعایت مسایل مربوط به حرکت توده‌های خاک
۲۰	۱-۱-۴- جنگل به عنوان پدیده‌ای زیبا و الهام‌بخش
۲۰	۱-۱-۵- جنگل، ارزشمندترین ذخیره‌گاه زیستی، گردشگری، تفرج و شکار
۲۱	۱-۱-۶- تولید و حمل چوب، هدفی در طراحی راه‌های جنگلی
۲۲	۱-۱-۷- مبانی اقتصادی - اجتماعی، در طراحی راه‌های جنگلی
۲۴	۱-۲- اصول مقدماتی، در طراحی راه‌های جنگلی
۲۴	۱-۲-۱- لزوم انجام مطالعات گسترده
۲۵	۱-۲-۲- لزوم استفاده از معیارهای ساده‌تر تا حد امکان
۲۵	۱-۲-۳- اجتناب از سلیقه‌های شخصی
۲۶	۱-۲-۴- پرهیز از زمینهای سست و کم مقاومت (حساس)
۲۷	۱-۲-۵- جامع‌نگری در طراحی راه‌های جنگلی
۲۷	۱-۲-۶- توجه به پیوستهای راه و ابنیه فنی
	۱-۲-۷- راه، به عنوان عامل ارائه‌دهنده خدمات، به طرح‌های جنگلداری و
۲۸	تولید بیولوژیکی
۲۸	۱-۲-۸- توجه به مسایل اقتصادی



فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۳۱	۲- حرکت قانونمند، در مطالعات راه‌های جنگلی
۳۱	۲-۱- روند انجام کار
۳۱	۲-۱-۱- اقدام‌های نخستین
۳۱	۲-۱-۲- عملیات صحرائی
۳۲	۲-۱-۳- عملیات دفتری
۳۲	۲-۲- تشکیل سازمان کار یا گروه کاری مجرب
۳۶	۲-۳- شناسایی نهادها و موسساتی که احتمالاً در طراحی راه تاثیر دارند
۳۷	۲-۴- جمع‌آوری مدارک، اطلاعات و مطالعات اراضی
۴۵	۲-۵- لوازم مورد نیاز
۴۶	۲-۵-۱- فهرست لوازم مورد نیاز
۴۹	۲-۵-۲- شرح مختصری در مورد شماری از وسایل کلیدی کار
۵۸	۲-۶- مطالعات خاکشناسی
۵۹	۲-۶-۱- تشریح، شناسایی و واژه‌های مربوط به مکانیک خاک
۶۴	۲-۶-۲- حدود اتربرگ (Atter berg)
۶۵	۲-۶-۳- طبقه‌بندی خاک‌ها
۶۸	۲-۶-۴- قابلیت تراکم و کوبیدگی
۶۹	۲-۶-۵- اندازه‌گیری ظرفیت باربری خاک‌ها
۷۰	۲-۶-۶- پایداری دیواره‌های موجود و دیواره‌های ساخته شده
۷۲	۲-۶-۷- بررسی‌های صحرائی و شناخت مواد ساختمانی راه
۷۵	۲-۶-۸- هدف از مطالعات خاکشناسی



فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۷۶	۷-۲- تنظیم نهایی اطلاعات
۸۹	۸-۲- تجزیه و تحلیل‌های نهایی راه مورد نظر
۹۱	۳- ردیابی مسیر هادی
۹۲	۱-۳- فهرست موانع و مشکلات احتمالی در طول مسیر هادی
۹۳	۲-۳- عبور از موانع مسیر، به علت وجود عوارض زمین
۹۳	۱-۲-۳- عبور از مرزهای محدودکننده
۹۳	۲-۲-۳- عبور از دامنه‌های پرشیب و مواج
۹۵	۳-۲-۳- عبور از زمینهای بسته و کور
۹۶	۴-۲-۳- عبور از دیواره‌های طولانی و کم ارتفاع
۹۶	۵-۲-۳- عبور مسیر هادی از خط‌القعرهای با شیب تند
۹۸	۶-۲-۳- عبور از زمینهای باتلاقی و مست، یا حساس
۹۹	۷-۲-۳- عبور مسیر هادی از آبراهه‌ها یا دره‌های وحشی و طغیان کننده
۹۹	۸-۲-۳- عبور در امتداد خط‌القعر در دره‌های ملایم
۱۰۱	۹-۲-۳- عبور از دو سمت دره‌ها (و پال‌ها) با شیب تند دیواره‌ها
۱۰۲	۳-۳- عبور از موانع دید در ردیابی مسیر هادی
۱۰۳	۴-۳- مبانی کار در ردیابی مسیر هادی
۱۰۵	۵-۳- ردیابی مسیر هادی، روی زمین
۱۱۵	۴- دستورالعمل تنظیم مسیر فطمی
۱۱۵	۱-۴- تعریف



فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۱۱۵	۲-۴- تنظیم خطوط مماسی
۱۱۸	۴-۲-۱- اصولی که باید در تنظیم خطوط مماسی (تائزانتی) رعایت شود
۱۲۳	۴-۲-۲- تعیین نخستین مماس، با توجه به قوس یا پیچ انشعابی
۱۲۵	۴-۲-۳- لوازم مورد نیاز
۱۲۵	۴-۲-۴- روش کار
۱۲۷	۴-۲-۵- ثبت نقاط مسیر مماسی
۱۲۸	۴-۳- پیاده کردن قوس‌ها
۱۲۸	۴-۳-۱- توضیح
۱۳۰	۴-۳-۲- لوازم مورد نیاز، برای پیدا کردن قوس‌ها
۱۳۰	۴-۳-۳- اصولی که باید در پیاده کردن قوس‌ها رعایت شود
۱۳۱	۴-۳-۴- عوامل موثر در تعیین شعاع، به ترتیب اهمیت
۱۳۴	۴-۳-۵- روش‌های اندازه‌گیری زاویه O
۱۳۶	۴-۳-۶- روشهای پیاده کردن قوس
۱۴۷	۴-۴- پیاده کردن پیچ‌ها
۱۴۷	۴-۴-۱- روش اجرا و محاسبات پیچ
۱۵۲	۴-۴-۲- پیاده کردن پیوستهای پیچ
۱۵۴	۴-۴-۳- تکمیل پیوستهای پیچ
۱۵۵	- دستورالعمل اندازه‌گیری‌ها و برداشت‌ها
۱۵۵	۵-۱- هکتومتری
۱۵۵	۵-۱-۱- تعریف و توضیح



فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۱۵۵	۵-۱-۲- لوازم کار
۱۵۵	۵-۱-۳- روش اجرا
۱۵۷	۵-۱-۴- ثبت هکتومتری
۱۵۸	۵-۲- برداشت پروفیل طولی
۱۵۸	۵-۲-۱- تعریف
۱۵۸	۵-۲-۲- لوازم کار
۱۵۸	۵-۲-۳- روش کار
۱۵۹	۵-۲-۴- ثبت رقمها و اطلاعات
۱۶۰	۵-۲-۵- کنترل برداشت نیمرخ (پروفیل)
۱۶۱	۵-۳- برداشت نیمرخ (پروفیل)
۱۶۱	۵-۳-۱- تعریف
۱۶۲	۵-۳-۲- وسایل لازم برای برداشت نیمرخ (پروفیل) عرضی
۱۶۲	۵-۳-۳- روش کار در برداشت نیمرخ (پروفیل) عرضی
۱۶۳	۵-۳-۴- ثبت رقمها و اطلاعات، در دفترچه صحرائی مربوط
۱۶۴	۵-۴- برداشت نقشه مسیر راه
۱۶۴	۵-۴-۱- تعریف
۱۶۵	۵-۴-۲- لوازم کار
۱۶۵	۵-۴-۳- روش کار
۱۶۶	۵-۴-۴- ثبت رقمها و اطلاعات



فهرست عنوان‌ها

صفحه	عنوان
۱۶۸	۶- دستورالعمل کاربرد اطلاعات و ترسیم
۱۶۸	۶-۱- ترسیم نیمرخ (پروفیل) طولی
۱۶۸	۶-۱-۱- تعریف
۱۶۹	۶-۱-۲- روش کار
۱۷۲	۶-۲- ترسیم خط پروژه
۱۷۲	۶-۲-۱- تعریف
۱۷۲	۶-۲-۲- اصولی که باید در ترسیم خط پروژه، رعایت شود
۱۷۴	۶-۲-۳- روش کار
۱۷۶	۶-۳- استخراج اعداد قرمز
۱۷۶	۶-۳-۱- تعریف
۱۷۷	۶-۳-۲- کاربردهای اعداد قرمز
۱۷۹	۷- دستورالعمل اقدامهای تکمیلی
۱۷۹	۷-۱- ترسیم مقاطع عرضی راه و نشانه‌گذاری ارتفاع خاکریزها
۱۷۹	۷-۱-۱- تعریف مقاطع عرضی
۱۸۱	۷-۱-۲- روش کار
۱۸۲	۷-۲- دستورالعمل نشانه‌گذاری و ثبت نقاط در طول مسیر
۱۸۳	۷-۲-۱- ثبت تراز نقاط نسبت به نقطه ثابت
۱۸۵	۷-۲-۲- اجرای نشانه‌گذاری، ثبت محل و تراز نقاط در طول مسیر
۱۸۶	۷-۲-۳- روش اجرای نشانه‌گذاری (نشانه‌های آبی رنگ)

فهرست عنوان‌ها

عنوان	صفحه
۳-۷- بررسی محل‌های دپو، گذرگاه‌ها، آبراهه‌ها و آبروها	۱۸۷
۴-۷- محاسبه حجم عملیات خاکی (خاکریزیها و خاکبرداريها)	۱۸۹
۱-۴-۷- کاربرد	۱۸۹
۲-۴-۷- محاسبه نقل و انتقالهای خاک	۱۸۹
۵-۷- محاسبات نخستین و تهیه نقشه	۱۹۳
۱-۵-۷- محاسبات نخستین	۱۹۳
۲-۵-۷- تهیه نقشه	۱۹۳
۶-۷- ترسیم نقشه مسیر	۱۹۵
۱-۶-۷- طراحی و ترسیم نقشه قوس در محل انشعاب، در شرایط مناسب	۱۹۵
۲-۶-۷- طراحی و ترسیم قوس و پیچ، در محل انشعاب در شرایط شیب	
دارو نامناسب	۱۹۶
۷-۷- پیاده کردن عوارض راه، روی نقشه	۱۹۷





🌐 omorepeyman.ir

مقدمه و تعریف

تهیه پروژه راه جنگلی، عبارت است از ردیابی مسیر، تنظیم جانمایی، تهیه نیمرخ‌های طولی و عرضی و تمام نقشه‌ها، ارقام و اعداد مورد نیاز، برای اجرای راه. مطالعه، طراحی و برنامه‌ریزی، از سه بعد مهم «مشخصات فنی، دستورالعمل تهیه پروژه و برنامه‌ریزی شبکه راه» قابل توضیح و تعریف است. از نظر اجرا نیز، می‌توان آن را به دو بخش «طراحی و اجرا»، تقسیم‌بندی نمود.

پروژه راههای جنگلی را می‌توان بخشی از طراحی راههای جنگلی به شمار آورد، که تنها در قالب طراحی و برنامه‌ریزی شبکه راههای جنگلی، قابل درک و پی‌گیری است. به سخنی دیگر، تهیه پروژه هر مسیر مستقل از راههای جنگلی، تحت‌الشعاع مسایل گوناگون است، که می‌توان آنها را به دو گروه مختلف تفکیک نمود. اول، مسایل مربوط به امور جنبی، مانند مسایل اقتصادی-اجتماعی، زیست‌محیطی، آب و خاک، گردشگری و بسیاری مسایل دیگر از این دست. دوم، مسایل مربوط به مدیریت جنگل، مانند چگونگی برنامه‌ریزی شبکه راهها، جابه‌جایی چوب، نشانه‌گذاری‌ها، عملیات تجدید حیات و مسایل پرورشی، که در آن اصول و مبانی بسیاری مطرح است و باید مورد توجه قرار گیرد. این کار، تنها می‌تواند در قالب ضابطه‌ها و دستورالعمل‌های تهیه پروژه راههای جنگلی، تحقق یابد.

در این نشریه، به دلیل لزوم توجه به مبانی و اصول بسیاری که در طراحی راههای جنگلی وجود دارد، بخش اول به مبحث مبانی و اصول مقدماتی، اختصاص یافته است. تعریف ساده‌ای از دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی به شرح زیر است:



«دستورالعمل تهیه پروژه راههای جنگلی، مجموعه ضوابط و

معیارهایی است که رعایت آنها، در عمل منجر به تهیه مناسبترین

پروژه‌ها می‌شود. در این صورت، دستیابی به هدفهای موردنظر

آسانتر و زیانهای حاصل از احداث راه برای جنگل، کمترین

مقدار ممکن خواهد بود.»



□ ۱- مبانی و اصول مقدماتی

برای رویارویی با واقعیت‌ها و مسایل گوناگونی که در هر برنامه‌ریزی برای جنگل، و به ویژه تهیه پروژه راه در محیط زنده جنگلی وجود دارد (که در این نشریه و نیز در نشریه ۱۳۱، به گوشه‌هایی از آن اشاره شده است)، لازم است به زنجیره‌ای از اصول، مبانی و مسایل عمومی‌تر و فراگیر، توجه شود، تا اختلالی در مجموعه هماهنگ و حیاتی جنگل، پدید نیاید. به سخی دیگر، هرگونه طراحی راه در جنگل، باید بر اساس اصول و دستورالعمل‌های خاص آن و در قالب طرح‌ها و برنامه‌های فراگیر (برنامه‌ریزی شبکه راه‌های جنگلی، طرح‌های جنگلداری، مسایل پرورشی) باشد، به طوری که در آن، حفظ موجودیت جنگل برای بهره‌وری از موهبت‌های بی‌شمار آن، در اولویت اول قرار گیرد و در نهایت، از وجود راه برای بهسازی شرایط حفاظت و بهره‌برداری مستمر و بدون زوال از چوب جنگل، استفاده به عمل آید. از این‌رو، اشاره به مبانی و اصول کلی، در این بخش لازم به نظر می‌رسد، تا ضمن روشن شدن دلایل تنظیم این دستورالعمل خاص، مجریان آن را نیز در عمل، در رعایت نکات بسیار ظریف و پرحساسیتی که در این کار وجود دارد، یاری داده باشیم. بنابراین، نخستین فراز در این دستورالعمل این است که هرگونه طراحی و احداث راه در جنگل، به هر منظور که باشد (خواه بهره‌برداری از چوب، یا استفاده‌های گردشگری، یا ارتباط مناطق مسکونی و یا هر هدف دیگر)، باید جامع‌نگر بوده و مبانی زیر را مد نظر قرار دهد.

۱-۱- مبانی

۱-۱-۱- جنگل به عنوان یک مجموعه حیاتی هماهنگ (اکوسیستم)

جنگل به طور طبیعی یک مجموعه حیاتی به حد تعادل رسیده است (Climax). در این مجموعه حیاتی قابل تجدید، هرگونه دخالت شدیدی می‌تواند تعادل حیاتی آن را برهم زند. احداث راه، یک نوع دخالت شدید در این مجموعه حیاتی به حساب می‌آید. در نتیجه، در طراحی راه در جنگل، باید طوری عمل شود که کمترین آثار نامطلوب



در این اکوسیستم به وجود آید. برای رعایت این مسئله، به ویژه توجه به موارد زیر، در همه حال الزامی است:

- کاهش عملیات خاکبرداری و خاکریزی تا حد امکان.
- کاهش آثار بد آینه فنی، استفاده از مواد ساختمانی و تعمیرات و نگهداری راه (انواع نمک‌ها، قیر، قطران).
- کاهش آثار بد زهکشی، لوله‌های آبگذر- آبراهه‌ها و آبروها.
- پرهیز از طراحی پیچ‌های متوالی و نزدیک به هم، در دامنه‌های شیبدار.
- پرهیز از ایجاد مسیرهای دو یا چند خطه، به جز در مواردی که تراکم ترافیک، ما را مجبور به ایجاد چنین راه‌هایی کند.
- پرهیز از تعریض راه به هر منظور (برای مثال، دپو یا کمپ) در قسمت‌های نامناسب و پرشیب یا حساس.
- پرهیز از ایجاد گذرگاه‌ها، محل‌های دپو، محل‌های دور زدن، محل‌های کمپ و مشابه آن، به شماری بیش از حد لازم و یا با ابعاد بزرگتر از نیاز (به تناسب حجم چوب‌های قابل برداشت).

۱-۲- جنگل به عنوان عاملی مهم، در ذخیره‌سازی و تصفیه آب

جنگل، از ارکان بسیار مهم ذخیره‌سازی، تصفیه و حفظ تعادل جریان آبهاست. این امر، به ویژه در جنگل‌های کوهستانی مانند جنگل‌های شمال ایران صادق است. گاه ارزش جنگل از نظر تامین آب و آبادانی مناطق اطراف، چند برابر ارزش تولیدی چوب آن برآورد می‌شود. راه‌های جنگلی، تعادل طبیعی جریان آب را برهم می‌زنند و در این ارتباط، به هیچ وجه نباید بی‌اعتنا باشیم.

در رابطه با موضوع بالا، رعایت مسایل زیر در طراحی پروژه راه، حایز اهمیت است.

- رعایت فاصله منطقی آبروها (در دامنه‌های یکدست و عریض به تناسب حدود،

۵۰ تا ۶۰ متر) برای جلوگیری از تجمع و ریختن آبهای سطحی در یک نقطه (روی دامنه

پایین دست).

- رعایت ابعاد و شیب کانال‌های کناری.

- رعایت دهانه پل‌ها و آبراهه‌ها در خط‌القع‌های دارای آب دائم یا موقت، بسته به

دبی حداکثر.

- رعایت مبانی مربوط به کاهش فرسایش خاک و آلوده‌سازی آبها. در یک جنگل

متعادل، فرسایش خاک تقریباً وجود ندارد. از دید بسیاری کارشناسان، راه جنگلی تنها

عامل ایجاد فرسایش خاک است.

- رعایت این نکته در طراحی راه، نه تنها در حفظ موجودیت جنگل به عنوان یک

واحد زنده کمک می‌کند (جلوگیری از تخریب عرصه جنگلی)، بلکه از نظر بروز پیامدهای

غیر مستقیم (کاهش ظرفیت سدها، بروز سیل، آلودگی آب، کم آبی‌های ناشی از هرز آب

...) نیز، تأثیرات قابل توجهی دارد.

۱-۱-۳- رعایت مسایل مربوط به حرکت توده‌های خاک

جنگل، محیطی است حساس به خطرهای لغزش و رانش، و حرکت‌های توده‌های

خاک. در تهیه پروژه راههای جنگلی، لازم است به این نکته توجه بسیاری مبذول شود،

زیرا در صورت وجود پدیده لغزش و رانش و به ویژه حرکت‌های توده‌ای، حفاظت و

نگهداری راه طراحی شده بسیار پرهزینه و اغلب نامقدور است. لازم است به این نکته نیز

توجه شود که راه خود می‌تواند عاملی مهم در راستای ایجاد یا تشدید پدیده‌های بالا شود.

در تهیه پروژه راه، لازم است به نکته‌های زیر توجه شود:

- شناسایی زمین‌های حساس به لغزش و رانش، و به ویژه حرکت‌های توده‌ای.

- پرهیز از دامنه‌های پر شیب و خاک‌های عمیق و مرطوب.

- پرهیز از ایجاد مسیرهای عریض و خاکریزی و خاکبرداری‌های انبوه.

- تنظیم گذرگاه‌ها، محل‌های دپو، محل‌های انشعاب، محل‌های دور زدن و پیچ‌ها و

محل‌های تعریض، با رعایت پدیده بالا.



۴-۱-۱- جنگل به عنوان پدیده‌ای زیبا و الهام‌بخش

جنگل پدیده‌ای است بسیار زیبا و آرام‌بخش و منشاء الهام بسیاری از هنرهاست. راه‌های جنگلی، به زیبایی تام جنگل لطمه می‌زنند. یکی از اصول مهم و شناخته شده در طراحی راه‌های جنگلی (به ویژه در کشورهای پیشرفته)، رعایت زیبایی و حفظ منظره طبیعی در عرصه است. در طراحی راه، لازم است به حفظ زیبایی و تعادل اکولوژیک جنگل، توجه بسیاری مبذول گردد. این امر، با توجه به مراتب زیر قابل پیگیری است:

- پرهیز از خطوط مستقیم و بسیار طولانی، به قیمت خاکبرداری‌ها و خاکریزی‌های بیش از حد لزوم.
- پرهیز از ایجاد مسیرهای عریض از حداقل مورد لزوم.
- پرهیز از ایجاد انشعاب‌ها و گذرگاه‌ها در قسمت‌های پرشیب.
- پرهیز از ایجاد دیواره‌ها و شیروانی‌هایی مرتفع و قابل دید.
- صرف‌نظر کردن از احداث راه عریض در دامنه‌های مشرف به دید در کوهپایه‌های قابل دید مردم (مانند رهگذران جاده کناره و شمال).
- راه جنگلی باید طوری طراحی شود که در مجموعه سرسبز جنگل، محو و محصور باشد.
- پرهیز از ایجاد راه‌های مارپیچ در دامنه‌های بلند و کم عرض (دامنه‌هایی که از دو طرف به دو دره عمیق یا مرزی محدود می‌شوند).

۵-۱-۱- جنگل، ارزشمندترین ذخیره‌گاه زیستی، گردشگری، تفرج و شکار

- از مبانی مهم در طراحی راه‌های جنگلی، رعایت مسایل موردی بالاست. جنگل‌ها، روز به روز دارای اهمیت بیشتری از این لحاظ می‌شوند.
- در طراحی راه، لازم است به نیازهای این بخش توجه خاص مبذول گردد. به ویژه در جنگل‌های مورد استفاده گردشگری.
- راه‌های جنگلی در این بخش با توجه به زمین‌های کم‌شیب و با صفا و چشمه‌سارها

و چشم‌اندازها، بیشتر از تخصص معماری استفاده می‌کند. ممکن است در این بخش‌ها از ایجاد راه‌های صرفاً جنگلی (به منظور حمل چوب) صرف‌نظر شود و یا حمل محمولات چوبی در اوقات معینی انجام پذیرد که به آرامش گردشگران لطمه نزنند. به هر ترتیب، لازم است بخش‌های گردشگری از بخش‌های عادی جنگل مجزا شود. این مسئله در مورد زمین‌های قرق، شکارگاه‌ها و اندوختگاه‌های طبیعی نیز، صدق می‌کند که در آن از مقررات خاصی باید پیروی نمود.

به این ترتیب، مبانی طراحی راه‌های صرفاً جنگلی با راه‌های جنگلی چند منظوره، می‌تواند تفاوت داشته باشد. هیچ‌گاه نباید فراموش کنیم که جنگل از ارزشمندترین عرصه‌های زیستی ذخیره است و در حفظ آن، هر کوششی ناکافی است.

۱-۶- تولید و حمل چوب، هدفی در طراحی راه‌های جنگلی

مهمترین هدف از ایجاد راه‌های جنگلی، حمل و نقل چوب است. جنگل تولیدکننده چوب، به عنوان یکی از مهمترین مواد خام مورد نیاز انسان است. کشف امکان تولید کاغذ از چوب، مرحله جدیدی از امکانات پیشرفت انسان در عصر حاضر را فراهم کرده است. مسئله تولید و بهره‌برداری از چوب جنگل، قابل انکار نیست. راه جنگلی، مهمترین وسیله بهره‌برداری و خروج چوب از جنگل است. در طراحی راه‌های جنگلی و در ردیابی مسیرها، باید توجه زیادی به مسایل زیر مبذول گردد:

- جمع‌آوری و دپوی آسان چوب‌های بهره‌برداری شده در کنار راه‌های کامیون‌رو در جنگل، به هر حجم که لازم باشد.

- بارگیری آسان تنه‌ها و گرده‌بینه‌ها از محل دپو و انبارهای چوب، روی کامیون‌های مخصوص حمل و خروج چوب.

- حمل به موقع، آسان و سریع، به وسیله کامیون‌های حامل چوب، از راه‌های جنگلی.

- در نتیجه، در طراحی راه‌های جنگلی، توجه زیادی به این مسئله می‌شود که



امکانات بهره‌برداری و خروج چوب، به ساده‌ترین، بهترین و کم‌هزینه‌ترین وجه، ممکن شود (بجز چوب، گاهی محصولات فرعی مهم دیگری نیز در جنگل تولید می‌شود، که بسته به شرایط، در طراحی راه به این گونه جنبه‌ها نیز به نسبت اهمیت آن توجه می‌شود). وقتی صحبت از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه به میان می‌آید، به نظر می‌رسد که لازم است راه‌های جنگلی بر اساس کاستن از هزینه‌های زیر طراحی شود:

- کاهش هزینه‌های احداث (انتخاب معیارهای حداقل و حد ممکن، مانند عرض

بستر ۵/۵ متر، حداکثر شیب ۸٪، حداقل شعاع ۱۶ متر).

- کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات (با استفاده از استانداردهای مناسب

ساختمانی راه‌های فرعی و اصلی).

- کاهش هزینه‌های کشیدن چوب از کنار کنده به کنار راه در محل دپو، با افزایش

تراکم طولی (مربوط به برنامه‌ریزی شبکه راه).

۱-۱-۷- مبانی اقتصادی - اجتماعی، در طراحی راه‌های جنگلی

با توجه به مورد یاد شده، یکی از ابعاد مهم در طراحی راه‌های جنگلی، توجه به مبانی اقتصادی - اجتماعی مربوط به این کار و بررسی آثار آن در این زمینه است. در رابطه با مورد بالا، لازم است به نکات زیر توجه شود و در طراحی راه تمام مسایل و مبانی زیر مد نظر قرار گیرد:

- راه جنگلی، امکان برداشت چوب در کل عرصه جنگلی را فراهم می‌کند (هر جا

که راه وجود دارد و به اصلاح جنگل دسترسی هست).

- راه جنگلی امکانات برداشت چوب را از بیشتر گونه‌ها، قطرها و درجه‌های چوبی و درختی، فراهم می‌کند.

- راه جنگلی، امکان برداشت چوب را در تعادل منطقی، با توان رشد جنگل افتتاح

شده، فراهم می‌کند.

- راه جنگلی، با تامین چوب مورد نیاز بخش صنایع چوب، جنگل را از برداشت‌های

- متراکم در عرصه‌های نزدیک به دسترسی عمومی، حفظ می‌کند.
- راه جنگلی، عامل بسیار مهمی در جهت توسعه پایدار و پیشرفت صنایع و تولیدات چوبی کشور است.
- راه جنگلی، عامل بسیار مهمی در جهت کاهش هزینه‌های بهره‌برداری چوب از جنگل و افزایش درآمدهای آن است.
- بر اساس محاسبه‌های انجام شده به وسیله نویسنده این نشریه، تمام هزینه‌های احداث راه در هر واحد با شرایط جنگلی متوسط، در همان یکی دو سال آغاز کار، از محل درآمدهای سرشار جنگل، قابل استهلاک خواهد بود. برای اثبات این موضوع، کافی است که رقم‌های هزینه راه (سرمایه‌ای، استهلاکی، تعمیراتی) را با کل درآمدها (درآمدهای حاصل از بهره‌برداری عادی + فروش چوب قطع شده در مسیر راه و برداشت‌های اضافی اولیه به علت بالا بودن سن درختان) مقایسه کنیم.
- راه جنگلی، به عنوان عامل دستیابی، کنترل و نظارت و تردد اداره‌کنندگان جنگل است.
- راه جنگلی، امکان دستیابی به مبارزه با آفات و بلایای جنگلی (حمله حشرات و قارچ‌ها، آتش‌سوزی، قاچاق چوب، چرای دام) را فراهم می‌کند.
- راه جنگلی، مهمترین خط و مرز تقسیم‌بندی جنگل به واحدهای برنامه‌ریزی (پارسل‌ها) است و تنها به کمک آن می‌توان در هر زمان به هر نقطه مورد نظر از جنگل وارد شد و برنامه‌های تنظیمی آن را انجام داد.
- با توجه به اینکه میزان موفقیت و دستیابی به هدف‌های اقتصادی- اجتماعی یادشده در بالا، با چگونگی طراحی راه در جنگل، رابطه بسیار نزدیک و مستقیمی دارد، لازم است که در طراحی راه، دست یافتن به هدف‌های بالا، همراه با هدف‌های زیست‌محیطی و هدف‌های جنبی دیگر باشد و این گونه هدف‌ها، در همه حال مورد توجه و رعایت قرار گیرد.



۱-۲- اصول مقدماتی، در طراحی راه‌های جنگلی

فکر، تدبیر و ابعاد گسترده و متنوعی در طراحی راه‌های جنگلی وجود دارد. اهمیت مسئله به اندازه‌ای است که در صورت بروز اشتباه، این کار می‌تواند بسیار پرهزینه باشد و نیز، آثار بد و خطرناکی در پی آورد.

گفته شده که طراحی نادرست راه در جنگل، یک عمل شیطانی به حساب می‌آید. از این رو، به دلیل اهمیت فراگیر این کار، لازم دانستیم که برای تکمیل بخش مبانی، اصول مقدماتی در طراحی راه‌های جنگلی نیز، برای تاکید اهمیت کار، به طور خلاصه مورد بحث قرار گیرد.

۱-۲-۱- لزوم انجام مطالعات گسترده

اگر قرار باشد از نقطه A، به نقطه‌ای مانند B، یک راه جنگلی احداث شود، لازم است این کار بر پایه مطالعات گسترده‌ای باشد که در ارتباط با موضوع قرار دارد و پیش از این به مبانی و مواردی از آن اشاره شد، تا به این ترتیب پس از بررسی تمام آثار مثبت و منفی، بتوان منطق احداث راه را توجیه کرد. به طوری که در پایان، حداکثر هدف‌ها (بر اساس اهمیت و اولویت‌های مورد نظر)، تأمین شود. در بررسی منطق راه، تمام مسایل زیر مطرح است و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

- حوزه چوب‌گیر، سطح رویشگاه، حاصلخیزی خاک، مقدار رشد سالانه، کیفیت چوب‌های قابل برداشت، حجم بار قابل حمل بر سطح راه مورد نظر.
- شرایط زمین‌ها (شیب‌ها)، تراس‌ها، دره‌ها، یال‌ها، وضعیت سطوح و شرایط خاک (...).

- روش‌های نشانه‌گذاری (قطع یکسره، گروه‌گزینی، تک‌گزینی، روش پناهی ...).
- روش‌های بهره‌برداری (تمام درخت، تمام تنه، گرده‌بینه بلند یا کوتاه، روش سنتی ...).
- سیستم‌های خروج چوب از پارسل قطع (تراکتور، اسکیدر، سیستم‌های کابلی ...).

- چگونگی تردد افراد و کارکنان، گردشگران، نقل و انتقال نهال و مواد دیگر جنگلی و کشاورزی (بجز چوب).

- مسایل مربوط به جریان آبها، زهکشی، فرسایش، لغزش، رانش و حرکت‌های توده‌ای.

- تعیین مشخصات فنی راه (اصلی یا فرعی) بر اساس مشخصه‌های بالا.
- تعیین حدود هزینه‌های ساختمانی، با توجه به شرایط زمین‌ها و خاک‌ها، به عنوان مواد ساختمانی (در زیرسازی و روسازی).
- بررسی تمام هزینه‌ها و درآمدهای قابل انتظار، ضمن توجه به آثار مثبت و منفی جانی راه مورد نظر.

۱-۲-۲- لزوم استفاده از معیارهای ساده‌تر تا حد امکان

یک اصل مسلم و مهم در طراحی راه‌های جنگلی، این است که به طور اعم سعی کنیم تا آنجا که ممکن است از معیارهای کوچکتر و ساده‌تری، استفاده نماییم (در قالب استانداردهای تعیین شده). این مسئله، به ویژه در تمام موارد مشکوک صادق است، مگر اینکه در انتخاب معیارهای بالاتر (برای مثال، راه عریض‌تر یا ایجاد راه اصلی دو خطه)، ناگزیر باشیم و هیچ‌گونه ابهام و تردیدی در انتخاب معیارهای بالاتر وجود نداشته باشد. همچنین، نتیجه مطالعات و بررسی آثار مثبت و منفی، هزینه‌ها و درآمدها، حجم ترافیک و به ویژه هدف‌های جنبی دیگر بجز حمل چوب، منطق طراحی و ایجاد چنین راهی را با مشخصات فنی بالاتر، تأیید نماید.

۱-۲-۳- اجتناب از سلیقه‌های شخصی

در انتخاب معیارهای فنی راه‌های جنگلی، هیچ‌گاه نباید سلیقه شخصی و یا تصمیم‌گیری بر اساس توان و امکانات مالی و شخصیت فرد یا موسسه را ملاک قرار دهیم و به این ترتیب، در جایی که راه اصلی دو خطه حتماً ضروری نیست، لازم است راه اصلی



یک خطه یا حتی راه فرعی (به تناسب نیاز) طراحی شود.

۱-۲-۴- پرهیز از زمین‌های سست و کم مقاومت (حساس)

در زمین‌های جنگلی، به علت دانه‌بندی، بافت، خواص فیزیکوشیمیایی خاک، وضعیت ژئومورفولوژیک، زمین‌شناسی، رطوبت، بارندگی زیاد و نفوذپذیری، حساسیت به حرکت‌های توده‌ای که آثار تخریبی زیادی را به دنبال دارد، مشکل آفرین است. اجرای عملیات راه‌سازی در جنگل، به علت خالی کردن پایه‌های ثقل در دیواره‌های برشی و سنگین کردن بار توده‌های حساس در خاکریزی‌ها، این خطر جدی تشدید می‌شود. این مسئله، گذشته از بالا بردن هزینه‌های احداث و نگهداری راه، با اصولی که به آن اشاره شد نیز مغایر است. در نتیجه، در مطالعات مقدماتی برای طراحی راه‌های جنگلی، لازم است در حد امکان، از زمین‌های سست یا کم مقاومت، پرهیز شود. در صورت اجبار به عبور از این مناطق، رعایت مسایل زیر و پیش‌بینی‌های کارشناسانه برای مبارزه و پیشگیری از پیامدهای آن، لازم است:

- اجرای عملیات ساختمانی راه با احتیاط زیاد.
- پیش‌بینی و استفاده از امکانات تثبیت دیواره، مانند دیواره‌های نگاهدارنده، شبکه‌های چوبی، سنگی یا سیمانی، زهکشی‌های عمقی یا استفاده از لوله‌های متخلخل و روش‌های معمول دیگر، ابنیه فنی و غیره
- چشم‌پوشی از تعریض به خاطر ایجاد گذرگاه، محل دپو، محل دور زدن در منطقه حساس.
- صرف‌نظر کردن از ایجاد دو راهه‌های انشعابی و قوس‌های مربوط به آن، در مکان‌های نامناسب.
- صرف‌نظر کردن از احداث پیچ در مجاورت توده‌های حساس.



۱-۲-۵- جامع‌نگری در طراحی راه‌های جنگلی

هر مسیر جدا از راه جنگلی، در ارتباط با یک شبکه از راه‌های جنگلی است (جزئی از کل) و در نتیجه، هیچ‌گاه نباید در مطالعات و در طراحی به طور موردی و مستقل درباره آن تصمیم گرفت، بلکه لازم است جامع‌نگر بود و موارد زیر را توأمان مد نظر قرار داد:

- قابلیت تطبیق مسیر، در شبکه کلی راه.
- قابلیت تطبیق مسیر، با مسایل و مشکلات ترافیک عمومی.
- قابلیت تطبیق مسیر، با مسایل و نیازهای مربوط به نقل و انتقال‌های عرصه‌های جنگلی و حوزه چوب‌گیر خاص مسیر مورد نظر.
- تطبیق وضعیت و محل نقطه آغاز، گذر مسیر در عرصه، وضعیت و حدود محل و نقطه پایان راه با هدف‌ها.
- آثار طرح‌های خارج از برنامه‌های خاص جنگلی، مانند مسیر دکل‌های فشار قوی، کانال‌ها و مانند آن، روی مسیر.

۱-۲-۶- توجه به پیوست‌های راه و ابنیه فنی

راه‌های جنگلی، هر یک به تناسب وضعیت خاص خود در عرصه، تاسیسات، اتصال‌ها و انشعاب‌های زیادی را در کل دارا هستند. در طراحی هر مسیر، جدا از راه‌های جنگلی، لازم است که به امکانات مسیر در ایفای نقش‌های خود، مانند نیاز به گرفتن انشعاب یا اتصال به راه فرعی یا اصلی‌تر، ادامه مسیر برای دستیابی به عرصه‌های دورتر جنگلی، ایجاد گذرگاه، کمپ، محل دورزدن، انبار و دپوی چوب، به تناسب هدف‌ها و نیازها، توجه شود. تاسیسات و ابنیه فنی، جزء جدانشدنی مسیر در راه‌های جنگلی هستند.



۱-۲-۷- راه، به عنوان عامل ارائه‌دهنده خدمات، به طرح‌های جنگلداری و تولید

بیولوژیکی

- راه‌های جنگلی را باید در قالب طرح‌های جنگلداری و برنامه‌های پرورشی، و متناسب با مسایل بهره‌برداری از جنگل و مدیریت زمین‌ها، به عنوان عضو یا وسیله ارائه‌دهنده خدمات منظور نمود.

- هر مسیر جدا از راه‌های جنگلی، در ارتباط با مدیریت زمین‌های وسیعی است (اغلب به وسعت چند هزار هکتار). در نتیجه، لازم است که در طراحی آن، به مواردی مانند تقسیم‌بندی جنگل (به سری‌ها و پارسل‌ها)، و سایر تقسیم‌بندی‌های سطحی، توجه شود. مبنای کار در این تقسیم‌بندی‌ها، شرایط توپوگرافیک، مسایل مربوط به مدیریت زمین‌ها و برنامه‌ریزی‌های مربوط به طرح‌های جنگلداری، پرورش جنگل و بهره‌برداری است.

- در تهیه پروژه راه‌های جنگلی، لازم است این کار در قالب سیستم کلی گشایش جنگل و موارد وابسته به آن، مد نظر قرار گیرد. این سیستم، شامل راه‌های جنگلی اصلی (درجه ۱ و درجه ۲)، راه‌های فرعی، مسیرهای ماشین‌رو، بن‌بست‌های چوب‌کشی و خطوط زمینی و هوایی سیستم‌های کابلی، است (برنامه‌ریزی شبکه گشایش جنگلی).

۱-۲-۸- توجه به مسایل اقتصادی

در تهیه پروژه راه‌های جنگلی، لازم است به طور کلی مجموعه ارزش‌های خدماتی راه و هزینه‌های مربوط به آن، بررسی شود و در یک معادله منطقی، برابر هم قرار گیرد. ارزش‌ها، امتیازها و هزینه‌ها، یا معادل هزینه‌هایی که به طور تقریب قابل محاسبه یا تخمین است، به شرح زیر است:



ارزش‌ها یا معادل ارزش‌ها

- امکانات کمک گرفتن از بخش‌های دولتی یا خصوصی به دلایل خاص.
- افزایش حجم نشانه‌گذاری و افزایش درصد حجمی برداشت.
- افزایش قیمت چوب در مبدأ (بالارفتن کیفیت، سهولت حمل).
- کاهش هزینه‌های پرورشی و تجدید حیات.
- کاهش هزینه‌های رفت و آمد متصدیان.
- استفاده از عرصه‌های جنگلی برای منظوره‌های گردشگری، تفریحی و شکار.
- سهولت کنترل جنگل در برابر بلایا و آفات.
- ارزش استفاده‌های جنبی راه (برای مثال، ارتباط‌های روستایی و شهری).
- موارد دیگر.

هزینه‌ها یا معادل هزینه‌ها

- هزینه‌های طراحی.
- هزینه‌های سرمایه‌ای (سرمایه‌گذاری برای ساخت راه).
- هزینه‌های نگهداری و تعمیرات.
- هزینه‌های استهلاکی (با افت عمر مفید).
- هزینه‌های مربوط به کاهش سطح رویشگاه.
- هزینه‌های اختلال در جریان آبها و فرسایش.
- هزینه‌های مربوط به ایجاد اختلال در سیستم هماهنگ جنگلی و کاهش ارزش‌های زیست محیطی آن.
- سایر هزینه‌ها.



□ ۲- حرکت قانونمند، در مطالعات راه‌های جنگلی

۲-۱- روند انجام کار

روند کار، عبارت است از فازهای مختلف عملیاتی که به ترتیب اهمیت، پیگیری و اجرا می‌شود، تا به مرحله پایان کار منجر شود. روند کار در تهیه پروژه راه‌های جنگلی، از سه بخش عمده تشکیل می‌شود، که شامل اقدام‌های نخستین (۲-۱-۱)، عملیات صحرایی (۲-۱-۲) و عملیات دفتری (۲-۱-۳) به شرح زیر است:

۲-۱-۱- اقدام‌های نخستین

(به شرح بندهای ۲-۲ تا ۸-۲ متن)، شامل موارد زیر است:

- تشکیل سازمان کار یا گروه کاری (۲-۲).
- شناسایی دوایر، موسسات، مسئولان و مدیرانی که هر یک به گونه‌ای در کار مسئولیت دارند (۳-۲).
- جمع‌آوری اطلاعات و مطالعات نخستین (۴-۲).
- تهیه لوازم و وسایل کار (۵-۲).
- مطالعات خاک (۶-۲).
- تنظیم نهایی اطلاعات (۷-۲).
- تجزیه و تحلیل نهایی (۸-۲).

۲-۱-۲- عملیات صحرایی

- این عملیات، شامل تمام اموری است که در فضای باز جنگلی و در محدوده راه مورد نظر، انجام می‌گیرد. به شرح بندهای ۳ تا ۵ و فهرست زیر:
- ردیابی مسیر هادی (به شرح بند ۳).
 - تنظیم مسیر قطعی یا مسیر مماسی و محور وسط راه (بند ۴).
 - دستورالعمل اندازه‌گیری‌ها (بند ۵).



۳-۱-۲- عملیات دفتری

این عملیات، شامل تمام اموری است که پس از پایان عملیات صحرایی، در دفتر کار گروه طراح انجام می‌پذیرد. به شرح بندهای ۶ و ۷، و فهرست زیر:

- ترسیم پروفیل طولی (به شرح بند ۶-۱).
- ترسیم خط پروژه (به شرح بند ۶-۲).
- استخراج اعداد قرمز (به شرح بند ۶-۳).
- اقدام‌های تکمیلی (به شرح بند ۷).
- ترسیم مقاطع عرضی راه و نشانه‌گذاری ارتفاع خاکریزها (۷-۱).
- نشانه‌گذاری و ثبت محل پیکه‌ها (۷-۲).
- بررسی محل‌های هپو (۷-۳).

۲-۲- تشکیل سازمان کار یا گروه کاری مجرب

لازم است که افراد، با اطلاعات و تخصص‌های زیادی در هم ادغام شوند تا توان و آمادگی طراحی راه‌های جنگلی فراهم شود. با توجه به آثار جنبی بی‌شمار راه‌های جنگلی در عرصه از یک سو، و توقع‌ها و هدف‌های بسیاری که بر هر مسیر از راه‌های جنگلی تعلق می‌گیرد (نگاه کنید به بندهای ۱، ۲-۳، ۳-۱، ۱-۳، ۲-۳، ۴ تا ۷)، لازم است گروه عملیاتی در خور این کار، بر اساس یک جدول، سازمانی دقیق، از پیش تعیین و تشکیل شود و مأموریت اجرای این کار را عهده‌دار گردد.

موضوع مهمتر این است که اعضای این گروه، باید از نظر نیازهای فنی و تخصصی مکمل یکدیگر و از نظر عملیاتی هماهنگ باشند. تخصص‌های فنی اعضای این گروه، بر اساس شرح وظایفی است که در متن این دستورالعمل به آن اشاره شده است.

تخصص‌های گروهی اعضای گروه، تهیه پروژه راه‌های جنگلی بر اساس موارد زیر

است.

تخصص‌های گروهی گروه طراح راه‌های جنگلی

- جنگلداری، تهیه و تدوین برنامه‌های اداره و مدیریت جنگل (کارشناس عالی).
- پرورش جنگل و سیلوئیکولتور، تنظیم‌کننده برنامه‌های نشانه‌گذاری و تجدید حیات (کارشناس عالی).
- بهره‌برداری، شامل: قطع، درجه‌بندی، تبدیل، نقل و انتقال چوب، ماشین‌ها و روش‌های بهره‌برداری جنگل (کارشناس عالی).
- مهندسی سازه‌ها، پل‌ها، تاسیسات و ابنیه فنی (کارشناس عالی).
- طراحی راه‌های جنگلی (کارشناس عالی).
- برنامه‌ریزی شبکه راه‌های جنگلی (کارشناس عالی).
- مساحی، نقشه‌برداری، نقشه خوانی و ممیزی زمین‌ها (کارشناس یا تکنسین).
- مهندسی و مکانیک خاک (کارشناس عالی).
- رسام و نقشه‌کش (کارشناس یا تکنسین).
- آمار و اندازه‌گیری (کارشناس).
- هوا و اقلیم‌شناسی (کارشناس).
- آبیاری، هیدرولوژی، هیدرولیک و زهکشی (کارشناس).
- بلد منطقه برای جنگل گردشی و عبور از زمین‌های جنگلی (یک قربان با سابقه، یا شکارچی و یا چوپان با سابقه محلی).
- اره موتورچی با سابقه کار با تبر و داس (کارگر فنی).

در تخصص‌های بالا، ممکن است یک نفر برای ردیف‌های نه گانه اول، دارای صلاحیت باشد و یا یک نفر طراح راه‌های جنگلی، مسئولیت اجرایی را در دست داشته و مشاورینی از سایر تخصص‌ها در کنار او باشند.

- تخصص‌های گروهی بالا، بسته به اینکه کار در چه مرحله‌ای است (بر اساس بند ۲-۱)، به نسبت نیاز، به طور موردی در کارها مشارکت می‌نمایند و از شماری تخصص‌ها نیز، تنها به طور مشاوره‌ای استفاده می‌شود.
- در مطالعات نخستین و جمع‌آوری اطلاعات (مربوط به مسایل بند ۲-۴) ممکن



است شمار اعضای گروه درگیر با مسئله، به حد نصاب ۱۴ نفر (مطابق جدول ۲-۲ الف) نزدیک شود.

- تخصص‌های گروهی، بسته به اینکه کار در چه مرحله‌ای است، به نسبت نیاز و به طور موردی، در عملیات شرکت می‌کنند. بهتر است اعضای گروه، از ابتدا تا پایان کار، تا آنجا که ممکن است، ثابت بمانند.

- اعضای گروه عملیات صحرایی، بسته به اینکه چه مرحله‌ای از کار را انجام می‌دهند (به شرح جدول ۲-۲ الف)، حداکثر پنج نفر و حداقل سه نفر خواهند بود (به دستورالعمل اجرای مراحل مختلف، موضوع بندهای ۵، ۴، ۳ نگاه کنید).

در جدول ۲-۲ الف، سطح تخصص و شمار افراد اعضای گروه‌های پنج، چهار و سه نفر یاد شده و در لیست زیر، تخصص‌های لازم برای اعضای گروه و شرح وظایف آنها، داده شده است.

جدول ۲-۲ الف- شمار و سطح تخصصی گروه‌های کاری پنج، چهار و سه نفره

گروه پنج نفره	گروه چهار نفره	گروه سه نفره
کارشناس عالی، یک نفر	کارشناس عالی یا کارشناس، یک نفر	کارشناس یا تکنسین، یک نفر
کارشناس، یک نفر	تکنسین، یک نفر	کارگر فنی، یک نفر
تکنسین، یک نفر	کارگر فنی، یک نفر	کارگر بلد، یک نفر
کارگر فنی، یک نفر	کارگر بلد، یک نفر	
کارگر بلد، یک نفر		
جمع، ۵ نفر	جمع، ۴ نفر	جمع، ۳ نفر

در گروه بالا، به ویژه حضور یک کارشناس عالی ورزیده و با تجربه از بخش مهندسی جنگل، که علاوه بر آن، از مسایل جنگلداری و صنایع چوب نیز آگاه باشد، نقش کلیدی را داراست. این فرد، در همه حال باید به عنوان سرپرست عملیات، حضور داشته باشد و می‌تواند جای تخصص‌های پنج‌گانه، پنج ردیف اول از بند ۱-۲ را پر کند.

جدول ۲-۲: گروه کاری پنج نفره

شرح وظایف	تعداد	تخصص
سرپرستی تمام امور و مطالعات، تصمیم گیری در مورد منطقه راه انتخاب معیارهای لازم، سرپرستی مطالعات زمینها و جنگل گردشی، مطالعات روی نقشه و زمین، ردیابی مسیر هادی، ترسیم خط پروژه و سرپرستی سدوم و همکاری نزدیک و مشاوره‌ای در تمام مراحل کار تا پایان پروژه راه.	۱	کارشناس عالی با تخصص طراحی راههای جنگلی، و اصلاح کانال از مبانی روشهای بهره‌برداری، ماشینهای جنگل، حمل و نقل چسب (مهندسی جنگل)، روشهای نشانه گذاری، جنگلداری و مدیریت جنگل. لازم است این فرد، با تخصصهای دیگر موضوع جدول ۱-۲ الف، ارتباط مشاوره‌ای داشته باشد.
مشارکت و معاونت در امور بالا، جمع‌آوری اطلاعات و مدارک با مراجعه به سازمانها و موسسه‌های مختلف و مطالعه آنها، سرپرستی عملیات تنظیم مسیر قطعی، پیاده کردن قوسها و پیچها، هکتومتری و برداشت پروفیلها و نقشه مسیر، پروفیلها، معاونت در ترسیم خط پروژه و معاونت کار تا پایان پروژه.	۱	کارشناس یا کارشناس ارشد گروه جنگلداری، با تخصص اسرور مهندسی جنگل (بهره‌برداری جاده‌سازی، ماشینها).
تهیه نقشه‌ها، پلانیمتری، جمع‌آوری مدارک و اطلاعات، ترسیم پروفیلها، استخراج ابعاد قوس، ترسیم نقشه و عوارض راه، همکاری و معاونت کارشناس در تمام مراحل تا پایان پروژه.	۱	تکسین امور مهندسی جنگل، با تخصص نقشه‌خوانی، پلانیمتری، تهیه نقشه‌های شیب، ترسیم پروفیلها، ترسیم نقشه‌ها و انجام محاسبات حجم عملیات خاکی.
راهنمایی افراد در جنگل گردشی، پاسخ به پرسشهای منطقه‌ای، کمک به حمل وسایل و همکاری در اموری که از دست او ساخته است، مانند برپا کردن چادر برای اقامت افراد در عرصه، آماده کردن غذا و	۱	بلد راه.
تهیه پیکه، حمل وسایل، تهیه هیزم و آتش، انجام سایر کارهای جاری متناسب با توان او.	۱	کارگر فنی.



- در گروه چهار نفری، سرپرستی با کارشناس است و او وظایف خود و وظایف کارشناس عالی را، با مشورت او انجام می‌دهد. شرح وظایف او (کارشناس)، در ستون مربوط، یاد شده است.

- در گروه سه نفری، سرپرستی عملیات با تکنسین است و او با مشورت با کارشناس (و گاه کارشناس عالی)، وظایف خود را انجام می‌دهد. شرح وظایف او در ستون مربوط یاد شده است. در ضمن، در متن این دستورالعمل، وظایف هر یک از افراد گروه کاری در مراحل مختلف کار، توضیح داده شده است.

۳-۲- شناسایی نهادها و مؤسساتی که احتمالاً در طراحی راه تاثیر دارند

ابتدا، در مرحله مطالعات نخستین و جمع‌آوری اطلاعات، لازم است تمام مسئولان، مدیران، متصدیان و به ویژه مسئولان محلی، که به نحوی می‌توانند در پیشبرد هدف‌های تهیه پروژه و احداث راه‌های جنگلی، به علت داشتن علاقه‌ها یا تضادهای فردی یا اداری، و با استفاده از مقررات و قوانین، آثار مثبت یا منفی داشته باشند، شناسایی شوند تا از وجود آنها در پیشبرد هدف‌ها و رفع مشکل‌ها، بهره‌برداری‌های به موقع، انجام شود.

در جدول ۳-۲، به شماری از این نهادها، اشاره شده است.



جدول ۲-۳- نهادها و موسساتی که در طراحی راه‌های جنگلی موثراند.

- سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و معاونت‌های مربوط.
- سرچنگلداری، جنگلداری و سرچنگلبانی محل.
- استانداری، فرمانداری، شهرداری (اعمال نفوذ در مسایل حمل و نقل روی راه‌های عمومی، استفاده‌های جنبی از راه‌جنگلی، استفاده از معادن سنگ و شن و ماسه رودخانه‌ای).
- اداره‌ها و موسسه‌های هوا و اقلیم‌شناسی، خاک‌شناسی، معادن و فلزات.
- جهانگردی، گردشگری، محیط زیست، شیلات، شکاربانی
- اداره راه و ترابری، حمل و نقل و ترافیک (برای کسب اطلاعات و چگونگی امکانات حمل و نقل محموله‌های جنگلی روی راه‌های عمومی، که منتهی به مراکز فروش یا مصرف می‌شوند، امکان اتصال و انشعاب از راه‌های عمومی به طرف جنگل).
- اداره‌ها و تشکیلات کشاورزی، آبیاری، دام و چرا در جنگل، مصرف‌های روستایی.
- اداره‌ها و موسسه‌های وابسته به امور بازرگانی، کار و امور اجتماعی، و صنایع (به ویژه صنایع چوب).
- سایر مراکز و دوایر به طور موردی.

۲-۴- جمع‌آوری مدارک، اطلاعات و مطالعات زمین‌ها

- لازم است برای جمع‌آوری مدارک و اطلاعات محلی به ویژه از افراد بلد محلی استفاده شود. شماری از روستاییان روستاهای همجوار جنگل مورد نظر، به سبب آشنایی چندین ساله محلی، گنجینه گرانبهایی از اطلاعات و تجربه‌ها، در بسیاری از زمینه‌های مربوط به کار را، در اختیار دارند. این افراد، می‌توانند ضمن کمک به عملیات گسترده جنگل‌گردشی، برای «بلد»، اطلاعات زیادی را در رابطه با مرزهای جنگلی، تاریخچه جنگل، نقاطی که دارای شرایط ویژه‌ای هستند (خطرناک، لغزنده، غنی، فقیر، کم شیب، پرشیب، زمین‌های باتلاقی، تراس‌های طبیعی، شرایط خاک و سنگ و شن و ماسه، بارندگی و طغیان آب‌ها، و رودخانه‌ها) در اختیار ما قرار دهند.



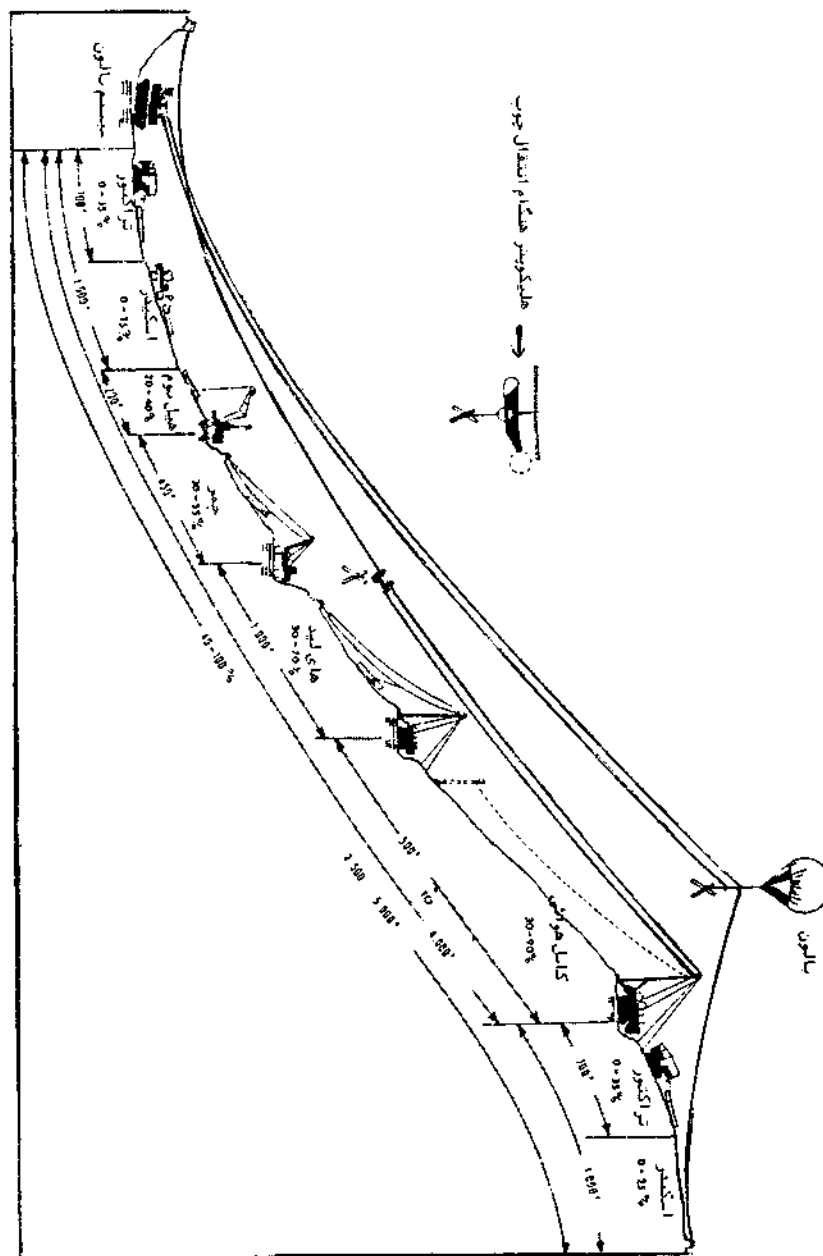
- شکارچیان قدیمی، قرقبانشان قدیمی، چوپان‌های قدیمی و شماری از اهالی، می‌توانند از این دست افراد باشند، که هر یک در محدوده‌ای مشخص، اطلاعات وسیعتری را دارا هستند. این افراد، باید شناسایی شوند و همراه اکپ‌های مطالعاتی، در عرصه حضور یابند.

گروه بررسی‌کننده، علاوه بر انجام عملیات جنگل‌گردشی، جمع‌آوری و درج اطلاعات در عرصه، مدارک و اطلاعات، زیر را نیز تا آنجا که وجود دارد، جمع‌آوری می‌کنند:

- طرح جنگلداری محل و عرصه (در صورت موجود بودن).
- سایر طرح‌های موجود، که به نحوی در انتخاب مسیر و عرصه‌های عبور و مشخصات فنی راه، اثر می‌گذارد.
- نقشه‌های توپوگرافیک، که در آن یال‌ها و دره‌ها و سایر مشخصات، به خوبی نشانه‌گذاری شده باشند (جدول ۲-۷-۱).
- نقشه‌های شیب، به دلایل تاثیرگذاری روی امکانات مسیر و تاثیرگذاری بر روش‌های مختلف نقل و انتقال چوب (شکل و جدول ۲-۴-الف).



شکل و جدول ۲-۴-الف- استفاده از امکانات مختلف نقل و انتقال چوب بر اساس شیب‌های مختلف



وضعیت شیب و امکانات انتقال چوب به کنار راه جنگلی
 ۰ تا ۲۵٪ تراکتور استاندارد ۲۵ تا ۳۵٪ اسکیدر جنگلی ۳۵ تا ۵۵٪ تراکتور چرخ زنجیری
 ۳۵ تا ۷۰٪ های لید ۷۰ تا ۱۰۰٪ و بیشتر، کابلهای هوایی (یا جنگل حفاظت شده)



- نقشه‌های رویشگاهی که در آن، انواع پوشش‌ها و پوشش‌های جنگلی با مرغوبیت و گونه‌های مختلف، درج شده باشد.
- نقشه‌های توپوگرافیک، که در آن تمام تاسیسات و خط‌ها مصنوعی و مرزها مشخص شده باشند. (مانند راه‌ها، دکل‌ها، کانال‌ها، مرزهای مدیریتی، سری‌ها و پارسل‌ها).
- نقشه‌های خاکشناسی و زمین‌شناسی، با درج زمین‌های لغزنده، زمین‌های مرطوب، زمین‌هایی که دارای حرکت‌های توده‌ای هستند.
- عکس‌های هوایی، عکس‌های ماهواره‌ای و اطلاعات مبتنی بر سنجش از دور.
- مقیاس نقشه‌ها، $\frac{1}{50,000}$ بسیار مناسب است و در صورت نبود آن، می‌توان از نقشه‌های با مقیاس $\frac{1}{100,000}$ ، یا حتی $\frac{1}{200,000}$ ، استفاده نمود (با این تفاوت که هر قدر مقیاس کوچکتر باشد، مطالعات بیشتر بر اساس بررسی‌های محلی و جنگل‌گردشی خواهد بود) و بهتر است نقشه‌های اطلاعاتی روی کاغذ ترانسپارنت و جدا از هم باشد، تا با روی هم قرار دادن شیت‌های مختلف، اطلاعات مختلف قابل دیدن باشد.
- عکس‌های هوایی، منشاء تهیه نقشه‌های توپوگرافیک، نقشه‌های رویشگاهی و آماری هستند (از طریق استریوسکپی، دستگاه‌های الکترونیکی و رایانه‌ها) و می‌توان با مطالعه آنها، مواردی که قابل استناد هستند، تشخیص داد؛ مانند: نقاط فقیر جنگلی، لکه‌های خالی از درخت، قسمت‌های مرتعی و گاوسراها، تراس‌های طبیعی، نقاطی که دارای حرکت‌های توده‌ای هستند (تاحدودی)، زمین‌هایی که دارای حرکت‌های رانشی هستند و ... این وضع، به ویژه با مشاهده وضعیت خاک، پوشش و حالت درختان، یعنی درختان جوان بدون پایه‌های کهن، تمایل درختان به اطراف، به ویژه به سمت دره، قابل تشخیص است (لازم است برای تایید، پدیده‌های قابل مشاهده در عکس‌های هوایی را، روی زمین و از طریق جنگل‌گردشی نیز، به طور دقیق، بررسی نمود).
- در بررسی عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای، تجربه‌های بسیاری در بخش راه‌های عمومی وجود دارد، و می‌توان از این تجربه‌ها که مسلماً مراحل پیشرفته و کاملتری را طی کرده است، در طراحی راه‌های جنگلی سود جست. برای این کار به طور معمول از

عکس‌های هوایی با مقیاس بزرگتر از $\frac{1}{10,000}$ (مقیاس $\frac{1}{5,000}$ ، ترجیح دارد) استفاده می‌شود.

به ویژه در مطالعات نخستین، انتخاب‌ها و امکان‌های مسیر، از طریق مشاهدات استریوسکپی کمک‌کننده است. نقاط حساسی که از طریق عکس‌های هوایی، قادر به تشخیص ظاهری آن نیستیم، در عمل و در جنگل گردشی، به طور متوالی و با مشاهده عینی، مطالعه می‌شوند. استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز، در این زمینه بسیار کمک‌کننده است.

هر اندازه که دقت نقشه‌ها و عکس‌های هوایی بیشتر باشد، ابتکار مطالعات، بیشتر روی آنها متمرکز می‌شود. در غیر این صورت، لازم است جمع‌آوری اطلاعات، در مورد چگونگی عوارض زمین و عرصه با جنگل گردشی به طور متوالی انجام پذیرد و نتیجه مطالعات، روی نقشه‌های توپوگرافیک منتقل شود. گاه، یک نقشه توپوگرافیک یا یک عکس هوایی، عبور از یک نقطه یا منطقه مشخص را ناممکن یا دشوار نشان می‌دهد. در حالی‌که، در جنگل گردشی و ردیابی مسیر، عبور از آن به طور عملی، مقدور است و برعکس. این امر، به دلیل وجود اشکال‌های کوچکی است که در عکس‌های هوایی و تهیه نقشه‌های توپوگرافیک وجود دارد (از جمله وجود درختان که دقت عکس‌های هوایی را کاهش می‌دهد).

در مطالعات نخستین، ردیابی مسیر هادی، روی نقشه‌های توپوگرافیک و گاهی به کمک عکس‌های هوایی انجام می‌گیرد، اما این کار، هیچ‌گاه نباید قطعیت داشته باشد، بلکه تنها به کمک آن، مسیر هادی را باید به طور عملی روی زمین ردیابی کرد. در صورت اجازه زمین‌ها، آن‌گاه مسیر تایید می‌گردد. تنها این مسیر تایید شده و ردیابی شده روی زمین است که از آن پس، روی نقشه منتقل می‌شود. عمل عکس، یعنی تایید مسیر روی نقشه و سپس سعی در پیاده کردن آن روی زمین، از اشتباهات بزرگ است (که متأسفانه در بعضی مناطق نیز اجرا می‌گردد).

شناسایی نقاط مهم و اصلی به طور جزء به جزء در طول مسیر احتمالی و تمام



نقاطی که ممکن است مسیر هادی از آن نقاط و محدوده‌ها عبور کند، از روی عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافیک و از روی عرصه و انتقال نتیجه نهایی روی نقشه، از ضروریات است.

در این سلسله از مطالعات، نسبت به موارد زیر، اظهارنظر کارشناسی می‌شود:

- آثار راه روی شرایط زیست‌محیطی محل.
- چگونگی دریافت و خروج آب‌ها و نزولات.
- حفظ زیبایی مناظر.
- اثر روی تردد دام‌ها و تولیدات کشاورزی و نقل و انتقال روی راه‌های عمومی مجاور جنگل.
- آثار راه روی مسایل فرسایشی، لغزشی و رانش خاک، کیفیت آب‌ها، مشکلات، سدها.

- احتمال یا لزوم خرید زمین برای عبور از نقاط ویژه کلیدی و یا کسب اجازه.

- آثار نقل و انتقال غیر جنگلی (مانند گردشگری)، روی مشخصات فنی راه.

مطالعات بالا، گذشته از اینکه ما را در تصمیم‌گیری برای رد یا قبول منطبق راه و مسیر مورد نظر یاری می‌دهد، می‌تواند مبنای درستی برای انتخاب معیارهای فنی راه و سرانجام تعیین حدود زمین‌های مناسب عبور و ردیابی مسیر باشد. تنها بر پایه و با تکیه بر مسایل اقتصادی، زیست‌محیطی، رعایت آثار جنبی راه و سرانجام، هدف‌ها و انتظارات قابل دستیابی است، که می‌توان یک مسیر خاص از راه‌های جنگلی را تأیید یا رد کرد.

- اغلب، با جنگل‌های گردش‌شی متوالی و پیگیر، می‌توان زمین‌های مناسب یا نامناسب را برای عبور مسیر راه، به خوبی تشخیص داد. مشاهده قسمت‌های پرشیب در یک دامنه، خط‌القعرها و خط‌الراس‌های غیرقابل عبور، زمین‌های مرطوب و خاک‌های نامناسب در جنگل گردش‌شی، روشی مطمئن و غیر قابل جایگزینی است. با این کار، نقاط مثبت و منفی، به طور عینی و دقیق تمیز داده می‌شوند. به علاوه، تشخیص خاک‌های مرطوب (Middows) و باتلاق مانند، زمین‌های اغزنده و قسمت‌هایی که دارای امکان حرکت‌های

توده‌ای هستند، از طریق جنگل گردشی، مطمئن‌ترین روش است. مشاهده گسل یا پارگی نوار مانند با رنگ روشن و طبیعی خاک مادری، و ریشه‌های آویزان در لبه بالایی آن، نشانه‌ای است از خطر لغزش خاک، و بهتر است که از قسمت‌های زیرین این نوار، عبور و مرور نشود.

وجود درختان کهن و تنومند زیر این نوار، ضریب اطمینان را به اندازه کافی بالا می‌برد. یکی از نشانه‌های قابل اطمینان زمین‌های نامناسب، و مشکوک به حرکت توده‌ای خاک، وجود درختان جوان تا نیمه سال (اغلب از جنس توسکا) است که به اطراف و به ویژه به سمت دره، متمایل شده‌اند. این گونه زمین‌ها، که اغلب رطوبت زیادی دارند، از خطرناک‌ترین زمین‌ها برای عبور مسیر راه، به شمار می‌روند، که باید از آن پرهیز شود. در شرایط مشکوک به حرکت‌های توده‌ای، می‌توان از روش ساده‌ای استفاده کرد و آن روش "ژالن" گذاری در یک خط مستقیم، روی منطقه مشکوک است.

البته، لازم است که دو "ژالن" انتهایی در دو طرف، روی دو نقطه ثابت (در محل استقرار درختان قطور) مستقر شود. به این ترتیب، پس از هر بارندگی شدید، می‌توان مقدار و نحوه حرکت‌های توده‌ای را به دقت اندازه‌گیری کرد. برای اندازه‌گیری و تشخیص چگونگی حرکت‌های توده‌ای، از دستگاه‌هایی مانند انکلینومتر (inclinometer) نیز، استفاده می‌شود که نوع، میزان و سرعت حرکت‌های توده‌ای را در عمق‌های مختلف خاک، نشان می‌دهد. - پس از تشخیص نقاط مهم و اصلی روی زمین، لازم است این نقاط روی نقشه‌های توپوگرافیک، توجیه و منتقل شوند.

- در جنگل گردشی، تمام نقاط مهم و استثنایی، مانند تراس‌های طبیعی معادن سنگ و نقاطی که دارای امتیازهای در خور توجهی هستند، شناسایی و روی نقشه منتقل می‌شوند (جدول ۲-۴-ب).

فرض می‌کنیم نقطه اصلی ما که می‌خواهیم آن را روی نقشه توجیه کنیم، نقطه A است. (برای مثال، یک تراس طبیعی یا یک معدن سنگ).

توجیه نقطه A، می‌تواند به یکی از روش‌های مشروح در جدول ۲-۴-ب، انجام شود.



جدول ۲-۴-ب- روشهای توجیه نقطه A (برای مثال، یک تراس طبیعی مناسب که در عرصه جنگل، کنار آن ایستاده‌ایم) بر روی نقشه

حالت سوم	حالت دوم	حالت اول
استفاده از نشانه‌ها. می‌توان در ساعتی معین از روز (با ایجاد دود) و یا شب (با ایجاد نور)، محل نقطه A را قابل دید نمود و آنرا از منطقه‌ای دورتر (برای مثال، یک قله معلوم روی نقشه، یعنی نقطه B) دید، و مانند حالت اول، مشخصات نقطه A را اندازه‌گیری و آنرا بر روی نقشه منتقل کرد. ممکن است از حالت دوم نیز استفاده کرد، به این معنی که با دیدن دو نقطه معلوم روی نقشه و زمین (برای مثال، دو قله B، B' و خنواذن آریسوت نقطه A از محل B، B' آنرا می‌توانند حالت دوم، روی نقشه توجیه نمود.	استفاده از دو نقطه قابل دید (از نقطه A روی زمین و نقشه). کافی است از نقطه A، دو یا چند نقطه قابل دید روی زمین و نقشه را ببینیم و آریسوت آنها را یادداشت کنیم (برای مثال، نقطه B و B'). حال اگر از نقاط B و B'، دو خط در جهت آریسوت خنواذن شده رسم کنیم، محل تلاقی این دو خط، نقطه A مورد نظر، روی نقشه است.	استفاده از یک نقطه قابل دید روی زمین و نقشه، برای مثال یک قله نیز یا یک پل (نقطه B). - از شعاع نقطه A، به وسیله آلبستر اندازه‌گیری می‌شود. - شیب بین نقطه A، B (برای مثال، پل قابل مشاهده از نقطه A) اندازه‌گیری می‌شود. - ارتفاع نقطه B، به وسیله آلبستر اندازه‌گیری می‌شود. - آریسوت نقطه B، از نقطه A اندازه‌گیری می‌شود. حال با در دست داشتن رقمهای بالا می‌توان به سادگی محل نقطه A را نسبت به نقطه B، روی نقشه توجیه کرد. یادآوری: در صورتی که نتوان از نقطه A مورد نظر، نقطه معلومی را روی نقشه و زمین دید، می‌توان در یک جهت معین و به اندازه کافی حرکت کرد، تا از آنجا (نقطه A') بتوان محلی را مشخصات B' را مشاهده نمود. در حالت بالا، محل نقطه A' روی نقشه توجیه می‌شود و سپس در جهت AA' و در اندازه سافت دور شده (با احتساب مقیاس نقشه)، به سمت A حرکت می‌کنیم و نقطه A روی نقشه مشخص می‌گردد.

۲-۵- لوازم مورد نیاز

گذشته از نقشه‌ها و مدارک یاد شده در بند ۲-۳ این دستورالعمل که لازم است به تناسب کار و نیاز، همراه گروه طراح باشد، به وسایل، دستگاه‌ها و ابزار کاری نیاز است که بسته به مقاطع و مراحل مختلف کار، به طور موردی همراه گروه برده می‌شود. انتخاب این گونه وسایل، باید بر اساس یک چک لیست دقیق و مطمئن باشد تا هیچ گونه اختلالی در کار به وجود نیاید. وجود این چک لیست، به علل زیر ضروری و غیر قابل اجتناب است:

- وسایل و ابزار کار برای تهیه پروژه راه‌های جنگلی، باید دارای مشخصات فنی ویژه خود باشد.

- نبود یا نقص یک وسیله، می‌تواند منجر به بازگشت همه یا دست کم یکی از اعضای گروه به قرارگاه شود. این کار، موجب هدر رفتن وقت، فرصت، زیان و تاخیر زیاد خواهد شد، زیرا روزهای مناسب کار (آفتابی یا بدون باران) در محیط جنگل، چندان فراوان نیست.

از مشخصات فنی ویژه وسایل کار، برای تهیه پروژه راه‌های جنگلی، موارد زیر را می‌توان نام برد:

الف) دوام کافی در برابر ضربه‌های احتمالی در محیط بسته، پرشاخ و برگ و پر نشیب و فراز جنگلی.

ب) مقاومت، در مقابل رطوبت و باران.

ج) سبکی، به خاطر دشواری حمل و نقل به وسیله افراد گروه، در زمین‌های ناهموار.
د) قیمت‌های مناسب (برای احتمال دادن بسیار به افتادن، شکستن، ضربه خوردن، گم شدن،)

ه) دقت کافی (دستگاه‌ها، دقیق، حساس، ضربه‌پذیر و گران‌قیمت هستند)، دقت و حساسیت زیاد برای این گونه لوازم، چندان مطرح نیست، بلکه دقت کافی، استحکام، سبکی



و راحتی کاربرد آنها، بسیار مهم است.

با توجه به موارد بالا، لازم است لیست به نسبت کاملی از ابزار، وسایل و دستگاه‌های اختصاصی کار در جنگل، تهیه کرده و به علاوه وسایل و لوازم مورد نیاز برای انجام هر یک از مراحل کار، به طور جداگانه و سوردی، در یک چک لیست مشخص شود. به این ترتیب، از نبود یا کمبود یک یا چند وسیله، به علت فراموشی، جلوگیری می‌شود. همچنین، از بردن وسایل اضافی در جنگل، با توجه به مشکلات عبور پیاده و مزاحمت‌های زیادی که به بار می‌آورد و بسیار دست و پاگیر است، خودداری خواهد شد.

۲-۵-۱- فهرست لوازم مورد نیاز (جدول ۲-۵-۱)

در جدول ۲-۵-۱، سعی شده است که فهرست تمام لوازم مورد نیاز، تهیه، گروه‌بندی و کدبندی شود. به صورتی که، در هر یک از مراحل مختلف کار، بتوان با درج نام و کد (در یک چک لیست)، تمام وسایل لازم را انتخاب کرده و با خود به عرصه منتقل نمود. به علت لزوم دقت بیشتر در انتخاب وسایل، لازم به نظر می‌رسد که شرح مختصری نیز در مورد ساختار و طرز کار هر یک از وسایل کلیدی، همراه با شکل‌های لازم، درج گردد.

در ضمن، ماشین حساب جیبی، مهندسی (دارای رقم‌های $\cos$, $\sin$, $\cot$, tg و توانایی‌های کافی) از ضروریات همیشگی است که باید همیشه همراه باشد. این وسیله، در مرحله پیاده کردن قوس‌ها و پیچ‌ها، اساسی‌ترین وسیله کار محسوب می‌شود.



جدول ۲-۱-۵-۱- نشانه‌ها و کدهای روی وسائل و افزار و دستگاه‌های لازم در عملیات صحرایی

کد اختصاصی	وسایل مناسبتر	کاربردها	نام وسیله	کد گروهی	نام گروه
MT-25, 5	نوار ۵ متر و ۲۵ متر	اندازه‌گیری فاصله‌ها	متر	M	لوازم اندازه‌گیری و نقشه‌برداری
MK	سوت‌ور مردیدان	اندازه‌گیری شیب	شیب سنج	M	
MA	Thommen و مشابه آن	اندازه‌گیری ارتفاع مناطق	آلیمتر	M	
MC	Suunto	اندازه‌گیری آزیموت‌ها	قطب‌نما	M	
MS	نمونه‌های جیبی و سبک	شمارش فاصله‌ها به قدم	قدم شمار	M	
MP	نمونه‌های جیبی و سبک	استخراج خطوط عمود روی زمین	پروسم	M	
MM	نمونه‌های سبکتر، مانند بوسل جنگلی	خواندن دقیق زاویه‌ها و آزیموت‌ها	دوربین نقشه‌برداری	M	
MN	دستگاه دوکاره بوسل جنگلی	ترازیابی	دوربین ترازیابی	M	
ML	نمونه‌های سبک و مقاوم	برداشت برداشته طولی و ترازیابی	شاخص ۴ متری	M	
FM	مقیاس $\frac{1}{20000}$ یا $\frac{1}{10000}$	برای دستیابی به دید بهتر در منطقه	نقشه‌های تپو که قبلاً مطالعه شده	F	لوازم دستی و کمکی در عملیات صحرایی
FB	دفترچه‌های شومیز شطرنجی	ثبت رقم‌ها و برداشت‌ها	دفترچه‌های صحرایی	F	
FD	داس‌های دستی محلی	زدن سرشاخه‌ها و گرفتن پیکه	داس یا آه‌داره	F	
FX	تیرهای سبک ایرانی یا خارجی	کوچیدن پیکه، علامت زدن و قطع چوب	تیر	F	
FG	انواع نمونه‌های موجود	علامت زدن روی پوست درخت	گرف	F	



ادامه جدول ۲-۵-۱

کد اختصاصی	وسایل مناسبتر	کاربردها	نام وسیله	کد گروهی	نام گروه
FT	با رنگهای ثابت و درختان، به رنگ فیروزه‌ای، قرمز، زرد	برای نشانه‌گذاری روی شاخه‌ها، نشانه‌گذاری روی پیکه‌ها و درختها و کوپیدن نشانه‌ها روی تنه درختان و زمین	وسایل نشانه‌گذاری، شامل نوارهای رنگ، رنگ و قلم سبز، آبی، سیاه، پلاک‌های کوچک شش‌سره‌ای، پرچم‌های کوچک و مانند آن	F	لوازم دستی و کمکی
FC		برای انجام عملیات ردیابی مسیر هادی، روی زمین	دستک ساده و صلیب دار	F	در عملیات صحرائی
FJ	ژال‌های سبک چوبی یا آلومینیومی، به قطر ۳ سانتیمتر و طول ۲ متر، نوک تیز	قابل دید کردن مسیر و نقاط، روی زمین و کاربردهای دیگر	ژال	F	
FP	از سرشاخه‌های باهوام	برای ثبت نقاط دیگر	اسواق پیکه (پیکه‌های چوبی در عرصه، قابل تهیه کردن است)	F	
FW	مداهای مسلولی، نسبی و گچی	برای ثبت رقم‌ها روی پیکه‌ها و درون دفترها	انوام مداد و پاک‌کن، تراش، کاغذ، صفتحه زیر کاغذی، خط‌کش، جعبه پرگار و	F	
PA	حاری وسایل زخم‌بندی و داروهای لازم	برای رویارویی با اتفاقات احتمالی	جعبه کمک‌های اولیه	P	لوازم شخصی
PS	طنابهای محکم و باهوام کم حجم و پرکارتری	برای کمک در کار و گذر از موانع، در صورت احتمال ماندن شب در جنگل	لوازم حفاظتی (کفش، لباس، ...)، لوازم پیترت، نایلون، چرام دست، کونی طناب، مواد غذایی، لوازم پخت و پز، چاقو، کبریت، کتری، لیوان، ظروف آب و غذا، وسایل بهداشتی	P	

۲-۵-۲- شرح مختصری در مورد شماری از وسایل کلیدی کار

برای انجام کار در عملیات صحرایی، دقت کافی و سرعت عمل زیاد لازم است. برای رسیدن به این هدفها، لازم است از وسایلی استفاده شود که ضمن داشتن دقت کافی (نه خیلی زیاد و نه خیلی کم)، بسیار سبک و با دوام باشند. در زیر، مشخصات، نحوه کار و میزان دقت لازم، برای شماری از وسایل کار که دارای اهمیت کلیدی هستند، توضیح داده شده است:

متر نواری

این وسیله، برای اندازه‌گیری طول‌ها لازم است و شامل مترهای نواری فلزی ۲ تا ۵ متر، و یک متر نواری ۲۵ تا ۳۰ متری غیر فلزی است. لازم است، این‌گونه مترها در برابر رطوبت مقاوم باشند و رقمهای ثبت شده روی آنها، ثابت باشد. (شکل صفحه ۴۹). بهتر است پس از هر بار استفاده، کاملاً خشک شوند و در جای محفوظ، نگهداری گردند. از مترهای بلند فلزی، به دلیل سنگینی و حساسیت به زنگ زدن، پیچش و پاره شدن، تا جایی که ممکن است استفاده نمی‌شود.

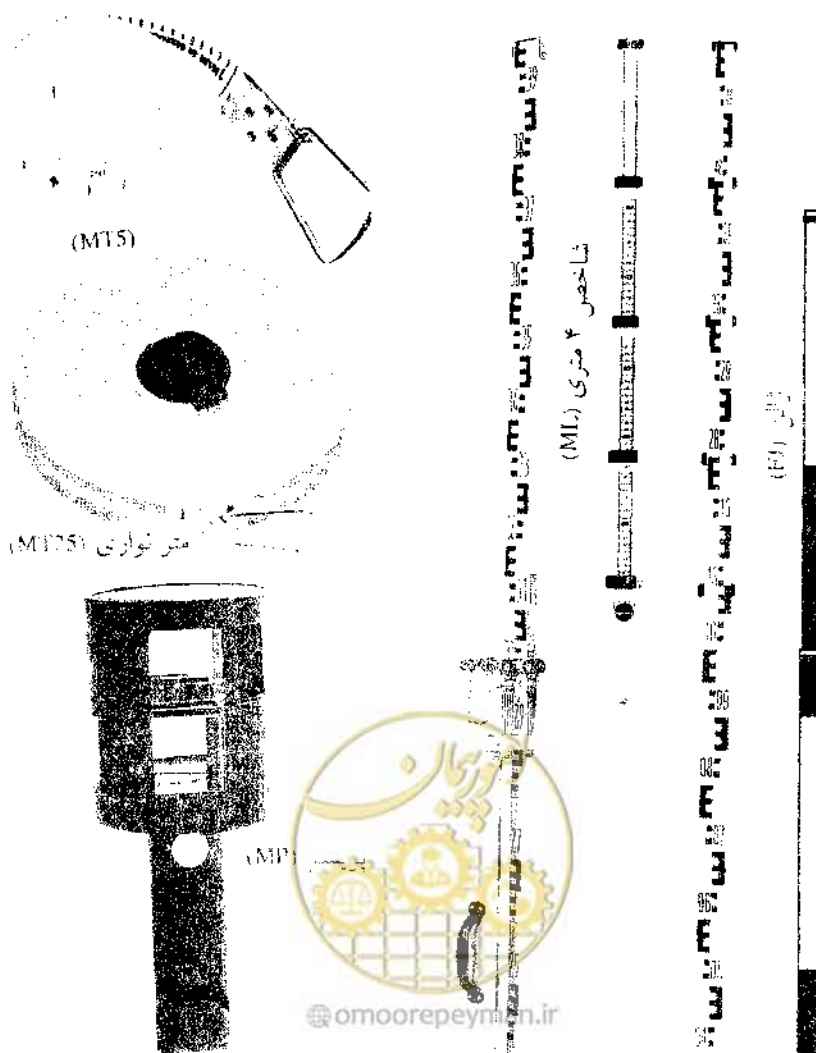
شیب سنج

این دستگاه، که از اساسی‌ترین وسایل در عملیات صحرایی است، بر اساس تانژانت زاویه دید (نسبت به خط افق)، مدرج شده است. دستگاه طوری ساخته شده، که با استفاده از وزن و قابلیت چرخش حول محور افقی، همیشه در حالت قائم قرار می‌گیرد (با استفاده از حالت شاقولی). شیب سنج مریدیان، به صورت وزنه‌ای به یک حلقه مفصل شده است، به طوری که با قرار گرفتن حلقه، شیب سنج در حالت شاقولی قرار می‌گیرد.

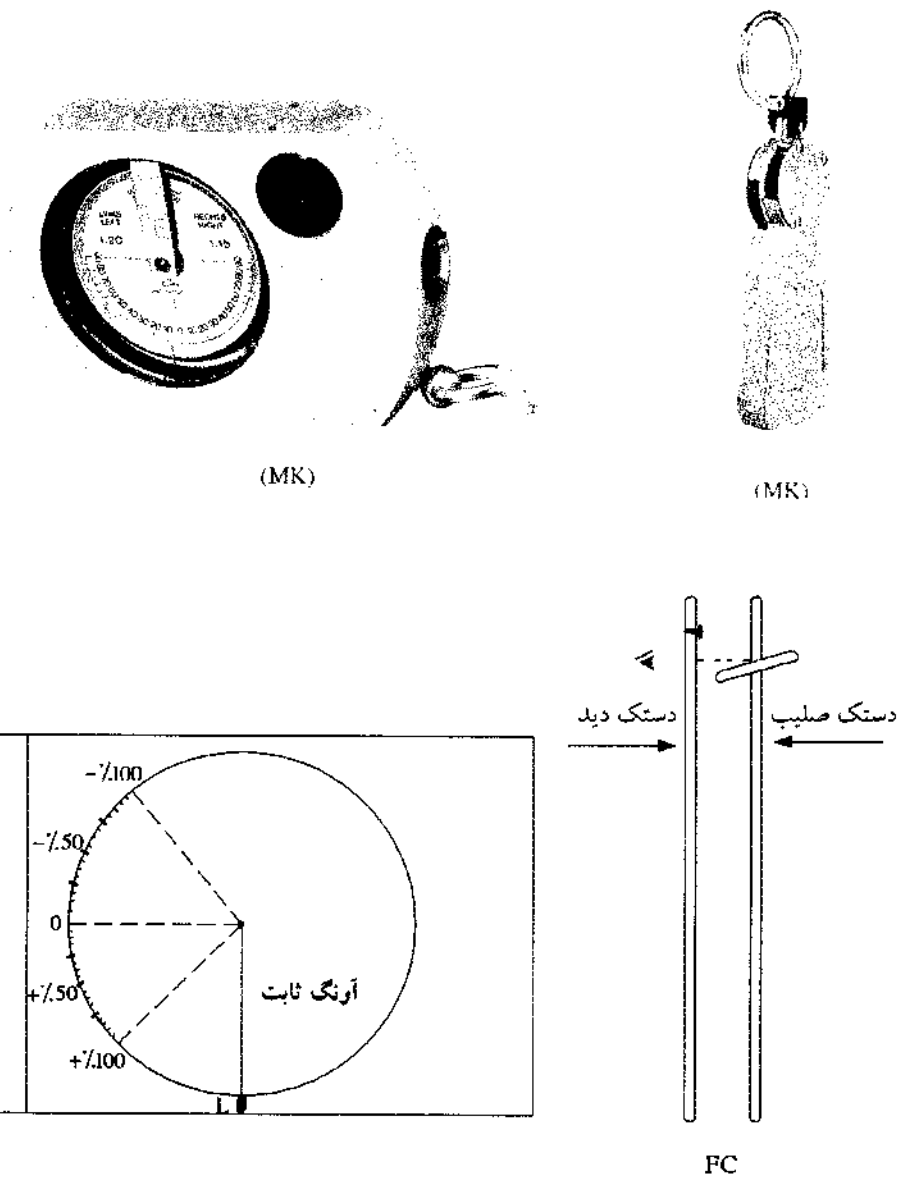
یک نوع شیب سنج به نام سونتو (شکل ۲-۵-۲ الف) است که در آن، یک چرخ آلومینیومی مدرج در مرکز محفظه‌ای، به یک سوزن مفصل شده و به علت اتصال وزنه‌ای بسیار کوچک در یک سمت از پیرامون چرخ، همیشه در حالتی قرار دارد، که محور وسط



چرخ و نقطه‌ای که وزنه به آن متصل است در امتداد شاقولی قرار می‌گیرد. برای کاهش اصطکاک و افزایش حساسیت چرخش، درون محفظه از مایعی که تقریباً هم‌وزن چرخ آلومینیومی است پر شده است؛ به طوری که وزن چرخ درون مایع، به تقریب خنثی می‌شود و به این ترتیب، تنها وزنه کوچک متصل به چرخ، در حالت شاقولی عمل می‌کند. در صورتی که عدسی این دستگاه را جلو چشم قرار دهیم و به یک نقطه خارجی نگاه کنیم، با چرخش محفظه (در عین این که چرخ مدرج ثابت است)، درصد شیب مربوط به خط دید (تانژانت زاویه دید نسبت به افق)، خوانده می‌شود.



شکل ۲-۵-۲ الف- شیب سنج، روش کار آن و استفاده از دو دستک (دستک دید و دستک صلیب دار)



به شکل ۳-۵-۲ الف نیز نگاه کنید.

در شکل بالا، ساختمان شیب‌سنج سونتو و شیب‌سنج مریدیان به طور شماتیک نشان داده شده. در ضمن، دستک ساده و دستک صلیب‌دار از دو قطعه چوب (از شاخه‌های صاف) به طول حدود ۱۸۰ سانتی‌متر و قطر حدود ۳ سانتی‌متر تهیه شده، که روی یکی، صلیب به وسیله میخ یا نخ نایلونی در ارتفاع چشم ردیاب (محل نصب شیب‌سنج، روی دستک ساده) محکم متصل شده است.



از مشخصات این گونه شیب‌سنج‌ها، سبکی، دوام و دقت کافی آنهاست. دقت این گونه شیب‌سنج‌ها، تا $\pm \frac{1}{4}$ درصد است که برای منظور ما در طراحی راه‌های جنگلی، کافی است. روی لبه چرخ مدرج، بجز شیب خط دید، زاویه دید نیز ثبت شده است. (به این ترتیب، برای مثال جلوی شیب صد در صد، زاویه ۴۵ درجه دیده می‌شود).

در شکل ۲-۵-۲ الف، ساختمان شیب‌سنج سونتو و شیب‌سنج مریدیان، به طور شماتیک نشان داده شده. در ضمن، دستک ساده و دستک صلیب‌دار از دو قطعه چوب از شاخه‌های صاف، به طول حدود ۱۸۰ سانتیمتر و قطر حدود ۳ سانتیمتر تهیه شده که روی یک صلیب به وسیله میخ یا نخ نایلونی در ارتفاع چشم ردیاب (محل نصب شیب‌سنج روی دستک ساده)، محکم متصل شده است.

آلیمتر MA

دستگاهی است که بر اساس تغییر میزان فشار هوا در ارتفاعات مختلف، درجه‌بندی شده و در نتیجه، ارتفاع هر نقطه را با تقریب نشان می‌دهد. می‌دانیم که فشار هوا در ارتفاع صفر (سطح دریای آزاد)، برابر یک اتمسفر است (یک کیلوگرم بر یک سانتیمتر مربع) و با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می‌یابد. با تغییر فشار هوای درون دستگاه، عقربه‌ای نوسان می‌کند. حال اگر ارتفاع چندین نقطه معین، جلوی عقربه این دستگاه ثبت و درجه‌بندی شود، ارتفاع سنج آماده است. بر همین مبنا، آلیمترها ساخته شده‌اند.

آنچه درباره استفاده از این دستگاه قابل یادآوری است، این است که به دلیل تأثیرات درجه حرارت و رطوبت در آن، دقت آن در شرایط مختلف آب و هوایی، متغیر است. لازم است برای سنجش اختلاف ارتفاع بین دو نقطه، از چند دستگاه به طور همزمان استفاده شود و پس از چند بار اندازه‌گیری (در صورت امکان)، معدل رقمهای به دست آمده، ملاک قرار گیرد (شکل ۲-۵-۲ ب).

قطب نمای مدرج MC

قطب‌نماهای گوناگونی برای اندازه‌گیری آزمون جهت‌ها ساخته شده است. قطب‌نمای سونتو (شکل ۲-۵-۲ ج)، دارای مزایای سبکی، سادگی، دقت و دوام است. در عملیات صحرایی، گاه لازم می‌شود برای ارزیابی شرایط، نقشه تقریبی یک مسیر یا یک پلی‌گن تهیه شود. از این گونه قطب‌نماها، می‌توان برای این منظور به شیوه مناسبی استفاده کرد. روش کار، با قطب‌نمای مدرج و محاسبه زاویه‌ها و جهت خطوط، از مواردی است که در علم نقشه‌برداری به آن اشاره شده است.

در مورد روش محاسبه زاویه‌ها بین خط‌ها با جهت‌های مختلف (با استفاده از قطب‌نمای مدرج)، در بند ۲-۶-۴، توضیح داده شده است (شکل ۲-۵-۲ ج).

دوربین نقشه‌برداری و ترازیابی (شکل ۲-۵-۲ د)

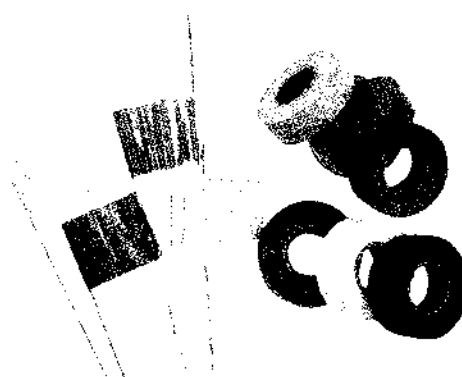
دوربین‌های نقشه‌برداری برای محیط جنگلی، باید دقیق و در عین حال سبک و کوچک باشند. انواع متعددی از این دوربین‌ها موجود است. برای مثال، از بوسل جنگلی می‌توان نام برد، که قادر است زاویه‌های افقی، زاویه‌های عمودی، تراز و فاصله‌ها را اندازه‌گیری نماید (با استفاده از خطوط رتیکول با زاویه پارالاکتیکی ثابت)*. به جز بوسل جنگلی، انواع تئودولیت‌ها، تاکتومترها (برای اندازه‌گیری فاصله‌ها)، آلیدادها و ترازیاها ساخته شده‌اند.

از این نوع دستگاه‌ها، بیشتر به منظور نقشه‌برداری و ترازیابی (برداشت پروفیل‌های طولی) استفاده می‌شود و اندازه‌گیری فاصله‌ها، به علت دقت کم، به علاوه نیاز به محاسبه‌های اضافی به منظور رعایت زاویه‌های دید (زاویه عمودی نسبت به خط افق و زاویه دید نسبت به امتداد شاخص)، کمتر مطرح می‌شود.

* دید، با زاویه‌ای برابر 0.28647651° بین خط وسط و خط رتیکول از هر طرف تنظیم شده (تائزات ۰/۰۵). بنابراین، تعداد سائیمترهایی روی شاخص که در دید از داخل دوربین بین دو خط رتیکول قرار می‌گیرد، مبین فاصله دستگاه تا شاخص به متر است. تائزات زاویه دید (۰/۰۵-۰/۰۵+۰/۰۵) است.



لازم است این دستگاه‌ها در موقع بکاربرد، کاملاً ثابت و بدون حرکت باشند. از این‌رو، دستگاه روی یک سه پایه نصب می‌شود و با استفاده از یک تراز آبی که روی آن قرار دارد، به حالت تراز، روی زمین قرار می‌گیرد و ثابت می‌شود. در موقع تراز یابی (برداشت پروفیل طولی)، لازم است با استفاده از یک تراز دوم که روی دوربین نصب شده و بسیار حساس و دقیق است، آن‌را به دقت، میزان کنیم. لازم است در هر بار دیدن (در محل پیکه‌های مختلف در تراز یابی)، تراز دوربین دوباره کنترل و تنظیم شود. به این ترتیب، از این‌گونه دوربین‌ها برای نقشه‌برداری، تراز یابی و گاه اندازه‌گیری فاصله‌ها، بسته به نیاز، می‌توان استفاده نمود. دستگاه‌های یاد شده، ممکن است به‌طور مجزا برای انجام یکی از مراحل بالا، ساخته شده باشند. استفاده از دستگاه‌های چند منظوره (مانند بوسل جنگلی)، بیشتر توصیه می‌شود.

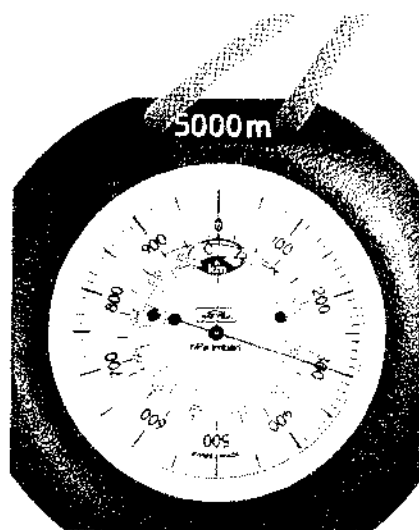


انواع ترازها و پرچم‌ها
(FT)



کفش محافظ (PS)

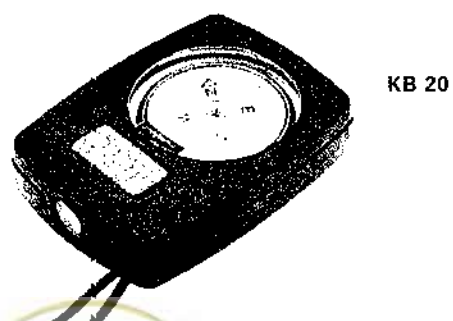
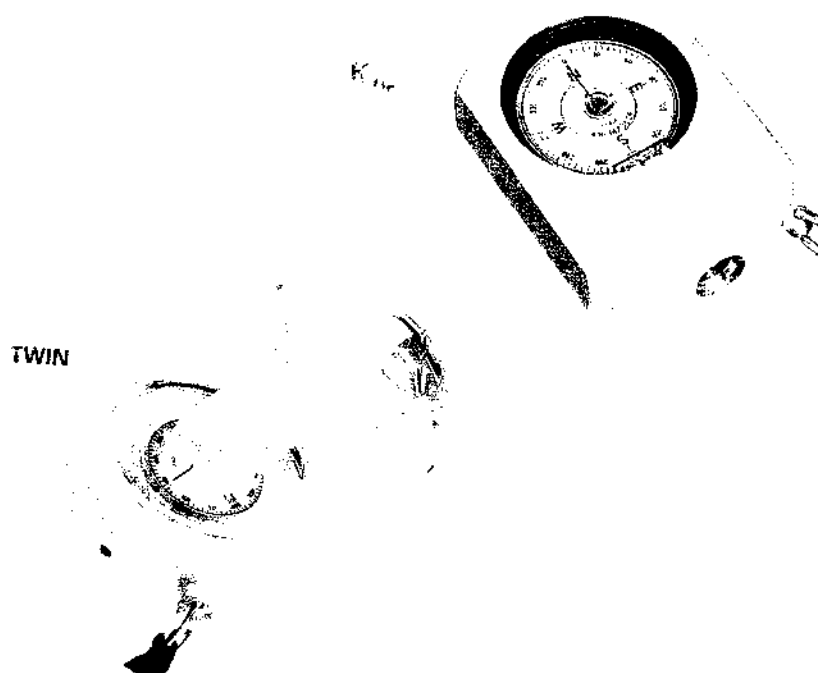
شکل ۲-۵-۲-ب- آلتیمتر (MA).

ALTIMETRES
ELECTRONIQUES

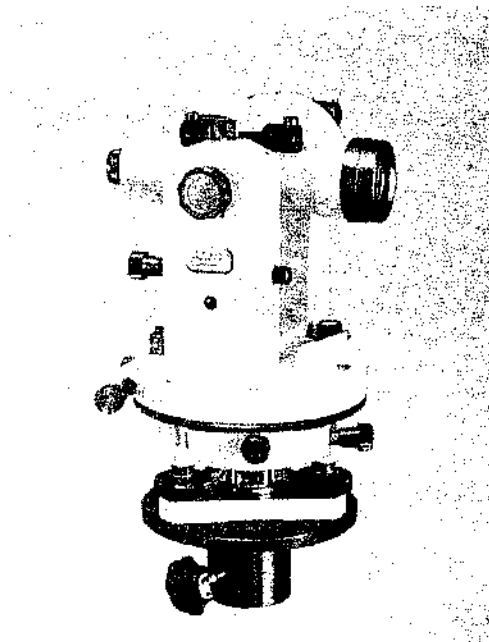
ALTIMETRES



شکل ۲-۵-۲-ج-انطباق‌نمای سونتو (MC).



شکل ۲-۵-۲-۵-۵- بوسل جنگلی (MM).

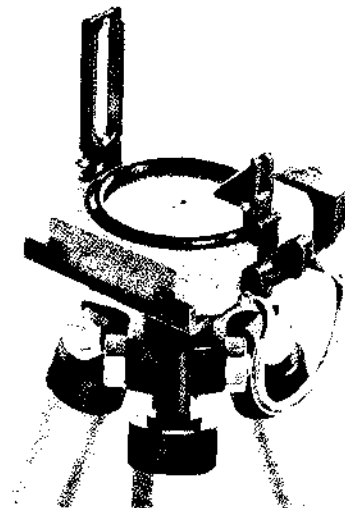


B 114



MERIDIAN

Boussole à prisme MK 2001



۲-۶- مطالعات خاکشناسی

برای تایید نهایی مسیرها (به شرح بند ۲-۸)، لازم است مطالعات خاک در حوزه عملیاتی و به ویژه در اطراف مسیرهای احتمالی، به طور اجمالی، سریع و کم خرج انجام پذیرد. با توجه به ابعاد ساختمانی راه‌های جنگلی و مشخصات فنی آن، اغلب یک نوع مطالعات کارشناسی، طی بازدیدهای محلی (از شرایط زمین و خاک) کافی به نظر می‌رسد. مطالعات خاک، از ارکان بسیار مهم مطالعات نخستین است که ما را در تصمیم‌گیری‌های نهایی یاری می‌دهد و در اینجا، به اختصار به آن می‌پردازیم. در مطالعات خاک، موارد زیر بررسی و مورد شناسایی قرار می‌گیرند:

- شناسایی، تشریح و بررسی امکان اصلاحات خواص مکانیکی خاک و تنظیم منحنی‌های دانه‌بندی.

- تشخیص حدود حالت‌های مختلف خاک (حد روانی، حد خمیری، حد بین حالت خمیری و نیمه جامد، حد قابلیت فشرددگی [Shrinkage limit]).

- گروه‌بندی خاک از نظر مهندسی خاک‌های ساختمانی.

اصول گروه‌بندی خاک‌های ساختمانی، عبارت‌اند از: تشخیص استحکام دانه‌ها، منحنی‌های غربالی، اندازه‌گیری رقم‌های حالت‌های خمیری و جامد خاک، مقاومت و قابلیت فشرده شدن (قابلیت شکستن، خرد شدن، خراش خوردن، رنگ، یکنواختی یا تغییرهای موضعی در ساختار).

- مطالعه تراکم و قابلیت ثبات (ثبات دیواره‌ها بستگی زیادی به تراکم و قابلیت کوبیده شدن دارد).

- به ویژه بررسی‌های صحرایی و غیر آزمایشگاهی، مانند شناخت منطقه از نظر ژئولوژیکی، عمق خاک، ضخامت لایه‌ها، وضعیت سفره آب و زهکشی، خواص مکانیکی و مهندسی مواد برای راه‌سازی (معادن شن و ماسه و سنگ)، زیرسازی و روسازی، وضعیت کانال‌ها و دره‌ها از نظر شیب و داغاب، پوشش گیاهی، نقاط لغزنده، یا دارای حرکت‌های توده‌ای، مطالعه خاک‌های سطحی و چگونگی عمق لایه‌ها و هوموس (بازمانده برداری

چالهای).

- در مطالعه خاک، در محور مسیر هادی پیش‌بینی شده، آنرا از دو جنبه یعنی قابلیت آن به عنوان مواد برای زیرسازی و قابلیت آن برای روسازی، مورد توجه قرار می‌دهیم. در نقاطی که مواد روسازی وجود دارد، باید آنرا به عنوان معدن مواد روسازی در نظر بگیریم.

- مطالعات خاک، ما را در تشخیص قابلیت زمین‌ها برای انجام عملیات ساختمانی در طول مسیر راه و قابلیت عبور و استفاده از خاک به عنوان مصالح ساختمانی در زیرسازی یا روسازی، یاری می‌دهد. در این مطالعات، مشخص می‌شود که آیا عملیات اصلاحی مانند تثبیت خاک‌های سطحی (برای مثال، با استفاده از آهک)، شیب دیواره‌ها (برای مثال، با استفاده از دیواره‌سازی، گابیون، بذریاشی ...)، اصلاح دانه‌بندی و روش‌های دیگر، خاک را برای زیرسازی و یا روسازی، آماده می‌کند؟ و با چه هزینه‌هایی؟ این امر، در بررسی‌های لازم برای تشخیص یا تایید منطقه راه، ضروری است.

با توجه به مراتب بالا و از آنجا که مطالعات خاک از ارکان مهم مطالعات نخستین است، به علت اهمیت موضوع، لازم به نظر می‌رسد که اصول مکانیک خاک، به صورت یک خط مشی و دستورالعمل اجرایی شماتیک، به صورت زیر تعقیب گردد:

۲-۶-۱- تشریح، شناسایی و واژه‌های مربوط به مکانیک خاک

لازم است متخصص طراح راه، از اصول مکانیک خاک، واژه‌ها و کاربرد آن در طراحی، اطلاعات زیر بنایی داشته باشد.

از معمول‌ترین روش‌های شناسایی خاک، یکی سیستم یونیفاید (UNIFIED SYSTEM) و دیگری آشتو (AASHTO) است، که مهندسان طراح راه‌های جنگلی، از آن استفاده می‌کنند.

در سیستم یونیفاید، از واژه‌های زیر استفاده می‌شود:

- سنگ تکه (Boulders): قطعه‌های بزرگتر از ۳۰ سانتیمتر.

- سنگ خورده (Cobbles): قطعه‌های ۷/۵ تا ۳۰ سانتیمتر.

- قلوه سنگ: قطعه‌های با قطر ۴/۷۶ تا ۷۵ میلیمتر.



- ریگ : قطعه‌های ۰/۲۰۷ تا ۴/۷۶ میلیمتر.

- ماسه : ذره‌های ۰/۰۷۴ تا ۰/۲۰۷ میلیمتر.

- نرمه (سیلت و رس) : ذره‌های کوچکتر از ۰/۰۷۴ که با چشم غیر مسلح ذرات آن را نمی‌شود دید.

- مواد آلی، یا الیاف باقی‌مانده رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه، با بوی ناشی از تجزیه مواد.

- سیلت و رس را نمی‌توان از نظر قطر دانه‌ها تشخیص داد، بلکه از طریق خواص خمیری آن شناخته می‌شوند.

از مهمترین خواص خمیری برای تشخیص، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) میزان مقاومت در برابر خرد شدن (CRUSHING CHARACTERISTICS)، که در رس بالا و در سیلت اندک است.

ب) واکنش در برابر لرزه، به این معنی است که ماده مرطوب در برابر ارتعاش، آب خود را (به صورت تجمع آب در سطح) از دست بدهد (DILATANCY)، که در سیلت، واکنش شدید است.

ج) قابلیت مغتولی شدن به صورت مفتول به قطر حدود ۲ میلیمتر، این قابلیت در رس زیاد و در سیلت اندک است و سیلت، در این حالت از هم می‌گسلد. این مطلب را باید در بررسی‌های نخستین خاک، مورد مطالعه قرار داد.

- خاک‌های گرانوله، این خاک‌ها از دانه‌های گرد یا شکسته متشکل از ذرات ریز به هم چسبیده تشکیل شده‌اند. این خاک‌ها، در برابر فشار قدری مقاومت دارند اما در برابر ارتعاش و تکان و ضربه، خرد می‌شوند. آب، ساختار و دانه‌بندی آن‌را به هم نمی‌زند. این خاک‌ها، چسبندگی ندارند (COHESIONLESS).

- رس معدنی، این خاک‌ها از قطعه‌های مسطح تشکیل شده‌اند و بنابراین، قابلیت فشرده شدن دارند.

این خاک‌ها، در زیر فشار بار مقاومت‌اند، اما به علت قابلیت زیاد جذب آب، در مواقع رطوبی آماس می‌کنند و کم کم با جذب مقادیر بیشتر آب، خمیری می‌شوند. این خاک‌ها را که خاصیت جذب مقادیر زیادی آب را دارند، چسبنده می‌نامند. از معروفترین رس‌های

معدنی، کائولینیت است (رس چینی سازی) که تا حدودی مقاوم است. ایلیت قابلیت جذب آب بیشتری را دارد. بتونیت (یک فرم از مونتمری لونیت "MONTMORILLONITE")، از خاکستر آتشفشان است که مصرف های صنعتی دارد (برای حفارچاه و آب بندی تانکرها). درصد بالای رس، برای زیرسازی و به ویژه روسازی، مناسب نیست.

- منحنی های دانه بندی (که براساس اعداد لگاریتمی و دهانه زیب یا غربال، تقسیم بندی می شوند).

در شکل ۲-۶-۱ الف، چند منحنی دانه بندی برای مثال نشان داده شده. در شکل یاد شده، هر قدر منحنی پر شیب تر باشد، دلیل بر همگونی و یکدست بودن درصد زیادی از دانه ها است، و برعکس، منحنی خوابیده و یکنواخت، دلیل بر وجود و پراکنش دانه هایی با قطرهای مختلف است.

در صورت وجود چند دیواره پر شیب در منحنی، با خاک هایی که دارای چند دسته از مواد با دانه بندی همگن اند (SKIPGRADED)، مواجه هستیم.

در مورد منحنی های دانه بندی مواد ساختمانی راه (زیرسازی و روسازی)، ضوابطی وجود دارد که مبتنی بر وجود درصد معینی از ذره ها و دانه ها، با قطر معین است. این درصدها، باید طوری باشند که مواد با قابلیت حداکثر فشرده شدن و کوبیدگی به دست آید (حداقل فضای خالی بین ذره ها و دانه ها).

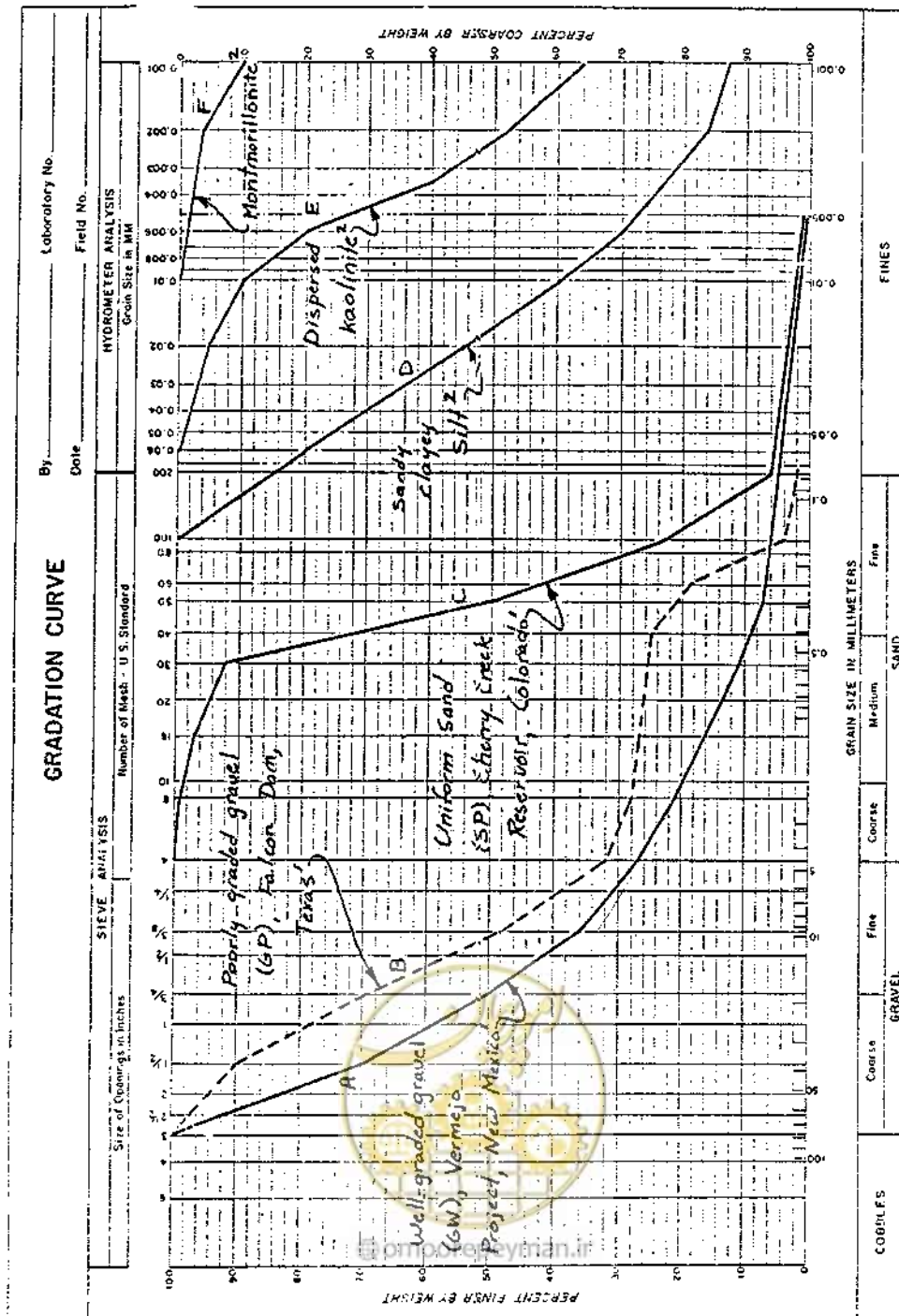
در ضمن استحکام مواد و دانه ها از اهمیت زیادی برخوردار است. در صورت وجود بیش از ۳٪ مواد نرم (رس و سیلت) در دانه بندی، ساختار فیزیکی روسازی لطمه می خورد (به ویژه در شرایط یخبندان). در ضمن درصد وجود مواد با دانه های دارای قطرهای مختلف، به قطر حداکثر دانه ها بستگی دارد. هر قدر مواد همگن تر باشد، برای عملیات راه سازی نامناسب تر است.

برای خاک های ریز بافت و چگونگی تشخیص و نامگذاری آن، می توان به شکل ۲-۶-۱ ب مراجعه کرد.

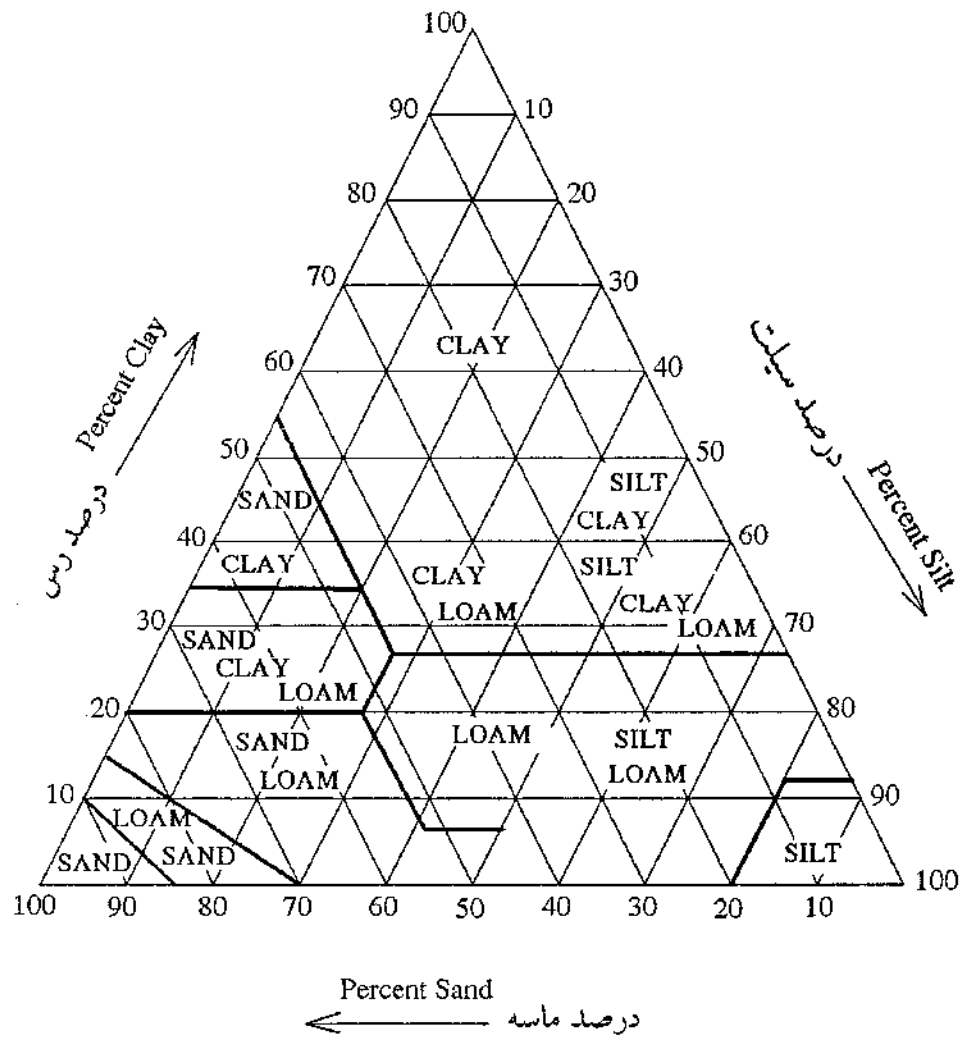


شکل ۲-۶-۱ الف- چند نمونه از منحنی های غربالی

Not: (1) Design of Small Dams, USBR, p 91.
(2) After Scott, "Principles of Soil Mech.



شکل ۲-۶-۱ ب



CLAY SIZE BELOW 0.002 MM : رس

SILT SIZE FROM 0.002 MM TO 0.05 MM : سیلت

SAND SIZE FROM 0.05 MM TO 2.0 MM : ماسه



قابلیت خمیری شدن (PLASTICITY)

مواد نرم با دانه‌بندی ریز، بر اساس واکنش آنها نسبت به جذب آب، تقسیم‌بندی می‌شوند. این خواص، وابسته به حدودی بنام حدود آتربرگ (A limits یا Atterberg) است (AASHTO T89/T90/T92).

Americ. Association of State Highway Officials

۲-۶-۲- حدود آتربرگ (Atterberg)

- حد روانی (LL)، در مرز بین حدود مایع و خمیری قرار دارد.
- حد خمیری (Plastic limit, PL).
- حد بین حالت خمیری و نیمه جامد.
- حد قابلیت فشردگی (Shrinkage limit, SL)، حد بین نیمه جامد و جامد.
- شاخص مقدار و درجه خمیری (PI, Plasticity Index)، حد فاصل و تفاوت درصد آب جذب شده، از حالت روانی تا حالت خمیری است. درصد آب موجود در ماده (نسبت به وزن ماده خشک)، در هر یک از این تقسیمه‌ها، مقدار یا ارزش (value) آن حد خاص، نامیده می‌شود.
- آزمایش‌های ویژه‌ای برای هر یک از این حدود و مرزهای مختلف در آشنو (AASHTO) و آستم (ASTM) (روش‌های آزمایش استاندارد آمریکایی) وجود دارد. این مرزها و حدود، قراردادی و انتخابی هستند، اما تغییرها یا ارزش‌های به دست آمده برای شاخص خاک، قابل استفاده است.
- حد روانی بالا (نزدیک مرزهای بالای آن)، نشانگر خاکی است با قابلیت فشرده شدن زیاد، و در نتیجه مناسب راه‌سازی نیست.
- مقدار زیاد شاخص خمیری، نشانگر آن است که خاک، قابلیت زیادی برای جذب آب دارد. قابلیت نفوذ آن زیاد است و با جذب مقدار زیادی آب، هنوز در حالت خمیری باقی می‌ماند، و به حد روانی نمی‌رسد و شل نمی‌شود.

- شاخص خمیری و حد روانی، برای خاک‌های نرم بافت داده می‌شوند و رقمها یا ارزش‌های بالای آن، نشانگر خاک‌های فقیر برای راه‌سازی است.
- در زیر، مثال‌هایی از دو نوع خاک آورده شده. مثال اول، در مورد یک نوع خاک رس غیرعادی است که کمیاب هم نیست.

LL	PL	PI	SL
۴	۲۵	۱۶	۱۹
۳۸۸	۲۲۶	۱۶۲	۴۳

(۱) خاک آبی رنگ بیشتر از نوع ابلیت.

(۲) خاک آتشفشانی مونت موریگونی.

۲-۶-۳- طبقه‌بندی خاک‌ها

مطالعات و طبقه‌بندی خاک در محدوده (و سپس در طول مسیر ردیابی شده) راه از اقدام‌های نخستین به شمار می‌رود. برای این کار، لازم است از یک خط‌مشی و روال عمومی و قابل قیاس در ابعاد مختلف، استفاده شود که به طور خلاصه، به آن اشاره می‌گردد. به طور کلی، خاک‌ها را بر اساس مشخصات معمول آنها گروه‌بندی می‌کنند. خاک‌های کشاورزی، باید تکه تکه (دانه‌های مرکب از ذره‌های به هم چسبیده)، دارای قابلیت جذب آب و تهویه خوب باشند و بر اساس حاصلخیزی، گروه‌بندی شوند. خاک‌های امور مهندسی، ساخت و بنا، بر اساس حدود مقاومت‌ها، تحمل بار و خواص خمیری آن، درجه‌بندی می‌شوند.

اصول درجه‌بندی خاک‌های ساختمانی عبارت‌است از:

۱- تفاوت در استحکام دانه‌ها.

۲- منحنی‌های غربالی.

۳- اندازه‌گیری رقمها و خواص خمیری آن.

این کارها، به عملیات آزمایشگاهی نیاز دارد و گاهی گران تمام می‌شود. باید توجه داشت که مشخصات هر گروه از خاک، تا حدودی تقریبی است، به طوری که پروژه‌های بزرگ (برای مثال اتوبان)، آزمایش‌های دقیق‌تری را می‌پسندد.



روش‌های گروه‌بندی خاک در امور کشاورزی، در راه‌سازی جنگل به کار نمی‌آید.
از گروه‌بندی خاک برای امور راه‌های جنگلی، زمانی استفاده می‌شود که دادن اطلاعات دقیق، مقدور نباشد.
مشخصات زیر، برای گروه‌بندی خاک در امور مهندسی جنگل، در نظر گرفته می‌شود:

- استحکام (شل، نرم، سفت، سخت).
- مقاومت و قابلیت فشردگی (قابلیت شکستن، خرد شدن، خراش خوردن، خاصیت ارتجاعی، قابلیت فشرده شدن).
- رنگ.

- ساختار (آیا منحنی‌های دانه‌بندی مناسب است؟ آیا یکنواخت است؟ خواص خمیری آن چگونه است؟ مقدار مواد آلی چه قدر است؟ دانه‌ها گرداند یا شکسته؟ آهکی‌اند یا غیر آهکی؟ سیلتی‌اند یا ماسه‌ای؟ ریزاند یا؟ و مانند آن).
برای مثال، می‌توان خاکی را با مشخصات زیر توصیف کرد:

- نرم، قهوه‌ای، کمی خاک رس خمیری، دارای دانه‌های ریگی از کوارتز، سخت، زرد مایل به قهوه‌ای، ماسه‌های چسبنده و شن و ریگ.
- اگر خاک دارای مجموعه‌ای از دانه‌ها باشد، در آن صورت باید به نسبت اهمیت، توضیح بیشتری درباره آن داده شود.

- یک‌نوع خاک به اصطلاح رسی سیلتی ماسه‌ای، دارای نسبت زیادی رس، همراه با مقداری سیلت و ماسه است، اما بیشتر خاصیت رس دارد (برای اطلاع بیشتر، به "ASTM-D2488" تعریف‌های پیشنهادی برای شناخت خاک، نگاه کنید).

روش‌های زیادی برای گروه‌بندی خاک از نظر مهندسی وجود دارد، متها همان‌طور که گفته شد، روش یونیفاید (Unified classification system, AASHTO) بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش گروه‌بندی آشتو (AASHTO M145)، برای تعیین مشخصات خاک در

مهندسی راه‌های سریع و چند بانندی، مانند اتوبان‌ها و بزرگراه‌هاست که خاک را به دو گروه تقسیم می‌کند:

گروه اول، مواد گرانوله و دانه دانه (A-1 ریگ و شن، A-2 و A-3 شن و ماسه).
گروه دوم، رس و سیلت (A-4, A-5 برای سیلت و A-6, A-7 برای رس) به علاوه گروه‌های فرعی زیاد برای بعضی موارد. برای مثال، A-2-4 برای شن و ماسه با دانه‌بندی نامناسب که مقداری مواد نرم هم دارد. توضیح بیشتر، با اعداد شاخص از ۱ تا ۱۰۰ داده می‌شود که هر قدر رقم به صد نزدیک‌تر باشد، نشان از نامناسب‌تر بودن مواد برای راه است. گروه‌بندی کامل، شامل شماره گروه‌بندی خاک و شماره شاخص آن است، برای مثال، (3) A-2-6.

به این ترتیب، بهترین خاک‌ها و مواد برای عملیات ساختمانی در بزرگراه‌ها، موادی است با شماره گروه پایین و نمره شاخص کوچک. برای مثال، (1) A-1.

- سیستم یونیفاید (ASTM D 2487)

- A Discription and identficatoion. الف) توضیح و ذکر مشخصات.
 - B Gradation curves. ب) منحنی‌های غربالی.
 - C Plasticity (A.limits). ج) حدود آتربرگ یا حدود خمیری.
 - D Classification. د) گروه‌بندی.
 - E Compaction. ه) تراکم‌پذیری.
 - F Strenght evaluation. و) ارزیابی مقاومت.
 - G Slope stability. ز) ثبات دیواره (مواردی از تشخیص لغزش و رانش).
- در تقسیم‌بندی یونیفاید، خاک به دو دسته G (قلوه سنگ Gravel) و S (ماسه Sand)، تقسیم می‌شود. به علاوه، "Wellgraded" نشان دانه‌بندی مناسب، "Poorgraded" دانه‌بندی نامناسب، "M" برای سیلت نرم، "C" برای رس نرم، "O" برای مواد آلی، "L" برای مواد با قابلیت کم کمپرس شدن، "H" برای مواد با قابلیت زیاد کمپرس شدن (دارای قابلیت زیاد خمیری).



گروه‌بندی خاک، با دو حرف نشان داده می‌شود. برای مثال، CP (ریگ با دانه‌بندی نامناسب)، یا SM (ماسه با نرمه سیلت). نشانه دویله نیز، در صورتی که خاک در یک گروه‌بندی نگنجد، داده می‌شود. مانند GW-GC، به علاوه، دو زیر گروه "d" و "u" هم برای مواد SM و GM در نظر گرفته شده است.

۲-۶-۴- قابلیت تراکم و کوبیدگی (Compaction)

مقاومت، قابلیت ثبات، قابلیت فشرده شدن و ثبات دیواره‌ها، بستگی زیادی به قابلیت تراکم و کوبیدگی دارد.

قابلیت تراکم و کوبیدگی، می‌تواند با کنترل درصد رطوبت، اصلاح دانه‌بندی و کوبیدن خاک، افزایش یابد. کوبیدن خاک روندی است که در اثر آن فضاهای خالی و تخلخل مواد، کاهش می‌یابد. در گذشته، با افزایش بعضی مواد (مانند آهک)، سعی می‌شد که خاک متراکم و تثبیت شود.

نتیجه قابلیت تراکم و کوبیدگی، در منحنی‌هایی که در آن وزن خشک خاک پس از پرس شدن با فشاری معین، متناهی با تغییر درصد رطوبت، در محور مختصات مشخص شده، نشان داده می‌شود (به بخش اول مطالعات نگاه کنید). نقطه اوج این منحنی، درصد آب لازم برای رسیدن به حداکثر درجه تراکم را، در یک فشار معین، به دست می‌دهد (با افزایش فشار، منحنی به سمت بالا و چپ تغییر مکان می‌دهد. یعنی با افزایش فشار، درصد آب لازم برای رسیدن به حداکثر تراکم، کاهش می‌یابد).

قابلیت تراکم و کوبیدگی، به صورت استاندارد درآمده که دو رقم استاندارد آن، بیشتر مورد استفاده است.

یکی AASHTO TEST METHOD T 99 و دیگری ASTM TEST METHOD D-698 (در زیر سازی‌های بسیار پر فشار، استاندارد دیگری با استفاده از دو استاندارد بالا، تدوین شده، به نام AASHTO-180، ASTM D-1557) وقتی می‌گوییم درجه تراکم مواد در فلان محل، باید ۹۵٪ از AASHTO T-99 باشد به این معنی است که اگر T-99 برابر ۱۲۵ PCF باشد،

مقدار مورد انتظار $119 = 125 \times 0.95$ خواهد بود.

۲-۶-۵- اندازه‌گیری ظرفیت باربری خاک‌ها

از آنجا که استقامت خاک، برای زیربنای راه‌سازی باید معین باشد، این کار را می‌توان با تعیین گروه‌بندی خاک، به صورت تقریبی تخمین زد. برای کارهای اساسی‌تر، آزمایش خاک در آزمایشگاه ضروری خواهد شد. برای آزمایش خاک در آزمایشگاه، آزمایش‌های زیادی وجود دارد که معروفترین آنها عبارت‌اند از:

- PBT (ASTM D-1196 یا ASSHO T 221-222)

در این آزمایش (Plate Bearing test)، از یک جک (برای ایجاد فشار) و چند صفحه فلزی دایره شکل، استفاده می‌شود. میزان مقاومت خاک، به PSI اندازه‌گیری می‌شود و این آزمایش، به شیوه‌های مختلف قابل اجراست. برای مثال، فشاری که بتواند صفحه‌ای به مساحت یک اینچ مربع را به اندازه $0.4/1$ اینچ در خاک فرو برد، اگر معادل ۱۰ پوند باشد، نتیجه چنین خواهد بود: $K = \frac{10 \text{ Psi}}{0.4 \text{ Inch}} = 25$ (رقمهای ۵۰ تا ۱۰۰، مربوط به خاک‌های رسی و رقمهای ۴۰۰ تا ۵۰۰، مربوط به ریگ و شن و مواد دانه دانه است).

- CBR (ASTM D 1883 , ASSHO T 193)

این آزمایش (California Ratio Test)، یک نوع آزمایش صحرایی و آزمایشگاهی است که اغلب در آزمایشگاه انجام می‌گیرد.

مبنای آزمایش، عبارت است از قابلیت نفوذ یک جسم، زیر فشار معین در ماده مورد آزمایش، در حالی که، این مقدار نفوذ با مقدار نفوذ همان جسم با همان فشار در یک ماده شن استاندارد، مقایسه می‌شود. روش آزمایش، به صورت زیر است:

مواد و خاک، در قالب‌هایی با تراکم‌های مختلف، متراکم می‌شوند و حاصل به دست آمده، مدت ۴ روز خیسانده می‌شود. سپس، این ماده به وسیله یک پیستون که انتهای آن ۳ اینچ مربع است، زیر فشار قرار می‌گیرد و مقدار فشار لازم برای نفوذ پیستون، به اندازه 0.1



اینچ اندازه‌گیری می‌شود.

فرض کنیم ۳۶۰ پوند فشار لازم شود، در نتیجه، فشار بر اینچ مربع برابر با ۳=۱۲۰:۳۶۰ پوند خواهد بود. برای محاسبه CBR از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$CBR = \frac{\text{مقدار فشاری که برای نفوذ سطح یک اینچ به مقدار } 0.1 \text{ اینچ در ماده مورد نیاز است}}{\text{مقدار فشار برای نفوذ سطح یک اینچ به مقدار } 0.1 \text{ اینچ در ماده استاندارد}} \times 100$$

مقدار CBR در مثال بالا، برابر است با:

$$CBR = \frac{120 \text{ Psi}}{1000 \text{ Psi}} \times 100 = 12$$

در روش CBR، رقمهای تیپ برای خاک‌های رسی، ۵ تا ۱۵ و برای مواد دانه دانه شن و ریگ و گرانوله، ۸۰ تا ۱۱۰ است.

SRV - (ASTM D 2844 . AASHTO T 190) رقمهای تیپ، بر اساس این آزمایش (Stabilometer Resistance Test) عبارت‌اند از: ۱۰ تا ۳۰، برای رس، ۷۰ تا ۸۰، برای ریگ و شن (بالاترین رقم ۱۰۰ برای موله، بسیار متراکم و محکم است). این آزمایش، از آزمایش‌های دیگر به واقعیت نزدیکتر است، اما به لوازم گران قیمت نیاز دارد. این آزمایش، تنها به ۲۴ ساعت وقت نیاز دارد، در حالی که آزمایش CBR، به ۴ روز وقت نیاز دارد.

۲-۶-۶- پایداری دیواره‌های موجود و دیواره‌های ساخته شده

دو نوع ثبات دامنه یا دیواره، در نظر گرفته می‌شود:

- ثبات دیواره‌های طبیعی.
 - ثبات دیواره‌های انسان ساخت.
- مواد لغزنده در طبیعت، به کمک شرایط حاصل از عوامل آب و هوا، به سمت شیب دره حرکت می‌کنند. حرکت مواد، خود به دو گروه تقسیم می‌شود:
- لغزش‌هایی که سطح ناقص ایجاد می‌کنند.
 - لغزش‌هایی که سطح ناقص ایجاد نمی‌کنند.

می‌دانیم تا آنجا که ممکن است، برای هدفهای راه‌سازی، باید از مناطق لغزشی پرهیز کنیم. این مناطق را می‌توان به شیوه‌های زیر، شناسایی کرد:

لغزش‌های کند (خزش) را می‌توان به وسیله کج شدن و متمایل شدن تیرهای برق، پایه‌های زده و درختان خم شده، تشخیص داد. در جنگل، به ویژه درختان با پایه‌های خم شده (مانند دسته هفت تیر)، نشانه خوبی هستند و حرکت کند را نشان می‌دهند. زیرا با خم شدن تدریجی درخت، رویش سال‌های بعد (فتوتروپیسم ساقه)، می‌خواهد تمایل و کجی را جبران کند. تقریباً، هیچ چیز نمی‌تواند جلوی این حرکت را بگیرد.

- لغزش‌های سریع (رانش)، این گونه لغزش‌ها که سطح ناقص ایجاد می‌کند، از طریق مشاهدات زیر قابل تشخیص است:

- ترک‌های حاصل در قسمت بالایی بخش لغزنده.
- نبود درختان کهن و قطور، در منطقه لغزنده.
- وجود درختان جوان (اغلب از گونه توسکا).
- تمایل شدید درختان در جهت‌های مختلف، اما بیشتر به سمت دره.
- وجود بریدگی، زخم و خاک‌های لخت و عریان در سطح لغزنده.

اغلب، چند مورد بالا با هم قابل مشاهده است. به طور معمول، برداشتن مواد از قسمت پایین (دیواره برش) و یا ریختن مواد در قسمت بالایی (دیواره خاک ریز)، در زمین‌های حساس به لغزش و رانش، خطرهای تشدید می‌کند و یا در اصل به منزله تحریکی برای آغاز لغزش و رانش می‌شود (یعنی ممکن است زمین‌های ثابت قبلی، به حرکت در آید).

به این ترتیب، در مطالعات نخستین (بسته به شیب دامنه و عرض راه مورد نظر)، می‌توان حدود دیواره‌های خاکبرداری و دیواره‌های خاکریز را تخمین زد. ایجاد دیواره‌هایی به ارتفاع حداکثر ۷ یا ۸ متر، با رعایت موازین و تجربه‌های فردی میسر است. دیواره برش، با تمایل ۱/۵ بر ۱، اغلب ثابت است، اما اگر در معرض هجوم آب قرار گیرد، بسته به نوع خاک، شیب یا ۴ بر ۱ لازم می‌شود.



تمایل دیواره در خاک‌های دانه دانه، می‌تواند ۱ بر ۱ و در زمین‌های صخره‌ای، $\frac{1}{4}$ بر ۱ باشد. ثبات مواد مشکوک را می‌توان بر اساس آزمایش‌های مقاومت و درجه ثبات، معین کرد. در این مطالعات، باید با مهندسان صاحب صلاحیت مشورت شود. در شکل زیر (۶-۶-۲)، یک دیواره با شیب ۲ به ۱، نشان داده شده است.

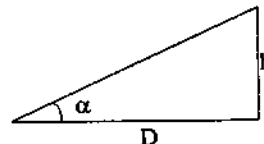
شکل ۶-۶-۲- شمای یک دیواره ۲ به ۱

$$D = 2$$

$$h = 1$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = 26.6^\circ$$



۶-۶-۲- بررسی‌های صحرایی و شناخت مواد ساختمانی راه

بررسی و صرف هزینه‌ای حدود یک درصد از کل هزینه‌های راه‌سازی، برای تشخیص نقاط منفی و مثبت، پرهیز از مناطق ناچور و پیشگیری هزینه‌های احتمالات کلان بعدی، بسیار منطقی است. مطالعه خطرهای وضعیت خاک در طول محور احتمالی عبور مسیر، کاری بسیار دقیق و مشکل است. سطح خاک، اغلب به وسیله قشر هوموس پوشیده شده و از نظر دور می‌ماند. اطلاع از وضعیت لایه‌های سطحی، به طراح کمک می‌کند و از بسیاری هزینه‌ها و مشکلات بعدی جلوگیری می‌نماید. در این زمینه‌ها، می‌توان به دستورالعمل‌های AASHTO T86، ASTM D 240، مطالعات، تهیه خاک و سنگ، برای هدفهای مهندسی نیز مراجعه کرد.

مطالعات و بررسی صحرایی، شامل مواد زیر است:

- شناخت طبیعت منطقه (شامل زمین‌شناسی، محیط زیست).

- شناخت عمق خاک، ضخامت لایه‌ها و گروه‌بندی هر لایه از مواد که در طراحی و

ساخت تاثیر دارد.

- وضعیت سفره آب.

- خواص مکانیکی و مهندسی مواد مختلف موجود.

- شناخت منابع قابل استفاده برای راه‌سازی (معادن سنگ، شن و ماسه و مانند آن).

- مطالعه کانال‌ها و دره‌ها از نظر شیب، داغاب، پوشش گیاهی و نقاط لغزنده.

- مطالعه خاک‌های سطحی و نمونه‌برداری با ایجاد چاله‌ها.

- نمونه‌برداری در مسیر مورد نظر، به فاصله‌های ۳۵۰ تا ۷۰۰ متر.

روش‌های مطالعات و تشخیص فیزیکی زمین‌ها و خاک‌ها اکسپلوراسیون

مند (Exploration Methods) و ژئوفیزیکال (Geophysical)، روش‌های ساده و اغلب

عملی هستند. در این روش‌ها، از لرزه‌نگار (با ایجاد شوک توسط پتک یا ماده منفجره) و

تعیین مقاومت الکتریکی، استفاده می‌شود (تغییر در مقاومت خاک، معیاری برای سنجش

تغییر در لایه‌هاست). این روش ساده است، اما تفسیر رقم‌های به دست آمده، نیاز به

تخصص و تجربه زیاد دارد. تعیین محل معادن شن و سنگ و تشخیص مرغوبیت آن، از

اهمیت خاصی برخوردار است (چه راه شوسه باشد، چه بتونی و یا آسفالت). برای این کار،

می‌توان از راهنمایان و بلدهای محلی، جنگل‌گردشی‌های متوالی، پرسش از آشنایان محلی،

مطالعه نقشه‌ها و عکس‌های هوایی و مطالعه گزارش‌های قبلی، کمک گرفت.

سنگ و شن خوب، ممکن است پیدا نشود. بنابراین، باید به آنچه می‌تواند در

دسترس قرار گیرد، قناعت نمود. برای تشخیص گونه‌ها و کیفیت سنگ و ضخره، به

ASTM C 244 نگاه کنید.

از بهترین گونه‌های سنگ، خارا و دیوریت هستند. سنگ‌های حاصل از سرد شدن

لاوا، مانند بازالت، آندسیت، ریولیت، به طور معمول خوب نیستند.

از سنگ‌های سیلتی و سنگ‌های آهکی صدف‌دار (در صورت سست بودن)، باید

پرهیز شود. آهک خوب است، به شرطی که رگه‌های رس نداشته باشد. سنگ آهک در

روسازی، تمایل به صیقل شدن سطوح (در قطعه‌ها و دانه‌ها) دارد.

سنگ‌های متامورفیک و تغییر شکل یافته (تحت حرارت و فشار زیاد)، دارای تنوع



هستند. موادی مانند شیت، ممکن است سست باشد و قابلیت تخریب و تجزیه را در بافت خود داشته باشد.

برخی از گونه‌های گنایس و کوارتزیت، نتایج خوبی را به دست می‌دهند. برای تشخیص مرغوبیت سنگ و تعیین و شناخت معادن سنگ، آزمایشهای زیر، معمول است:

- تعیین وزن مخصوص: وزن مخصوص سنگ‌های خوب، حدود $2/5$ تا $2/8$ است. سنگ‌های با وزن مخصوص کمتر از $2/4$ متخلخل‌اند و در برابر یخبندان، با خطر خرد شدن مواجه می‌شوند (در این باره به AASGIT 84 M T85 و ASTM C127 , C128 نگاه کنید).

- قابلیت جذب آب: که در آرسایش وزن مخصوص خشک، و وزن مخصوص مرطوب، قابل محاسبه است. قابلیت جذب آب بیش از $2/5$ درصد، به مفهوم متخلخل بودن سنگ و نامرغوبی آن است.

- قابلیت ساییده شدن: سنگ در یک محفظه فولادی، با شماری از گلوله‌های فولادی چرخانده می‌شود و درصد کاهش وزن آن اندازه‌گیری می‌گردد (کاهش بیش از 50% وزن، به مفهوم نامناسب بودن سنگ است ASTM C132 و AASHO TA6).

- آزمایش‌های سولفات سدیم و سولفات منیزیم: سنگ‌ها، ۵ بار در محلول فرو برده می‌شوند و هر بار در فر خشک می‌گردند. سپس، سنگ‌ها توزین و کاهش وزن اندازه‌گیری می‌شود. کاهش وزن، نمایانگر حساسیت سنگ در اثر عوامل جوی است. کاهش بیش از 12% (در محلول سولفات سدیم) و بیش از 15% (در محلول سولفات منیزیم)، نشانگر حساسیت سنگ به عوامل جوی است (AASHO T104 , ASTM C88).

- آزمایش معادن شن و ماسه: در این آزمایش، مقدار مواد رسی مخلوط در ماسه، شناسایی می‌شود. اگر نسبت به رس، ته‌نشست بیش از 80% درصد باشد، مخلوط برای هدفهای راه‌سازی مناسب است.

- آزمایش‌های تغییر کیفیت: برای تشخیص قابلیت تبدیل به ذرات ریز، و یا رسی شدن (در اثر کوبیدن سنگ).

- آزمون‌های اندازه‌گیری دوام: مشابه آزمون تغییر کیفیت AASHTO T 210.
- آزمون منجمد کردن، ذوب کردن و آزمون تر و خشک کردن (AASHTO T103) که کمتر معمول است.

- آزمون تجزیه مواد سنگ: در این آزمون، صفحات نازکی از سنگ، بریده و صیقل زده می‌شود و در زیر میکروسکپ مشاهده می‌گردد. به این ترتیب، انواع کانی‌ها و درصد مواد چسبنده و غیر آن، مشخص می‌شود. در این آزمون، کانی‌های ناجور و تخریب کننده، معین می‌شوند.

۲-۶-۸- هدف از مطالعات خاکشناسی

خاک، به عنوان بستر راه و مواد ساختمانی آن در زیرسازی و روسازی است، و مهمترین عامل موثر در هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم مربوط به راه‌سازی است، که در نهایت، ما را در تصمیم‌گیری برای رد یا قبول مسیر مورد نظر، یاری می‌دهد. بسیاری از زیان‌های عمده حوادث راه در جنگل، اثر مستقیم با شرایط خاکی دارد؛ خاکی که قرار است بستر مسیر را تشکیل دهد. از جمله، می‌توان به مسایل لغزش، رانش، فرسایش، حرکت‌های توده‌ای و در نتیجه، به هزینه‌های ساخت، نگهداری و تعمیرات راه اشاره‌ای کرد. در خاک‌های ناجور، هزینه‌های تثبیت، اصلاح دانسه‌بندی، دیواره‌سازی و گابین‌بندی و به ویژه هزینه‌های حفاظت خاک‌های دارای حرکت‌های توده‌ای، گاه رقم‌های بزرگی را به دست می‌دهد. در برخی از موارد، استفاده از راه ساخته شده به علت نارسایی‌های خاک و زمین، ناممکن می‌شود. به این ترتیب، مطالعات خاک، هر چند ساده و سرپایی و از طریق مشاهده و آزمایش‌های محلی برگزار شود، می‌تواند معیاری مفید و موثر در تصمیم‌ها و تجزیه و تحلیل‌های گسترده‌ای باشد که به طراحی راه‌های جنگلی مربوط می‌شود. مطالعات خاک در بیشتر حالت‌ها، ما را در انتخاب و تعیین روش‌های اصلاح و تثبیت خاک و عملیات کارشناسی برای تشخیص و پیشگیری برخی عوارض بد و قابل کنترل، ابعاد و چگونگی طراحی و ساخت تاسیسات لازم، یاری



می‌دهد. وضعیت خاک، شاخص بسیار خوبی در برآورد زیان‌های حاصل از آثار بد راه‌های جنگلی در عرصه است. مطالعات خاک، منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های ساختمانی، تعمیرات و نگهداری و زیان‌های ناشی از آن در عرصه می‌شود.

۷-۲- تنظیم نهایی اطلاعات

برای تسهیل در شناسایی داده‌ها، اطلاعات جمع‌آوری شده، به منظور ورود به مرحله بسیار مهم تعیین مسیر هادی، لازم است تمام اطلاعات و داده‌ها کدبندی و نشانه‌گذاری شوند، تا از بین آنها گزینه‌های مهمتری را که در تصمیم‌گیری‌ها برای انتخاب بهترین مسیر ممکن، موثرتراند روی نقشه ثبت و ضبط نماییم (مانند نقاط اجباری مهم، مواضع دارای حرکت توده‌ای، زمین‌های سست، زمین‌های باتلاقی).

از آنجا که اطلاعات موجود و یا مورد نیاز بسیار متنوع و متعدداند، انتقال تمام داده‌ها اطلاعات روی یک برگه نقشه، مقدور نخواهد بود. در نتیجه، لازم است پس از گروه‌بندی و تعیین نشانه و شماره خاص برای هر پدیده، هر گروه از اطلاعات و داده‌ها روی یک شیت یا برگه نقشه، ثبت و درج شود (مانند ترانسپارنت یا صفحات تلق). به این ترتیب، با روی هم قرار دادن شیت‌های مختلف (دو یا حتی چند شیت)، می‌توان اطلاعات ضبط شده مورد نیاز روی آنها را به طور یکجا مورد بررسی قرار داد، بی‌آنکه صفحه پر و خالی باشد و یا هر صفحه را جداگانه مورد بازدید قرار داد. برای مثال، اگر در یک نقطه، اطلاعات بد با هم جمع شده‌اند (خاک سست، شیب زیاد، زمین‌های جنگل فقیر ...) از آن اجتناب می‌کنیم و برعکس. برای درج اطلاعات مشابه (برای مثال، شماری از تراس‌های طبیعی ارزنده)، بهتر است برای هر یک از تراس‌ها (جدا از نشانه‌گروهی)، یک شماره خاص در نظر بگیریم تا مشاهده، مقایسه، امکان توضیح و تشریح مطلب بیشتر شود (برای «تراس شماره یک، تراس شماره دو، ...).

از ضرورت‌های مهم این کار آن است که روش گروه‌بندی و تمام نشانه‌ها (مبل‌ها)، کاملاً یکنواخت و استاندارد شده باشد، به طوری که مطالعه نقشه‌ها، اطلاعات و

داده‌ها، برای همه دست‌اندرکاران امور مهندسی جنگل، یکسان باشد. در اینجا یک‌نوع گروه‌بندی و نشانه‌گذاری پدیده‌های اطلاعاتی، پیشنهاد می‌شود. در این طرح پیشنهادی، تمام داده‌ها و اطلاعات به هشت گروه تقسیم می‌شوند (به شرح جدول ۷-۲).



جدول ۲-۷- تقسیم‌بندی و ارائه نشانه‌ها، برای مشخصات و عوارض مختلف روی نقشه

الف) خطها و مرزهای طبیعی



- یال‌ها .

- دره‌ها :



با جریان آبهای دائمی .



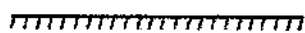
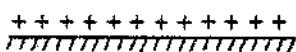
با جریان آبهای موقت .



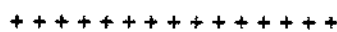
- حوزه‌های چوبگیر و جهت پیش‌بینی شده حرکت چوب .

ب) خطها و مرزهای مصنوعی

- مرزهای جنگل با مالکیت یا مدیریت‌های مجزا .



- مرز سری .



- مرز پارسل .



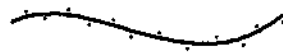
- مرز سویارسل .



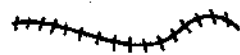


- مرز عرصه‌های حفاظت شده.

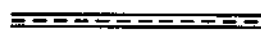
ج) مسیر راه‌های جنگلی



- مسیر راه‌های مالرو و پیاده‌رو.



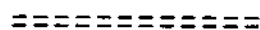
- مسیر راه‌های اسکیدرو.



- راه جنگلی کامیونرو و چند بانندی (اصلی).



- راه جنگلی کامیون رو یک بانندی (اصلی).



- راه جنگلی کامیون رو فرعی.

د) مسیر راه‌های عمومی و سایر خطها



- بزرگراه‌ها.



- راه‌های آسفاته دوبانندی.



- راه‌های شنی.



- خط آهن .



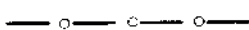
- کانالهای آب .



- خطوط انتقال نیرو و تلفن ...

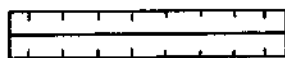


- راههای طراحی شده و ساخته نشده عمومی .



۵-۱ نقاط و سطوح مهم

- گاوسراها .



- ابنیه اداری و مسکونی .



- چشمه ها .



- چشم اندازها .

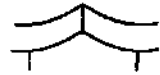


- گذرگاههای منحصر به فرد (به شکل های ۱-۷-۲ نگاه کنید).

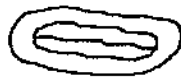


- معادن سنگ و شن و ماسه .





- محل های کمپ گردشگری.



- تراس های طبیعی .



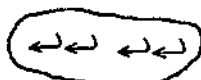
- زمین های جنگلی غنی .



- زمین های جنگلی متوسط .



- زمین های جنگلی فقیر یا خالی از درخت .



- زمین های حساس به لغزش و رانش .



- زمین های دارای حرکت های توده ای .



- زمین های باتلاقی و مست .



- سطوح آب .

- نقاط مهم از نظر ارتباط با مسیر راه های موجود، یا انشعاب. ←



و) شیب‌ها

- بیش از ۷۰٪



- ۵۵ تا ۷۰٪



- ۳۵ تا ۵۵٪



- ۲۵ تا ۳۵٪



- ۲۵ تا ۰٪



توضیح جدول ۲-۷:

الف) خطها و مرزهای طبیعی (بالها و دره‌ها)

بال‌ها و دره‌ها، انتخاب مسیر راه را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند و گاه بال‌ها و دره‌های تند، مشکل‌آفرین می‌شوند. اغلب لازم می‌شود که یک نقطه مناسب و قابل عبور را در امتداد بال یا دره پیدا کنیم و مسیر را از آن نقطه عبور دهیم.

- حوزه‌های چوبگیر

با تشخیص مرز حوزه چوبگیر، لازم است راه جنگلی ناحده‌ممکن، از قسمت پایین حوزه چوبگیر عبور کند.

ب) خطها و مرزهای مصنوعی

- مرزهای جنگل، ادامه مسیر و عبور از مرز را غیر منطقی و گاه ناممکن می‌سازند.
- مرزهای سری و پارسل، در ردیابی مسیر مورد توجه هستند، به طوری که بهتر است راه جنگلی از مرز سری عبور کند، و لازم است راه جنگلی، قسمتی از مرز پارسل را تشکیل دهد.

- مرز عرصه‌های حفاظت شده.

بر اساس ضوابط و نیاز، راه باید از نقاط قابل ورود به عرصه، یا از داخل آن عبور کند یا عبور نکند.

ج) مسیر راه‌های جنگلی

- مسیر راه‌های مالرو و پیاده‌رو، بیشتر جنبه گردشگری، شکار و کنترل جنگل را دارد که در چگونگی مدیریت جنگل، مطرح می‌شود.
- راه‌های کامیون روی اصلی و فرعی، هسته مرکزی در تهیه پروژه محسوب می‌شوند.



د) راه‌های عمومی و سایر خط‌ها

- بزرگراه‌ها، راه‌های آسفالت‌ه و شنی عمومی، از نظر ارتباط محموله‌های جنگلی به مراکز جمعیت و شهرها، اهمیت دارند. حتی ممکن است این راه‌ها، از داخل جنگل عبور کنند که در ردیابی مسیر راه صرفاً جنگلی، اثر می‌گذارند.
- خط آهن جنگلی، برای جنگل‌های شمال (کوهستانی) مطرح نیست، اما در صورت عبور خط آهن کشوری از داخل یا کنار جنگل، لازم است در برنامه‌ریزی راه‌های جنگلی، ایستگاه‌های تخلیه و بارگیری محموله‌های چوبی، مد نظر قرار گیرد.
- خط‌های تلفن، انتقال نیرو، راه‌های طراحی شده و ساخته نشده را نیز، در طراحی راه‌های جنگلی، به خاطر آثار مثبت و منفی آن، باید مورد توجه قرار داد.

ه) نقاط و سطوح مهم

- راه جنگلی، باید در مجاورت گاو‌سراها، ابنیه اداری و مسکونی، چشمه‌ها، چشم‌اندازها، معادن و محل‌های کمپ به منظور دستیابی به آنها، ساخته شود.
- گذرگاه‌های منحصر به فرد.
- عبور از این نقاط، اغلب اضطراری است (مانند گذرگاه پاتم و شغال کدوک که در شکل‌های ۱-۷-۲، به طور شماتیک نشان داده شده است).
- تراس‌های طبیعی.
- عبور از تراس‌های طبیعی، دارای مزایای زیادی است، به ویژه که محل پیچ‌ها، حتماً باید روی تراس‌های طبیعی باشد.
- زمین‌های جنگلی غنی، متوسط و فقیر.
- عبور از زمین‌های جنگلی غنی، مناسب است و برعکس، عبور از زمین‌های جنگلی فقیر، مناسب نیست، مگر این‌که، هدفهای خاصی مد نظر باشد.
- زمین‌های حساس به لغزش، رانش و به ویژه، حرکت‌های توده‌ای.
- همیشه و در حد امکان، باید از این نقاط پرهیز کرد.

- زمین‌های مرطوب، سست و باتلاقی.

این زمین‌ها، اغلب قابل عبور نیستند، مگر با صرف هزینه‌های اضافی برای تثبیت خاک و روش‌های معمول دیگر.

و) شیب‌ها

- در شیب‌های بالاتر از ۷۰٪، بهتر است راهی ساخته نشود، مگر در شرایط ناچاری و یا در فاصله‌های کوتاه (استفاده از سیستم‌های کابل هوایی).

- در شیب‌های ۵۵ تا ۷۰٪، مشکلات و مسایل زیادی مطرح است (استفاده از سیستم‌های کابل هوایی و های‌لید).

- در شیب‌های ۳۵ تا ۵۵٪، عبور ممکن است، اما احداث پیچ، مسئله دارد (استفاده از مسیرهای اسکیدر رو و احیاناً های‌لید).

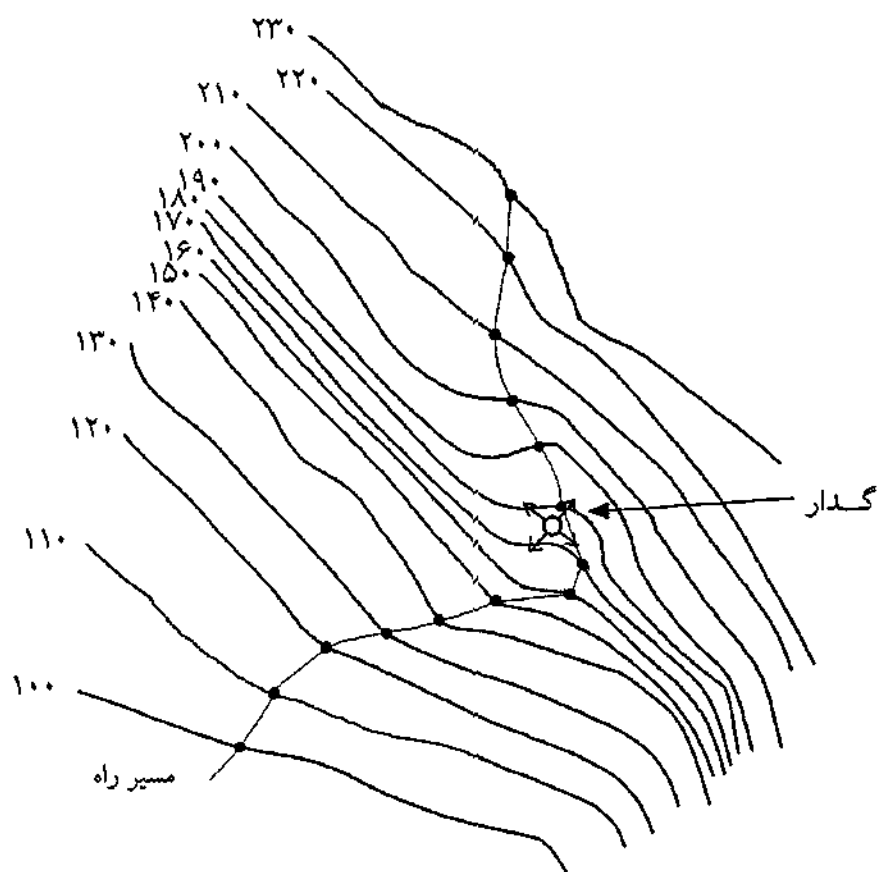
- در شیب‌های ۲۵ تا ۳۵٪، عبور راه مناسب (استفاده از اسکیدر).

- در شیب‌های ۰ تا ۲۵٪، عبور راه و احداث پیچ، مسئله‌ای ندارد. (استفاده از تراکتور

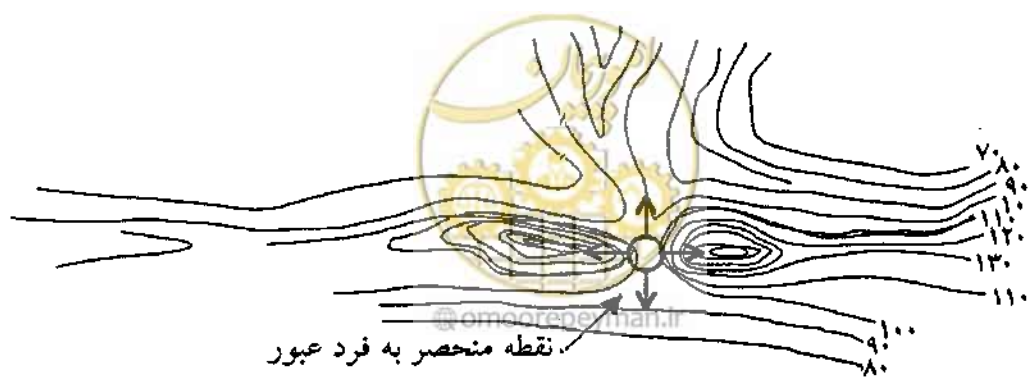
استاندارد).



شکل های ۲-۷ نقاط اجباری مثبت، گذرگاه‌های منحصر به فرد



شکل های ۲-۷ گذرگاه (محل عبور منحصر به فرد، با نشانه نشان داده شده)



- نقاط یا محل‌هایی که دارای ویژگی‌های مهم و ثبتي هستند و در حد امکان، مسیر هادی را از آن نقاط عبور می‌دهیم، عبارت‌اند از:
- گذرگاه‌های اجباری، مطابق شکل ۷-۲ پایین. از مشخصه‌های این نقاط، آن‌است که شیب در دو جهت عمود بر هم، در این نقاط مخالف یکدیگر است.
 - گدوک‌ها، یا نقاط عبوری منحصر به فرد (شکل ۷-۲ بالا) که فقط عبور از آن مقدور باشد و از کمی دورتر (بالتر یا پائین‌تر)، مقدور نباشد.
 - تراس‌های طبیعی (محل‌های پیچ، دپو یا انبار چوب، محل کمپ‌های کارگری، محل دپوی شن، ماسه و مواد ساختمانی و محل‌های مناسب انشعاب راه).
 - معادن سنگ یا شن و ماسه و نقاط دارای خاک مناسب زیرسازی و روسازی.
 - پارک‌های طبیعی و اقامتگاه‌های گردشگری.
 - چشمه‌ها.
 - نقاط مهم از نظر ارتباط با مسیرهای موجود (راه‌های عمومی و راه‌های طراحی شده در جنگل).
 - خط‌القعرها و خط‌الراس‌های عریض یا کند و کم شیب، در امتداد یک یال یا یک دره پر شیب (در نقشه‌های توپو قابل دید است).
 - دیدگاه‌ها و چشم‌اندازهای زیبا.



- محل‌هایی که دارای ویژگی‌های بد و منفی هستند، عبارت‌اند از:
- نقاطی که دارای حرکت‌های توده‌ای هستند.
 - نقاط لغزنده.
 - نقاط حساس به لغزش.
 - شیب‌های غیر قابل عبور (این شیب‌ها روی نقشه‌های توپو، به خوبی مشخص‌اند و نیاز به نشان مخصوص ندارند)، که از نقاط دارای ویژگی‌های منفی، به شمار می‌روند.
 - زمین‌های صخره‌ای و سنگی، یا خاک‌های کم عمق روی زمینه سنگی مادری، به دلیل افزایش هزینه‌های برش و خاکبرداری (مگر استفاده از سنگ آن، به صورت مصالح راه‌سازی مطرح باشد که برای معدن در نظر گرفته می‌شود).
 - دره‌ها و یال‌های باریک و تنگ (در نقشه‌های توپو، قابل دید است و نیاز به نشانه خاصی ندارد).
 - خاک‌های ریزشی حاصل از ریزش و انباشته شدن مواد ریزشی غیر متراکم (عبور راه از روی آن، مجاز نیست).
 - محل‌های مرطوب و مست، و استخرهای حاصل از حرکت توده‌ای خاک (Sag ponds).



۲-۸- تجزیه و تحلیل‌های نهایی راه مورد نظر

تا این مرحله، اطلاعات و بررسی‌های ما تا حدی حالت پراکندگی داشته است. برای مثال، می‌دانیم که به احتمال زیاد، مسیر ما از تراس معینی عبور می‌کند، اما این امر، صددرصد نیست.

- تنها در زمانی حد و مرز و خط عبور راه مسلم می‌شود، که مسیر هادی، روی زمین پیاده و مسجل شده باشد. برای ردیابی مسیر هادی، ممکن است ده‌ها بار مسیرهای مختلف، به عنوان امکان مورد بررسی قرار گیرند (به شرح بند ۳). در نتیجه، استفاده از تمام اطلاعات جمع‌آوری شده در قبل، برای تشخیص و تایید نهایی بهترین مسیر، لازم خواهد بود.

- به این ترتیب، پس از پذیرفته شدن بهترین مسیر برای احداث راه، که مسلماً صددرصد قطعی هم نیست، با توجه به هدفها و انتظارات مترتب بر آن و با توجه به مشخصات فنی راه بر اساس حجم چوب‌های قابل حمل از حوزه چوبگیر راه و نیز، سرویس دهی‌های احتمالی راه مورد نظر برای هدفهای دیگر، تصمیم‌گیری‌های نهایی به عمل می‌آید. در این مرحله، در مورد حدود نقطه آغاز، عرصه‌های عبور، و نقطه پایانی، با دقت بیشتری تصمیم‌گیری می‌شود. از آنجا که انتخاب یک نقطه آغاز، به دلیل شرایط توپوگرافیک، گاه ما را به بیراهه می‌کشاند، لازم است پارامترهای متعددی برای نقطه آغاز و انشعاب از مسیرهای اصلی تر (یا راه‌های عمومی)، انتخاب شود تا در پایان، نقطه‌ای مورد استفاده قرار گیرد که بهترین مسیر ممکن را به دست می‌دهد.

- تذکر این نکته نیز ضروری است، که در حد امکان، کوشش کنیم تا ادامه مسیر از نقطه آغاز مناسب و دلخواه، ممکن و میسر گردد. این کار، با استفاده از روش‌های عبور از موانع (نگاه کنید به بند ۳-۲)، اغلب امکان‌پذیر خواهد بود. این کار، به منزله یک‌نوع آغاز فاز عملیاتی ردیابی مسیر هادی است، که مطالعات پی‌گیر روی نقشه و جنگل گردشی‌های متوالی را (به شرح بند ۳)، در بر می‌گیرد. در این جا، با مطالعه عینی و دقیق‌تر روی نقشه و بررسی‌های واقعی‌تر و ملموس روی مسیر واقعی، و در دست داشتن اطلاعات عمومی



قبل، می‌توان مسایل فنی راه‌سازی را این بار از نزدیک، مورد بررسی قرار داد. گاه شرایط دشوار محل (شیب زیاد، خطر حرکت‌های توده‌ای، زمین‌های باتلاقی و بی‌ثبات ...) در طول مسیر واقعی، حکم می‌کند که به رغم دیدگاه‌های نخستین، بهتر است از احداث راه، صرف‌نظر شود و مسئله با کمک گرفتن از روش‌های حمل و نقل چوب، مستقل یا کمتر وابسته به راه (برای مثال، استفاده از سیستم‌های کابلی برد بلند) حل و فصل شود و یا با حمایتی قلمداد کردن جنگل، از دستکاری در آن جلوگیری به عمل آید.



□ ۳- ردیابی مسیر هادی

در این مرحله، دقت و وسعت دید، جنگل گردشی‌های متوالی، ثبت عوارض و مشخصاتی از زمین‌ها که در ردیابی مسیر هادی موثر است، چه در دفتر صحرایی مربوط و چه روی نقشه‌ها، بسیار مهم و ضروری تلقی می‌شود.

ردیابی مسیر هادی از نظر اجرا، برای زیربنای اصلی تهیه پروژه راه‌های جنگلی است. مهمترین و دشوارترین بخش آن به شمار می‌رود، و از نظر کارشناسی، نیاز به تخصص‌های گسترده در سطح بالا دارد، زیرا جبران اشتباه‌های احتمالی در این بخش، بسیار نامحتمل و به سخنی دیگر، اغلب ناممکن خواهد بود. از این‌رو، ردیابی مسیر هادی را ضمن رعایت مفاد بند ۱ و ۲ این دستورالعمل، به ویژه از این نظر مورد توجه قرار می‌دهیم که آثار منفی و تخریبی و هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم، به حداقل برسد. این کار، به ویژه با پیروی از این اصل مقدور است که تا حد ممکن، از اشکال‌ها و موانع موجود پرهیز کنیم و سعی داشته باشیم که مسیرراه (مسیر هادی)، از زمین‌های امن‌تر و بهتر عبور نماید. یک اصل مهم که در اغلب کشورها حاکم است، تاکید بر این نکته دارد که:

راه را با دقت ردیابی کن، یا آماده هزینه‌ها و خسارات بعدی باش.

"Plan Carefully now, or pay much more, later"

در زیر، به انواع هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم که در ردیابی مسیر هادی، باید به آن توجه ویژه‌ای مبذول گردد، اشاره می‌شود:

- فرسایش و رسوب گذاری در جاهای نامناسب، آلودگی آبها، تخریب عرصه‌های زیست محیطی حیات وحش و آبزیان.

- تشدید خطرهای زیان‌های لغزش و رانش و تهدید پوشش جنگلی و گیاهی.

- هزینه‌های خاکبرداری، خاکریزی، تاسیساتی، ساختمانی، تعمیرات و نگاهداری.

- اختلال در امنیت عبور، قطع ترافیک در شرایط بحرانی، مانند ریزش و تخریب

موضعی کف راه.

- هزینه‌های کشیدن، دپو، بارگیری، حمل و نقل چوب، مواد و کارکنان.



- هزینه‌ها و اشکال‌های گرفتن انشعاب و اتصال مسیرهای مختلف.
- خسارت‌های ناشی از کاهش سطح رویشگاه، به منظور ایجاد مسیر راه‌های عریض‌تر از حد نیاز.
- خسارت‌های ناشی از بهره‌برداری چوب، به ویژه درصد افت چوب به تناسب مشکلات حمل.
- هزینه‌های کنترل، نظارت و حمایت جنگل، در برابر عوامل مخرب طبیعی و انسانی.

۳-۱- فهرست موانع و مشکلات احتمالی در طول مسیر هادی

موانع و مشکلاتی که ممکن است در ردیابی مسیر هادی با آنها مواجه شویم، بسیار متنوع‌اند.

این موانع، می‌توانند مربوط به شرایط توپوگرافیک، یا عوارض زمین و شرایط خاک، مانند حساسیت به حرکت‌های توده‌ای، مرزهای محدودکننده و مشابه آن باشند (به شرح بند ۳-۲) و یا مربوط به موانع دید، مانند درختان، سنگها و برآمدگیها در سر راه مسیر هادی (به شرح بند ۳-۳) باشند. در برخورد با موانع مسیر، سعی می‌شود که آن‌را با استفاده از امکانات و روش‌های قابل قبول، از نظر هدفها و انتظارات از راه، تغییر داد. در حالی‌که، در برخورد با موانع دید، از روش‌هایی که ردیابی مسیر را در محدوده عبور طبیعی آن امکان پذیر سازد، استفاده می‌شود. به طور کلی، موانع مسیر عبارت‌اند از:

- مرزهای محدودکننده طبیعی یا مصنوعی.
- دامنه‌های پرشیب و موانع.
- زمین‌های بسته و کور.
- دیواره‌های طولانی و کم ارتفاع.
- خط‌الته‌های با شیب تند، .
- زمین‌های باتلاقی، سست و حساس.

- آبراهه‌ها یا دره‌های وحشی طغیان‌کننده.

- خط‌القع‌های بزرگ و ملایم، اما با شیب‌های موضعی مزاحم.

- دره‌ها (و یال‌ها) با دیواره‌های دو سمت دارای شیب به نسبت تند.

۳-۲- عبور از موانع مسیر، به علت وجود عوارض زمین

۳-۲-۱- عبور از مرزهای محدودکننده

عبور از مرزهای محدودکننده، تنها با کسب اجازه از مالکان و مدیران، آن‌هم در صورت تطبیق با هدفهای راه ممکن است. در غیر این صورت، در برخورد با این موانع، ممکن است بتوان با استفاده از یک تغییر جهت (پیچ)، از آن دور شد. برای این کار، لازم است نخست، شیب زمین در محل برگشت متعادل باشد و یا یک تراس مناسب در نقطه مورد نظر وجود داشته باشد. در غیر این صورت، ناگزیر از تغییرهایی در مسیر هادی خواهیم بود، مانند تغییر شیب مسیر در محدوده مجاز و یا تغییر در نقطه آغاز و انشعاب؛ آن‌هم در صورتی‌که این کار، از نظر اجرا (با توجه به شیب و شرایط نقطه انشعاب جدید) و از نظر تامین هدفهای از پیش تعیین شده و مطالعات قبلی، مقدور باشد، به علاوه بتواند مشکل (مانع) را رفع کند.

در مورد تغییرهای شیب نیز، باید توجه داشت که این امر در قالب شیپهای استاندارد باشد، زیرا اصلاح بعدی شیب‌های طولی نادرست به سادگی مقدور نیست (مگر با تغییر مسیر راه).

۳-۲-۲- عبور از دامنه‌های پر شیب و مواج

دامنه‌های پر شیب و مواج، دامنه‌هایی هستند که در آنها، دره‌هایی با دیواره‌ها و خط‌القع‌های پر شیب وجود داشته باشد. عبور از چنین دامنه‌هایی، بسیار مشکل، پر هزینه و اغلب ناممکن است و باید از آن به طور جدی دوری کرد. در محدوده زمین‌های پر شیب و بدون بریدگی، عبور در فاصله‌های کوتاه (بسته به شرایط)، ممکن است. در



دامنه‌های پر شیب، نمی‌توان به مسیر هادی حرکت مارپیچی داد یا از تغییر جهت‌های عمده (پیچ) استفاده کرد، زیرا این کار، عملیات خاکی زیادی را طلب می‌کند و ممکن است لغزش، رانش و حرکت‌های توده‌ای را به وجود بیاورد.

در صورت لزوم به دور زدن (پیچ) روی دامنه پر شیب، حتماً به یک تراس طبیعی با وسعت و ابعاد کافی، نیاز خواهد بود.

در دامنه‌های با شیب ملایم و مواج، گاه می‌توان (بسته به شرایط زمین، کیفیت راه و امکانات) با قبول مقداری خاکبرداری و خاکریزی (طولی و عرضی)، مسیر را به طور مستقیم در عرض دامنه عبور داد. در این حالت، شیب مسیر هادی، معادل شیب مورد نظر برای راه ساخته شده، انتخاب می‌شود. در غیر این صورت (یعنی پیروی مسیر هادی از خطوط مقدار)، لازم است شیب مسیر هادی را به اندازه مشخصی (که بستگی به شرایط توپوگرافیک دارد)، نسبت به شیب حداکثر، کاهش دهیم (حدود یک تا سه درصد کاهش). زیرا، طول مسیر هادی یک‌بار در تنظیم پلی‌گن مسیر قطعی (خطوط مماسی) و یک‌بار در پیاده کردن قوس‌ها (به شرح بندهای ۴ و ۵ نگاه کنید)، کاهش می‌یابد و این به معنی افزایش شیب محور طولی راه در مراحل بعدی است. به علاوه، لازم است شیب طولی قوسهای با شعاع کم ۵٪ انتخاب شود (به معیارهای فنی راه، نشریه ۱۳۱ نگاه کنید) و در چنین شرایطی، با قوسهای متوالی با شعاع کم مواجه خواهیم شد. در نتیجه، با پیش‌بینی قبلی در دامنه‌های مواج، شیب طولی را ۵٪ در نظر می‌گیریم (به دلیل یاد شده). اما، در صورتی که فاصله فراز و نشیب‌ها در روی دامنه نزدیک به هم باشد، پیروی از خطوط مقدار (قوس‌های متوالی)، ممکن نیست، زیرا با تغییر جهت‌های متوالی و ناهمسو، مواجه خواهیم شد (با فاصله کم).

در صورت رویارویی با تغییر جهت‌های ناهمسو (با فاصله کمتر از

$10 + r_1 \tan \frac{\beta_1}{2} + r_2 \tan \frac{\beta_2}{2}$ ، لازم است مسیر هادی را به طور مستقیم (با جهش‌ها و

پرش‌های متوالی)، عبور دهیم. اغلب، اضافه حجم عملیات خاکی، چنین اجازه‌ای را نمی‌دهد (این امر بستگی به شدت فراز و نشیب‌ها دارد) و در چنین حالتی، باید مسیر

هادی تغییر یابد.

در یک حالت دیگر، در دامنه‌های پرشیب نیز ناگزیر از تغییر مسیر هستیم و آن دامنه‌هایی هستند که از یک سو (و یا در حالت بدتر، از دو سو) مشرف به دره‌های عمیق هستند. بدترین شرایط، حالتی است که این دره‌های عمیق، خطوط مرزی جنگل ما را نیز تشکیل دهند.

در صورت وجود تراس‌های مناسب، برای استفاده از پیچ به منظور گریز احتمالی از این وضع، ممکن است بتوان مسیر مورد نظر را پیاده کرد.

در شرایطی که عرض دامنه کم بوده و از دو سو مشرف به دره‌های عمیق باشد، حتی وجود تراس‌های مناسب برای استفاده از مارپیچ هم کمک نمی‌کند، زیرا مسیر راه‌پله مانند، پرهزینه و خطرناک خواهد شد.

۳-۲-۳- عبور از زمین‌های بسته و کور

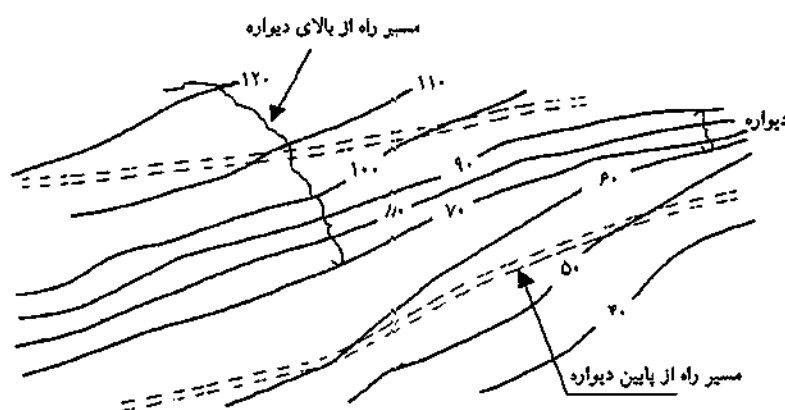
توجه به این مسئله که هر مسیر منفرد، راهی جزئی از یک شبکه کلی‌تر است، ما را ملزم به این اصل می‌کند که مسیرهای انتخاب شده را بتوان تا حد امکان، ادامه داد و به عرصه‌های جنگلی دورتر وارد شد. در صورت رسیدن به منطقه‌ای که ادامه مسیر را بر خلاف هدف‌های از پیش تعیین شده ناممکن می‌کند، امکان دارد که در تصمیم‌گیری‌های نهایی (به بند ۲-۸ نگاه کنید) از آن صرف‌نظر شود، مگر اینکه مسیر ما، هدف‌های مورد نظر را به گونه‌ای تامین نماید، که به رغم این اشکال، باز هم ساخت چنین راهی مطلوب باشد. در هر صورت، باید سعی کنیم که با استفاده از امکان جابه‌جایی مسیر (تغییر شیب در قالب استانداردها، استفاده از پیچها و حرکت‌های مارپیچی، تغییر نقطه آغاز ...)، از مجاورت زمین‌های بسته عبور کنیم و این زمین‌ها را با احداث راه‌های فرعی، قابل دسترسی نماییم.



۴-۲-۳- عبور از دیواره‌های طولانی و کم ارتفاع

در عبور از دیواره‌های کم ارتفاع و طولانی، لازم است مسیر هادی با فاصله‌ای مناسب و امن، با توجه به مرز حوزه چوب‌گیر، از پایین دست یا بالادست این گونه دیواره‌ها عبور کند، تا به نقطه دلخواه برسد. عبور در امتداد شیب دیواره، مستلزم عملیات خاکی زیاد خواهد شد (شکل ۴-۲-۳).

شکل ۴-۲-۳



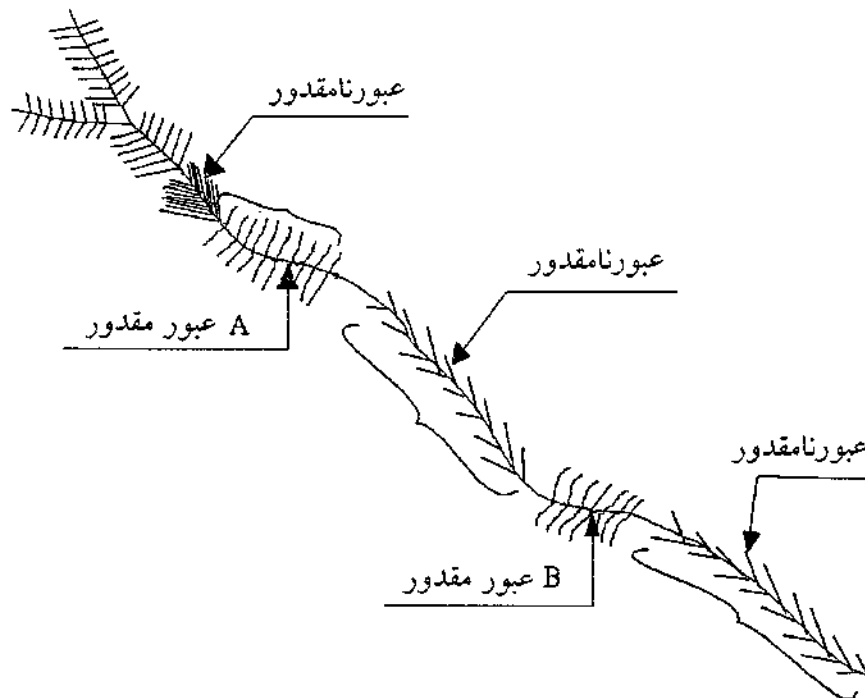
۵-۲-۳- عبور مسیر هادی از خط‌القعرهای با شیب تند (به طور مورب)

به طور کلی، اغلب شیب خط‌القعرها در قسمت‌های بالادست دره‌ها، ملایم و دامنه‌های دو طرف دره، کم شیب است. در قسمت‌های پایین و مجاور جلگه نیز، شیب خط‌القعر و دامنه‌های دو طرف ملایم است (دره به شکل U). تنها در قسمت‌های میانی مسیر دره، شیب خط‌القعر زیاد، و دره تنگ است. یعنی شیب دامنه‌های دو سمت خط‌القعر در این قسمت زیاد، و دره به شکل V است.

در ردیابی مسیر هادی، اغلب لازم می‌شود که از قسمت‌های میانی مسیر دره عبور کرد، که این کار، ناممکن به نظر می‌رسد. اما، در طول قسمت‌های میانی دره نیز مواضعی با شیب کم یا خیلی تند و آبشار مانند وجود دارد. در صورت ضرورت عبور از قسمت‌های میانی مسیر دره‌ها، لازم است جستجوی کافی به عمل آید، تا مسیر هادی از نقاطی عبور کند که

شیب دره و دامنه‌های دو طرف آن، حتی به طور موضعی ملایم باشد (شکل ۳-۲-۵).

شکل ۳-۲-۵- دره پر شیب



در شکل بالا، عبور از دره در نقاط A و B مقدور است.



در قسمت‌های بالادست دره‌ها، که گاه به صورت هزار دره است، شیب خط‌القدر کم و دامنه‌ها نیز کم شیب هستند، اما لکن عبور راه از قسمت‌های بالاتر دره، مشکل نقل و انتقال چوب را (به سمت بالا) بیشتر می‌کند. عبور از قسمت‌های کم شیب مجاور جلگه نیز، گاه به علت وجود مخروط افکنه‌ها مواجه با اشکال می‌شود، که باید به آن توجه شود. در ردیابی مسیر هادی، به هر ترتیب لازم است ضمن رعایت مسایل نقل و انتقال چوب (کشیدن چوب به طور معمول از بالا به پایین)، از نقاط امن و کم خرج‌تر و دارای ثبات بیشتر زمین، عبور کنیم. موضوع بند بالا، تا حدودی در مورد خط‌الراس‌ها نیز صادق است.

۳-۲-۶- عبور از زمین‌های باتلاقی و سست، یا حساس

در زمین‌های جنگلی، گاه با زمین‌های باتلاقی و سست و خاکهای مرطوب، نواحی دارای خطر لغزش و رانش و به ویژه حرکت‌های توده‌ای زیاد مواجه می‌شویم، که مسلماً باید از این‌گونه زمین‌ها پرهیز شود.

نحوه اجتناب از این زمین‌ها، تشخیص حدود و مرزهای آنهاست و سعی در گذر از کناره‌های این زمین‌ها، که دارای ثبات و استحکام قابل قبول‌اند. تشخیص این‌گونه زمین‌ها، با مطالعات خاک و یک سلسله آزمایش‌های ساده (به بخش مطالعات روی زمین و جنگل گردشی نگاه کنید)، امکان‌پذیر است. روش پرهیز از این‌گونه نقاط، مشابه روش پرهیز از دامنه‌های پرشیب و زمین‌های ناجور است، به این ترتیب که با استفاده از تغییرهای شیب در حدود شیب مجاز، استفاده از حرکت‌های مارپیچی و تغییر جهت‌های زیاد (پیچ)، می‌توان ابتدا مسیر را قدری به بالاتر هدایت کرد و سپس بعد از رد مانع (در صورت لزوم)، آنرا به حدود ارتفاع طبیعی مسیر هادی، برگرداند.

این کار، به طور معکوس نیز ممکن است یعنی ابتدا کاهش شیب، سپس بعد از گذر از مانع، افزایش ارتفاع با افزایش شیب، یا با استفاده از حرکت مارپیچی. لازم به توضیح است که حرکت‌های مارپیچی و استفاده از پیچ‌ها اشکال‌ها و موانع خود را دارند، که در بند مربوط به پیچ (بند ۴-۷)، به آن اشاره خواهد شد.

۳-۲-۷- عبور مسیر هادی از آبراهه‌ها یا دره‌های وحشی و طغیان کننده

امتداد مسیر هادی و محور راه، در عبور از این گونه دره‌ها، باید حتماً عمود بر مسیر دره در محل عبور باشد، یعنی عمود بر امتداد خط‌القعر. این امر، به ویژه در دره‌های پر شیب و دارای طغیان‌های شدید آب، الزامی است. در غیر این صورت، تثبیت دیواره‌ها به طول حداقل ۳۰ متر در هر دو سمت محل عبور، ضروری خواهد شد، که بسیار پرهزینه است. عبور در امتداد عمود بر مسیر خط‌القعر، در عین حال موجب می‌شود که طول لوله‌گذاری و یا پل، کاهش یابد و این امر در کاهش هزینه‌ها (به ویژه در مورد پل)، بسیار موثر است.

۳-۲-۸- عبور در امتداد خط‌القعر در دره‌های ملایم

بهترین راه‌های جنگلی از نظر پوشش جنگل و نقل و انتقال چوب، راه‌هایی هستند که در پایین دست دامنه و در امتداد دره، قرار دارند. از اصول بسیار مهم طراحی راه‌های جنگلی، آن‌است که در صورت امکان، راه‌های جنگلی از قسمتهای پایین‌تر دامنه‌ها و در مجاورت خط‌القعر، عبور کنند. این کار، در مناطق کوهستانی و به ویژه در جنگلهای شمال ایران، اغلب مشکل و نامقدور است، اما مواردی پیش می‌آید که رعایت این اصل ممکن می‌شود. این کار، حتی در شرایط به نسبت خوب نیز، اغلب مواجه با اشکال می‌شود. از آن جمله، مسیر کج و معوج، خطر طغیان آب و از آن مهم‌تر، رویارویی با قسمت‌های پر شیب خط‌القعر (شکل ۳-۲-۸) است. در انتخاب مسیر درون دره‌ای، لازم است به مسایل آب، طغیان آن و خطر فرسایش کناره‌های راه، توجه شود. در برخورد با شیب‌های شدید بین راهی در مسیر خط‌القعر، می‌توان از یکی از دو روش زیر یاری جست:

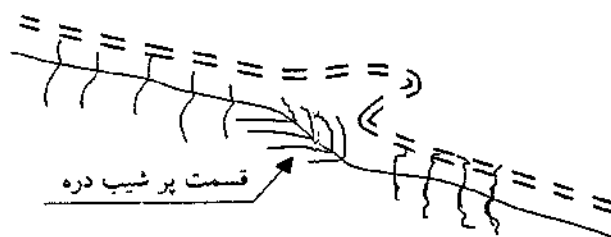
- روش استفاده از مارپیچ روی دامنه مجاور، در صورت تعادل شیب، یا وجود تراس‌های مناسب. گاه می‌توان با استفاده از یک دامنه فرعی کم شیب و مناسب در مجاورت محل، با یک حرکت مارپیچی، اختلاف شیب را متفی کرد. در این روش، با استفاده از یک حرکت رفت و برگشت، سعی می‌کنیم قسمت پر شیب دره یا خط‌القعر را



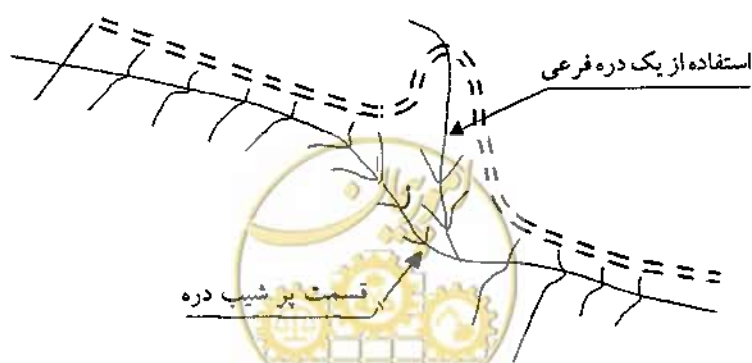
برطرف کنیم و به این ترتیب، امکان ادامه مسیر را به قسمتهای عمقی‌تر دره، تا آنجا که امکان دارد، فراهم آوریم (شکل ۳-۲-۸-الف).

- روش استفاده از دره‌های جانبی، به این ترتیب است که به جای عبور مستقیم از روی دره فرعی (با احداث پل یا لوله‌گذاری)، مسیر را در امتداد دره فرعی منحرف نموده و پس از به دست آوردن ارتفاع لازم (در حرکت رفت و برگشت)، دوباره به داخل دره اصلی بازگشت می‌کنیم. (شکل ۳-۲-۸-ب).

شکل ۳-۲-۸-الف- استفاده از یک دامنه مناسب و حرکت مارپیچ



شکل ۳-۲-۸-ب- استفاده از یک دره فرعی



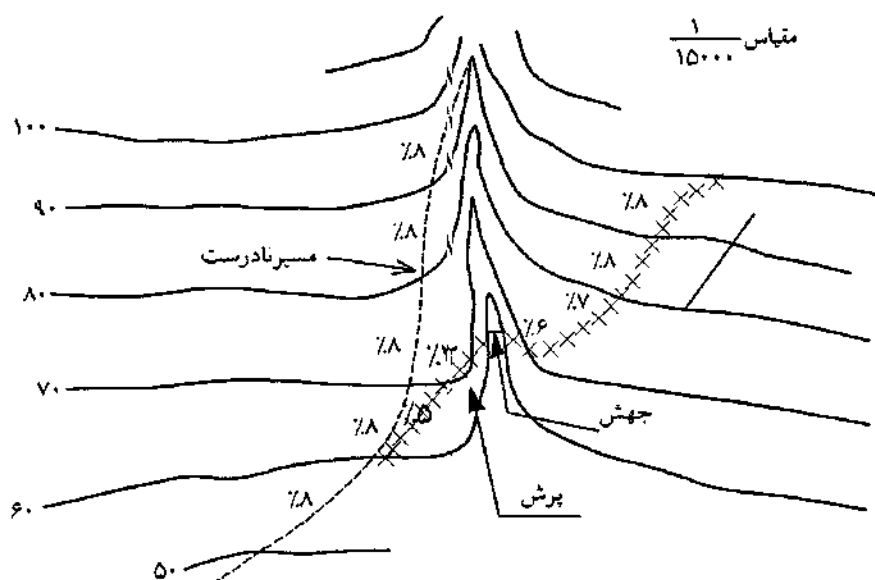
۳-۲-۹- عبور از دو سمت دره‌ها (و یال‌ها) با شیب تند دیواره‌ها

به طور کلی، در عبور از دامنه‌ها به طور متوالی مواجه با دره‌های فرعی هستیم. در عبور از این‌گونه دره‌ها، به ویژه در صورتی که خط‌القعر آنها دارای شیب به نسبت کمی باشد، ناگزیر از تغییر شیب به ترتیبی هستیم، که هر چه سریعتر به خط‌القعر رسیده، از آن سو نیز در فاصله کم، از حاشیه دره خارج شده و دوباره، وارد دامنه اصلی و کم شیب شویم.

در یک مثال، فرض می‌کنیم با شیب مثبت ۸٪ مجاز، به دره‌ای می‌رسیم که شیب دیواره‌های آن، ۶۰٪، عمق دره ۲۰ متر، و شیب خط‌القعر در جهت حرکت مسیر هادی، ۱۲٪+ است. در این صورت، اگر شیب مسیر هادی ۸٪+ باشد، برای رسیدن به ته دره، ناگزیر باید مسافتی حدود پانصدمتر را طی کنیم که این فاصله، با توجه به شیب ۶۰٪ دیواره بیست‌متری، بسیار زیاد است. حال اگر شیب ۳٪+ را انتخاب کنیم، می‌توان در فاصله‌ای برابر ۲۴۰ متر، از بالای دیواره دره به عمق آن رسید. برعکس، در صورت انتخاب شیب ۸٪ در طرف مقابل، می‌توان در فاصله‌ای حدود صدمتر، از دره خارج شد. این واقعیت حکم می‌کند، که برای گریز از شیب ۶۰٪ و ورود به زمین‌های بهتر، شیب مسیر هادی در سمت ورودی، ۳٪+ در نظر گرفته شود، تا با ایجاد اختلاف شیب زیاده‌تر (بین شیب مسیر و شیب خط‌القعر)، در فاصله کمتری، به ته دره برسیم ($۴\% = ۱۲\% - ۸\%$). در حرکت معکوس، یعنی در شیب‌های منفی، لازم است شیب مسیر هادی در ورود به دره، افزایش یابد (تا حد مجاز) و برعکس، شیب در سمت خروجی کاهش یابد. در شکل زیر، مثال بالا در مورد اول، در دو حالت الف و ب نشان داده شده است.



شکل ۳-۲-۹- استفاده از تغییر شیب، برای گذر سریع از دره‌ها (در مورد خط‌الراس‌ها نیز، از روش تغییر شیب به تناسب شرایط آن، می‌توان استفاده کرد).



۳-۳- عبور از موانع دید در ردیابی مسیر هادی

در ردیابی مسیر هادی در مناطق جنگلی، گاه وجود موانعی مانند سنگ‌ها و برجستگی‌های بزرگ و یا درختان قطور، امکان دید را برای ردیابی مسیر هادی از بین می‌برد، که این پدیده، چندان هم نادر نیست. در چنین شرایطی، اگر مانع دید درخت باشد، می‌توان با استفاده از دو نقطه کمکی امتداد مسیر را پیدا کرد. برای این کار، کافی است با استفاده از یک نقطه کمکی (نقطه A)، در مجاورت آخرین پیکه از مسیر هادی (در جایی که درخت مانع دیدن نقطه بعدی است)، که به اندازه h ، در بالادست یا پایین‌دست آخرین پیکه قرار دارد، به نقطه بعد (یا شیب مورد نظر مسیر هادی) دید رفت (نقطه B) و سپس، دوباره نقطه B را به اندازه h (مقدار h باید معلوم باشد)، اصلاح نمود تا به ارتفاع نخستین بازگردد.

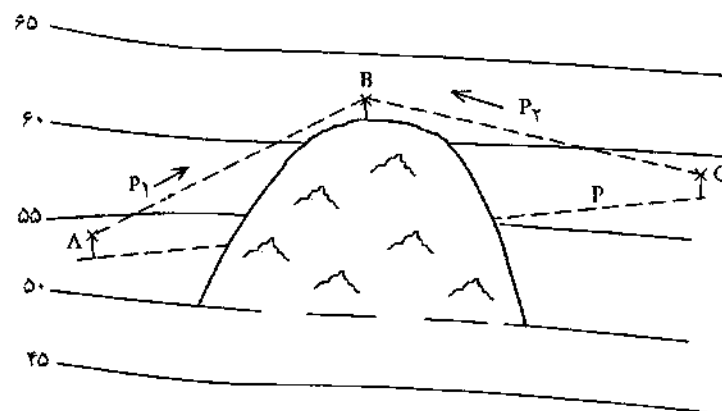
در صورتی که مانع دید، یک صخره بزرگ، یا یک برجستگی بلند باشد (به شرط اینکه حذف آن در موقع ساختن راه ضروری باشد)، می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

از آخرین نقطه دید در مسیر هادی (نقطه A جلوی مانع)، شیب نقطه‌ای را روی مانع (نقطه B، نقطه‌ای که از پشت مانع هم قابل دید باشد) اندازه‌گیری و یادداشت می‌کنیم (P_1) سپس، پشت مانع قرار گرفته، از نقطه C (فاصله AB برابر BC)، به طرف B دید می‌رویم و سعی می‌کنیم با حرکت به سمت بالا و یا پایین (به طوری که فاصله BC برابر AB حفظ شود)، شیب P_2 را که قابل محاسبه است، بخوانیم. وقتی نقطه B را در برابر شیب P_2 دیدیم، نقطه C در امتداد مسیر هادی (با شیب مورد نظر یعنی P)، به دست آمده است. مقدار P_2 از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$P_2 = - (P_1 - 2P)$$

در رابطه بالا، P_2 شیب از نقطه C به B، P_1 شیب از نقطه A به B و P شیب مورد نظر (برای مثال، $\angle A$) است (شکل ۳-۳).

شکل ۳-۳- روش عبور دادن مسیر هادی از بلندیهایی مانع دید



مقیاس $\frac{1}{1000}$ ، فاصله خطوط مقدار ۱۰ متر، و شیب مورد نظر P، برابر $\angle A$ است.

۳-۴- مبانی کار در ردیابی مسیر هادی

در آغاز عملیات مربوط به ردیابی مسیر هادی، با تکیه بر تمام موارد بندهای پیشین، نکته مهم، انتخاب نقطه آغاز و محل انشعاب است. با توجه به اینکه نقطه آغاز، در وضعیت



عبور مسیر و نیز، در چگونگی امکان پیاده کردن پیچ‌ها و قوس‌ها اثر دارد، لازم است در آغاز ردیابی مسیر، به ویژه در عرصه و روی زمین، دقت کافی به عمل آید و بیکه صفر، در جایی کوبیده شود که در مراحل بعد، به ویژه از نظر پیاده کردن مسیر مماسی و طراحی قوس‌های مربوط به انشعاب و اتصال مسیرها، دچار اشکال نشویم. اشکال‌هایی که ممکن است پس از این پیش بیاید عبارت است از:

- تنگی جا برای احداث پیچ‌ها و قوس‌های انشعابی و اتصالی.

- تغییر شیب در محل انشعاب، به طور نامناسب.

- خاکبرداری‌ها و خاکریزی‌های خارج از حد قابل قبول.

- بدی دید در تردد کامیون‌ها و وسایل نقلیه.

به این ترتیب، نقطه آغاز باید در محلی باشد، که مسیر راه اصلی‌تر (برای مثال، راه اصلی درجه ۱ یا راه عمومی)، از زمین‌های کم شیب‌تر (تراس مانند) عبور می‌کند، و موانع دید برای ترافیک نیز، تا جایی که ممکن است، وجود نداشته باشد. در این مرحله، لازم است از ابتدای کار، در تعیین محل بیکه صفر (نقطه آغاز)، به چگونگی و وضعیت قوس‌های انشعابی بعد، اندیشید (به بند ۳، نگاه کنید).

- ردیابی مسیر هادی، در دو مرحله، به طور توأم انجام می‌گیرد. یکی ردیابی مسیر (به منظور کسب آگاهی‌های نخستین) روی نقشه، و سپس، ردیابی مسیر روی زمین، با استفاده از آگاهی‌های کسب شده از روی نقشه (نقشه‌های توپوگرافیک). این کار، گرچه ابتدا روی نقشه بررسی می‌شود، اما در کل و به طور عملی، همیشه توأم با بررسی‌های مسیر روی زمین است و هیچ‌گاه، این دو مرحله جدا از هم یا مستقل از یکدیگر پیگیری نمی‌شوند. اصل، تطبیق مسیر هادی مورد نظر، با شرایط زمین است و نه شرایط نقشه.

- در ردیابی مسیر روی نقشه‌های توپوگرافیک، از یک پرگار استفاده می‌شود. نحوه کار تنظیم دهانه پرگار، بر اساس مقیاس نقشه، اختلاف ارتفاع خطوط میزان، و شیب مورد نظر برای مسیر هادی است. برای تنظیم دهانه پرگار، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$d^{mm} = \frac{h \times 100}{P} \gg \text{Scale}$$

در فرمول بالا، h اختلاف ارتفاع بین دو خط مقدار متوالی (به متر)، P ، شیب مورد نظر برای مسیر هادی و $Scale$ ، مقیاس نقشه است. برای مثال، اگر h برابر ۱۰ متر، شیب برابر ۸٪ و مقیاس، برابر $\frac{1}{10,000}$ باشد، در آن صورت، دهانه پرگار به اندازه

$$d^{mm} = \frac{10 \times 100}{8} \times \frac{1}{10,000} = 12/5mm$$

- در ردیابی مسیر روی نقشه، لازم است ابتدا محل آغاز (محل انشعاب) مشخص شود و سپس با قدم پرگار، مسیر هادی با عبور پله پله از یک خط میزان، به خط میزان دیگر (در شیب مثبت به سمت بالا و در شیب منفی به سمت پایین)، به طور تکه تکه ردیابی می شود.

- به منظور بررسی های نخستین مسیر هادی روی نقشه، می توان با تغییر شیب، تغییر نقطه آغاز، استفاده از حرکت های مارپیچی (در قالب امکانات عرصه) و انحراف مسیر به چپ یا راست، سعی در پرهیز از مکان های نامناسب و عبور از عرصه های دلخواه نمود (گریز از موانع و نقاط منفی، و گذر از نقاط مثبت).

- در مطالعات نخستین، پس از تعیین تقریبی عبور مسیر هادی، می توان عوارض زمین در طول این مسیر را روی عکس های هوایی، مورد مطالعه بیشتر قرار داد، تا در مورد امکان استفاده احتمالی و عمل آن روی زمین، اطمینان بیشتری یافت.
به این ترتیب، ردیابی مسیر هادی روی نقشه، توأم با مطالعات مسیر روی زمین، ممکن است بارها و بارها تکرار شود، تا در نهایت، به بهترین نتیجه دست یابیم.

۳-۵- ردیابی مسیر هادی، روی زمین

- پس از مطالعات نخستین برای ردیابی مسیر هادی روی نقشه های توپوگرافیک، و مطالعه مناطق پیرامون آن روی عکس های هوایی، سعی می کنیم که این مسیر را به طور عملی، با استفاده از شیب سنج، روی زمین نیز مورد مطالعه قرار دهیم.

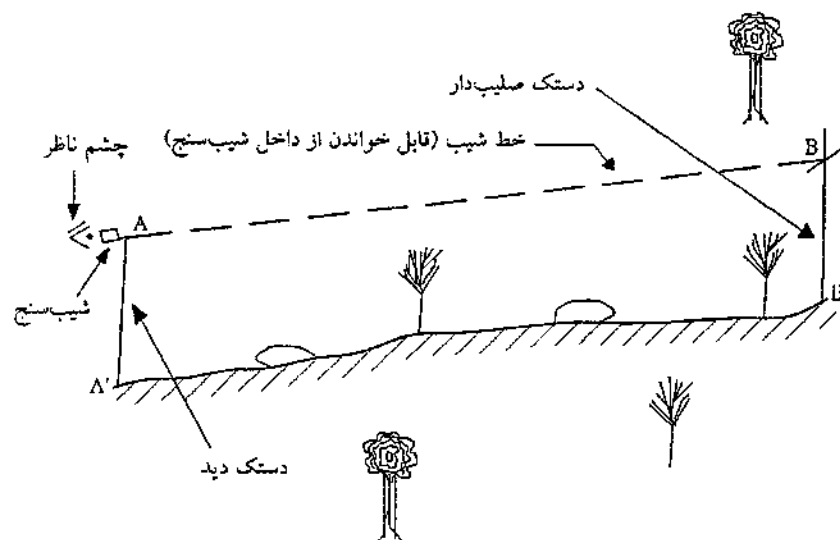


- گروه ردیاب مسیر هادی روی زمین، باید مجهز و سبک باشد، و در عین حال، بسیار سریع عمل کند، تا از فرصت‌های کوتاه اقامت در درون جنگل، حداکثر نتیجه را به دست آورد (گروه ۵ نفره براساس جدول ۲-۲-ج).
- این کار، مهمترین بخش از عملیات تهیه پروژه راه‌های جنگلی است، و به مشارکت کارشناسان عالی نیازمند است.
- از مهمترین لوازم کار در این مرحله، می‌توان به وسایل مندرج در چک لیست زیر اشاره کرد:

چک لیست لوازم مورد نیاز برای ردیابی مسیر هادی :
- نقشه‌های توپوگرافیک دارای مسیرهای مطالعه شده و به علاوه حاوی تمام اطلاعات جمع‌آوری شده لازم، روی آن.
- لوازم اندازه‌گیری به شرح جدول ۲-۵-۱، کدهای Ms, Mc, MA, MK, MT ₅ , MT ₂₅ .
- لوازم شخصی با کد P (بسته به نیاز).
- تمام لوازم کمکی با کد F (شماری ژالن مورد نیاز (FJ)، ۳ تا ۴ عدد (به جای دستک ساده و دستک صلیب دار) و یا
- دستک ساده و دستک صلیب‌دار (با کد Fc)، مطابق شکل ۲-۵-۲-الف.

- برای ردیابی مسیر هادی با شیب مورد نظر، کافی است با شیب‌سنج از ارتفاع برابر صلیب از نقطه آغاز (نقطه A)، به سمت نقطه B دید برویم، به طوری که شیب بین دو نقطه A و B، برابر شیب مورد نظر باشد (شکل ۳-۵-الف). به طور معمول، شیب مسیر هادی را بسته به شرایط اعوجاج مسیر، از نیم تا یک درصد کمتر از شیب نهایی راه انتخاب می‌کنیم. لازم است این کار با دید روشن و برای دستیابی به هدفهای مورد نظر انجام پذیرد و قدم به قدم دنبال شود.

شکل ۳-۵-الف- نحوه استفاده از دستک صلیب‌دار و دستک دید، برای ردیابی مسیر هادی



در شکل بالا، طول AA' باید کاملاً برابر با BB' باشد تا در نتیجه، شیب بین دو نقطه A ، B برابر شیب زمین بین دو نقطه A' و B' باشد. بهتر است ارتفاع AA' یا BB' ، برابر ارتفاع چشم ناظر از زمین باشد، تا با راحتی بیشتری مسیر هادی را ردیابی کند (در این رابطه، به شکل ۱-۶-۲ نگاه کنید).

در این مرحله، یک دید بسیار روشن و کلی از منطقه جنگلی به دست آورده‌ایم و به اصطلاح، به همه گوشه‌ها و زاویه‌های منطقه‌ای که می‌خواهیم طرح راه را در آن پیگیری کنیم، اشراف داریم و جایگزین‌های مختلف عبور مسیر را، شناسایی کرده‌ایم. تنها نکات باریکی در این میان وجود دارد که به طور عملی، ممکن است حین ردیابی مسیر هادی (به وسیله شیب‌سنج)، روی زمین با آن مواجه شویم. احتمال دارد برای فرار از اشکال‌ها، ناچار به تغییر در تصمیم‌گیری‌های نخستین شویم، زیرا مسیر هادی ردیابی شده به وسیله شیب‌سنج، مسیر هادی ماست و باید از هر جهت، قابل قبول باشد.

در ردیابی مسیر هادی، تنها رویارویی با نقاط منفی ناشناخته نیست که ممکن است در عمل اختلالی در کار به وجود بیاورد، بلکه گاه با شرایط بسیار مناسبی نیز، در مجاورت مسیر، رویه‌رو می‌شویم (برای مثال، یک تراس طبیعی در خور توجه، ولی ناشناخته از پیش) که ممکن است برای استفاده از امکانات آن، تغییرهایی در طول مسیر هادی به وجود



بیاوریم.

همان‌طور که اشاره شد، لازم است خلاصه‌ای از تمام اطلاعات، مشخصات راه و عرصه و یادداشت‌های قابل استفاده را برای مرور به موقع و سریع، همراه داشته باشیم. در این یادداشت‌ها، خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به شرایط خاک، وضعیت پوشش، نقاط حساس، نقاط مهم مثبت و منفی، مرزهای مالکیت، حدود محل انشعاب راه و محدوده پایانی مسیر، مشخصات فنی راه و سایر اطلاعات لازم، بسته به شرایط زمانی و مکانی پایه، همراه سرپرست گروه وجود دارد. به علاوه، لازم است یک دفترچه صحرایی که از پیش برای این کار خط‌کشی و آماده شده است، همراه باشد. در شکل ۳-۵-ب، نحوه خط‌کشی و لیست رقم‌های ثبت مسیر هادی، در دفترچه صحرایی نشان داده شده است.

شکل ۳-۵-ب- دفترچه صحرایی، مربوط به ثبت اطلاعات در طول مسیر

شماره ردیف	شماره پیکه قبل	شماره پیکه بعد	شیب خوانده شده	فاصله تقریبی	شیب عرض به تقریب	آزمودن بین دو پیکه	وضعیت خاک	وضعیت جنگل	ملاحظات و توضیحات احتمالا لازم
	0	1							
	1	2							
	2	3							
	3	4							
	4	5							
	5	6							
	...	...							

- همان‌طور که در شکل ۳-۵-الف، پیداست، ابتدا دستک دید، به وسیله فرد ردیاب روی نخستین نقطه آغاز نقطه A، که پیکه شماره صفر روی آن کوبیده شده، قرار می‌گیرد و دستک صلیب‌دار، در فاصله‌ای (به تناسب دید و وضعیت موج زمین، از ۱۵ تا ۳۰ متر) روی زمین قرار داده می‌شود، تا فرد ناظر، از داخل شیب سنج، شیب آن‌زا بخواند. سپس، با فرمان ردیاب (بالا- پایین-خوب) با صدای بلند، شخصی که دستک صلیب را در دست دارد، آن‌قدر به بالا یا پایین می‌رود تا جایی مناسب تعیین شود (نقطه B). کارگر همراه، پیکه شماره ۱ را که از پیش (در حین ردیابی) آماده شده، در نقطه B می‌کوبد.

سپس، بلافاصله فرد ردیاب به محل نقطه B تغییر مکان داده، و فرد با دستک صلیب‌دار، به نقطه‌ای دیگر در فاصله مناسب به عقب می‌رود، و به همین ترتیب، مسیر هادی روی زمین، پیکه‌کوبی (ردیابی) می‌شود.

- در ردیابی مسیر هادی به صورت بالا، استفاده از تمام امکانات مجاز برای گریز از موانع و یا دستیابی به نقاط دلخواه در طول مسیر، و بالا بردن کیفیت عبور امکان دارد. به علاوه، لازم است که تمام اصول، دستورالعمل‌ها و ضوابط مندرج در بخش‌های قبل این دستورالعمل، در آن رعایت شود.

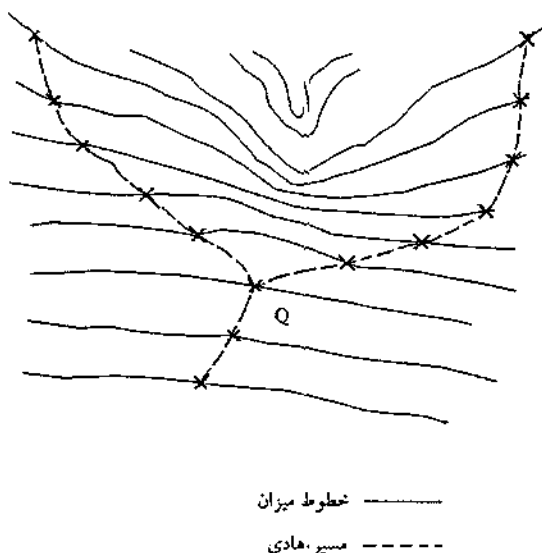
- ردیابی مسیر هادی روی زمین، اغلب در برخی از قسمتهای آن (و یا حتی در کل)، چندین بار تکرار می‌شود. تا بهترین امکان عبور مسیر از نقاط مناسب، به دست آید. در این مرحله، هیچ‌گاه نباید از تکرار کار نگران و خسته شد، و شتاب جایز نیست، زیرا همان‌طور که در پیش به آن اشاره شد، ردیابی مسیر هادی به صورت درست، مهمترین بخش از تهیه پروژه راههای جنگلی است.

- روش‌های مناسب و قابل قبول برای رفع مشکلات، دفع موانع راه، احتراز از مکانهای ناجور و گذر از مناطق خوب، عبارت‌اند از:

- تغییر در مقدار شیب در قالب شیب‌های مجاز.
- تغییر در نقطه آغاز یا ابتدای راه (محل انشعاب)، در حد قابل قبول.
- تغییر در جهت مسیر، با استفاده از پیچ‌ها و برگشت‌ها.
- گردش به سمت راست یا چپ در زمین‌های کم شیب، به ویژه در رویارویی با یک دیواره یا خط‌الراس به نسبت تند، مطابق شکل ۳-۵-ج.
- در شکل ۳-۵-ج، تغییر مسیر هادی از نقطه Q به سمت چپ یا راست، در صورت لزوم امکان دارد.



شکل ۳-۵-ج تغییر مسیر هادی از نقطه Q به سمت راست یا چپ



- اجرای عملیات ساختمانی، با احتیاط زیاد، استفاده از دیواره‌های نگهدارنده، طراحی، ابنیه فنی، زه‌کشی و).

- لازم به یادآوری است که تغییر شیب در هر نقطه، نمی‌تواند از ۲ درصد بیشتر باشد.

در عین حال، فاصله متوالی دو نقطه با تغییر شیب، نباید از ۱۰ متر کوتاه‌تر باشد. این مسئله، به خاطر رعایت حداقل شعاع قوس عمودی در راه‌های اصلی (یک‌باندی) جنگلی است (به نشریه ۱۳۱ نگاه کنید).

- در تغییر جهت‌های عمده، چه به طور طبیعی در گذر از دره‌ها و یال‌ها، و چه به خاطر انحراف مسیر، (به منظور گریز از موانع)، لازم است شیب مسیر هادی، از فاصله ۳۰ متر مانده به نقطه تغییر جهت، و ۳۰ متر بعد از آن، از ۸٪ به ۵٪ کاهش یابد.

کاهش شیب در تغییر جهت‌های حدود ۹۰ درجه یا بیشتر، الزامی است (به اندازه ۳۰ متر قبل و بعد از محل تغییر جهت).

- در ردیابی مسیر هادی، گاه لازم می‌شود از دو نقطه معلوم در محل‌ها و ارتفاعات

مختلف، عبور کرد. در این شرایط، می‌توان اختلاف ارتفاع دو نقطه معلوم را به وسیله آلتیمر به دست آورد (در چند مرحله اندازه‌گیری و معدل‌گیری) و سپس، طول مسیر با شیب مورد نظر را از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$L = \frac{h}{p} \times 100$$

در فرمول بالا، L طول مناسب مسیر هادی، h اختلاف ارتفاع بین دو نقطه و P شیب مورد نظر است.

- یکی از مسایل مهم در ردیابی مسیر هادی روی زمین، استفاده از جهش و پرش در عبور از دره‌ها و یال‌هاست.

این کار، به خاطر پیروی از حدود قوسی است که پس از آن پیاده خواهد شد. یعنی به خاطر اجتناب از یک حرکت رفت و برگشت زاید (روی خط یال یا خط‌القعر)، که منجر به اختلال شیب قوس در مرحله پیاده کردن آن خواهد شد.

در عین حال، با حرکت جهشی، از ایجاد یک زاویه تنگ (در حرکت مسیر هادی در دو سمت یال یا دره) خودداری می‌شود. در نتیجه، در انتخاب مرکز قوس و طول شعاع در مراحل بعد، دچار مشکل یا اشتباه نخواهیم شد.

- در انجام جهش یاد شده، باید اختلاف ارتفاع خط جهش (بین دو نقطه A و B شکل ۳-۵) از خط‌الراس و خط‌القعر را، به خوبی مد نظر داشته باشیم. به ویژه در عبور از خط‌القعرها، این مسئله اهمیت زیادی دارد. بهترین ارتفاع، حدود ۲ تا ۳/۵ متر است (بسته به دبی آب قابل عبور). این مقدار ارتفاع (خط AB از خط‌القعر)، به منظور تسهیل در انجام لوله‌گذاری و گاهی برای احداث پل‌های کوچک است.

- فاصله بین دو نقطه A و B ، در جهش نیز دارای اهمیت زیادی است، زیرا قوسی که بعدها پیاده می‌شود، از آن پیروی می‌کند. به ترتیبی که این خط یا وتر، قوس و یا در حالت‌هایی خط مماس قوس مشترک ما خواهد شد (به شکل ۴-۳-۶-ز نگاه کنید). در نتیجه، فاصله بین دو نقطه A و B ، باید به اندازه‌ای باشد که قوس دلخواه (با شعاع مورد نظر) در آن بگنجد.



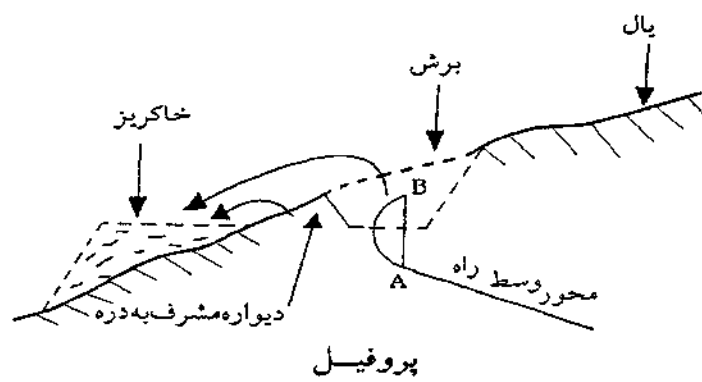
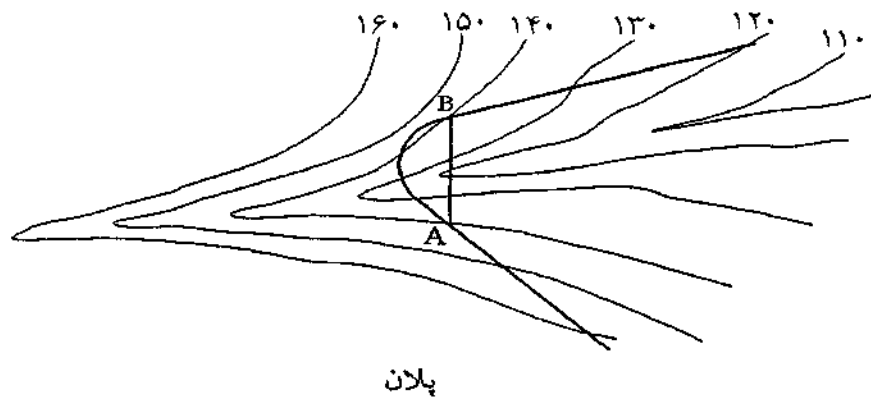
- هر قدر فاصله دو نقطه A و B بیشتر باشد، امکان استفاده از قوس با شعاع بزرگتر بیشتر است. اما در عین حال، اختلاف ارتفاع از خط‌القع‌ر (یا خط‌الراس) بیشتر و در نتیجه حجم عملیات خاکی افزون‌تر خواهد شد (ارتفاع بیشتر و طول بیشتر در عملیات خاکی). در نتیجه، انتخاب محل و موقعیت دو نقطه A و B نیاز به بررسی در محل دارد و به نظر می‌رسد که برای راه‌های جنگلی اصلی یک خطه، طول AB حدود ۱۵ تا ۲۵ متر (به نسبت زاویه‌های تغییر جهت در دو سمت مسیر)، مناسب باشد.

- در عبور از یال‌ها، می‌توان با خاکبرداری قدری عمیق‌تر (فاصله A و B قدری بیشتر) و سپس خاکریزی در سمت پایین‌تر یال، یک میدان برای دید و دپوی بهتر و استفاده‌های مختلف به وجود آورد (شکل ۳-۵-د).

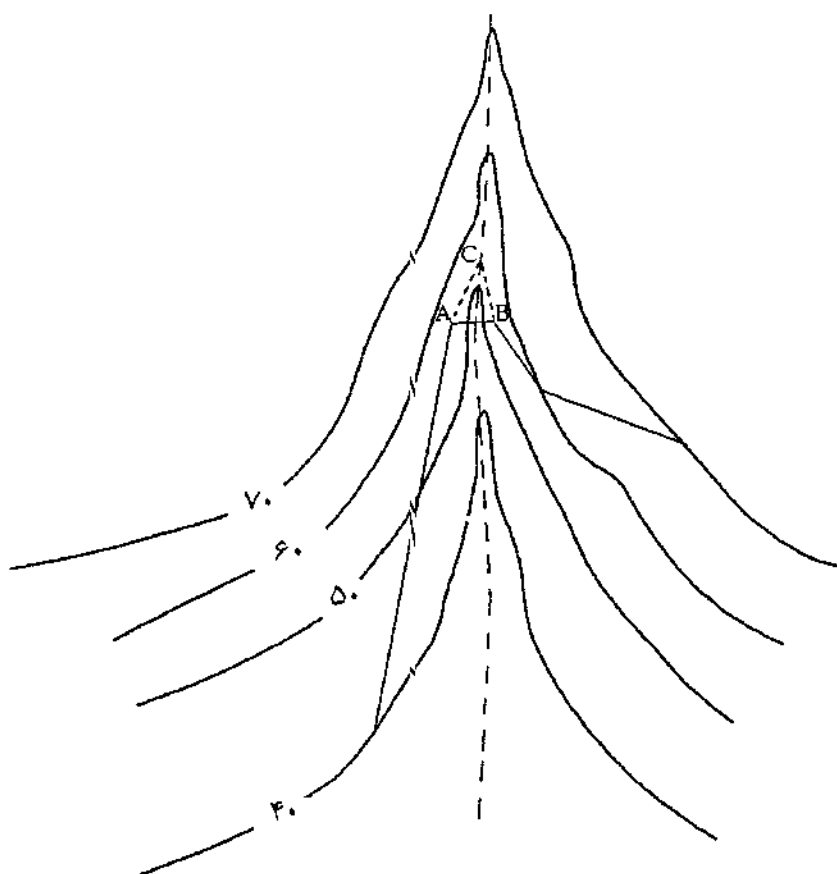
- یک اصل مهم، در نظر گرفتن تغییرهای شیب در دیواره‌های دو سمت این‌گونه دره‌ها و یال‌هاست (به شکل ۳-۲-۹ نگاه کنید). این کار، به صورتی انجام گیرد که هر چه سریع‌تر از دیواره‌های پرشیب مجاور خط‌الراس یا خط‌القع‌ر دور شویم. همان‌طور که در شکل از وضعیت مسیر هادی پیداست، عبور با شیب ۵٪ و ۳٪ در سمت چپ شکل (خط با علامت + + +)، ما را به سرعت به قعر دره می‌رساند. در حالی که خط هادی با شیب ۸٪، مسیری طولانی در داخل دره دارد (خط با علامت - - -). شیب در دیواره برابر به عکس است، یعنی مسیر ۸٪ درست و مسیر با شیب ۵٪ نادرست است.



شکل ۳-۵-د- جهش از روی یال و استفاده از دیواره مشرف به پایین، برای تسطیح راه در قوس عبوری از یال



شکل ۳-۵-هـ- جهش و انتخاب شیب مناسب در عبور از دره‌ها



در شکل ۳-۵-هـ جهش بین نقطه A، B است، در شکل، عبور مسیر هادی منطبق بر خط القعر (نقطه C) نیز نادرست است. این مسئله، در عبور از روی خط‌الرأس‌ها نیز صادق است. شیب بین دو نقطه A و B، حداکثر ۵٪ است و می‌توان در صورت لزوم، آنرا صفر درصد انتخاب کرد، زیرا تعادل شیب آن در مرحله خاکریزی، با کنترل ارتفاع خاکریزی میسر است.

□ ۴- دستورالعمل تنظیم مسیر قطعی

۴-۱- تعریف

- مسیر قطعی، عبارت است از محور واقعی راه (محور وسط بستر راه، یا نوار عملیات خاکی)، به رغم اینکه این مسیر در امتداد مسیر هادی است، اما منطبق بر آن نیست، با تعدیل حالت مارپیچی آن از کنار پیکه‌های مسیر هادی به صورت خطوط مستقیم و به نسبت طولانی، که با قوسهای هندسی به هم وصل شده‌اند، عبور می‌کند.

- مسیر قطعی، از دو قسمت متمایز از نظر هندسی و از نظر روند اجرای کار تهیه پروژه راههای جنگلی، تشکیل می‌شود:

یکم: مسیر مماسی، یا مسیر خطوط مستقیم، که این خطوط یکدیگر را در نقاطی به نام Po Intersection Po قطع می‌کنند. (نقاط IP).

دوم: قوسها و پیچهایی که در حالت مماس با این خطوط، قابلیت عبور روان و امن وسایل نقلیه را از امتداد یک خط مستقیم، به امتداد خط مستقیم دیگر، فراهم می‌آورند.

- از نظر اجرا، لازم است اول امتداد خطوط مماسی از ابتدای مسیر هادی تا آخرین پیکه آن تنظیم شود، و سپس (بعد از قطعی شدن آن)، اقدام به محاسبه و پیاده کردن قوسها و پیچها کنیم.

- در اجرای امور مربوط به تنظیم مسیر قطعی، روند و مراحل زیر، به ترتیب دنبال می‌شوند:

- تهیه لوازم مورد نیاز.

- تعیین نخستین مماس، با توجه به شرایط نخستین قوس در محل انشعاب.

- تعیین خطوط مماسی، تا انتهای مسیر.

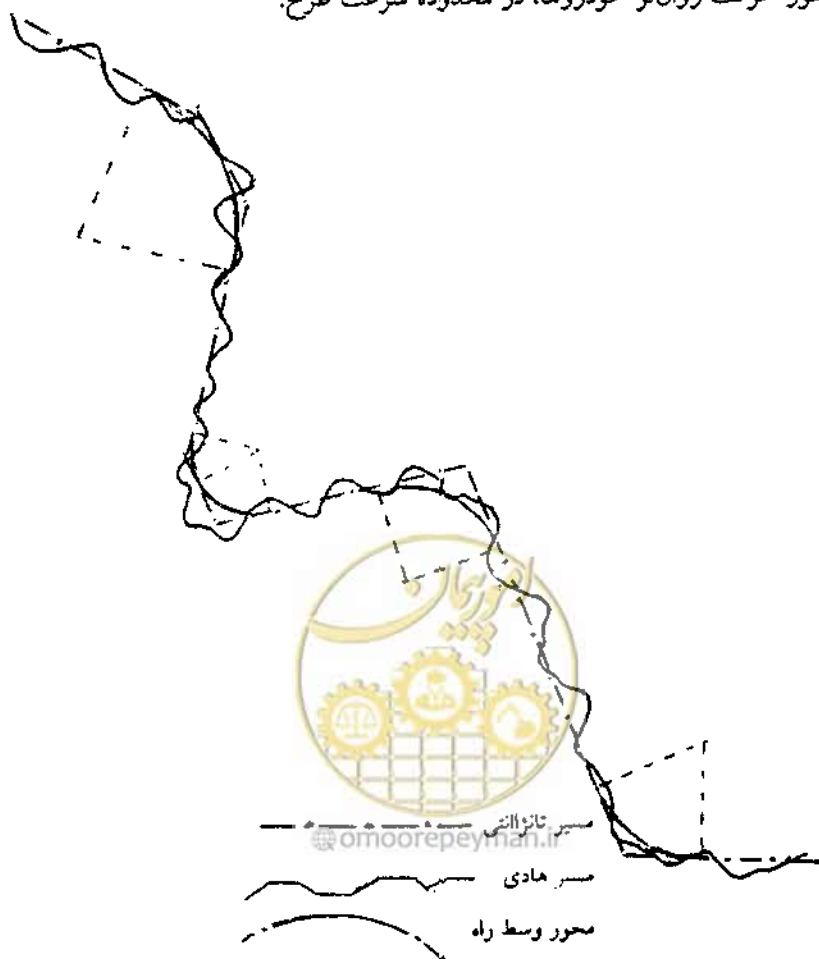
۴-۲- تنظیم خطوط مماسی

مسیر هادی، شامل خطوط کوتاهی است که با زاویه‌های کوچک یا بزرگ، به هم متصل شده‌اند. بدیهی است که چنین مسیری، نمی‌تواند به عنوان محور راه برای کامیونها،



کیفیت عبوری مناسبی را ارائه دهد. از این رو، بر حسب وضعیت، دو یا چند خط از خطوط مسیر هادی، با یک خط مستقیم که در اصطلاح، آنرا خط مماسی می‌نامیم، تعدیل می‌شوند. به طوری که، پلی‌گون حاصل از خطوط مماسی، شامل خطوط طولانی‌تری است که با زاویه‌های مناسب‌تری به هم متصل شده‌اند. در محل برخورد هر خط مماسی، قوسی طراحی و پیاده می‌شود، که بر این دو خط مماس است (وجه نام‌گذاری خطوط مماسی). خطوط مماسی، پس از آنکه در نقاط برخورد (نقاط IP)، توسط قوس به هم متصل شدند، محور وسط راه را تشکیل خواهند داد (شکل ۴-۲).

به این ترتیب، خطوط مماسی، عبارت‌اند از تعدیل پلی‌گون پریچ و خم مسیر هادی، به وسیله خطوط مستقیم‌تر و زاویه‌هایی تا حد ممکن بازتر، برای ایجاد مسیر متعادل، به منظور حرکت روان‌تر خودروها، در محدوده سرعت طرح.



شکل ۴-۲- وضعیت خطوط مماسی نسبت به مسیر هادی



+++++ مسیر هادی

————— مسیر مماسی



خطوط مماسی، محور وسط راه را به دقت (در قسمتهای مستقیم)، و ارتفاع سطح راه را به طور تقریب (با اختلاف حدود ۲ تا ۳ متر)، بر حسب شیب منطقه و چگونگی قرار گرفتن آن نسبت به مسیر هادی، نشان می‌دهد (در حالی که، ارتفاع دقیق هر نقطه از محور طولی، در خط پروژه معین می‌شود).

۴-۲-۱- اصولی که باید در تنظیم خطوط مماسی (تانزانتی) رعایت شود

- اصول فنی و ایمنی راه، ایجاب می‌کند که خطوط مماسی بلندتر، شمار پیچ‌ها و قوس‌های آن کمتر و زاویه‌های α ، بزرگتر باشد.

از طرفی، امکان‌های مالی و مسایل حفاظتی جنگل، عامل بازدارنده در انتخاب خطوط طولانی‌تر است، زیرا خطوط مماسی بلندتر، موجب عملیات خاکی بیشتر و دیواره‌های بلندتری می‌شود، که نتیجه آن افزایش هزینه‌ها، کاهش کاربردهای راه جنگلی و افزایش لطمه‌های آن به عرصه‌هاست. به این ترتیب، در تنظیم خطوط مماسی، لازم است اصول کلی و بسیار مهمی را به ترتیب اولویت، به صورت زیر در نظر بگیریم:

- مهندس طراح، باید ماهرانه حد معقولی را بین خواسته‌هایی در نظر بگیرد، که آثار دوگانه‌ای در بردارند. یعنی از یک‌سو، راحتی و امنیت عبور، و از سوی دیگر، کاهش هزینه‌ها و آثار تخریبی، افزایش امکان‌های انشعاب، پیش‌بینی محل‌های دپو و نیز، سادگی انتقال چوب از پارسل قطع به کنار راه (دیواره‌های بلند، این کار را مختل می‌کنند).

- لازم است اهمیت و کیفیت راه (اصلی، فرعی، یک بانده، چندباندی)، به عنوان

یک معیار و شاخص مهم در تصمیم‌گیری‌ها، مد نظر باشد.

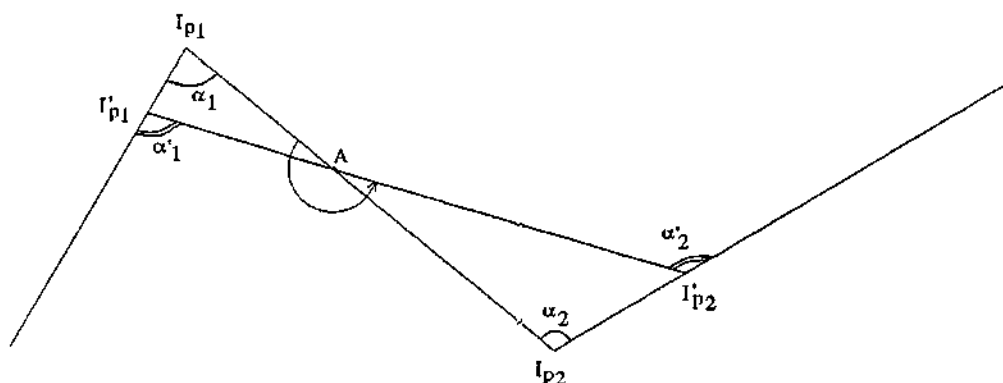
- درجه و اهمیت راه، با توجه به ترافیک، راهنمای خوبی در تنظیم خطوط مماسی است. هر قدر اهمیت راه و تراکم ترافیک بیشتر باشد، نیاز به خطوط مماسی طولانی‌تر و زاویه‌های بزرگتر α ، بیشتر است.

- در انتخاب خطوط مماسی، عوارض زمین (شیب عرضی، نوع خاک، حساسیت

زمین در برابر آب، تاسیسات مورد نظر یا موجود و) مورد نظر قرار می‌گیرد.

- هر قدر شیب دامنه بیشتر و شرایط خاک و عملیات خاکی نامناسب‌تر باشد، امکان انتخاب خطوط مماسی بلند، کمتر می‌شود.
- به‌طور کلی، و به ویژه در شرایط بد (مانند بند بالا)، خطوط مماسی تا حد ممکن، از نزدیکی مسیر هادی عبور نمایند.
- فاصله مجاز از مسیر هادی در هر نقطه، بسته به شرایط شیب و حجم عملیات خاکی، قابل تخمین است.
- برای مثال، در شیب عرضی ۱۰٪ و قبول حدود ۲ متر خاکبرداری یا خاکریزی (در ارتفاع یا عمق)، فاصله مجاز، ۲۰ متر است، در حالی‌که، در همین نقطه اگر شیب عرضی ۵۰٪ باشد، فاصله مجاز، ۴ متر خواهد بود.
- خطوط مماسی، باید مسیر هادی را به تناوب قطع کنند، تا به این ترتیب، حجم عملیات خاکی (خاکبرداریها و خاکریزیها) تا حدودی تعدیل گردد.
- باید دقت کرد که، در محل برخورد خطوط مماسی یا نقاط IP، زاویه α تا حد امکان بزرگتر باشد. دقت در این نکته، به ویژه هنگامی‌که زاویه α ، کوچکتر از حدود ۱۱۰° است، بسیار ضروری است، زیرا در زاویه‌های تنگ، افزایش مقدار زاویه α ، حتی تا یکی دو درجه، کمک زیادی به اصلاح شرایط پیچ و قوس می‌کند، در حالی‌که، در زاویه‌های بزرگتر، این امر به نسبت بزرگی زاویه، به تدریج اهمیت خود را از دست می‌دهد.
- در تنگناها (هنگامی‌که زاویه α ، کوچک است) و به ویژه در مواقعی که دو IP ناهمسو با زاویه‌های α کوچک، در مجاور هم قرار دارند، اغلب می‌توان با یک چرخش پیرامون نقطه‌ای مناسب در طول مماس (شکل ۴-۲-۱-الف)، بهبود قابل توجهی را به وجود آورد.



شکل ۳-۲-۱-الف-اصلاح دو زاویه α و فاصله دو IP مجاور، با چرخش پیرامون محور A

مقیاس: $\frac{1}{1000}$	$IP_1 IP_2 = 75$	$\alpha_1 = 80^\circ$	$\alpha_2 = 109^\circ$
	$IP'_1 IP_2 = 87$	$\alpha'_1 = 104^\circ$	$\alpha'_2 = 133^\circ$

همان‌طور که از شکل پیداست، با حرکت خط $IP_1 - IP_2$ پیرامون محور A، دو IP جدید به وجود آمده است، که فاصله آنها ($IP'_1 - IP'_2$) از فاصله $IP_1 - IP_2$ ، بیشتر است و زاویه‌های α'_1 و α'_2 ، بزرگتر؛ به همین جهت، امکان پیاده کردن قوس متعادل‌تری را به وجود می‌آورد.

- در همه موارد یاد شده در بالا، به احتمال زیاد، مقدار خاکبرداری و خاکریزی افزایش می‌یابد، زیرا به طور معمول، خط مماسی از مسیر هادی فاصله بیشتری می‌گیرد. در نتیجه، در انتخاب نقطه A و مقدار گردش خط مماسی به دور آن، باید دقت زیاد به عمل آید.

- در موارد مشابه بالا (زاویه‌های α کوچک، دو قوس ناهمسو و دو IP مجاور نزدیک به هم)، نباید فاصله دو IP مجاور، از یکدیگر (به متر) کمتر از:

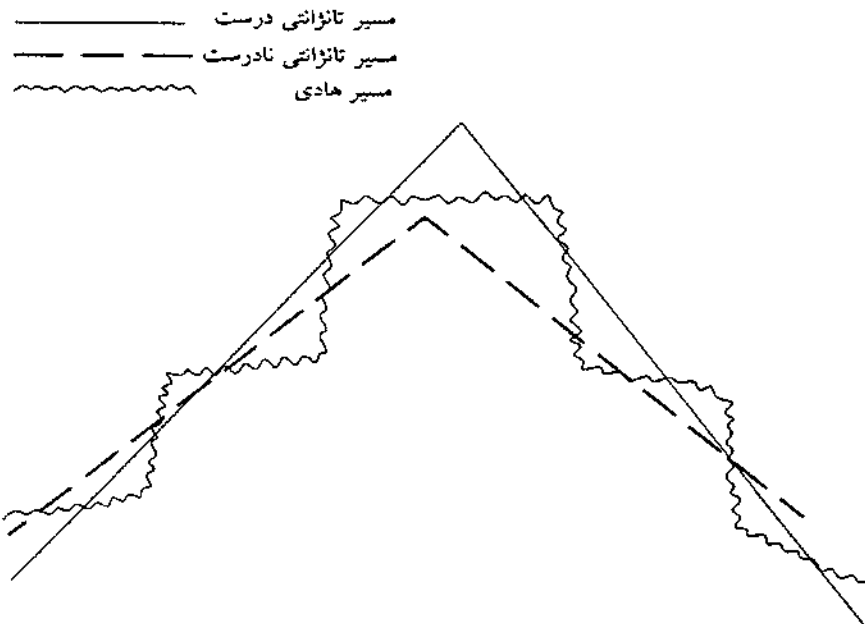
$$(r_1 \tan \frac{\beta_1}{2} + r_2 \tan \frac{\beta_2}{2} + 10)$$

- لازم است، مسیر قطعی و نقاط IP طوری طراحی شوند که مسیر هادی، نا حد

ممکن، در همه جا در داخل زاویه‌های α قرار گیرد. این امر، دست طراح را در انتخاب

شعاع بزرگتر، تا حدودی باز می‌گذارد (شکل ۴-۲-۱-ب). رعایت این نکته، به ویژه هنگامی که زاویه α کوچکتر از 110° باشد، ضروری است. همان‌طور که از شکل بالا پیداست، در صورت انتخاب خطوط مماسی مناسب، گذشته از ایجاد امکان انتخاب شعاع قدری بزرگتر، حجم عملیات خاکی نیز کاهش می‌یابد (شکل ۴-۳-۴-ب).

شکل ۴-۲-۱-ب- وضعیت بد یا خوب مسیر مماسی، نسبت به مسیر هادی



- در دامنه‌های پرشیب (بیش از حدود ۶۵٪)، بهتر است که مسیر قطعی به اندازه‌ای مشخص از بالای مسیر هادی عبور کند، تا قسمت بیشتری از عرض راه، در بستر خاکبرداری و زمین سخت مادری قرار گیرد. هر قدر شیب عرضی تندتر باشد، لازم است تا نسبت بیشتری از بستر راه، در زمین سخت واقع شود. در شیبهای بسیار تند که خاکریزی در عمل مقدور نیست (برای مثال، شیبهای بیش از ۷۰٪)، لازم است تمام عرض راه، روی قسمت خاکبرداری شده قرار گیرد. مقدار فاصله افقی پیکه‌های مسیر مماسی و مسیر هادی، برای رسیدن به هدف بالا با فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$d = QW - \frac{1}{2} W$$



d: فاصله افقی بین خط مماسی و مسیر هادی، برای قرار دادن نسبتی مناسب از عرض بستر راه، در زمین سخت مادرزی (به متر).

W: عرض بستر راه (به متر).

Q: مقدار نسبتی از عرض راه، که می‌خواهیم روی زمین سخت‌مادری قرار گیرد.

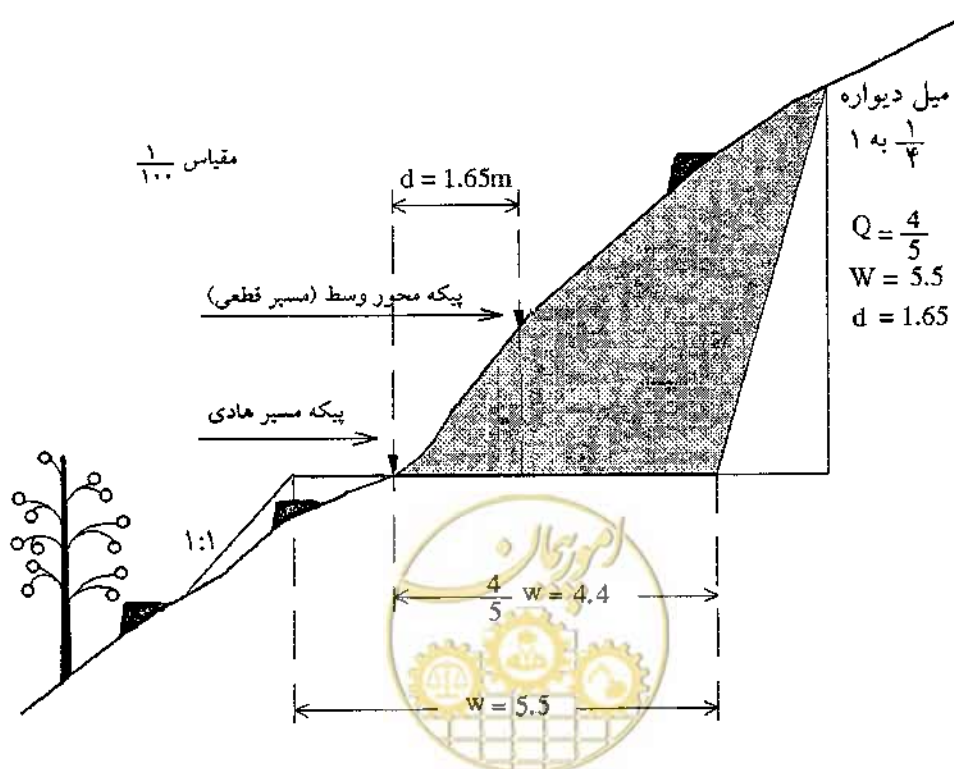
برای مثال، اگر بخواهیم $\frac{4}{5}$ از بستر یک راه جنگلی یک بانندی ($W = 5/5$ م)، روی

زمین سخت‌مادری قرار گیرد، مقدار d برابر خواهد شد با:

$$d = \frac{4}{5} \times 5/5 - (\frac{1}{5} \times 5/5) = 1/65^m$$

مثال بالا، در شکل ۴-۲-۱-ج، به طور شماتیک نشان داده شده است.

شکل ۴-۲-۱-ج



یکی از مهمترین قسمتها از یک مسیر، محل اتصال آن به راههای موجود، یا نقطه آغاز انشعاب است. هنگام انتخاب نخستین IP و نخستین خط مماسی، باید دقت بسیاری انجام داد تا نخستین قوس و پیچ، یعنی قوس یا پیچ اتصال به راههای موجود (به ویژه اگر راه عمومی باشد)، بسیار منطقی و اصولی تعیین گردد، تا قابلیت عبور روان با امنیت کامل فراهم شود.

شیب طولی در محل اتصال، نباید زیاد باشد، همچنین، برای جلوگیری از ازدیاد شیب طولی، نباید طول مسیر به طور غیر منطقی اضافه شود (با به عقب بردن نقطه اتصال به اندازه a ، طول مسیر به اندازه $2a$ اضافه می شود، که این امر با کاهش شیب همراه است).

۴-۲-۲- تعیین نخستین مماس، با توجه به قوس یا پیچ انشعابی

- در تعیین مسیر قطعی، لازم است انتخاب نخستین مماس در نقطه انشعاب، با توجه به فرم، طول، محل و مرکز نخستین قوس یا پیچ و شعاع آن و با تخمین خاکریزی و خاکبرداری، به طور توأم انجام شود (به شکل های ۴-۲-۲-الف، ۴-۲-۲-ب و نیز به توضیحات بند ۷-۶-۱ و ۷-۶-۲ توجه شود).

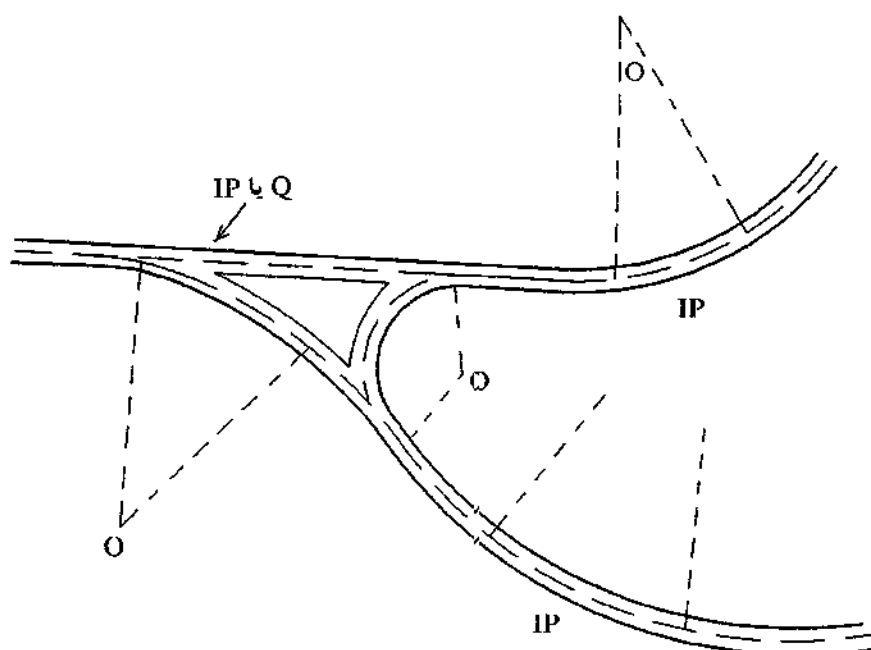
- در شرایط مناسب، ابتدا نقطه IP روی مسیر اولی مشخص می شود (نقطه Q در شکل ۴-۲-۲-الف)، سپس بر اساس دستورالعمل پیاده کردن قوس (بند ۴-۳-۵) اقدام می گردد.

- در شرایط نامناسب (شکل ۴-۲-۲-ب) که شیب عرضی زیاد است، لازم است ابتدا نقطه C مرکز دایره پیچ، با توجه به وضعیت محل انشعاب انتخاب گردد، سپس به تناسب آن، نخستین مماس (۱ در شکل) مشخص و در مراحل بعد، پیچ و قوس های جانبی دیگر پیاده شود.

- در ضمن، باید محل انشعاب در نقطه ای باشد که از سه سمت، دید کافی برای رانندگان وجود داشته باشد.

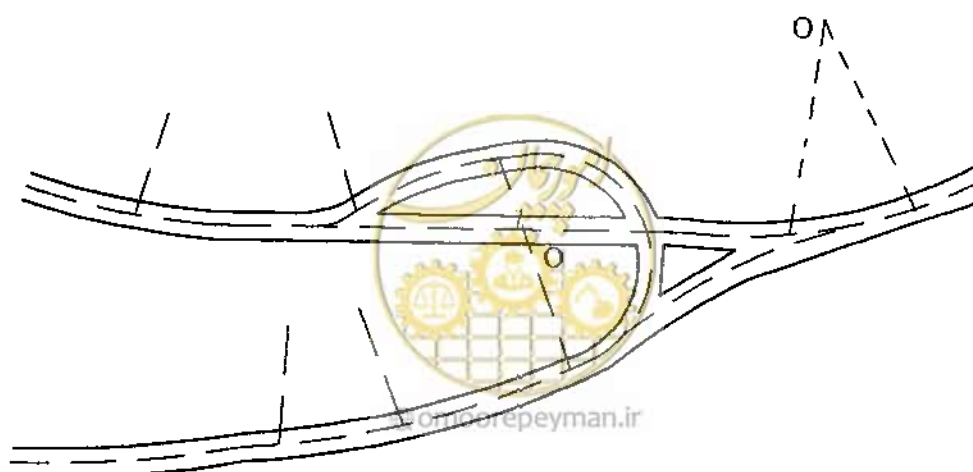


شکل ۴-۲-۴-الف- حالت اول، نحوه انتخاب نخستین مماس، در یک تراس طبیعی مقیاس $\frac{1}{1000}$



شکل ۴-۲-۴-ب- حالت دوم، انتخاب مرکز قوس و محل نخستین مماس، در یک دامنه به نسبت شیب دار مقیاس $\frac{1}{1000}$

مقیاس $\frac{1}{1000}$



۴-۲-۳- لوازم مورد نیاز (به جدول ۲-۵-۱ نگاه کنید).

- از سری لوازم اندازه‌گیری با کد MS, MC, MA - MK, MT₂₅, M که در عمل کاربرد ندارند، اما ممکن است گاهی مورد نیاز قرار گیرند.

- از سری لوازم کمکی، کد F حدود ۱۲ عدد ژالن (FJ) و مقدار کافی FT,FS,FA,FP

- از سری لوازم شخصی PA و PS به تناسب نیاز.

- لازم است مشخصات IP ها، در حین پیشرفت کار و پس از پایان این مرحله، در دفترچه صحرائی ویژه، درج شود (به بند ۴-۵ نگاه کنید). به علاوه، هرگونه یادداشت لازم در مورد هر یک از پیکه‌های IP، طبق شماره خاص آن، در این دفترچه ثبت می‌گردد.

۴-۲-۴- روش کار

تعیین خطوط مماسی، ممکن است به دو طریق، به طور همزمان و یا به طور مجزا و مستقل (بسته به امکانات محل و تجربه شخص طراح)، انجام پذیرد. یکی به روش برداشت نقشه پلی‌گن مسیر هادی، و یکی دیگر به روش ژالن‌گذاری و مطالعه و تنظیم مماس‌ها روی زمین.

الف) برداشت نقشه پلی‌گن مسیر هادی

- در شرایط زمین بد و هم‌چنین، در صورت نبود تجربه کافی، بهتر است ابتدا نقشه قسمت ناجور مسیر هادی برداشت شود (حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر) و با مقیاس ۱:۱۰۰ رسم گردد، مسیر قطعی و خطوط مماسی روی نقشه مطالعه شده و سپس، با دید بهتری نسبت به پیاده کردن و اصلاح آن (بسته به شرایط خاک و شیب عرضی زمین)، اقدام شود. گاهی لازم می‌شود یک قسمت مشکل و غیرقابل دید از مسیر هادی، به طور قطعی در حین کار در جنگل، نقشه‌برداری و ترسیم شده و بلافاصله، نسبت به تنظیم مماس‌ها روی آن، اقدام گردد. در این روش، نقشه تنها به عنوان یک راهنما که یک دید کلی از وضعیت مسیر



می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- مطالعه مماس‌ها روی زمین

- ابتدا، تمام ژالونها را پشت سر هم روی پیکه‌های قسمتی از مسیر هادی قرار می‌دهیم، تا این مسیر در طول مناسبی دیده شود. این کار، می‌تواند از نقطه آغاز مسیر و یا برعکس، از نقطه پایانی آن آغاز گردد. سپس با توجه به شیب، عوارض زمین و وضعیت خاک، ژالونها را متناوب طوری جابه‌جا می‌کنیم، که هر چند تایی آنها در امتداد یک خط مستقیم قرار گیرد، یا یک خط مستقیم را به وجود آورد. این کار، البته با توجه به اصولی که در بند ۴-۲ تشریح شد، انجام می‌پذیرد.

- در تغییر جهت‌های کلی مسیر هادی، یا در هر قسمت دیگری از مسیر که با توجه به عوارض زمین و اصرار در ادامه خط مستقیم، باعث افزایش نامعقول خاکریزی و خاکبرداری و ایجاد زخمهای عمیق در چهره جنگل بشود، خط دیگری را انتخاب می‌کنیم یعنی از ادامه مسیر مستقیم منصرف می‌شویم. محل برخورد خطوط ایجاد شده و مورد قبول یا قطعی شده، نقاط IP را به وجود می‌آورد. برای روشن شدن بهتر موارد بالا، به شکل‌های ۲-۴ و ۱-۳-۴ نگاه کنید.

پس از انتخاب محل IP، یک پیکه بزرگ با حدود یک متر ارتفاع و هفت سانتیمتر قطر، بلافاصله در محل کوبیده شده، و شماره IP، با ماژیک روی آن نوشته می‌شود. سپس، سایر ژالونهای روی خط مماسی را برمی‌داریم و به جای آن (به منظور مشخص شدن مسیر، برای مراحل بعدی)، پیکه‌های کوچکتری قرار می‌دهیم.

این پیکه‌ها، با رنگ قرمز درخشان، و مشخص از سایر پیکه‌های باقیمانده، در مسیر هادی متمایز می‌گردند.



۴-۲-۵- ثبت نقاط مسیر مماسی

این کار، به ویژه از این نظر انجام می‌گیرد که از دوباره‌کاری به علت از بین رفتن پیکه‌های مسیر قطعی و به ویژه IPها، اجتناب شود، زیرا تمام پیکه‌های کوبیده شده، به دلایل زیاد مورد تهدید قرار دارند*. گذشته از آن، در مرحله عملیات خاکبرداری و خاکریزی، به طور طبیعی پیکه‌ها از بین خواهند رفت.

از این نظر، ضمن رعایت نکاتی که منجر به دوام پیکه‌ها می‌شود (برای مثال، انتخاب پیکه از شاخه‌های خشک درختان مناسب)، محل هر پیکه IP در مسیر مماسی، به دقت ثبت می‌شود. این عمل را ثبت مسیر مماسی می‌نامیم.

از آنجا که احتمال اندکی وجود دارد که محل برخی از پیکه‌های تقاطع (IP) در مرحله پیاده کردن قوسها، کمی جابه‌جا و اصلاح شود، لازم است بلافاصله پس از انجام مراحل پیاده کردن قوسها و پیچها و حداکثر پس از انجام عملیات هکتومتری و برداشت پروفیل‌های عرضی و طولی، محل هر IP به دقت برداشت و ثبت گردد، تا در صورت از بین رفتن، به سادگی بتوان محل دقیق آنرا، دوباره پیدا کرد*.

روش انجام این کار، به صورت زیر است:

- درختی در بالادست نقطه تقاطع IP که خارج از حریم راه قرار دارد و به خوبی از محل IP قابل دیدن است، انتخاب می‌شود.

- روی درخت، در محلی که از IP قابل دیدن است، علامت (+) می‌زنیم.

- از IP آزمون، علامت را می‌خوانیم و ثبت می‌کنیم.

- فاصله شیب‌دار و شیب نقطه (+) را، نسبت به ارتفاع ۱/۵ متری محل IP،

اندازه‌گیری و در دفترچه ثبت می‌کنیم.

- رقمها و مشخصات اندازه‌گیری شده برای هر IP، بر اساس شماره آن IP، در

دفترچه صحرائی ثبت است (جدول ۴-۲-۵).

نحوه ثبت اندازه‌گیری‌ها، به شرح جدول زیر است:

* عبور عابران، شکارچیان، دام، حرمان‌های فرسایشی آب، برف، رشد علوفه بلند، پوشیدن پیکه‌ها ...



جدول شماره ۴-۲-۵- از دفترچه صحرایی مربوط به ثبت مسیر مماسی (ثبت نقاط IP)

شماره ردیف	شماره نقطه تقاطع (IP)	آزیموت از IP به علامت +	فاصله شیب‌دار از ارتفاع ۱/۵ به علامت (+)	شیب از ارتفاع ۱/۵ به محل (+)	ملاحظات

به این ترتیب، با استفاده از اطلاعات ثبت شده، قادر خواهیم بود، که محل دقیق هر پیکه IP گمشده را، در عرصه جنگلی پیدا کنیم.

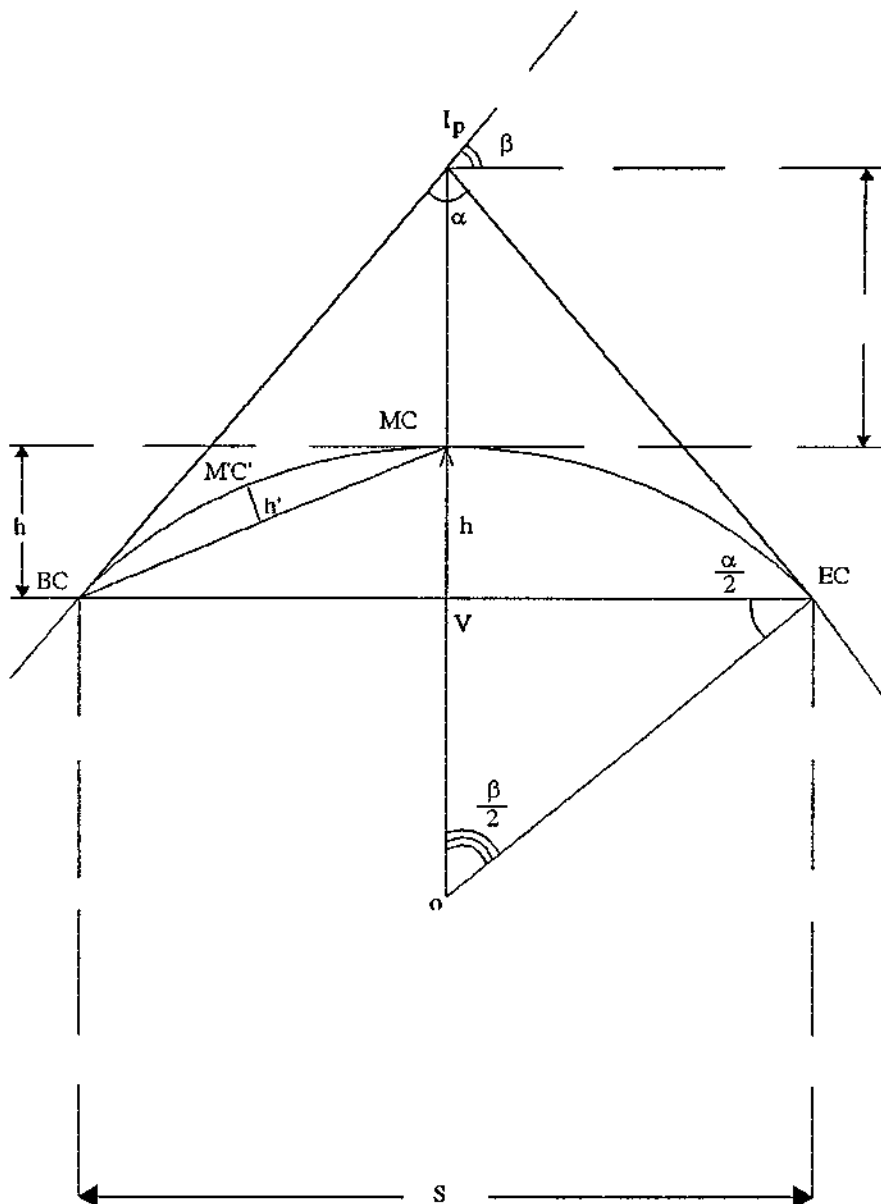
۴-۳- پیاده کردن قوس‌ها

۴-۳-۱- توضیح (به شکل ۴-۳-۱، نگاه کنید)

وسایل نقلیه، می‌توانند روی خطوط مستقیم یا روی قوسهایی با خمش و شعاع متناسب، در رابطه با فاصله محور (اکسل) چرخهای عقب و جلوی خود حرکت نمایند. از این رو، برای عبور از یک مماس به مماس دیگر روی پلی‌گون خطوط مماسی، لازم است در محل هر IP قوسی متناسب (با شعاع متناسب براساس مشخصات فنی راههای جنگلی)، به عنوان محور و مسیر اتصالی پیاده نمود. به این ترتیب، قوس یک خط منحنی است که در محل اتصال خطوط مماسی (نقاط IP) عبور ایمن خودروها را فراهم می‌آورد. قوسها به طور معمول، در تغییر جهت‌های کمتر از ۱۲۰ درجه ($\alpha > 60^\circ$)، به عنوان خطوط منحنی مماس بر اضلاع زاویه α مطرح می‌شوند. در زاویه‌های α کوچکتر از حدود 60° ، بسته به شرایط، اغلب به جای قوس از پیچ استفاده می‌شود، که تعریف و روند اجرای آن، در بند ۴-۴ آمده است. در طراحی بزرگراههای با سرعت مجاز بالا و خطوط راه‌آهن، از گونه‌های مختلف قوسهای ساده و مرکب، استفاده می‌شود. یعنی، قسمتهایی از دایره با شعاع‌های مختلف، که به هم متصل‌اند. این قوسها را به صورت سهمی، بیضی و سایر شکل‌های منحنی‌هایی که دارای معادلات ریاضی پیچیده‌اند، به وجود می‌آورند. در راه‌های جنگلی، با

توجه به سرعت کم خودروها، استفاده از قوسهای دایره‌ای شکل، کیفیت عبوری و ایمنی لازم را به خوبی فراهم می‌کند و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۴-۳-۱- نمایش یک قوس دایره‌ای شکل، با اجزای آن



۲-۳-۴- لوازم مورد نیاز، برای پیاده کردن قوس‌ها

برای پیاده کردن قوس‌ها، لوازم زیر مورد نیاز هستند، و باید همراه اکیپ طراح برده شود:

- ماشین حساب مهندسی جیبی، یک عدد (دو عدد. بهتر است).
- لوازم اندازه‌گیری بر اساس بند ۱-۶ (با کد M)، شمار ژالن مورد نیاز، ۵ تا ۸ عدد.
- لوازم کمکی کد F، بجز نوارهای رنگی، رنگ و قلم مو، انواع پرچم و شماره، بر اساس جدول ۲-۵-۱.
- دفترچه صحرایی مربوط به ثبت مشخصات IP ها.
- دفترچه صحرایی درج مشخصات قوس.
- گروه کاری شامل یک نفر مهندس، یک نفر تکنسین و یک یا دو نفر کارگر، که لااقل یکی از آنها بلد راه باشد.
- لوازم بیتوته در جنگل و لوازم شخصی (با کد P)، بر حسب نیاز و بر اساس جدول ۲-۵-۱.

۳-۳-۴- اصولی که باید در پیاده کردن قوس‌ها رعایت شود

- آنچه در مورد قوسها قابل تغییر است، منحصر به شعاع قوس است، زیرا با معین شدن مقدار شعاع، تمام مشخصات دیگر، مانند مقدار V، نقطه BC و نقطه EC، طول قوس و سایر مشخصات هماهنگ با آن، قابل محاسبه است.
- مهمترین قسمت از مراحل پیاده کردن قوس‌ها، تعیین شعاع آن است که در این کار، عوامل مهمی شعاع قوس را دیکته می‌کنند و نظر مهندس طراح در تعیین شعاع مناسب، بسیار محدود می‌شود. شعاع هر قوس و پیچ، باید در همان محل IP با بررسی عوامل متعدد تعیین کننده، مشخص شود.
- شعاع قوس‌ها باید، تا جایی که وضعیت زمین در محل IP مسایل زیست محیطی و امکانات مالی اجازه می‌دهند، تا حد ممکن، بزرگتر انتخاب شوند.

- سعی در انجام اصل بالا، به ویژه هنگامی که عوامل تعیین کننده طول شعاع، ما را ملزم به انتخاب شعاعهای کوچک و نزدیک به حداقل می کنند، قابل توجه است و برعکس، در شرایط مساعدتر و امکان انتخاب شعاعهای بزرگتر (بیش از ۴۰-۵۰ متر)، اصل بالا، به نسبت اهمیت خود را از دست می دهد. برای مثال، در حالی که محاسن فنی- ترافیکی یک قوس به شعاع ۱۸ متر، به مراتب بیش از یک قوس با شعاع ۱۶ متر است (تنها به دلیل ۲ متر اختلاف)، این وضعیت در شعاع ۱۰۰ متر با شعاع ۱۲۰ متر، تفاوت چندانی ندارد.

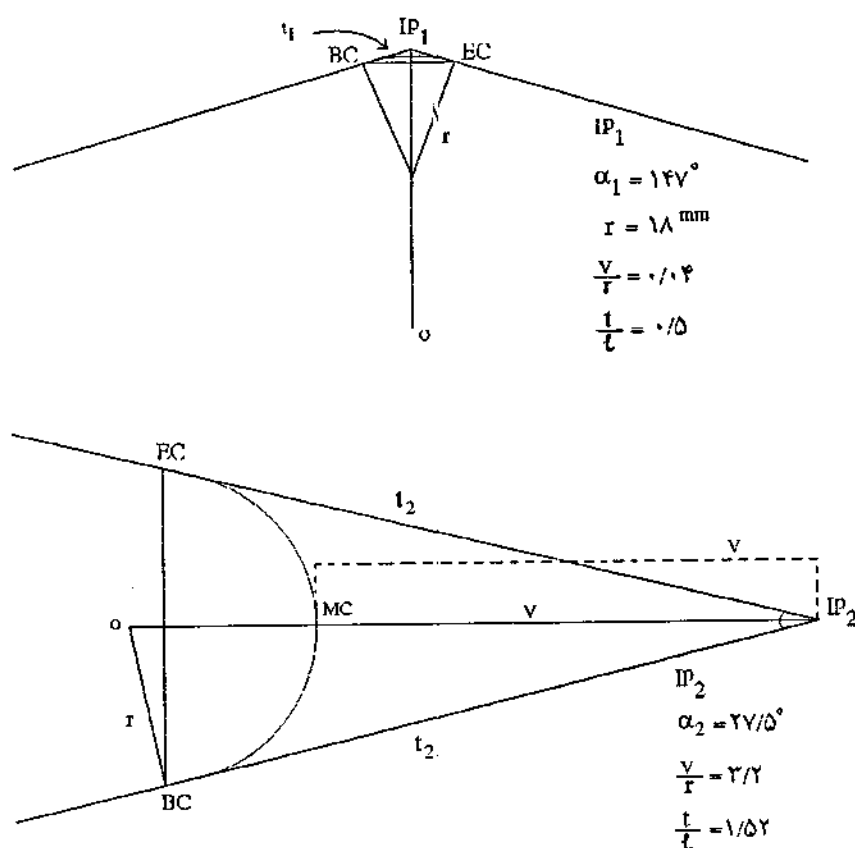
۴-۳-۴- عوامل موثر در تعیین طول شعاع، به ترتیب اهمیت

الف) زاویه α

هر چه زاویه α کوچکتر باشد، ناگزیر خواهیم شد شعاع کوچکتر را انتخاب کنیم. زیرا، با کوچکتر شدن زاویه α و در نتیجه بزرگتر شدن متمم آن (زاویه β)، نسبت $\frac{t}{l}$ و $\frac{v}{r}$ بزرگتر می شود، که اولی باعث افزایش شیب طولی در محل قوس، و دومی باعث افزایش حجم خاکریزی و خاکبرداری می شود. این مورد، در شکل ۴-۳-۴-الف، نشان داده شده است. همان طور که از شکل بالایی پیداست (برای شعاع ثابت ۱۸ متر)، به دلیل بزرگ بودن زاویه α ، نسبت های یاد شده، کوچک و قابل قبول است. در حالی که، برای زاویه $\alpha = 27.5^\circ$ مقدار $\frac{t}{l}$ و $\frac{v}{r}$ زیاد و غیر قابل قبول است و در نتیجه، r_2 باید باز هم کوچکتر انتخاب شود و یا مرکز قوس به سمت IP کشیده شود (قوس خارجی یا پیچ).



شکل ۴-۳-۴-الف- وضعیت طول t و l و V در دو IP با شعاع ثابت و α متغیر



ب) شیب در جهت نیمساز

یکی دیگر از عوامل مهم در تشخیص طول شعاع مناسب، شیب در جهت نیمساز است. از آنجا که ارتفاع نقطه MC (وسط قوس)، پس از عملیات خاکی، تقریباً با ارتفاع نقطه IP در یک اندازه قرار می‌گیرد، به ناچار هر قدر فاصله وسط قوس (MC) از IP بیشتر باشد، بسته به مقدار شیب در جهت نیمساز، عملیات خاکی بیشتر می‌شود، که در عبور از یال، خاکبرداری و در عبور از دره، خاکریزی است. در نتیجه، شیب در جهت نیمساز، عامل بازدارنده‌ای برای انتخاب شعاع دلخواه است. به این ترتیب، لازم می‌شود قبل از تصمیم‌گیری در مورد طول شعاع، شیب در جهت نیمساز اندازه‌گیری شود. برای

اندازه‌گیری شیب در جهت نیمساز، به سادگی می‌توان از یک شیب‌سنج جیبی (شیب‌سنج سونتوومریدین)، استفاده کرد.

در صورتی که ارتفاع عملیات خاکی حدود ۳ متر برای راههای جنگلی، به عنوان حداکثر مناسب در نظر گرفته شود، می‌توان مقدار شعاع را بر اساس طول ۷ و ۳ متر ارتفاع مجاز خاکریزی یا خاکبرداری، بر اساس فرمول زیر برآورد نمود:

$$V = \frac{3}{P\%}$$

که در آن، P شیب در جهت نیمساز به درصد، و V به متر است. در این حالت، اگر شیب در جهت نیمساز ۵۰٪ باشد، مقدار V معادل ۶ متر خواهد شد. با در دست داشتن مقدار V، می‌توان شعاع را از فرمول زیر محاسبه کرد.

$$r = \frac{V}{\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1}$$

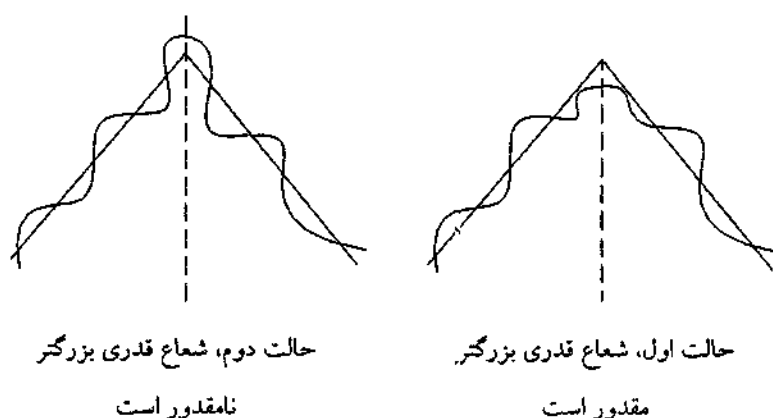
ج) سایر عوامل محدودکننده شعاع

به جز زاویه α و شیب در جهت نیمساز، نقطه تلاقی مسیر هادی با نیمساز زاویه α نیز، در تشخیص طول شعاع موثر است، زیرا این نقطه در ارتفاع عملیات خاکی تأثیر دارد (شکل ۴-۳-۴-ب).

از عوامل موثر دیگر، می‌توان جنس خاک با سنگ و صخره (دشواری عملیات خاکی در زمین مادری سنگی) و حساسیت زمین در محل قوس را (خطر عملیات خاکی زیاد)، از عوامل محدودکننده به شمار آورد.



شکل ۴-۳-۴-ب- وضعیت مسیر هادی، نسبت به خط نیمساز α



۴-۳-۵- روشهای اندازه گیری زاویه α

الف) اندازه گیری زاویه α ، با قطب نما

برای خواندن آزیموت، ممکن است دید از نقطه IP به سمت دو ضلع زاویه α و یا برعکس باشد (شکل ۴-۳-۵-الف). در این صورت، دو آزیموت خوانده شده، از هم کم می شوند. دو حالت ممکن است پیش آید:

- تفاضل دو آزیموت از 180° کمتر است، در این حالت، زاویه α به دست آمده است.

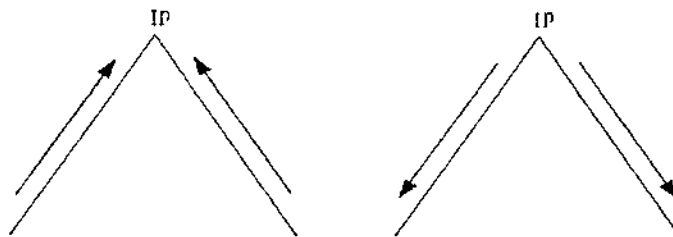
- تفاضل دو آزیموت از 180° بیشتر است، در این حالت، آنرا از 360° کم می کنیم تا

زاویه α به دست آید.

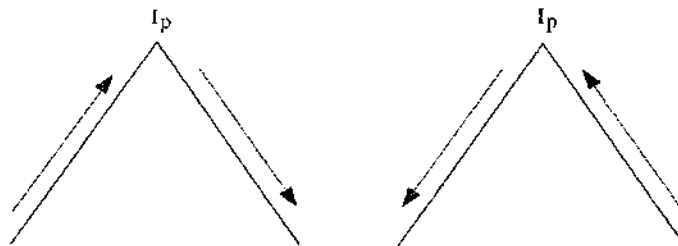


ممکن است دید در جهت حرکت مسیر، یعنی در یک ضلع از زاویه α به طرف IP و در ضلع دیگر، برعکس باشد (شکل ۴-۳-۵-ب)، در این حالت، دو آزمون خوانده شده از هم کم می‌شوند. اگر حاصل، از 180° کمتر بود، آنرا از 180° کم می‌کنیم تا زاویه α به دست آید. و اگر حاصل، از 180° درجه بیشتر باشد، 180° درجه را از آن کم می‌کنیم، تا α به دست آید.

شکل ۴-۳-۵-الف- دید به طرف IP و از IP به دو طرف



شکل ۴-۳-۵-ب- دید در جهت حرکت روی مسیر راه



ب) اندازه‌گیری زاویه α به وسیله متر

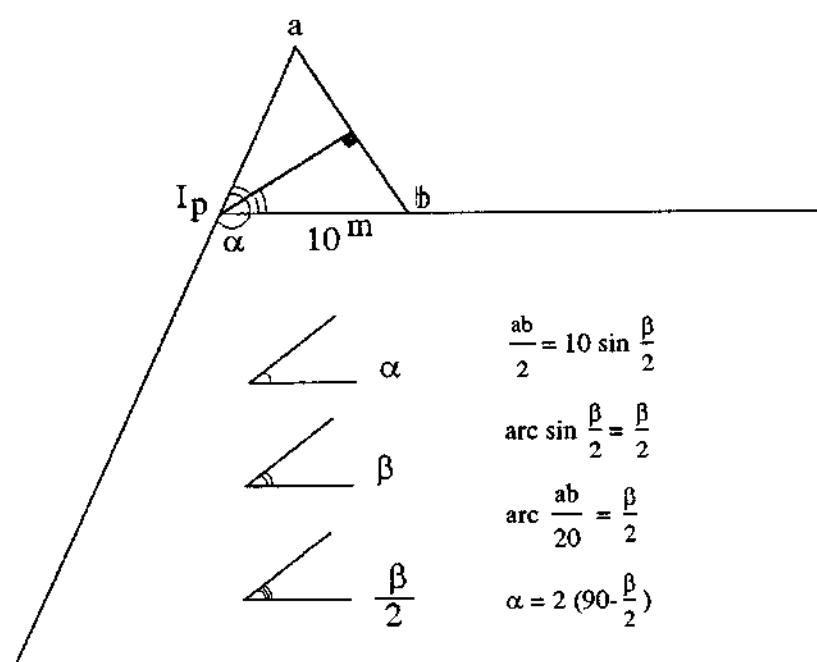
برای این کار، کافی است از نقطه IP، به اندازه ۱۰ متر در امتداد یک ضلع، و به اندازه ۱۰ متر روی ضلع دیگر جدا کنیم، تا نقاط a و b به دست آید.

با توجه به شکل ۴-۳-۵-ج، مشخص است که در $\sin \frac{\beta}{2} = \frac{ab}{20}$ با داشتن مقدار ab



می توان $\sin \frac{\beta}{2}$ را به دست آورد و با ماشین حساب مهندسی، زاویه α را تعیین کرد :

شکل ۴-۳-۵-ج- اندازه گیری زاویه، با متر



۴-۳-۶- روشهای پیاده کردن قوس

در عمل، چندین روش برای پیاده کردن قوس های دایره ای وجود دارد که هر یک متناسب با شرایط خاصی، با توجه به وضعیت نقطه IP زاویه α و شیب در جهت نیمساز است. به طوری که، در برخی شرایط، بهتر است تنها از یک روش خاص استفاده کرد و یا حتی در شرایطی، تنها استفاده از یک روش مقدور است. کاربری و امتیازهای این روشها و شرایط، در جدول ۴-۳-۶، توضیح داده شده است. در مجموع، از روشهای یاد شده در جدول ۴-۳-۶، برای تمام شرایط ممکن، در عرصه، می توان به منظور پیاده کردن قوس ها، استفاده کرد.

پیاده کردن قوس در ابتدای انشعاب راه، نیاز به دقت زیادی دارد (به بند ۴-۲-۲، نگاه کنید).

جدول شماره ۴-۳-۶- روشهای مختلف پیاده کردن قوس، کاربری و امتیازهای هر روش

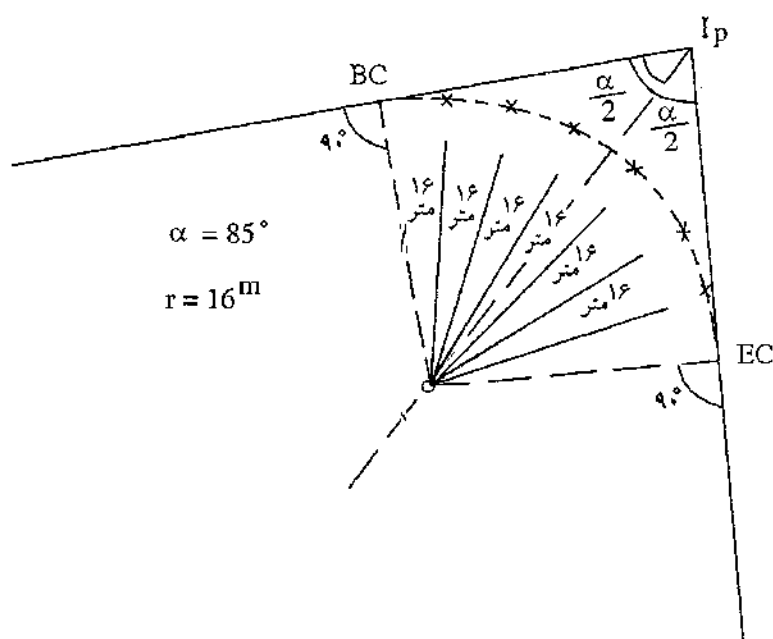
نام روش	کاربری و امتیازها
مرکز دایره	در مواقعی که شعاع بسیار کوچک و حداقل است، روشی است ساده و دقیق و به نسبت سریع، برعکس، در شعاعهای بزرگ وقت گیر و غیر عملی است.
IP و h (روش IP)	در مواقعی که شعاع قدری بزرگ است، روشی است دقیق و سریع، اما حتماً باید به نقطه IP دسترسی داشته باشیم.
IP و V (روش V)	در مواقعی که اندازه گیری طول EC-BC به علت فاصله زیاد یا موانع مشکل است، روش V، سریع و بسیار مناسب است.
IP و MC (روش MC)	برای مواقعی مناسب است که می خواهیم قوس به اندازه کافی اطمینان (برای مثال، پرتگاه یا برآمدگی) فاصله داشته باشد و در عین حال، شعاع تا حد ممکن، بزرگتر انتخاب شود.
قوس مشترک	در مواقعی که فاصله دو قوس متوالی با شعاع قابل قبول، از یک حداقل ۱۰ تا ۱۵ متری کمتر باشد.
روش BC	در مواقعی که به نقطه IP دسترسی نداشته باشیم.

الف) پیاده کردن قوس، با استفاده از مرکز دایره (شکل ۴-۳-۶-الف)

از این روش، هنگامی استفاده می شود که زاویه α کوچک و شیب در جهت نیمساز و سایر شرایط، مانند وضعیت مسیر هادی نسبت به IP و شرایط زمین، شعاع کوچکتر از ۲۰ متر را اعمال کند. در شعاعهای بزرگتر، استفاده از این روش به علت وقت گیر بودن، منطقی نیست.



شکل ۴-۳-۶-الف- مثال برای پیاده کردن قوس با استفاده از مرکز دایره و متر نواری



روش پیاده کردن قوس، بر اساس مرکز دایره به صورت زیر است:

- پیدا کردن ابتدا و انتهای قوس (Ec , Bc)

برای این کار، شعاع تعیین شده (برای مثال، ۱۶ متر) را در مماس $\frac{\beta}{2}$ ضرب می‌کنیم. تا طول خط مماسی $IP - E_c$ و یا $IP - B_c$ به دست آید. با اندازه‌گیری طول این خط، نقاط BC و EC پیکه‌کوبی می‌شوند. سپس، مرکز قوس را پیدا می‌کنیم.

- پیدا کردن مرکز قوس

برای این کار، می‌توانیم از نقطه BC یا EC، خطی عمود بر مماسها خارج نموده و به اندازه طول شعاع (r)، روی آن جدا کنیم، تا نقطه O یا مرکز دایره به دست آید. اخراج خط عمود از BC یا EC، با متر، قطب‌نما و یا پریم، مقدور است.

- پیکه‌کوبی مسیر قوس

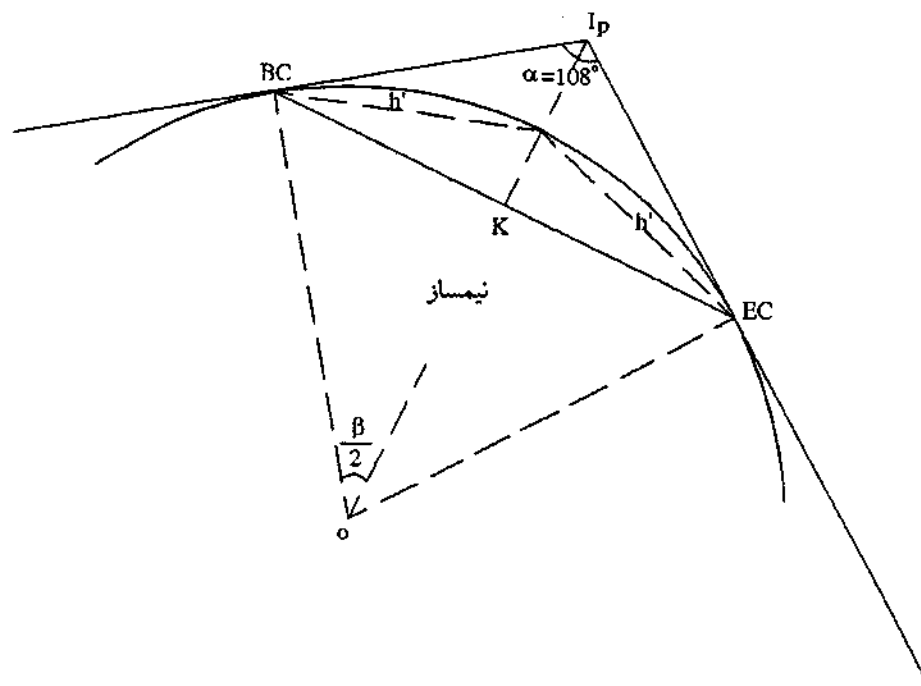
برای این کار، می‌توان ۵ متر را دایره مرکز گرفت و انتهای متر را از نقطه BC به سمت EC گردش داد. سپس، در هر فاصله به اندازه $\frac{1}{3}r$ یا حدود ۵ متر، پیکه‌کوبی

می‌کنیم. باید توجه داشت که در اندازه‌گیری برای پیکه‌کوبی روی قوس، متر حتماً افقی نگهداشته شود.

(ب) استفاده از نقطه IP برای پیاده کردن قوس (شکل ۴-۳-۶-ب)

از این روش، به راحتی می‌توان هنگامی که طول شعاع بیش از حدود ۲۰ متر است (زاویه α ، به نسبت بزرگی و یا شیب در جهت نیمساز کم)، استفاده نمود؛ به شرط آنکه به نقطه IP دسترسی داشته باشیم.

شکل ۴-۳-۶-ب- مثال برای پیاده کردن قوس، با استفاده از روش IP



$$\alpha = 108^\circ$$

$$r = 30^m$$

$$t = 21.8^m \quad (t = r \tan \frac{\beta}{2})$$

$$\frac{S}{2} = 17.2^m$$

$$\frac{S}{2} = t \cos \frac{\beta}{2}$$

$$= \overline{BC \ K} \text{ یا } \overline{EC \ K} = r \sin \frac{\beta}{2}$$

$$h = 5.43^m$$

$$h = r (1 - \cos \frac{\beta}{2})$$

$$h' = 1.39^m$$

$$h' = r (1 - \cos \frac{\beta}{4})$$



روش کار، به صورت زیر است:

- برای پیاده کردن قوس با استفاده از این روش، ابتدا طول شعاع بر اساس عوامل تعیین‌کننده آن مشخص می‌شود (در شکل و مثال ۴-۳-۶-ب، شعاع برابر ۳۰ متر).

- سپس، طول t را محاسبه می‌کنیم ($t = r \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$).

- نقاط BC و EC را با اندازه‌گیری طول t از نقطه IP تعیین می‌کنیم.

- از نقطه BC خطی به EC وصل نموده و از وسط این خط ($\frac{s}{2}$ یا وسط وتر)،

خطی عمود در جهت IP و روی نیمساز α ، به طول h رسم می‌کنیم ($h = r (1 - \cos \frac{\beta}{2})$).

- به این ترتیب، نقطه MC (وسط قوس) به دست می‌آید.

- از نقطه MC خطی به BC و EC وصل می‌کنیم و از وسط این دو خط، عمودی

به طول h' ، به سمت IP خارج می‌کنیم. ($h' = r (1 - \cos \frac{\beta}{4})$)

- به این ترتیب، ۲ نقطه $M'C$ (نقاط $\frac{1}{4}$ و $\frac{3}{4}$ قوس)، به دست می‌آید. در دست

داشتن پنج نقطه از قوس، برای عملیات بعدی کافی خواهد بود. در شرایط استثنایی (زاویه

α کوچک و r نسبتاً بزرگ)، که طول قوس زیاد است، می‌توان نقاط $M''C$ (نقاط $\frac{1}{8}$ را

نیز به روال قبل و با استفاده از فرمول ($h'' = r (1 - \cos \frac{\beta}{8})$)، به دست آورد.

ج) روش V (شکل ۴-۳-۶-ج)

کاربرد و استفاده از روش V، مانند روش IP است. از این روش، هنگامی که طول

قوس و در نتیجه طول وتر زیاد باشد، و پیاده کردن وتر با توجه به عوارض جنگل در

طبیعت مشکل باشد، می‌توان استفاده نمود (در شرایطی که α زیاد بزرگ نیست، اما شعاع

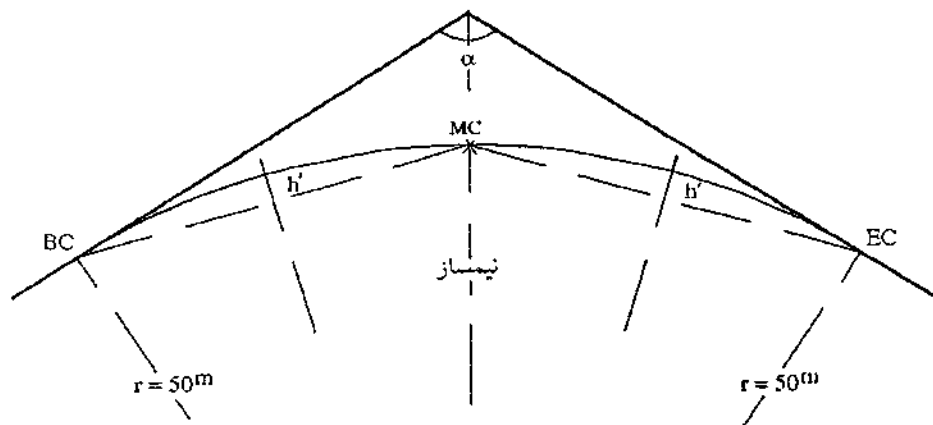
بزرگ است). از امتیازهای این روش، داشتن سرعت عمل بیشتر است.

برای پیاده کردن قوس با استفاده از روش V، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- ابتدا زاویه α را اندازه‌گیری کرده و با توجه به شرایط زمین، طول شعاع را تعیین

می‌نماییم.

شکل ۴-۳-۶-ج- مثالی برای استفاده از روش V



$$\alpha = 114^\circ \quad r = 50^m \quad t = 32.5^m$$

$$V = 9.62^m = r \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) \quad h' = r \left(1 - \cos \frac{\beta}{4} \right)$$

- با محاسبه طول t و اندازه‌گیری آن از نقطه IP ، نقاط BC و EC را تعیین می‌کنیم.
 - سپس، با استفاده از فرمول زیر، مقدار V را محاسبه می‌نماییم.

$$V = r \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

نیمساز زاویه α را تعیین نموده و به اندازه V ، از نقطه IP به سمت داخل زاویه جدا می‌کنیم، تا نقطه MC به دست آید.
 برای پیدا کردن نقاط $M'C'$ ، مانند قبل عمل می‌کنیم (مشابه روش IP).

(د) روش MC (شکل ۴-۳-۶-د)

کاربرد این روش، هنگامی است که به علت شرایط خاص زمین (مانند وجود پرتگاه در مجاورت قوس، یا دیواره‌های سنگی و یا تغییر ناگهانی شیب در جهت نیمساز)، لازم بدانیم که قوس، از حدود معین عبور کند، تا مسیر راه از محل پرتگاه، به اندازه کافی فاصله داشته باشد. در این حالت، لازم است محل عبور وسط قوس (نقطه MX)، با توجه به شرایط، تعیین شود (نقطه X همان MC ماست).

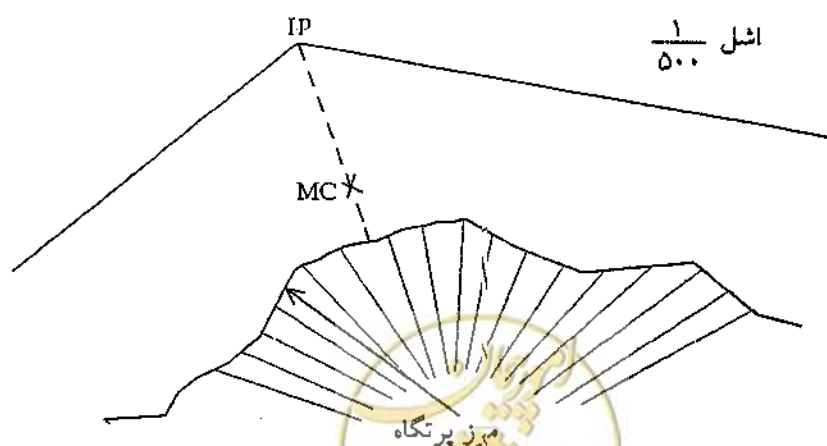


- سپس، بر حسب مشخص بودن نقطه MX، اجزای قوس را به صورت زیر، محاسبه و اجرا می‌کنیم.
- اندازه‌گیری زاویه α .
- اندازه‌گیری فاصله IP تا MC (طول V).
- محاسبه طول شعاع، با استفاده از فرمول زیر، به سادگی انجام می‌پذیرد.

$$r = \frac{V}{\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1}$$

- سایر اجزای قوس، مانند روشهای قبلی، محاسبه و اجرا می‌شوند (مانند روش IP).
- در این حالت، باید دقت نمود که اگر شعاع محاسبه شده، از شعاع حداقل مورد قبول برای راه‌های جنگلی، کمتر بود، باید برحسب شرایط، نسبت به اصلاح مسیر یا اجرای قوس با شعاع قابل قبول، اقدام نمود.

شکل ۴-۳-۶-۵- روش MC، با استفاده از نقطه امن MCX (انتخابی)، برای محاسبه طول شعاع و پیاده کردن قوس



$$\alpha = 120^\circ$$

$$IP \text{ MC} = 7.75$$

$$r = 50.1$$

MCX نقطه ای امن، برای عبور قوس

پس از اندازه‌گیری در این مثال

هـ) روش BC (به شکل ۴-۳-۶-هـ نگاه کنید)*

کاربرد این روش، هنگامی است که به نقطه IP دسترسی نداشته باشیم. این حالت، اغلب هنگامی که مسیر هادی دور دره‌ای U مانند، یا تپه‌ای نیم‌کره‌ای شکل را طی می‌کند، پیش می‌آید. زیرا، در دو سمت، دو مماس بلند داریم (که لازم است بین آن دو قوسی پیاده کنیم)، در حالی که محل IP، در دسترس نیست.

در استفاده از روش BC، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- ابتدا زاویه بین دو مماس (زاویه α) اندازه‌گیری می‌شود (از طریق خواندن آزیموت‌ها).

- با توجه به وضعیت مسیر هادی، مسیر قطعی و شرایط زمین، نقطه BC را انتخاب می‌کنیم.

- خطی با زاویه $\frac{\alpha}{2}$ یا $\frac{\beta}{2}$ ، از BC به سمت ضلع دیگر α ، اخراج می‌کنیم (با اضافه یا کم کردن زاویه $\frac{\beta}{2}$ ، از آزیموت امتداد مماسی).

محل برخورد خط اخراج شده از BC، با ضلع دوم زاویه α ، نقطه EC خواهد بود (خط BC-EC وتر قوس است).

در شکل ۴-۳-۶-هـ، وضعیت خط اخراجی، یعنی وتر (یا S)، نسبت به خط مماسی (t_1)، برای مثال، نشان داده شده است (آزیموت خط S باید محاسبه شود).

- با اندازه‌گیری طول BC-EC (یعنی طول S)، شعاع قوس را با استفاده از فرمول

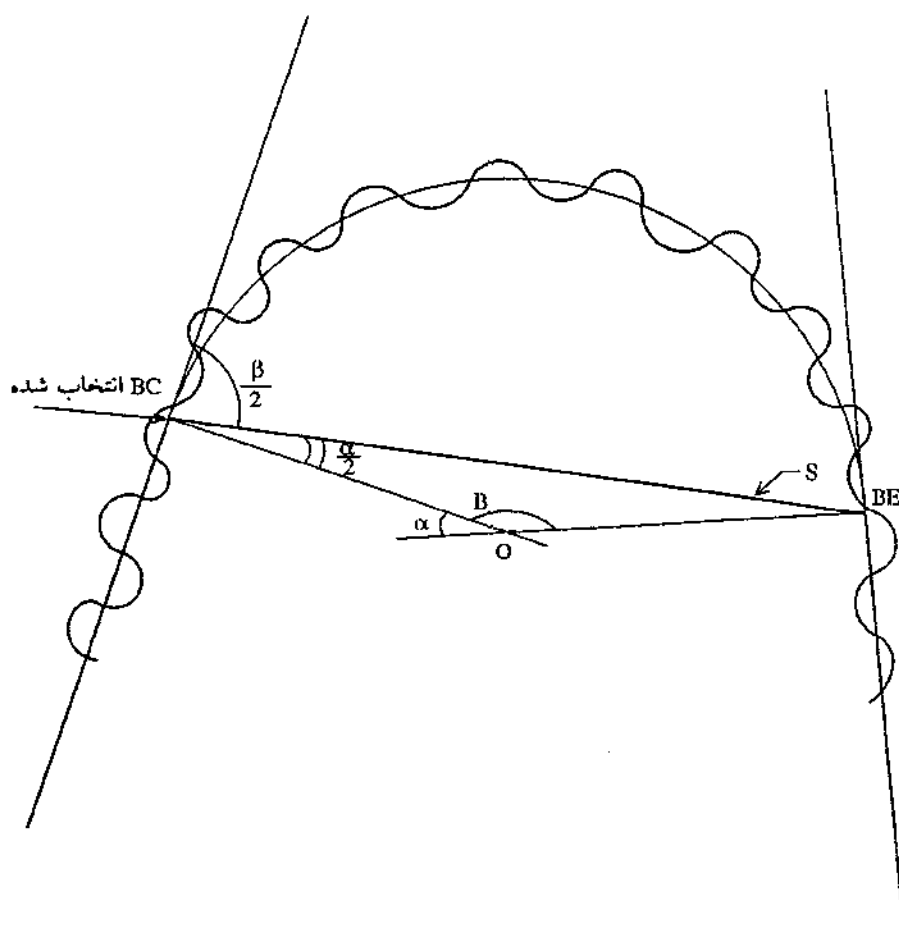
$$r = \frac{S}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \quad \text{زیر، محاسبه می‌کنیم:}$$

سپس، با محاسبه طول h و h' (مانند روش IP)، نقاط MC و M'C'، از قوس به دست می‌آید.

* روش ساریخانی، استفاده از روش ۱۵V به دلیل وقت گیر بودن و دقت کم، توصیه نمی‌شود.



شکل ۴-۳-۶-هـ- روش BC



و) روش استفاده از نقطه وسط مسیر هادی*

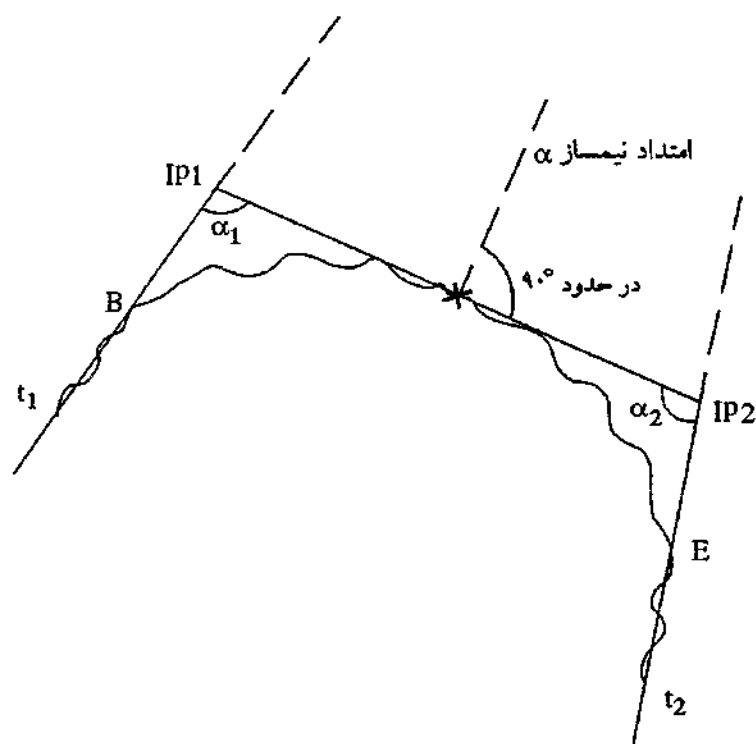
از این روش نیز، می‌توان در مواقعی استفاده کرد، که به نقطه IP دسترسی نداشته باشیم. برای پیاده کردن قوس، طبق روش زیر عمل می‌کنیم (به شکل ۴-۳-۶-و، نگاه کنید):

طول خط مسیر هادی را، از نقطه‌ای که از خط مماسی t_a دور می‌شود (از بالادست B در شکل)، تا نقطه‌ای که مسیر هادی دوباره وارد امتداد مماسی t_a می‌شود (نقطه E)، به

وسیله قدم شمار، اندازه می‌گیریم. در نتیجه، وسط این مسیر به طور تقریبی، به دست می‌آید (نقطه X).

سپس، از این نقطه یک خط که به طور تقریبی عمود بر امتداد آزیموت نیمساز زاویه α باشد، به دو سمت پیاده می‌کنیم تا t_1 و t_2 را در تقاطع IP_1 و IP_2 قطع نماید. در این حالت، مطابق روش قوس مشترک عمل می‌کنیم (برابری زاویه‌های α_1 و α_2 الزامی نیست).

شکل ۴-۳-۶-و- روش استفاده از وسط مسیر هادی



ز) روش قوس مشترک

این روش، در قوسهای همسو، هنگامی که فاصله بین دو IP کم و از حدود

$(\text{rtg} \frac{\beta_1}{2} + \text{rtg} \frac{\beta_2}{2} + 10)$ متر کمتر باشد (حدود ۴۰ متر)، اجرا می‌شود، و روش اجرا، به

صورت زیر است:

- اندازه‌گیری دقیق فاصله دو IP، مجاور به وسیله متر.

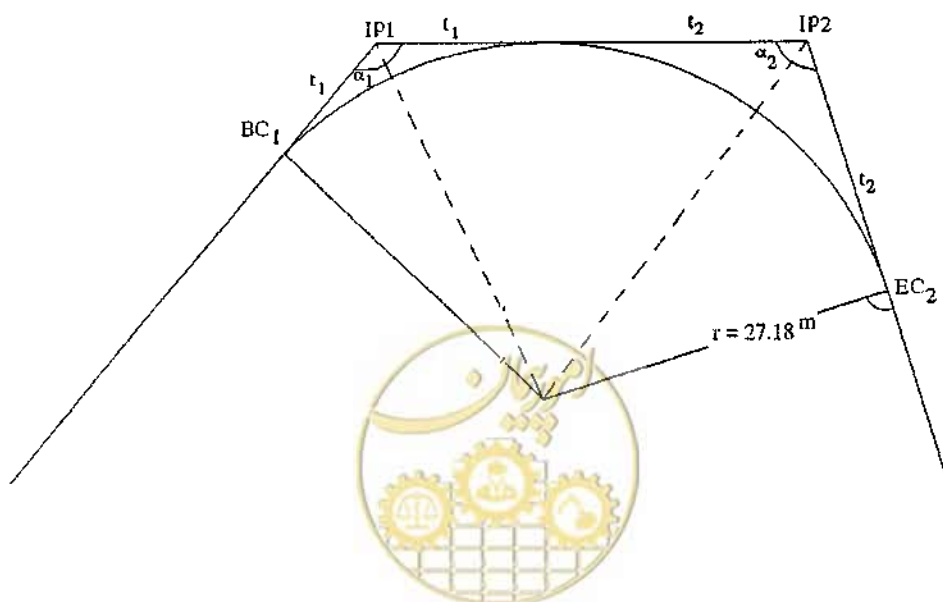
- تعیین شعاع قوس مشترک، از فرمول زیر:

$$r = \frac{\overline{IP_1 IP_2}}{\text{rtg} \frac{\beta_1}{2} + \text{rtg} \frac{\beta_2}{2}}$$

- پس از تعیین شعاع قوس مشترک، قوسها برای هر یک از دو IP، به طور مستقل و

با استفاده از یکی از روشهای قبلی (روش V یا IP)، اجرا می‌شود (شکل ۴-۳-۶-ز).

شکل ۴-۳-۶-ز- قوس مشترک



۴-۴- پیاده کردن پیچها (Turning Curves)

- پیچ، عبارت است از یک منحنی، با تغییر جهت به طور معمول، زیاد (نزدیک به ۱۸۰ درجه) که مانند قوس عمل می‌کند و وجه تمایز آن با قوس، آن است که بر دو مماس از مسیر مماسی تعیین شده، مماس نیست، بلکه یک یا هر دو مماس را قطع می‌نماید. به سخی دیگر، قوس یک منحنی داخلی است (داخل زاویه α)، در حالی که پیچ منحنی خارج است، که خارج از زاویه α طراحی می‌شود.

- برای اتصال منحنی پیچ به مسیرهای مماسی، لازم است یک یا دو خط مماسی جدید، برای ارتباط مناسب پیچ با دو شاخه راه، طراحی شود (شکل ۴-۴).

- لوازم مورد نیاز برای پیاده کردن پیچ، مانند لوازم مورد نیاز برای پیاده کردن قوس است، با این تفاوت که در این مرحله، داشتن پریمس حتماً ضروری است.

۴-۴-۱- روش اجرا و محاسبات پیچ

از آنجا که در پیچها، وتر قوس در محدوده حداکثر شیب عرضی زمین قرار می‌گیرد، اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای قوس بسته به شیب عرضی زمین، فوق‌العاده چشمگیر است. به همین دلیل، لازم است در مورد محاسبات و طراحی پیچها دقت زیادی به عمل آید و در حد امکان، پیچ روی تراس‌های با شیب عرضی کم، منتقل شود.

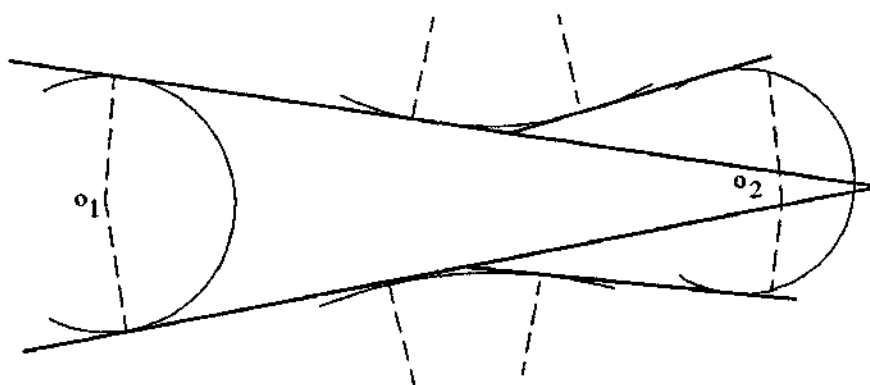
به علاوه، به دلیل محدود بودن عرض تراس (مقدار L)، ناچار طول شعاع را باید حداقل انتخاب نمود، که قطر دایره پیچ به اضافه عرض راه، در آن بگنجد ($2r+W=L$).

به سخی دیگر، عرض تراس (مقدار L در شکل ۴-۴-۱ الف و ۴-۴-۱ ب) و شیب عرضی تراس، هر دو ما را در انتخاب شعاع محدود می‌کنند. مسئله دیگری نیز در مورد پیچها وجود دارد، و آن کوچک بودن زاویه α است، که ما را ناچار به انتخاب حداقل طول شعاع می‌نماید.

به علت کوچک بودن زاویه α ، حتی با انتخاب حداقل شعاع، نقطه BC ، یا مرکز دایره، مقدار زیادی از IP دور می‌شود (طول t زیاد).



شکل ۴-۴- شمای یک پیچ و پیوستهای آن



این امر، باعث می‌شود که شیب روی قوس (به علت اختلاف ارتفاع زیاد بین BC و EC)، بسیار زیاد و غیر عملی شود. به علاوه، پیچ از روی تراس خارج گردد. در نتیجه، لازم می‌شود مرکز دایره به اندازه طول a ، به سمت IP انتقال داده شود. برای این کار، باید طول a با توجه به شیب طولی مجاز، محاسبه شود تا در انتقال مرکز دایره به سمت IP، در ضمن اینکه پیچ روی تراس قرار گیرد، شیب طولی مسیر و قوس، از حالت تعادل خارج نشود (در رابطه با مورد بالا، به شکل ۴-۴-۲، نگاه کنید).

- در عین حال، اندازه شعاع انتخاب شده، باید به اندازه‌ای باشد که مقدار عمق خاکبرداری در سمت دامنه، به اضافه مقدار ارتفاع خاکریز در سمت دره و روی تراس، یعنی دو نقطه EC, BC (مقدار h در شکل ۴-۴-۱-الف)، در بدترین شرایط از حدود ۴ متر در جمع، بیشتر نشود. بنابراین، شعاع پیچ را بر اساس امکانات تراس (در بدترین شرایط، ۱۶ متر و در شرایط بهتر، ۱۷ تا ۱۸ متر و حتی ۱۹ تا ۲۰ متر)، انتخاب می‌کنیم.

- برای محاسبه مقدار h ، از فرمول زیر بر اساس شکل ۴-۴-۱-الف، استفاده

می‌نماییم:

$$h = \frac{2rp' - \pi rp}{100}$$

که در آن:

I : شعاع پیچ به متر (به طور معمول، ۱۶ متر و گاه ۱۸ متر یا حتی بیشتر، در صورت کافی بودن طول L).

P' : شیب دامنه به درصد (در مثال زیر، ۳۰٪).

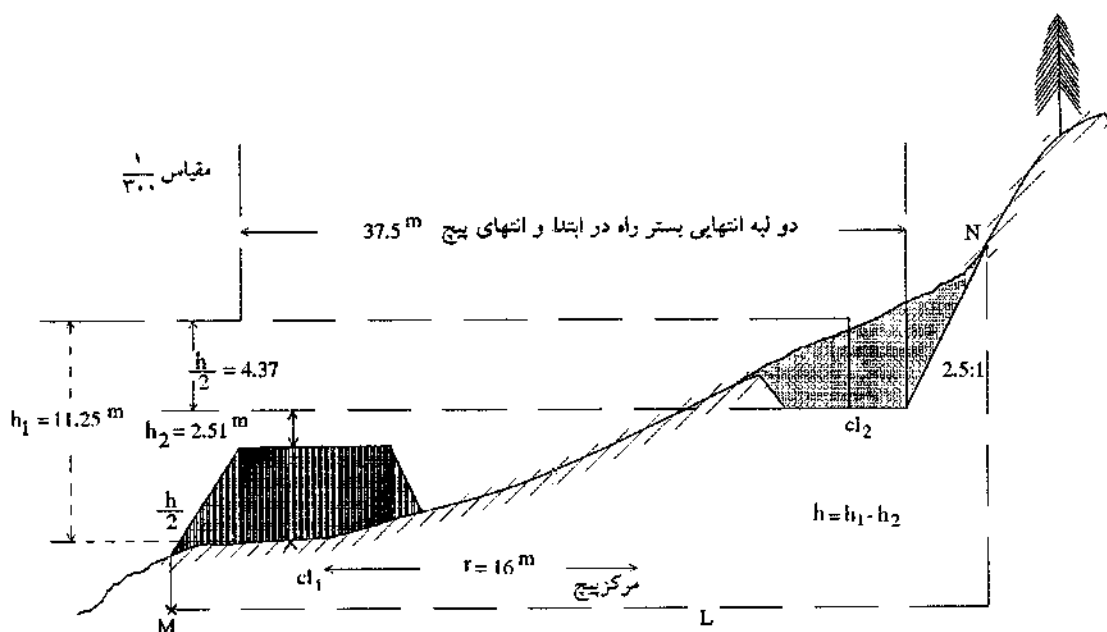
P : شیب طولی راه در محل پیچ، به درصد است، که برای شعاع ۱۶ متر ۵٪ و برای شعاع ۱۸ تا ۲۰ متر ۶٪ است. برای درک بهتر، به مثال زیر توجه کنید:

برای مثال (در صورتی که عرض ترانس، عامل محدودکننده نباشد)، اگر شیب عرضی روی ترانس (P') برابر ۳۰ درصد باشد، برای یک راه اصلی یک خطی، مقدار h برای شعاع ۱۸ متر برابر با $h = \frac{(36 \times 30) - (3 \cdot 14 \times 18 \times 6)}{100} = 6.4$ خواهد شد. یعنی، ۳/۲ متر عمق خاکبرداری در سمت دامنه و ۳/۲ متر خاکریزی در سمت دره، به طور مساوی (در بهترین شرایط)، یا ۶/۴ متر عمق خاکبرداری در سمت دامنه، یا ۶/۴ متر ارتفاع خاکریزی در سمت دره (در بدترین شرایط)، که به سادگی قابل قبول نیست. حتی با انتخاب شعاع ۱۶ متر، مشکل برطرف نمی‌شود و در نتیجه باید گفت که شیب ۳۰٪ برای یک ترانس، به منظور پیاده کردن پیچ، به سادگی قابل قبول نیست. (نگاه کنید به شکل ۴-۱-۴-الف).

- به طور کلی، مهمترین عامل محدودکننده شعاع روی ترانس‌های طبیعی، شیب بین دو انتهای خطی به طول $W+2t$ ، در عرض ترانس است. این شیب، حداکثر حدود ۲۰ درصد یا کمتر، منطقی و قابل قبول است و بیش از آن، هزینه‌های عملیات خاکی، به نسبت از حد معقول می‌گذرد. عرض ترانس نیز، خود نتیجه‌ای است از شیب دامنه در دو طرف خارجی پیچ مسیری که باید روی آن پیاده شود. برای مثال، یک ترانس با عرض ۲۰ متر و شیب ده درصد که از دو طرف به شیبهای زیاد منتهی می‌شود، قابل قبول نیست.



شکل ۴-۴-۱-الف- وضعیت دو سمت پیچ، روی تراس دامنه (مثال)

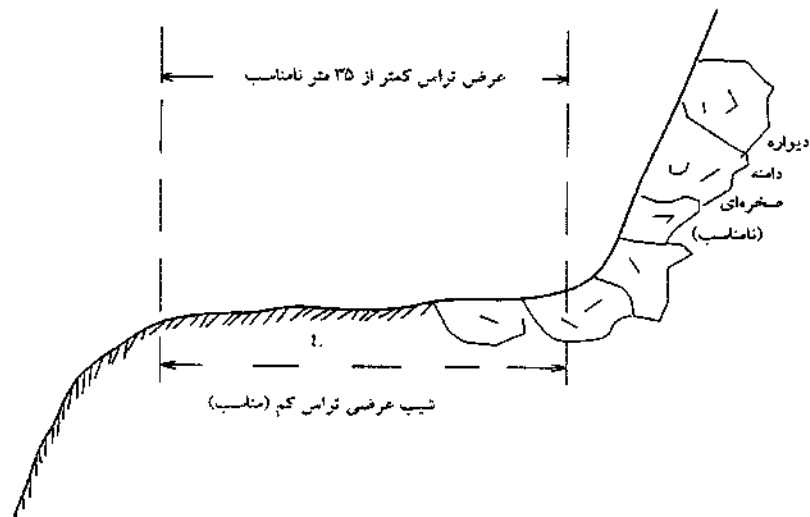


با توجه به شکل ۴-۴-۱-الف، هر قدر شیب عرضی تراس کمتر باشد، می‌توان شعاع پیچ را از ۱۶ متر (حداقل مجاز) بیشتر گرفت (البته، در صورتی که عرض تراس یا L ، اجازه بدهد).

در همین مثال، اگر شیب عرضی تراس ۲۰ درصد و عرض آن کافی باشد، به راحتی می‌توان شعاع را ۱۸ متر هم انتخاب کرد.

عامل دوم، فرم تراس است. همان‌طور که گفته شد، گاه فرم و عرض تراس به اندازه‌ای نیست که انتخاب شعاع بیش از ۱۶ متر را ممکن سازد. این امر، به ویژه در مواردی صحت دارد که شیب دامنه سمت بالادست، یا سمت پایین دست، یا در هر دو سمت تراس، ناگهانی و شدید باشد (به ویژه اگر در سمت دامنه صخره‌ای باشد)، مانند شکل ۴-۴-۱-ب.

شکل ۴-۴-۱-ب- ترانس کم عرض با شیب کناری زیاد (نامناسب)



در شرایط بالا، ناچار به انتخاب شعاع حداقل خواهیم بود، زیرا، خاکبرداری در سمت دامنه (به علت شیب زیاد یا صخره‌ای بودن) و یا خاکریزی در سمت دره (به علت شیب زیاد)، نامقدور است. در این شرایط، ناگزیر خواهیم بود به رغم عملیات خاکی سنگین، از شعاع حداقل ۱۶ متر (برای راههای اصلی یک خطی)، پایین‌تر نرویم و در نتیجه، یا هزینه‌های کلان را متقبل شویم و یا بهتر از آن، ترانس و مسیر هادی را عوض کنیم (در صورت رعایت این نکته در ردیابی مسیر هادی، با این مشکل روبرو نخواهیم شد).

- پس از تشخیص شعاع پیچ براساس داده‌ها و شرایط محل، لازم است مرکز دایره پیچ به دقت تعیین شود، زیرا، در صورت انتخاب مرکز قوس دورتر از محل دقیق آن (برای مثال، به اندازه D)، طول مسیر دو برابر مقدار D اضافه می‌شود. در صورت انتخاب مرکز به اندازه D نزدیک‌تر، شیب روی محور طولی پیچ، از ۵٪ (بر اساس معیارهای فنی راههای جنگلی) بیشتر می‌شود.*

* تعیین محل مرکز قوس، بر اساس طول L (مانند روش IP) درست نیست، زیرا به علت کوچکی زاویه α ، مقدار L زیاد و مرکز قوس در فاصله‌ای دور و نامناسب قرار می‌گیرد، که نیاز به اصلاح دارد و باید به اندازه لازم (اندازه طول A) به عقب برگردد.



- برای محاسبه محل دقیق مرکز دایره پیچ (طول A)، عملیات زیر انجام می‌گیرد:
- اندازه‌گیری زاویه α ، به وسیله متر و یا قطب‌نمای دوربین‌دار طبق بند ۴-۴-۵.
- محاسبه طول t و تعیین نقاط BC' و EC' (موقت).
- اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع، بین دو نقطه BC' و EC' (h).
- محاسبه طول A، یعنی مقدار فاصله‌ای که مرکز قوس باید به سمت IP تغییر مکان داده شود.

برای محاسبه طول A، از فرمول زیر استفاده می‌نماییم:

$$A = \frac{100h - 6\pi r}{12} = 8 / 33h - 1 / 57r$$

که در آن:

P: شیب مجاز در محدوده پیچ، به درصد است.

- مقدار P را به طور معمول، ۶٪ در نظر می‌گیریم (تا به این وسیله، امکان انتخاب

حدود $\frac{1}{3}$ از طول A و کل خط پیچ با شیب ۵ درصد، مقدور باشد).

- پس از تعیین مرکز جدید دایره، پیچ را با استفاده از متر، روی زمین پیاده و

پیکه‌کوبی می‌کنیم.

- گاه لازم می‌شود با توجه به فرم تراس، مرکز قوس اندکی به سمت دامنه یا دره

کشیده شود. این کار، در صورتی که انتقال، مرکز قوس در جهت عمود بر نیمساز زاویه α

باشد، به خوبی امکانپذیر است.

۴-۴-۲- پیاده کردن پیوست‌های پیچ

- نقاط BC و EC حقیقی، در رابطه با در IP جدید قرار دارند. در نتیجه، لازم است

ابتدا محل دو IP جدید مشخص گردد (گاه مرکز قوس به اندازه طول شعاع به یک طرف

کشیده می‌شود و به این ترتیب، قوس بر یک مماس قبلی مماس می‌شود و در این صورت،

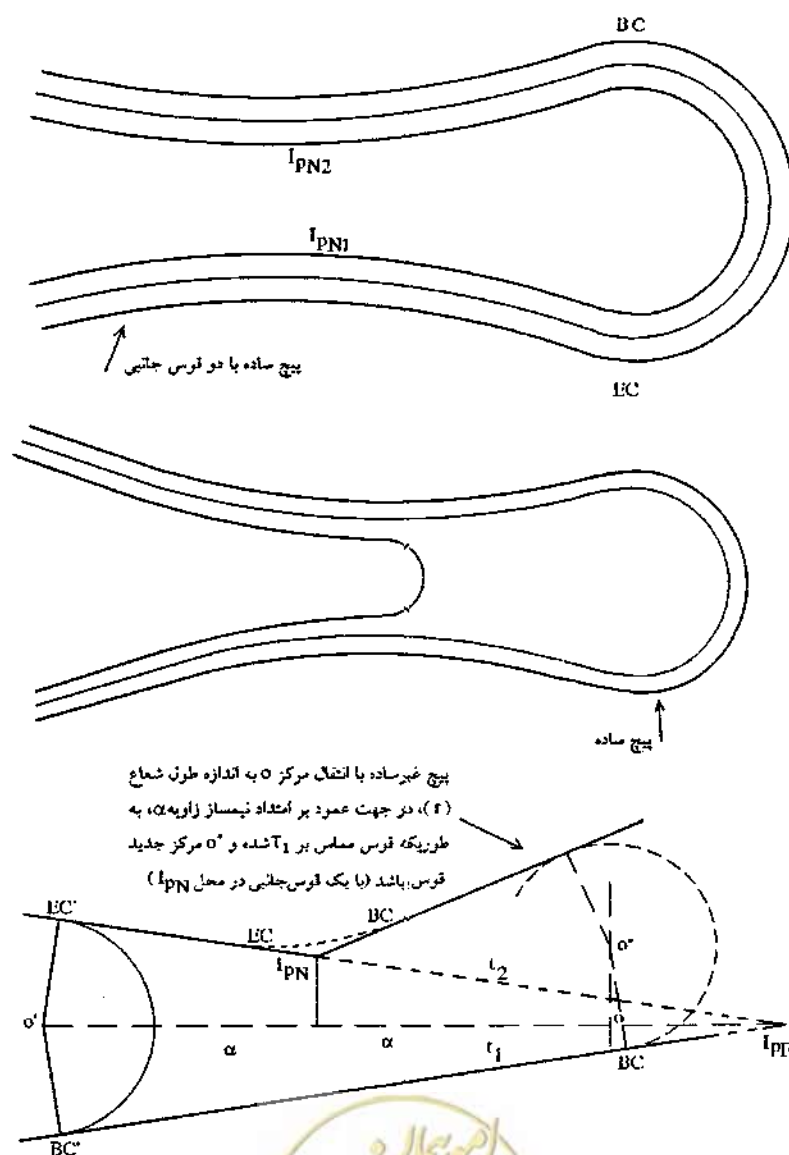
فقط انتخاب یک IP در طرف مقابل، لازم می‌شود.

- این کار، با توجه به شرایط زمین و فاصله دو قوس مجاور ناهمسو روی

- مماس‌های قبل، انتخاب می‌شود. (شکل ۴-۴، دو IP در نقاط A و B).
- هر قدر IP انتخاب شده و جدید، از نقطه BC (یا EC) دورتر باشد، احتمال افزایش حجم عملیات خاکی بیشتر است و برعکس، هر قدر نزدیک‌تر باشد، زاویه‌های α جدید کوچکتر و دو قوس ناهمسوی به وجود آمده، به هم نزدیک‌تر می‌شوند.
- با توجه به دو مورد بالا، لازم است که محل دو IP جدید به دقت انتخاب شود.
- پس از تعیین نقاط IP جدید، می‌توان نقاط BC و EC جدید را به ترتیب زیر، پیدا نمود تا پیچ کامل شود:
- یک ژالن در مرکز دایره و یک ژالن در محل IP جدید کوبیده می‌شود. سپس، با استفاده از پریم به سمت IP دید می‌رویم، به طوری که ژالن مرکز دایره نیز، جلوی دید ما قرار گیرد. با حرکت روی قوس، آن قدر عقب و جلو می‌رویم تا تصویر ژالن مرکز قوس، با ژالن IP جدید، روی هم قرار گیرند و این محل BC یا EC خواهد بود.
- این کار، یکبار برای پیدا کردن نقطه BC و یکبار برای پیدا کردن نقطه EC روی پیرامون پیچ انجام می‌شود.
- لازم است برای کنترل دقیق حرکت روی قوس، از یک متر یا یک طناب، به اندازه طول شعاع که یکسر آن در دست ناظر و سر دیگر روی مرکز دایره قرار دارد، استفاده کنیم. به همین ترتیب، در هر فاصله حدود ۵ متر، یک پیکه روی قوس کوبیده می‌شود.
- در شکل ۴-۴-۲، دو نوع پیچ ساده و یک نوع پیچ غیر ساده، برای مقایسه نشان داده شده است.



شکل ۴-۴-۲- وضعیت چند پیچ به طور شماتیک



۴-۴-۳- تکمیل پیوست‌های پیچ

لازم است قوسهایی در محل IP‌های جدید طراحی و پیکه‌کوبی شوند. برای این کار، می‌توان از روش IP استفاده نمود. به علت اینکه دو قوس پیوست، در جهت مخالف و مجاور پیچ هستند، لازم است نسبت به فاصله مستقیم بین دو قوس ناهمسو، استانداردهای لازم (مشخصات و معیارهای فنی راه‌های جنگلی) رعایت شود.

□ ۵- دستورالعمل اندازه‌گیری‌ها و برداشت‌ها

۵-۱- هکتومتری

۵-۱-۱- تعریف و توضیح

هکتومتری، در واقع اندازه‌گیری دقیق طول محور راه است، که برای برداشت‌های تکمیلی و نقشه راه مورد نیاز است. در این مرحله از کار، علاوه بر اندازه‌گیری و پیکه‌کوبی در طول راه، مسیر، مورد بازدید و بررسی قدم به قدم مهندس طراح یا مسئول پروژه قرار می‌گیرد و پیش‌بینی‌های لازم برای احداث ابنیه فنی، لوله‌گذاریها، محل‌های دپو و غیره، در همین قسمت از کار انجام می‌شود.

۵-۱-۲- لوازم کار

لوازم مورد نیاز برای این کار، مشابه قسمت‌های قبلی است (بند ۴-۳-۲) و گروه کاری، شامل مهندس طراح یا مسئول پروژه، تکنسین راه، با یک نفر کمک و دو نفر کارگر برای تهیه و کوبیدن پیکه‌ها. در این مرحله، متر نواری و چند عدد ژالن، مهمترین وسیله کار است.

۵-۱-۳- روش اجرا

- برای انجام این کار، بهتر است که ابتدا یک بار از اول مسیر تا انتهای آن، اندازه‌گیری شود و در هر ۲۰ متر، پیکه‌های اصلی را بکوبند. سپس، بار دوم با اندازه‌گیری فاصله عوارض مسیر و پیکه‌های فرعی (از پیکه‌های اصلی قبلی)، پیکه‌های فرعی، تعیین، شماره‌گذاری و کوبیده شوند.

علت این کار این است که با اندازه‌گیری پیکه‌های فرعی و اصلی در یک حرکت، احتمال بروز اشتباه را بسیار زیاد می‌کند و متأسفانه، بروز هر اشتباه در هکتومتری، منجر به بروز اشتباهات مسلم در مراحل بعد می‌شود. پس از پیکه‌کوبی به فاصله ۲۰ متر در انتها، می‌توان در برگشت، پیکه‌های فرعی را تکمیل کرد و فاصله‌های آن را نسبت به پیکه‌های



اصلی موجود اندازه گرفت، و در دفترچه هکتومتری ثبت نمود. در صورت دقت زیاد، این کار در یک بار حرکت نیز، قابل اجراست.

شماره‌گذاری پیکه‌ها، به این صورت است :

نخستین پیکه اصلی، شماره صفر خواهد داشت و سایر پیکه‌های اصلی، به ترتیب ۱، ۲، ۳ و ... خواهند بود.

- پس از اندازه‌گیری کل مسیر و نصب پیکه‌های اصلی به فاصله ۲۰ متر از هم، نوبت به اندازه‌گیری فاصله و ثبت پیکه‌های محور راه، در محل‌های BC و EC و یا عوارض مهم واقع در محور مسیر، مانند آبراهه‌ها و غیره (به عنوان پیکه‌های فرعی هکتومتری)، خواهد رسید. پیکه‌های فرعی با شماره بعد از ممیز مشخص می‌شوند، مانند پیکه‌های ۱/۱، ۱/۲، ۱/۳، ۲/۱، ۲/۲ و که رقم سمت راست بعد از ممیز معرف پیکه فرعی و ترتیب قرار گرفتن آن، و رقم قبل از ممیز معرف شماره پیکه اصلی (۲۰ متری) هکتومتری است.

- در ضمن این کار که توسط تکنسین صورت می‌گیرد، مهندس طراح ضمن کنترل کار، به بررسی دقیق مسیر و عوارض و تاسیسات موجود در آن و یا مجاور آن و تاثیر آثار متقابل احتمالی آنها و راه، می‌پردازد.

- عوارضی را که برای برداشتهای بعدی، مهم تشخیص داده شود، با پیکه‌های فرعی مشخص می‌کنیم و در ستون ملاحظات، یادداشتهای لازم مربوط به آنها را درج می‌نماییم.*
- نقاط مناسب، برای دپوی چوب و گریزگاهها، محل کانالهای عرضی و زهکشی‌ها، خاکهای سست و دامنه‌های ناپایدار و یا قسمتهایی از مسیر که لازم است در آنها نسبت به احداث ابنیه فنی اقدام شود، در این مرحله مشخص شده و پیکه‌کوبی می‌گردند.

- هر جا که به کانال یا جوی، گودال و یا برجستگی بزرگی برخورد می‌کنیم، باید لاقط جلو، وسط و انتهای آن، پیکه‌کوبی و مشخص شود (به وسیله پیکه‌های فرعی).

- هنگام اندازه‌گیری فاصله‌ها، باید دقت شود که متر همواره در حالت کشیده و کاملاً افقی باشد. اندازه‌گیری فاصله پیکه‌ها، از انتهای آن در قسمت مجاور خاک است،

زیرا ممکن است پیکه‌ها کج باشند و به طور عمودی در زمین قرار نگرفته باشند، که باعث خطای اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری فاصله پیکه‌ها، بهتر است از دو ژالن استفاده شود که روی دو پیکه مورد نظر به طور عمودی قرار می‌گیرد و آنگاه، فاصله دو ژالن به ترتیبی که متر در حالت افقی باشد، اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۱-۵- ثبت هکتومتری

هکتومتری، در زمین توسط پیکه‌های چوبی، با شماره‌های اصلی و فرعی و رنگ قرمز و در دفترچه‌های صحرایی، در جدولی به شرح زیر ثبت می‌شود (جدول ۴-۱-۵).

جدول شماره ۴-۱-۵- نحوه خط‌کشی و ثبت رقم‌های هکتومتری، در دفترچه صحرایی هکتومتری»

ردیف	شماره پیکه	فاصله از پیکه قبل	فاصله از مبدا	مشخصات	ملاحظات*
۰					
۰					
۰					
۰					
۱۵	۱۰	۵/۱۰		اصلی	
۱۶	۱۰/۱	۱۱/۹	۲۰۵/۱	فرعی	
۱۷	۱۰/۲	۳	۲۱۷	فرعی	محل لوله‌عرضی، به قطر ۴۰ سانتیمتر
۱۸	۱۱	۵/۳۰	۲۲۰	اصلی	ابتدای عوارض سنگی
۱۹	۱۱/۱	۴/۸۰	۲۲۵/۳۰	فرعی	به صورت سنگهای آهکی تکه تکه
۲۰	۱۱/۲		۲۳۰/۱۰	فرعی	آغاز قوس با شعاع ۲۴ متر
۰					
۰					
۰					
۰					
	جمع				



۲-۵- برداشت پروفیل طولی

۲-۵-۱- تعریف

پروفیل طولی، معرف اختلاف ارتفاع نسبی نقاط مختلف در طول مسیر راه، نسبت به هم، یا نسبت به یک نقطه مشخص و خاص (مانند سطح دریا) است.

۲-۵-۲- لوازم کار

- دوربین نیو (ترازیاب) یا بوسل یا تئودولیت (MM یا MN).
- سه پایه مربوط به کار.
- شاخص (میر) ۴ متری (مربوط به دستگاه) و تراز حبیبی شاخص.
- دفترچه یادداشت صحرائی خط‌کشی شده و آماده.
- مداد، کاغذ، مداد پاک‌کن.
- داس (برای قطع سرشاخه‌های مزاحم).
- لوازم بیتوته و کمکی.
- گروه کاری، شامل یک نفر نقشه‌بردار یا تکنسین مجرب، یک نفر کمک و یک نفر کارگر برای قطع سرشاخه‌های مزاحم دید است.

۲-۵-۳- روش کار

دوربین را در نقطه‌ای مستقر می‌کنیم که بتوان بدون تغییر محل، شاخص را از نقاط بیشتری، به وسیله آن دید رفت. این نقطه، ایستگاه شماره یک خواهد بود. سپس، نفر دوم (کمک نقشه‌بردار) شاخص را در محل پیکه صفر (در پای پیکه) قرار می‌دهد. پیکه صفر به طور معمول، نخستین پیکه‌ای است که در محل انشعاب وجود دارد و وضعیت آن، باید نسبت به محور راه اولی مشخص باشد. شاخص، باید همواره در حالت عمودی نگهداری شود. کنترل این امر توسط ترازابی که به شاخص متصل است، مقدور می‌شود. پس از تنظیم دقیق تراز نیو، رقم خوانده شده در دفترچه صحرائی یادداشت می‌شود و سپس، به

دستور نقشه‌بردار، شاخص به پیکه بعدی منتقل می‌شود. این کار، با درج تمام رقم‌های خوانده شده روی پیکه‌های قابل دید از ایستگاه اول، در دفترچه صحرایی (به ترتیب) ادامه می‌یابد.

- با رسیدن به پیکه‌ای که از آن پیکه شاخص قابل دیدن نباشد، لازم است شاخص را به پیکه قبلی برگردانیم و این بار ایستگاه را تغییر دهیم.

- در این مرحله، زیر ستون پیکه‌های خوانده شده خط می‌کشیم. لازم است آخرین پیکه خوانده شده در ایستگاه قبل، نخستین پیکه خوانده شده و ثبت شده، در ایستگاه بعد باشد. (مطابق جدول ۵-۲-۴).

- پیوسته رقم خوانده شده در پیکه بعد، از رقم خوانده شده در پیکه قبل، کم می‌شود و تفاوت حاصل (مثبت یا منفی)، در ستون مربوط درج می‌گردد.

- لازم است در هر بار خواندن رقم‌های روی شاخص، تراز دستگاه دویاره با دقت تنظیم شود.

۵-۲-۴- ثبت رقم‌ها و اطلاعات

برای ثبت رقم‌ها و اطلاعات پروفیل طولی، باید دفترچه صحرایی پروفیل طولی، که از قبل به شرح زیر خط‌کشی شده، همراه باشد و سپس، رقم‌های برداشت شده (مانند مثال جدول ۵-۳-۲)، در آن ثبت می‌گردد.



جدول ۵-۳-۲- نمونه صفحه‌های دفتر صحرایی ثبت پروفیل طولی

شماره ایستگاه	شماره پیکه	عدد قرائت شده CM	اختلاف ارتفاع از پیکه قبل CM	اختلاف ارتفاع از مبدا CM	ملاحظات
I	۰	۳۵۰	-	-	
	۱	۲۲۰	+۱۳۰	+۱/۳۰	انشعاب از راه
	۲	۱/۳۰	+۹۰	+۲/۲۰	اصلی یک بانندی
	۳	۹۰	+۴۰	+۲/۶۰	
	۴	۲۰	+۷۰	+۳/۳۰	۳/۴۰ اختلاف ارتفاع ←
II	۴	۳/۶۰	-	-	دو ایستگاه
	۵	۳۰۰	+۶۰	+۳/۹	
	۶	۲۵۰	+۵۰	+۴/۴۰	دامنه شن و
	۷	۲۰۰	+۵۰	+۴/۹۰	ماسه‌ای
	۷/۱	۲۸۰	-۸۰	+۴/۱۰	

۵-۲-۵- کنترل برداشت نیمرخ (پروفیل) طولی

برای کنترل دقت محاسبات، می‌توان مجموع اختلاف ارتفاع ایستگاهها را با نخستین رقم خوانده شده (در پایین) جمع می‌شود و سپس، آخرین رقم خوانده شده (در بالا) را از آن کسر نمود. حاصل باید برابر با اختلاف ارتفاع کل تقاط باشد*، که در پروفیل طولی برداشت شده‌اند.

$$H = \sum h_i + a - c$$

H: اختلاف ارتفاع نخستین پیکه، نسبت به آخرین پیکه (ارتفاع آخرین نقطه از

مبدأ)، به متر.

$\sum h_i$: جمع جبری اختلاف ارتفاع تمام ایستگاهها به متر.

a: قرائت اول در پیکه صفر در پایین.

c: قرائت آخر در پیکه آخر در بالادست.

۵-۳- برداشت نیمرخ (پروفیل) عرضی

۵-۳-۱- تعریف و کاربرد نیمرخ (پروفیل) عرضی

پروفیل عرضی، معرف مقطع عرضی دامنه در محل هر پیکه از مسیر قطعی است. پروفیل عرضی در محوری عمود بر امتداد محور وسط راه (در هر نقطه یا پیکه)، در حریم و فاصله‌ای از پیکه‌های مسیر قطعی قرار دارد، که تحت تاثیر عملیات خاکی قرار می‌گیرد و عوارض زمین را در این مقطع نشان می‌دهد.

- به طور معمول، پروفیل عرضی را برای پیکه‌های اصلی و پیکه‌های MC برداشت می‌کنیم. به علاوه، در تمام نقاط تعیین شده برای لوله‌گذاری، محل‌های دپو و گذرگاهها نیز بر اساس پلان تیپ، تا انتهای حدود پیش‌بینی شده و یا موثر این تاسیسات، پروفیل عرضی برداشت می‌شود.

مهمترین هدف از تهیه پروفیل‌های عرضی، تهیه مقاطع عرضی برای تجسم وضعیت عملیات خاکی و مهمتر از آن، محاسبه سطح مقاطع عرضی برای محاسبه حجم خاکبرداریها و خاکریزی‌ها در طول مسیر راه است. این کار، برای مهندسان ناظر، زیربنای کنترل عملیات و برای پیمانکاران، مبنای محاسبات هزینه‌ها است.

- از آنجا که در ساختمان راههای جنگلی یک خطه، حجم عملیات خاکی چشمگیر نیست، گاه از محاسبات حجم عملیات خاکی، به دلیل سرعت کار و صرفه‌جویی (به ویژه در مواردی که راه به طور امانی ساخته می‌شود)، صرف‌نظر می‌گردد.

- حتی در صورتی که از این محاسبات، به دلیل یاد شده صرف‌نظر شود، لازم است شیب در دو طرف پیکه‌های اصلی تا فاصله ۱۰ متری (۱۰ متر به سمت پال و ۱۰ متر به سمت دره)، به وسیله شیب سنج، اندازه‌گیری شود. رقم‌های به دست آمده، برای مراحل بعدی تهیه پروژه راه (تنظیم خط پروژه)، ضروری خواهد بود.



۵-۳-۲- وسایل لازم برای برداشت نیم‌رخ (پروفیل) عرضی

- دفترچه صحرایی مربوط به پروفیل عرضی (بهتر است از کاغذ شطرنجی بدون خط‌کشی اضافی، استفاده شود).
- قطب نما (MC).
- شیب‌سنج، یا سونتو (MK).
- متر نواری MT₂₅.
- کاغذ، مداد و مدادپاک‌کن.
- وسایل بیهوده در صورت لزوم، و وسایل کمکی، بسته به نیاز.

۵-۳-۳- روش کار در برداشت نیم‌رخ (پروفیل) عرضی

- برای برداشت پروفیل عرضی، طبق دستورالعمل زیر، رفتار می‌کنیم:
- الف) جهت حرکت گروه مسئول برداشت پروفیل عرضی، در صفحه اول دفترچه صحرایی قید می‌شود (برای مثال، حرکت گروه از پیکه شماره صفر به بعد) و سپس، پروفیل عرضی تمام پیکه‌های اصلی، به اضافه پیکه‌های MC به ترتیب زیر، اندازه‌گیری می‌شود:
- برای آغاز، یک ژالن در کنار پیکه اصلی (یا پیکه MC)، به صورت سر و ته به وسیله مهندس گروه مستقر می‌گردد.
- جهت عمود بر امتداد مماسی توسط قطب نما و یا پریسم، توسط مهندس گروه مشخص می‌شود.
- در نقاط MC، لازم است در جهت نیمساز زاویه α عمل شود (به سمت IP و مرکز قوس).
- در جهت عمود بر امتداد مماسی (برای MC در جهت نیمساز)، یک ژالن در فاصله حدود ۱۰ متری (به وسیله کارگر همراه)، به صورت وارونه در سمت بالا مستقر می‌شود و مهندس گروه، ضمن کنترل فاصله تقریبی، در حد فاصل دو ژالن، شیب را معین می‌کند. در

صورت صخره‌ای و ناهمگن بودن شیب عرضی، لازم است وضعیت شیب در فاصله‌های ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ متری اندازه‌گیری شود (اندازه‌گیری افقی به وسیله ژالن)، تا به این ترتیب، مقطع عرضی به دقت بیشتری قابل ترسیم باشد.

- عمل بالا، یکبار هم با همان ترتیب، در قسمت پایین دامنه انجام می‌گیرد.

۴-۳-۵- ثبت رقم‌ها و اطلاعات، در دفترچه صحرایی مربوط

برای ثبت رقم‌ها در دفترچه صحرایی (ویژه پروفیل عرضی) به صورت زیر عمل می‌کنیم:

- کروکی پروفیل عرضی با استفاده از صفحه‌های دفترچه شطرنجی، به طور دستی و تقریب ترسیم می‌شود. این کار، با درج دقیق رقم‌های اندازه‌گیری شده تا فاصله ۱۰ متری از هر طرف، مانند شکل ۴-۳-۵، انجام می‌گیرد.

- در هر کروکی، پیکه در وسط و شماره پیکه مربوط، در بالای آن درج می‌شود.

- در هر برگ از دفترچه صحرایی پروفیل عرضی، می‌توان دو پروفیل مربوط به دو پیکه را رسم کرد.

- در زیر هر پروفیل عرضی، فضایی برای توضیح وضعیت پروفیل و وضع زمین در دو سمت، در نظر گرفته می‌شود.

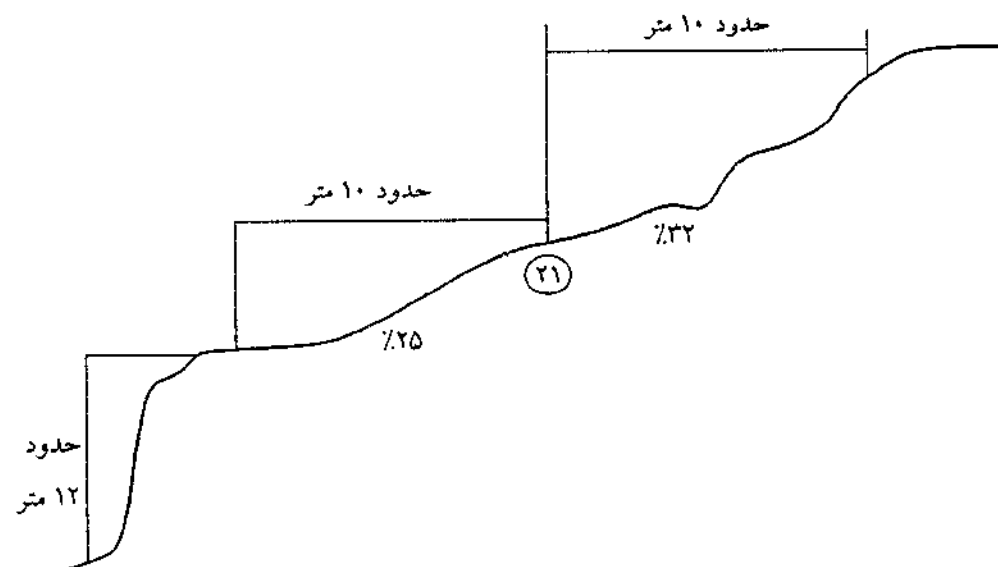
- در صورت ناهمگن بودن شیب عرضی دامنه، وضعیت شیب در دو سمت پیکه با خط نقطه چین (به طور تقریب و با نظر کارشناس)، تا فاصله‌ای حدود ۲۵ متر در هر سمت، نشان داده می‌شود (یعنی ۱۵ متر فراتر از نقطه‌ای که شیب آن اندازه‌گیری شده).

- لازم است همیشه دقت شود که سمت راست یا چپ، بر اساس جهت حرکت، روی کروکی‌ها مشخص شود.

- ثبت رقم‌های خوانده شده، به وسیله تکنسین گروه انجام می‌شود و مهندس گروه در این کار نظارت دارد (به شکل ۴-۳-۵، نمونه برداشت و ثبت یک پروفیل عرضی، توجه شود).



شکل ۵-۳-۴- مشخصات شیب و پروفیل عرضی پیکه ۲۱ (مثال)



پروفیل عرضی پیکه شماره ۲۱ (حرکت از پیکه ۲۰ به سمت ۲۱)، سمت راست شیب ملایم می‌شود و در سمت چپ، یک پرتگاه با دیواره ۱۲ متری منتهی به زمین‌های کم شیب‌تر وجود دارد.

۵-۴- برداشت نقشه مسیر راه

۵-۴-۱- تعریف

مسیر راه، تا این مرحله تشکیل شده از خطوط مماسی (مستقیمی)، که یکدیگر را در نقاطی قطع می‌کنند و در محل هر یک از این نقاط تقاطع (نقاط IP)، قوس یا پیچشی پیاده شده است. این خطوط مستقیم و قوسی شکل، روی هم محور وسط راه را نشان می‌دهند که لازم است نقشه آن به دقت تهیه شود.

با مشخص بودن تاسیسات، عوارض راه، عرض بستر، عرض عبور و سایر مشخصات، می‌توان آنها را در نقشه مسیر گنجاند و منظور نمود، تا نقشه کامل راه به دست آید.

۵-۴-۲- لوازم کار

- در برداشت نقشه مسیر راه نیز، مانند سایر قسمت‌ها، از ساده‌ترین و سبک‌ترین وسایل کار (و سریع‌ترین روش‌ها)، استفاده می‌شود. این لوازم عبارت‌اند از:
- قطب‌نمای دوربین‌دار، یا تئودولیت ساده، یا بوسل جنگلی (MM).
- ژالن ۴ عدد.
- دفترچه صحرایی برای ثبت رقم‌های اندازه‌گیری شده.

۵-۴-۳- روش کار

- به علت اینکه نصب دستگاه قطب‌نمای دوربین‌دار وقت‌گیر است، دوربین در IP اول و سپس، یک در میان در IPهای بعدی نصب می‌شود.
- برای نصب دستگاه، لازم است شاقول که زیر محور چرخش صفحه مدرج آن قرار دارد، به طور دقیق روی پیکه IP (محل فرو رفتن در خاک) مستقر گردد.
- در استفاده از بوسل و قطب‌نماهای دوربین‌دار دیگری که دوربین با محور قطب‌نما در یک صفحه عمودی قرار ندارند، باید آزیموت از دو سمت صفحه مدرج خوانده شود و معدل آن منظور گردد.
- اندازه‌گیری فاصله بین پیکه‌ها، ضروری نیست.
- در برداشت نقشه پیچ‌ها، لازم است دستگاه در مرکز دایره قوس مستقر گردد تا آزیموت و امتداد شعاع در جهت BC و EC، اندازه‌گیری و ثبت شود.
- لازم است با استفاده از تراز صفحه مدرج، هر بار که دستگاه مستقر می‌گردد، صفحه آن تراز شود.



- از نزدیک کردن اجسام آهنی و فولادی (مانند ژالن و ساعت و ...) به صفحه مدرج، خودداری شود.

- در صورتی که در نقطه‌ای از روش BC استفاده شده باشد (به نقطه IP دسترسی نباشد)، لازم است آزمون و ترقوس از نقطه BC و یا از نقطه EC، اندازه‌گیری شود و به علاوه آزمون EC-BC نیز، ثبت گردد.

- در خواندن آزمون دو خط مماسی از محل نقطه IP، لازم است جهت دید به سمت عقب یا به سمت جلو مشخص شود (دید به طرف IP قبلی و بعدی، با ذکر شماره هر IP).

- برداشت نقشه در محل انشعاب، از اهمیت زیادی برخوردار است و به دقت بسیار نیاز دارد.

۴-۴-۵- ثبت رقم‌ها و اطلاعات

- تمام رقم‌ها و اطلاعات به دست آمده در عملیات برداشت نقشه، بی فاصله پس از خواندن هر یک از آزمون‌ها، در دفترچه صحرائی ثبت می‌شود. (به وسیله تک‌نشین و نظارت مهندس همراه گروه).

- لازم است در خواندن آزمون خطوط مماسی، ضمن درج جهت دید (به عقب، یا جلو)، جهت گردش قوس یا پیچ (به طرف راست یا به طرف چپ)، با دقت مشخص شده و در دفترچه صحرائی درج گردد.

- در برداشت نقشه مسیر، لازم است نا جهت حرکت گروه نقشه‌بردار در آغاز کار نقشه‌برداری مشخص گردد و در صفحه اول دفترچه صحرائی مربوط، نوشته شود (برای مثال، حرکت از پیکه صفر به سمت انتهای مسیر).

- به این ترتیب، پیوسته وضعیت دید رفتن برای خواندن آزمون، یعنی دید به سمت عقب و به سمت جلو مشخص شود و هر بار، سمت دید در هر شماره ثبت گردد.

- روش خط‌کشی و ثبت رقم‌های خوانده شده در دفترچه صحرائی، به صورت زیر

است (جدول ۴-۴-۵).

جدول ۵-۴-۴- ثبت رقم‌ها و اطلاعات برداشت نقشه مسیر (مثال)

ردیف	شماره IP	آزیموت دید پشت سر	آزیموت دید به جلو	جهت (فوس یا پیچ)	ملاحظات
۱	۱	۱۰۹/۵	۲۴۲/۵	چپ گرد	جهت حرکت از سمت
۲	مرکز پیچ به BC	۱۴۷	-	راست گرد	پیکه شماره ۱، به بالا
۳	مرکز پیچ به EC	۲۲۵	-	راست گرد	پیچ
۴	۳	۲۳۰	۳۶۰	چپ	پیچ به شعاع ۱۸ متر
۵	۵				



۶- دستورالعمل کاربرد اطلاعات و ترسیم

از مرحله ششم به بعد، بیشتر عملیات تا تکمیل پروژه، در دفتر کار گروه طراح پی‌گیری شده و انجام می‌پذیرد. در این مرحله، یک جمع‌بندی کلی از کارها و رقم‌های به دست آمده انجام می‌گیرد و دفاتر صحرائی، تکمیل و کنترل می‌شوند.

۶-۱- ترسیم نیم‌رخ (پروفیل) طوای

۶-۱-۱- تعریف

پروفیل طولی، خطی است که طی آن فاصله و اختلاف ارتفاع تمام نقاط مسیر قطعی (محوور وسط راه) نسبت به یکدیگر (قبل از انجام عملیات خاکی)، بر روی یک نوار کاغذ نشان داده شده است. به منظور دقت بیشتر در ترسیم و سرعت بخشیدن به اجرای کار، از کاغذ میلیمتری استفاده می‌شود. پروفیل طولی، ارتفاع پیکه‌های مسیر راه را در حالت طبیعی خود نشان می‌دهد. اختلاف ارتفاع پیکه‌ها، با ۱۰ برابر درشت نمایی نسبت به فاصله‌های افقی است. یعنی :

- مقیاس فاصله ۱:۱۰۰ و مقیاس ارتفاع ۱:۱۰۰ خواهد بود.

- از کاغذهای میلی‌متری نواری به عرض یک متر و یا در صورت نبود آن، از عرض ۷۰ سانتیمتر استفاده می‌شود.

- نقطه آغاز روی کاغذ میلیمتری، طوری انتخاب می‌شود که طول بیشتری از مسیر در عرض کاغذ میلی‌متری بگنجد.

- لازم است تمام اطلاعات لازم برای استفاده بیشتر و کاملتر از پروفیل طولی، در ستونهای مخصوص زیر آن، پیش‌بینی و ثبت شود.

- برای درج فاصله و ارتفاع هر یک از پیکه‌های اصلی و فرعی نسبت به پیکه‌های مجاور روی کاغذ میلیمتری، لازم است محل هر پیکه، به دقت روی کاغذ میلیمتری مشخص شده و به وسیله یک مداد نوک‌تیز (4H)، نشانه‌گذاری گردد.

۶-۱-۲- روش کار

ابتدا کاغذ میلیمتری به طول ۲۰ تا ۲۵ درصد بیش از ۱:۱۰۰۰ طول مسیر که در هکتومتری مشخص شده، به عرض یک متر، یا ۰/۷ متر را انتخاب می‌کنیم.

- زیر کاغذ میلیمتری، در نخستین ردیف از بالا (شکل ۶-۱-۲)، از نقطه‌ای در فاصله ۵ تا ۱۰ سانتیمتر (به عنوان حاشیه در چپ)، رقمهای از صفر تا ۲۵ را در فاصله‌های ۲ سانتیمتری می‌نویسیم.

- ۲ سانتیمتر، یا ۲۰ میلی‌متر، مبین فاصله ۲۰ متری بین پیکه‌های اصلی است (شکل ۶-۱-۲).

- بین پیکه‌های اصلی، پیکه‌های فرعی را (با رعایت فاصله بین آنها از پیکه اصلی قبلی) در همان ستون نشانه می‌زنیم و شماره پیکه‌های فرعی را نیز، در همان ردیف شماره پیکه‌های اصلی می‌نویسیم.

- در حاشیه سمت چپ و در برابر شماره‌های یاد شده در بند بالا، عبارت "شماره پیکه‌ها" درج می‌شود.

- یک سانتیمتر پایین‌تر از ستون شماره‌ها در کاغذ میلیمتری و در حاشیه سمت چپ، عبارت "مشخصات قوسها و پیچها" درج می‌گردد و به این ترتیب، تمام نشانه‌های MC, BC و EC و مانند آن، زیر شماره پیکه‌های مربوط، قید می‌شود (در ستون مربوط، زیر ستون شماره‌ها). در ضمن، طول شعاع قوس‌ها و پیچ‌ها در این ستون، بین BC و EC درج می‌گردد.

- یک سانتیمتر پایین‌تر از آن، و کنار حاشیه چپ، عبارت "شیب عرضی دامنه" قید می‌شود (شکل ۶-۱-۲).

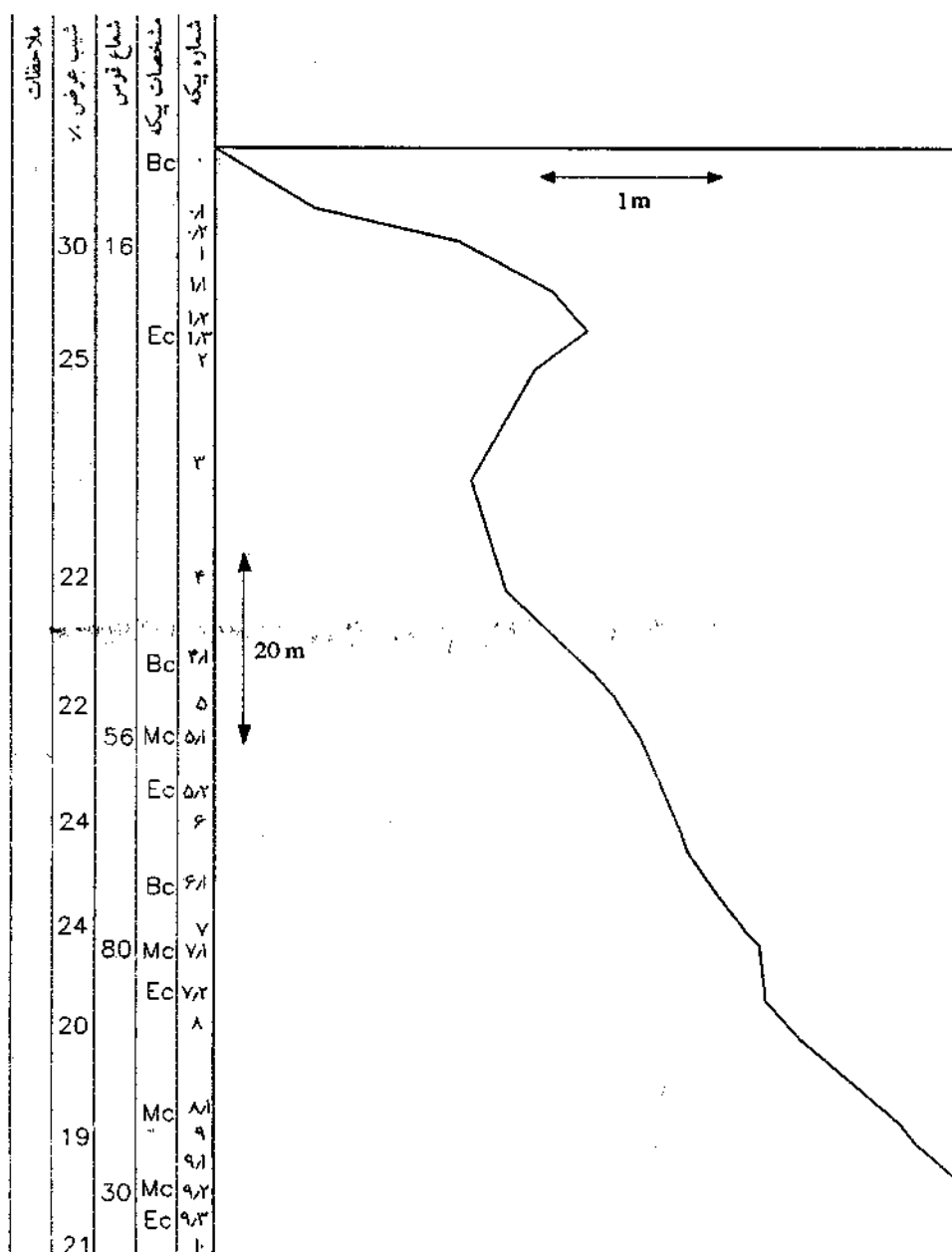
- در اینجا، با استفاده از پروفیل‌های عرضی برداشت شده، معدل شیب عرضی در دو طرف هر پیکه، با توجه به وضعیت پروفیل و حواشی آن، قید می‌شود.

- در یک سانتیمتر پایین‌تر از آن و در حاشیه سمت چپ، عبارت "جنس زمین و خاک" درج می‌شود.



- مشخصات زمین و خاک پیرامون هر پیکه، از دفترچه صحرایی مربوط، استخراج می‌شود و در این ستون، در بالای شماره‌های آن، درج می‌گردد.
- ممکن است اطلاعات بیشتری از شرایط، مانند حساسیت خاک و مانند آن، بسته به نیاز و اهمیت راه، در نوارهای پایین‌تر، درج شود.
- برای درج فاصله و ارتفاع هر یک از پیکه‌های اصلی و فرعی، ارتفاع آن نقطه از پیکه صفر (از دفترچه صحرایی)، استخراج شده و در خط عمودی که از روی محل شماره پیکه می‌گذرد (نسبت به پیکه شماره صفر)، نشانه زده می‌شود.
- نشانه‌گذاری، به وسیله مداد نوک تیز 4H انجام می‌شود.
- از اتصال نقاط یاد شده، به وسیله قلم رایید ۰/۲، خط ممتدی با دندان‌های بسیار (به نسبت پستی بلندی‌های مسیر قطعی، قبل از عملیات خاکی)، به وجود می‌آید که همان پروفیل طولی ماست (شکل ۶-۱-۲).
- از آنجا که راه‌های جنگلی کوهستانی دارای یک شیب متوسط (حدود ۶ تا ۷ درصد) هستند، پس از طی حدود ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از مسیر (۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از کاغذ)، ممکن است پروفیل طولی ما به بالای نوار کاغذی میلیمتری برسد (در صورتی که عرض نوار یک متر باشد).
- در این حالت، از انتهای خط پروفیل، یک خط عمودی با استفاده از قلم رایید شماره ۰/۶، به طور عرضی روی کاغذ میلیمتری رسم می‌کنیم و عیناً مانند حالت قبل نشانه‌گذاری نقاط را از پایین (در امتداد افقی پیکه شماره صفر)، منتهی از ۵ شماره قبل آغاز می‌نماییم. به این ترتیب، در هر چهار پروفیل طولی، ۱۰۰ متر از مسیر راه (۱۰ سانتیمتر روی نقشه)، تکرار می‌شود. بهتر است خط عمودی، درست روی یکی از خطوط ۲ سانتیمتری (محل پیکه اصلی) ترسیم شود.

شکل ۶-۱-۲- وضعیت درج رقمهای و اطلاعات روی کاغذ میلیمتری برای پروفیل طولی (مثال)



۶-۲- ترسیم خط پروژه

۶-۲-۱- تعریف

خط پروژه، خطی است که به منظور تعدیل ناهمواریهای خط پروفیل طولی در امتداد آن ترسیم می‌شود. به عبارتی، خط پروژه نشان‌دهنده پروفیل طولی راه پس از عملیات خاکی و ساختمانی آن است (بر خلاف پروفیل طولی که کاملاً بر اساس برداشتهای محور مسیر در طبیعت است).

- خط پروژه، با دقت نظر و بر اساس تجربه، اصول، معیارهای فنی راه‌سازی و با توجه به وضعیت پروفیل طولی (پستی و بلندیهای مسیر، روی زمین) طراحی و ترسیم می‌شود.

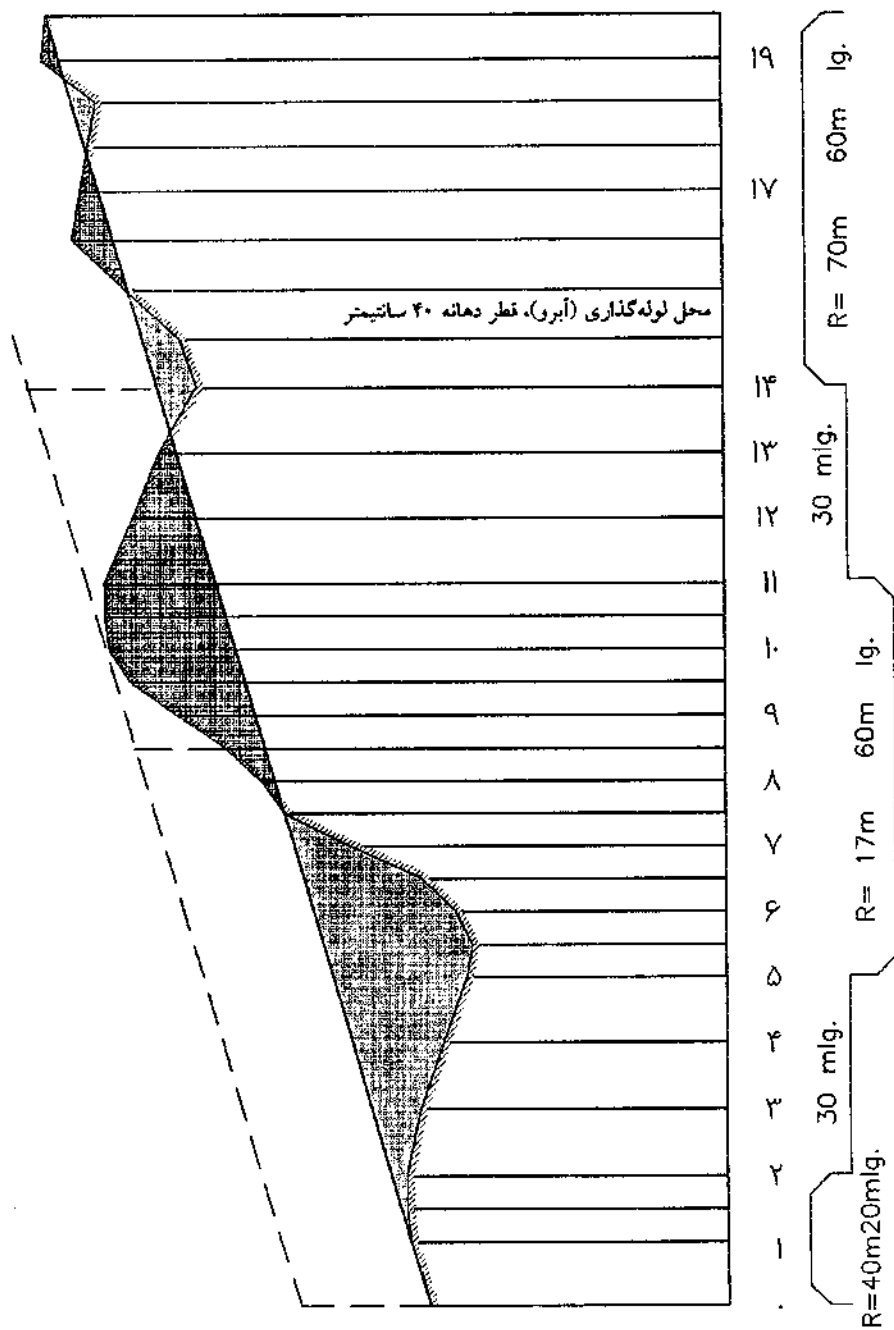
- شیب خط پروژه، شیب طولی محور راه پس از ساختمان آن است. در صورتی که چند متخصص با تجربه، به طور مستقل، خط پروژه‌ای روی چند نسخه از یک پروفیل طولی طراحی نمایند، نتیجه با تفاوت اندکی مشابه خواهد بود. در حالی که، خط پروژه ترسیم شده توسط افراد کم اطلاع، می‌تواند تفاوتها و اشکالهای زیادی داشته باشد.

۶-۲-۲- اصولی که باید در تنظیم خط پروژه، رعایت شود

ترسیم خط پروژه، از کارهای کارشناسی سطح بالاست و باید به وسیله مهندسان مجرب انجام پذیرد. در ترسیم خط پروژه، اصول زیر باید همیشه مورد نظر طراح باشد:

- سعی زیاد به عمل آید تا حجم عملیات خاکی، به حداقل ممکن نزدیک شود.
- مقدار خاکبرداری و خاکریزی، تقریباً متعادل باشد.
- با توجه به لایه هوموس و لاشیرگ، که نباید در عملیات خاکی سهیم باشد، لازم است حجم خاکبرداری اندکی بیش از خاکریزی باشد.
- در تنظیم و ترسیم خط پروژه، لازم است شیب طولی، از معیارهای فنی راههای جنگلی پیروی نماید (در راههای اصلی یک باندی، از ۸ درصد و در راههای اصلی دو یا چند باندی، از ۶ درصد بیشتر نباشد).

شکل ۶-۲-۱- وضعیت نیمرخ طولی و خط پروژه



- ضد شیب (شیب مثبت در جهت حرکت کامیون با بار) نداشته باشیم، مگر اینکه در مسیر هادی، این‌طور در نظر گرفته شده باشد.
- در عبور از قوسها و پیچها (با شعاع نزدیک به حداقل)، شیب طولی نباید بیش از ۵ درصد باشد.
- در مناطق صخره‌ای، عملیات، خاکی به حد کافی کاهش داده شود.
- تغییر شیب در هر نقطه، بیش از ۲ درصد نباشد.
- فاصله هر نقطه با تغییر شیب از ۱۰ متر کمتر نباشد.
- در عبور از دره‌های تنگ با آبدهی قابل توجه، خط پروژه به اندازه کافی بالاتر از پروفیل طولی باشد، تا امکان لوله‌گذاری با قطر مناسب و خاک ریزی به اندازه دو برابر قطر دهانه لوله، مقدور باشد (در لوله‌هایی با قطر کمتر از ۳۵ سانتیمتر ارتفاع، خاکریزی نباید از ۷۰ سانتیمتر کمتر باشد).
- در شیبهای عرضی زیاد (بیش از حدود ۶۰ درصد)، خاکریزی منطقی نیست، در نتیجه، لازم است خط پروژه به اندازه کافی از زیر پروفیل طولی عبور نماید، تا بستر راه به نسبت کافی روی زمین مادری محکم (خاکبرداری شده) قرار گیرد.
- به طور معمول، خط پروژه، پروفیل طولی را به تناوب قطع می‌کند. به طوری‌که، سطوح ایجاد شده در بالای خط پروژه، با سطوح ایجاد شده زیر آن، در حدود برابر باشد (با احتساب حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر هوموس).

۶-۲-۳- روش کار

برای ترسیم خط پروژه (با توجه به اصول مندرج در بند ۶-۲-۲)، بر اساس روند زیر اقدام می‌کنیم:

- ابتدا، وضعیت ارتفاع محور وسط راه در محل اتصال و انشعاب، مورد توجه قرار می‌گیرد و به این ترتیب، ارتفاع نقطه صفر نسبت به نقطه انشعاب در مسیر نخستین راه، مشخص می‌شود. این ارتفاع، ارتفاع مبنا در پروفیل طولی و در نتیجه، در خط پروژه خواهد

بود.

- سپس، با استفاده از یک خطکش شفاف (ترانسپارنت) که وضعیت پروفیل طولی از زیر آن پیداست، سعی می‌شود خطی را با رعایت شیب و جابه‌جا کردن خط‌کش، طوری تنظیم کنیم که پروفیل طولی را فاصله به فاصله قطع نماید. به طوری‌که تا حد امکان، فضاهای خالی در زیر خط‌کش، با اندکی اختلاف، به اندازه فضاهای خالی در بالای خط‌کش (قدری کمتر از آن) باشد.

- در صورتی که نتوان اصل بالا را در یک قطعه از مسیر رعایت کرد، لازم است در پاره‌خط‌های مجاور، جبران آن بشود. به طوری‌که اگر در یک پاره خط خاکبرداری زیاد است، در پاره‌خط مجاور و نزدیک آن خاکریزی زیاد باشد، تا با نقل و انتقال در فاصله‌های کم، با جابه‌جایی خاک بتوان عملیات خاکی را تعدیل کرد.

- لازم است پیوسته به اطلاعات و داده‌های موجود که اغلب در ستونهای زیرین درج شده، توجه گردد، تا خط پروژه دارای مشخصاتی باشد که در قسمت اصول تنظیم خط پروژه، به آن اشاره شده است. در این رابطه، به شکل و جدول ۶-۳-۲، خط پروژه و اعداد قرمز توجه شود. برای مثال، در فاصله حدود ۲۰ متری از یک قوس با شعاع ۱۶ متر، و در طول قوس و حدود ۲۰ متر بعد از آن، شیب طولی راه ۵٪ باشد، یا در زمین‌های پرشیب، تمام عرض راه روی زمین محکم و مادری قرار گیرد و یا در زمین‌های صخره‌ای، عمق خاکبرداری کاهش یابد و حتی خط پروژه به اندازه کافی از بالای خط پروفیل طولی عبور داده شود. با رعایت اصول و روند تنظیم و ترسیم خط پروژه، به تدریج یک خط منتهی که از به هم پیوستن پاره‌خط‌های ترسیم شده به دست می‌آید، تکمیل می‌شود.

- به این ترتیب، ممکن است از میان صدها مسیری که در محدوده خط پروژه مطالعه می‌شوند، در نهایت، یک خط مشخص و دارای امتیازهای لازم و کافی، انتخاب گردد.

- در ترسیم خط پروژه، لازم است به وضعیت و حداقل شعاع قوس‌های عمودی (قوس ماندها) توجه شود (به نشریه ۱۳۱ نگاه کنید).



۳-۶- استخراج اعداد قرمز

۳-۶-۱- تعریف

- اعداد قرمز، عبارت‌اند از رقم‌های واقعی و مبین ارتفاع خاکریزی و یا عمق خاکبرداری در محور وسط راه؛ به طوری‌که در صورت خاکبرداری و خاکریزی در طول مسیر قطعی، آن‌هم به اندازه اعداد مشخصی که اعداد قرمز نامیده می‌شوند، یک مسیر منظم و قابل عبور ساخته و پرداخته و آماده عملیات زیرسازی و روسازی و استفاده برای ترافیک به دست آید. پروفیل طولی این مسیر، با خط پروژه تطبیق می‌کند.

- با توجه به تعریف بالا، هر یک از پیکه‌های اصلی و فرعی در طول مسیر، یک عدد قرمز خاص خود را دارد که باید استخراج شده و در دفترچه اعداد قرمز ثبت گردد.

- این اعداد قرمز، با مشاهده و استخراج فاصله بین خط پروفیل طولی و خط پروژه، در برابر هر یک از شماره‌های مندرج در زیر نوار کاغذ میلیمتری که خطوط بالا روی آن ترسیم شده‌اند، به دست می‌آید.

- روی نوار کاغذ میلیمتری، هر میلیمتر در حد فاصل پروفیل طولی و خط پروژه، نماینده ۱۰ سانتیمتر است.

- اگر پروفیل طولی بالای خط پروژه باشد، نشانه عدد قرمز+ و نشانگر عمق خاکبرداری لازم در آن نقطه از مسیر راه است و برعکس.

- به این ترتیب، فاصله بین دو خط (پروفیل طولی و خط پروژه) در هر شماره اصلی یا فرعی پیکه، به طور جداگانه و به میلیمتر (تا ۰/۵ میلیمتر)، از روی نوار کاغذ میلیمتری مربوط مشاهده و در یک دفترچه مخصوص اعداد قرمز، به ترتیب ثبت می‌شود.

- شیب خط پروژه در حد فاصل دو پیکه مجاور نیز، در دفتر اعداد قرمز ثبت می‌شود (جدول ۳-۶-۲).



۶-۳-۲- کاربردهای اعداد قرمز

اعداد قرمز، معیار مقدار عمق خاکبرداری و یا ارتفاع خاکریز در محل هر پیکه است و با رعایت آن، راهنمایی گروه ساختمانی راه و راننده بولدوزر، بستر راه پس از عملیات خاکی به دست می‌آید. (شکل و جدول ۶-۳-۲).

از کاربردهای دیگر اعداد قرمز، آن است که در صورت لزوم، بر اساس آن، مقاطع عرضی راه ترسیم و با استفاده از مقاطع راه، می‌توان حجم عملیات خاکی را برآورد کرد و عوارض راه را نیز روی نقشه پیاده نمود.

جدول ۶-۳-۲- شمای درج رقمها در دفترچه اعداد قرمز

ردیف	شماره پیکه	عدد قرمز به سانتیمتر	درصد شیب تا پیکه بعد	ملاحظات





راه جنگلی و کاربردهای آن: از نظر نقل و انتقال چوب



□ ۷- دستورالعمل اقدامات تکمیلی

۱-۷- ترسیم مقاطع عرضی راه و نشانه‌گذاری ارتفاع خاکریزها

۱-۱-۷- تعریف مقاطع عرضی

مقاطع عرضی راه، شاخص و نمایانگر سطوح خاکریزی و خاکبرداری در محل هر پیکه، در پایان عملیات خاکی در طول مسیر است. در این مقاطع، ابتدا وضعیت زمین طبیعی یعنی شیب و پروفیل عرضی زمین طبیعی (در امتداد عمود بر محور وسط راه)، بر اساس برداشتهای مقاطع عرضی که در دفتر صحرایی مربوط درج شده، روی کاغذ میلیمتری ترسیم می‌شود. ترسیم این خطوط (مقاطع عرضی زمین طبیعی)، به رنگ سیاه صورت می‌گیرد. سپس، روی این خطوط سیاه، مقاطع عرضی راه با توجه به عدد قرمز همان شماره پیکه، به رنگ قرمز ترسیم می‌گردد. خطوط قرمز، نشانگر مقطع عرضی راه در محل پیکه پس از پایان عملیات خاکبرداری و خاکریزی است. به این ترتیب، مقاطع عرضی راه برای هر پیکه، وضعیت زمین قبل از عملیات خاکی (به رنگ سیاه) و بعد از عملیات خاکی (به رنگ قرمز) را نشان می‌دهد.

در شکل ۱-۱-۷، مقاطع عرضی راه، برای مثال نشان داده شده است. این مقاطع، برای تمام پیکه‌های اصلی و پیکه‌های MC و به ویژه پیکه‌های مهم دیگر، ترسیم می‌شود. لازم است برای تمام پیکه‌های مهم استثنایی دیگر، مانند آبروها، آبراهه‌ها، پل‌ها، محل‌های دور زدن، گذرگاه‌ها، محل‌های دپو (سطوح اضافی) و مقاطع عرضی، برداشت و ترسیم شود. در برداشت مقاطع عرضی سطوح (مانند محل‌های کمپ)، بهتر است مقاطع عرضی پیکه، در اول وسط و انتهای سطح مورد نظر، برداشت و ترسیم شود. برداشت پروفیل عرضی، باید به صورتی باشد که لااقل ۵ متر فراتر از عملیات احتمالی خاکی را نشان دهد.



	m^2 خاکبرداری	m^2 خاکریزی
خط A خط B 1 c	-	7.0
2 c	0.2	5.6
3 c	5.2	1.6
4 c	8.4	-
خط A خط B 5 c	12.0	-

B: عرض بستر (کنال کاری + A).
C: عوارض راه، یعنی فاصله افقی بین ابتدای خاکبرداری و انتهای خرابی دیواره‌های کناری که روی نقشه و پلان پیاده می‌شود، به صورتی که سمت دیواره خاکریز، به رنگ سبز یا آبی و سمت دیواره خاکبرداری، به رنگ قرمز نشان داده می‌شود. حد فاصل بین خاکریزی و خاکبرداری در دو پیکه مجاور، به نسبت عدد C آن دو پیکه است (به بند ۷-۷، نگاه کنید).

۷-۱-۲- روش کار

برای ترسیم مقاطع عرضی، به دفترچه صحرایی ویژه پروفیل عرضی، صفحه‌های کاغذ میلیمتری با ابعاد مناسب، دفترچه اعداد قرمز و وسایل ترسیم، نیاز داریم. در هر صفحه، می‌توان بیش از یک مقطع عرضی را به تناسب، ترسیم نمود. ترسیم مقاطع عرضی، با مقیاس $\frac{1}{100}$ و به صورت زیر است:

- یک نقطه روی خط وسط کاغذ میلیمتری انتخاب می‌کنیم و شماره پیکه بالای آن درج می‌شود (نقطه شماره‌دار).

- پروفیل عرضی زمین در سمت راست و چپ این نقطه یا پیکه، از روی دفترچه صحرایی استخراج و ترسیم می‌شود.

- به اندازه عدد قرمز زیر یا بالای نقطه تعیین شده جدا می‌شود (برای اعداد قرمز مثبت یا خاکبرداری زیر نقطه شماره‌دار و برای اعداد منفی یا خاکریزی، بالای نقطه شماره‌دار. یعنی به طور کلی، نقاط بالای خط پروژه اعداد قرمز مثبت و نقاط زیر خط پروژه اعداد قرمز منفی تلقی می‌شوند).

- از محل نقطه جدید، خطی افقی ترسیم می‌کنیم و به اندازه نصف عرض بستر راه، از هر طرف روی آن جدا می‌شود، تا دو نقطه جدید به دست آید.

- از هر یک از این دو نقطه جدید، خطی با زاویه 45° (شکل ۷-۱-۱)، به سمت خط پروفیل طبیعی خاک، رسم می‌شود.

در صورتی که جنس زمین در محل پیکه صخره‌ای باشد، یا شیب عرضی آن بیش از ۶۵ درصد باشد، می‌توان میل دیواره را به تناسب بیشتر گرفت (زاویه میل بیش از 45°).
برعکس، برای خاکهای سست و مرطوب بازو به میل طبیعی کم، زاویه میل به تناسب کمتر انتخاب می‌شود.

- لازم است برای ترسیم پروفیل عرضی مقطع بستر راه (در طول خط B در شکل ۷-۱-۱)، با توجه به وجود یا نبود کانال کناری، از یک شابلون که از تلق یا مقوا ساخته شده استفاده شود.



۷-۲- دستورالعمل نشانه‌گذاری و ثبت نقاط در طول مسیر

- بدون هیچ تردیدی، تمام پیکه‌های مسیر در عرصه جنگلی (روی خطوط مستقیم یا روی قوس‌ها و پیچ‌ها)، در مرحله انداختن و برداشتن درختان مسیر و به ویژه در مرحله انجام عملیات خاکی، از جا کنده می‌شوند و اثری از آنها بر جای نمی‌ماند.
- برای جلوگیری از مفقود شدن محل دقیق پیکه‌ها، لازم است مشخصات پیکه نسبت به یک نقطه ثابت خارجی (نقطه شاخص)، به دقت اندازه‌گیری و ثبت شود.
- انتخاب پیکه‌هایی که مشخصات آنها ثبت می‌شود، باید طوری باشد که به کمک آنها بتوان مشخصات سایر پیکه‌ها را به راحتی پیدا کرد.
- به این منظور، پیکه‌های BC, EC و MC بسیار مناسب‌اند، تا مشخصات آنها ثبت شود. (به علاوه پیکه‌های IP، که از قبل ثبت شده‌اند).
- لازم است نقاط ثابت یا شاخص، طوری در خارج محدوده عملیات خاکی انتخاب شوند که ضمن قابل دید بودن از محل پیکه و مجاورت با آن، به هیچ وجه مورد تهدید عملیات خاکی و عملیات انداختن درختان و عوامل دیگر نباشد (نقاط R).
- برای ثبت مشخصات هر پیکه، لازم است مکان آن روی یک "خط قائم" که از محل پیکه می‌گذرد، به دقت معین و ثبت شود.
- برای این کار، لازم است ابتدا محل دقیق "خط قائم" نسبت به نقطه شاخص (نقطه R یا نقطه ثابت)، معین شود، که اجرای آن (اندازه‌گیری فاصله و آزمون) مطابق دستورالعمل درج و ثبت محل پیکه‌های IP است (در بند ۴-۵، توضیح داده شده و ثبت مکان پیکه نام دارد).
- ثبت مشخصات هر پیکه، از دو قسمت تشکیل می‌گردد، اول، ثبت مکان پیکه (بند ۴-۵) و دوم، ثبت تراز پیکه.
- ثبت مکان پیکه و ثبت تراز پیکه، باید همزمان و بلافاصله بعد از به دست آوردن اعداد قرمز، صورت گیرد.  omoorepeyman.ir
- ثبت تراز پیکه، به معنی تعیین محل دقیق پیکه روی خط قائمی است که از

آن می‌گذرد.

- با ثبت تراز پیکه، محل تقاطع سطح راه پس از عملیات خاکی^۱ با خط قائم^۲ با احتساب عدد قرمز مربوط نیز، به دست می‌آید.

- ثبت تراز پیکه، به دو منظور زیر انجام می‌پذیرد:

۱) ثبت تراز پیکه نسبت به نقطه ثابت (نقطه شاخص R)، در دفترچه صحرایی مربوط، به منظور ایجاد و امکان کنترل ارتفاع بستر راه، به وسیله مهندسان ناظر (به بند ۷-۲-۱ نگاه کنید). به طور معمول، پیکه‌های BC و EC ثبت تراز می‌شوند.*

۲) ثبت تراز پیکه روی درختان مجاور به وسیله رنگ آبی، برای هدایت راننده انگل دوزر (بند ۷-۲-۲).

۷-۲-۱- ثبت تراز نقاط نسبت به نقطه ثابت

الف) برای این کار، استفاده از یک دفترچه صحرایی ویژه، برای ثبت اطلاعات و رقم‌های الزامی است.

ب) وسایل کار، عبارت‌اند از یک شاخص ۴ متری (ML)، شیب‌سنج (MK)، قطب‌نمای مدرج (MC)، متر نواری (MT₂₅) و یک عدد ژالن (FJ).

ج) روش کار، به ترتیب زیر است:

- ابتدا لازم است نقطه‌ای در خارج از حریم راه و خارج از حدود احتمالی عملیات خاکی، انتخاب شود. باید دقت شود که این نقطه، به راحتی قابل دید و بازیافت باشد و از طرفی بتوان از این نقطه به محل پیکه دید رفت (نقطه R).

- سپس، شاخص را روی پیکه مورد نظر قرار می‌دهیم و از ارتفاع ۱/۵ متری (روی ژالون)، با شیب‌سنج و قطب‌نما از نقطه R به شاخص دید می‌رویم و عدد شاخص را روی خط افق، یا شیب را روی ارتفاع ۱/۵ متری شاخص، و آزیموت را در جهت آن اندازه‌گیری می‌کنیم. به علاوه، فاصله را با شاخص یا متر نواری اندازه‌گیری کرده، (فاصله

* یکی از راه‌های ساده اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع BC و EC نسبت به IP ثبت شده مربوط است.



افقی) در جدول دفترچه کنترل پیکه‌های مسیر، به شرح جدول ۱-۲-۷، یادداشت می‌نماییم.

جدول ۱-۲-۷- دفترچه کنترل پیکه‌های مسیر

شماره پیکه	شیب، % خوانده شده	رقم شاخص قبل از عملیات خاکی (Lt1)	فاصله افقی	آزموت	رقم شاخص پس از عملیات خاکی (Lt2)

در این روش، محاسبه رقم شاخص پس از عملیات خاکی، به طور دقیق، مانند روش قبل است. اما، هنگام کنترل باید دقت کرد که دوباره از محل ثبت پیکه در خارج از حریم، به طور دقیق با همان ارتفاع و شیب قبلی به شاخص دید برویم. در صورتی که به علت وجود مانع نتوان در قرائت اول به ارتفاع ۱/۵ متری شاخص دید رفت، می‌توان به هر ارتفاع قابل دید دیگری، روی شاخص دید رفت و شیب، رقم شاخص و ارتفاع دید را به طور دقیق، یادداشت نموده و آنرا مبنای محاسبه و کنترل بعدی قرار داد.

- پس از ثبت رقمهای خوانده شده، لازم است در محل دستگاه (زیر ژالن)، نشان بزنیم و یا پیکه‌ای کوتاه و محکم را به خوبی در زمین کوبیده و R و شماره پیکه را روی آن ثبت کنیم. این نشانه‌ها و یا این پیکه‌ها که پیکه شاخص یا پیکه تراز نامیده می‌شود، با رنگ قرمز و یا پلاک یا نوار (روبان) قرمز رنگ، از سایر پیکه‌ها مشخص می‌شود (در صورت امکان، به جای پیکه، از سنگهای ثابت و یا امتداد ریشه‌های درختان استفاده شده و نشانه‌گذاری گردد، تا احتمال از بین رفتن آن کاهش یابد).

- در ستون رقم شاخص بعد از عملیات خاکی یا Lt2، باید رقمی را بنویسیم که در صورت قرار دادن شاخص پس از عملیات دقیق خاکبرداری و یا خاکریزی در محل هر پیکه (در نقطه تصویر قائم پیکه قبل از عملیات خاکی)، آن رقم روی شاخص خوانده شود.

- اگر رقم خوانده شده روی شاخص را قبل از عملیات خاکی، Lt_1 بنامیم، رقمی که بعد از عملیات خاکی باید خوانده شود، Lt_2 است که برابر خواهد بود با:

$$Lt_2 = Lt_1 - Rf$$

در فرمول بالا، Rf عدد قرمز مربوط به پیکه مورد نظر است که می‌تواند منفی یا مثبت باشد (به بند ۶-۳-۱ نگاه کنید)*

این کار برای ایجاد امکان کنترل سطح عملیات خاکی به وسیله راننده دستگاههای خاکبرداری و خاکریزی حین اجرای عملیات خاکی، با انگل دوزر و ماشین‌های مشابه است.

در این روش، لازم است سطح ارتفاع مسیر راه را پس از عملیات خاکی، روی درختان دامنه روبه دره (زیرین)، یا رنگ آبی مشخص کنیم. در صورت عبور مسیر از نقاطی که شیب عرضی قابل ملاحظه ندارند، می‌توان از نصب پیکه‌های صلیب شکل آبی رنگ، به طور هم سطح با کف راه (سطح پس از پایان عملیات خاکی)، استفاده کرد.

۷-۲-۲- اصول نشانه‌گذاری، ثبت محل و تراز نقاط در طول مسیر

- تمام پیکه‌های ابتدا و انتهای قوسها (EC, BC)، نشانه‌گذاری و تراز آن ثبت می‌شود.
- نشانه‌گذاری و ثبت محل و تراز پیکه‌ها، بلافاصله پس از به دست آوردن اعداد قرمز، صورت می‌پذیرد.

- لازم است نشانه‌گذاری و ثبت محل و تراز پیکه‌ها، به طور همزمان انجام گیرد.
ارتفاع بستر راه (سطحی که بعد از عملیات خاکی به دست می‌آید)، در محل هر پیکه اصلی روی درختان حاشیه مسیر در دامنه سمت دره (دامنه پایین‌دست)، با رنگ آبی نشانه زده می‌شود، به طوری که قابل دید راننده بولدوزر باشد.

* در زمین‌های کم شیب و ساده، می‌توان به جای استفاده از شیب‌سنج و قطب‌نما از دستگاه بوسل چنگل و یا مشابه آن استفاده نمود که دقت آن بیشتر است، اما استفاده از آن در شرایط پر شیب، بسیار دشوار است. به هر تقدیر، با استفاده از هر وسیله معمول، احتمال بروز اشتباه در کنترل مکان پیکه‌ها در حد ۱۰ تا ۲۰ سانت در جهت افقی یا عمودی، قابل چشم‌پوشی است.



- بهتر است برای زدن علامت آبی، از درختی استفاده شود که در امتداد تقریبی عمود بر محور راه قرار دارد.
- در صورت نبود درخت در امتداد عمود بر محور مسیر، می‌توان از درختان مجاور نیز استفاده کرد و اختلاف ارتفاع آن‌را با توجه به شیب مسیر و فاصله، منظور نمود.
- در صورت نبود درخت در برابر یک پیکه اصلی، می‌توان از آن صرف‌نظر کرد و به ناچار، به صورت یک در میان نشانه زد.
- درختانی که نشانه آبی روی آنها زده می‌شود، باید به خوبی از دو سمت مسیر و از فاصله‌های حداقل ۱۰ متر، قابل دید راننده باشند و از طرفی با یکدیگر اشتباه نشوند.
- درختانی که نشانه آبی به آنها زده می‌شود، نباید از درختانی باشند که در عملیات قطع درختان مسیر از بین می‌روند (تا انتهای عملیات خاکی باید برقرار بمانند).
- علامت آبی، به صورت یک مستطیل به عرض حدود ۱۰ سانتیمتر و به طول قطر درخت در سمت مسیر راه و دید راننده، بولدوزر (در محل نشانه) زده می‌شود و در وسط آن، خطی عمودی زده می‌شود که با سایر نشانه‌ها اشتباه نشود (+).
- در صورت نبود درختان مناسب، می‌توان با کنترل مضاعف از طریق پیکه ثبت شده در سمت بالا، نسبت به راهنمایی راننده، بولدوزر اقدام نمود.
- در صورت نبود درخت در حاشیه پایین‌دست، گاه می‌توان دستک‌های بلندی را در فاصله‌ای مطمئن کوبید و نشانه آبی را روی آن زد (در صورتی که شیب عرضی زیاد نبوده و یا عدد قرمز بزرگ نباشد).

۷-۲-۳- روش اجرای نشانه‌گذاری (نشانه‌های آبی رنگ)

- ابتدا عدد قرمز از دفترچه مربوطه، استخراج می‌شود.
- نقطه هم ارتفاع پیکه، با خط تراز (شیب صفر درصد)، روی درخت مناسب مشخص می‌گردد (درخت رویه‌روی پیکه در سمت دره).
- با محاسبه اختلاف ارتفاع این نقطه با سطح واقعی بستر پس از عملیات خاکی

(عدد قرمز)، آن را روی درخت، نشان می‌زنیم.

- ارتفاع بستر راه در هر پیکه، برابر است با نقطه دید تراز روی درخت منهای ارتفاع دید (به طور معمول، $1/5$ متر) منهای عدد قرمز آن (Rf).
برای مثال، اگر عدد قرمز رقمی برابر منهای 72 سانتیمتر باشند، محل نشان روی درخت، معادل $(-72) - 1/5$ - سانتیمتر یا $(-72 + 1/5)$ - سانتیمتر، یعنی 222 - سانتیمتر با نقطه افقی دید فاصله دارد و پایین‌تر از آن، قرار گرفته.
- سپس، نقطه هم ارتفاع بستر راه (پس از عملیات خاکی)، روی درخت روبه‌رو، به وسیله قلم مو و با رنگ آبی، نشانه زده می‌شود.
- در صورتی که درخت در برابر پیکه نباشد، می‌توان اختلاف ارتفاع محل آن را بر اساس شیب خط پروژه منظور کرد.

- برای پیدا کردن محل نشانه روی درخت، می‌توان از وسایلی مانند شیب‌سنج سونتو، ژالن، شاخص، شاخه‌های بلند با طول معین (4 یا 6 متر)، بسته به شرایط محل، استفاده نمود.

- برای دستیابی به محل نشانه و رنگ زدن، می‌توان از وسایلی مانند نردبان‌های آلومینیومی تاشو بلند، وسایل بالا رفتن از درخت، نصب قلم مو به نوک دستک‌های بلند چوبی یا آلومینیومی، وسایل پرتاب رنگ، و ... استفاده کرد.

۷-۳- بررسی محل‌های دپو، گذرگاه‌ها، آبراهه‌ها و آبروها

- در جریان تهیه پروژه راه جنگلی، به ویژه در مراحل مطالعات نخستین زمین‌ها، ردیابی مسیر هادی، هکتومتری و بالاخره، برداشت پروفیل‌ها (همان‌طور که در این مراحل به آن اشاره شد)، لازم است نسبت به تعیین محل گذرگاه‌ها (به مشخصات هندسی راههای جنگلی توجه کنید)، محل‌های دپو و مشخصات آبروها (لوله‌های عرضی گذر آب) و آبراهه‌ها (کانال‌ها و نهرهای طبیعی)، اقدام شود.
- در بررسی انبارها و محل‌های دپو، لازم است با توجه به حجم چوبهای قابل دپو و



شرایط متوسط، به شرح زیر است:

بولدوزر و انگلدوزر	تا حدود ۳۰ متر
لودر چرخ لاستیکی	تا حدود ۷۰ متر

- در فاصله بیش از ۷۰ متر، باید از ترکیب لودر و کامیون برای حمل خاک استفاده نمود. با توجه به این مطلب، می‌توان فاصله حمل خاک به دست آمده از ستون جدول ۷-۴-۲ را بر حسب مورد، در سه تا پنج دسته تقسیم‌بندی نمود و به این وسیله، ماشین‌آلات مورد نیاز برای اجرای عملیات خاکی پروژه و حجم کار هر یک را تعیین کرد.*

- به علت اینکه لایه هوموس برای عملیات خاکی (خاکریزی) مناسب نیست، لازم است در مقاطع عرضی، خطی به ضخامت طبقه هوموس در زیر پروفیل عرضی خاک طبیعی منظور شود (به طور متوسط، می‌توان طبقه هوموس را ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفت

که در مقیاس $\frac{1}{100}$ ، معادل ۱/۵ میلیمتر در مقطع عرضی خواهد شد).

سطح خاکریزی و خاکبرداری را می‌توان با شمارش مربع‌های سانتیمتری و میلیمتری کاغذ میلیمتری، و یا با استفاده از پلاتیمتر، تعیین کرد. در عمل، لازم است در عملیات خاکی طبقه هوموس کنار زده شود.

- در صورتی که خاک برداشت شده به دلیلی مناسب برای خاکریزی نباشد، آن را با نشانه خشتی - در جدول درج می‌کنیم و در محاسبات نقل و انتقال، به منظور تامین خاکریزی‌ها منظور نمی‌کنیم. این خاک باید در نقطه مناسبی دپو شود.

- برای محاسبه خاکبرداری‌ها و حجم خاکریزی‌های موضعی، لازم است از مقاطع عرضی راه استفاده شود.

- برای محاسبه حجم عملیات خاکی موضعی، لازم است سطح مقاطع عرضی هر پیکه را (برای مثال، از طریق شمارش مربع‌های داخل مقطع، روی کاغذ میلیمتری) معین کرده و سپس حجم خاکبرداری لازم و حجم خاکریزی لازم در آن نقطه، به طور جداگانه محاسبه شود.

- برای محاسبه حجم خاکبرداری، سطح مقاطع خاکبرداری در نصف فاصله از پیکه قبل + نصف فاصله با پیکه بعد، ملاک کار قرار می‌گیرد.
- به این ترتیب، بجز نخستین پیکه و آخرین پیکه اصلی، کافی است مقاطع عرضی خاکبرداری، به تفکیک در عدد ۲۰ ضرب شود تا مقدار حجم خاکبرداری هر پیکه اصلی به دست آید. سطح مقاطع عرضی خاکریزی نیز، در عدد ۲۰ ضرب می‌شود تا حجم خاکریزی هر پیکه، به تفکیک به دست آید.
- برای محاسبه حجم عملیات خاکی در نخستین یا آخرین پیکه، نصف فاصله آن تا ابتدای (یا انتها) راه، ملاک است.





راه جنگلی در مرحله خاکبرداری و در مرحله پس از ساخت، عکس‌ها از راه جنگلی در خیرودکنار نوشهر که توسط نویسنده طراحی شده است.



۷-۵- محاسبات نخستین و تهیه نقشه

۷-۵-۱- محاسبات نخستین

با در دست داشتن حجم عملیات خاکی و مشخصات هندسی و ساختمانی راههای جنگلی، لازم است هزینه‌های اجرایی را در بخش‌های زیر محاسبه نمود.

- هزینه عملیات خاکی، با توجه به حجم خاکبرداریها، خاکریزیه‌ها، فاصله‌های جابه‌جایی خاک، توان ماشینهای مورد استفاده، هزینه ساعتی آنها و رعایت هزینه عملیات انفجاری، در صورت لزوم.

- هزینه‌های زیرسازی و روسازی، با توجه به وضعیت و مکانیک خاک، طبقات زیرسازی و روسازی راه و فاصله‌های حمل شن و سنگ از معادن.

- هزینه‌های دیواره‌سازی‌ها، با توجه به ابعاد و مشخصات آنها.

- هزینه‌های لوله‌گذاری، با توجه به تعداد و طول آبروها به طور جداگانه و با توجه به مقاطع عرضی، قطر، جنس لوله‌ها، وضعیت حوضچه‌ها و خروجی آب.

- هزینه تاسیسات، مانند گذرگاه‌ها، محلهای دورزدن، محلهای دپو، با توجه به ابعاد و مشخصات آنها.

- هزینه‌های احداث پلها (در صورت موجود بودن)، با توجه به ابعاد، ظرفیت و قابلیت آنها (مطالعات و محاسبات در این قسمت، به عهده مهندسان راه خواهد بود).

- از مجموع هزینه‌های یاد شده، هزینه‌های ساختمانی راه برآورد می‌گردد.

۷-۵-۲- تهیه نقشه

الف) کاربرد نقشه‌های مسیر

نقشه مسیر راه، معرف چگونگی وضعیت راه و پیچ و قوسهای آن و مبنای مطالعات انتقال آن، روی نقشه‌های اصلی جنگل است.

اگر چه وضعیت دقیق مسیر روی نقشه‌های اصلی جنگل پس از تهیه عکسهای هوایی که هر از چندگاه تهیه می‌شود، مشخص می‌گردد، اما لازم است ابتدا نقشه‌هایی از



مسیر، با مقیاس $\frac{1}{1000}$ تهیه و پس از کوچک کردن آن (بر اساس مقیاس نقشه جنگلی)، سعی کنیم آن را با توجه به نقاط شاخص (برای مثال، پیچ یا قوس یا شماره پیکه‌ای که از یک یال یا دره معلوم، روی زمین اصلی «روی نقشه می‌گذرد»)، روی نقشه منتقل نماییم. این کار، برای عملیات بعدی تهیه طرح‌های جنگلداری و تقسیم‌بندی جنگل به سری‌ها و به ویژه پارسل‌ها، بسیار ضروری است و اساس برنامه‌ریزی جنگل تلقی می‌گردد.

- روش کار

بجز نقشه وضعیت و پلان تمام تاسیسات و پیوست‌های راه (محل‌های دپو، گریزگاه‌ها، محل‌های دورزدن و سایر تاسیسات)، نقشه مسیر راه نیز با مقیاس $\frac{1}{1000}$ ، روی کاغذ بدون خط تهیه می‌شود. برای این کار، به دفترچه هکتومتری و دفترچه صحرایی پیاده کردن قوس‌ها و پیچ‌ها، به علاوه، دفترچه صحرایی مربوط به برداشت نقشه مسیر، نیاز داریم. اطلاعات لازم برای تهیه نقشه راه را با استفاده از دفترچه‌های صحرایی هکتومتری، قوس‌ها، پیچ‌ها و نقشه‌برداری مسیر، در یک دفترچه به نام دفتر تهیه نقشه مسیر، درج می‌کنیم.

برای این کار، لازم است طول تمام خطوط مستقیم (بین دو قوس یا از یک EC به BC بعد)، طول تمام مماس‌ها ($IP \ Bc = IP \ EC = t$)، طول تمام قوس‌ها و شعاع آنها و جهت گردش آنها، تمام زاویه‌های α و محل تمام پیوست‌های راه (گریزگاه‌ها، محل‌های دور زدن، محل‌های دپو، محل آبراهه‌ها و آبروها را در دفترچه تهیه نقشه درج نماییم. لازم است دفترچه تهیه نقشه، حاوی تمام اطلاعات لازم در مورد نقطه آغاز (محل انشعاب و آزمون مسیرهای انشعابی، وضعیت پیچ و قوس‌های آن) باشد.

۷-۶- ترسیم نقشه مسیر

برای این کار، نیاز به دفترچه تهیه نقشه داریم که در آن، تمام اطلاعات لازم، به ویژه اطلاعات مربوط به محل انشعاب، درج شده باشد.

- ترسیم نقشه با مقیاس $\frac{1}{1000}$ است.

- ابتدا نقشه محور وسط راه (Center line) ترسیم می‌گردد.

- توجه به جهت حرکت قوس‌ها و پیچ‌ها در هر مورد (سمت چپ یا راست)، ضروری است.

- پس از ترسیم نقشه محور وسط، پیوست‌های تکمیلی آن، مانند نوار عبور، کانال کناری و عوارض راه، به علاوه محل‌های دور زدن، دپو و محل‌های آبروها و آبراهه‌ها، پیرامون محور وسط، ترسیم می‌گردد.

- در ترسیم نقشه راه، دقت زیاد در طراحی و تهیه نقشه در محل انشعاب لازم است که به دو صورت زیر (بسته به شیب و عوارض زمین در محل انشعاب)، قابل اجراست.

- طراحی قوس در محل انشعاب، در شرایط مناسب و شیب عرضی کم (۷-۶-۱).

- طراحی قوس در محل انشعاب، در شرایط نامناسب و شیب عرضی زیاد (۷-۶-۲).

۷-۶-۱- طراحی و ترسیم نقشه قوس در محل انشعاب، در شرایط مناسب

(شکل ۴-۲-۲-الف، حالت اول)

- ابتدا محور راه موجود را به طول صد تا دویست متر قبل و بعد از محل انشعاب، رسم می‌کنیم. خط IP_1-IP_2 را از محل IP_1 بر اساس آزمون اندازه‌گیری شده که در دفترچه صحرائی ثبت است، رسم می‌کنیم.

- ترسیم نقشه، با توجه به معلوم بودن جهت خطوط مماسی، فاصله BC تا EC مقدار t (فاصله IP تا BC یا EC) و طول شعاع قوس‌ها و سایر داده‌ها (از دفترچه صحرائی مربوط)، به سادگی قابل اجراست.



۷-۶-۲- طراحی و ترسیم قوس و پیچ، درمحل انشعاب در شرایط شیب‌دار و نامناسب

(شکل ۴-۲-۲-ج، حالت دوم).

- ابتدا حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر از نقشه محور راه موجود را رسم می‌کنیم.

- سپس نقطه BC، قوس اتصال پیچ ارتباطی را مشخص می‌نماییم و از آن نقطه از خطی عمود بر محور راه احداث شده، به اندازه طول OBC (شعاع قوس اتصال)، جدا می‌کنیم تا مرکز قوس اتصال به دست آید، سپس از این نقطه به طول شعاع قوس اتصال، قوسی رسم می‌نماییم.

- خطی با امتداد آزمون مشخص نخستین مماس رسم می‌کنیم، طوری که بر قوس اتصال مماس باشد.

- سپس، روی این خط به اندازه طول t_1 جدا می‌نماییم تا نقطه BC پیچ ارتباطی به دست آید.

- از این نقطه، خطی عمود و روی آن، به اندازه شعاع پیچ جدا کرده و از مرکز دایره قوسی به شعاع پیچ برگشت ارتباطی رسم می‌کنیم.

- خطی در امتداد آزمون مشخص t_2 رسم می‌کنیم. این خط، در نقطه EC_1 با پیچ ارتباطی مماس خواهد شد. به اندازه $EC_1 - BC_2$ ، روی این پاره خط جدا می‌نماییم تا BC قوس اتصالی دوم به دست آید و از این نقطه طبق شرح بالا، در مورد قوس پیوست اول، قوس را رسم می‌کنیم. و به همین ترتیب، طبق شرح بالا، حالت اول محور راه را رسم می‌نماییم.

در مورد قوس ارتباطی دوم، با امتداد مشخص EC_1 IP_2 ، خطی مماس بر پیچ برگشت رسم می‌نماییم سپس، از روی جدول هکتومتری روی این خط نقطه EC را پیدا کرده و طبق شرح بالا، قوس ارتباطی دوم را رسم می‌نماییم.

۷-۷- پیاده کردن عوارض راه، روی نقشه

- برای پیاده کردن عوارض راه روی نقشه، مراجعه به مقاطع عرضی، ضروری است.
- از مقاطع عرضی، می‌توان فاصله آخرین نقطه تحت تاثیر عملیات خاکی را به دست آورد.
- لازم است مقاطع عرضی، یک یک مرور شود و فاصله‌های اثر خاکبرداری و خاکریزی (فاصله افقی آن)، بر اساس مقیاس نقشه، کنار هر پیکه و در هر دو سمت نوار مسیر (در نقشه) نشانه‌گذاری شود.
- می‌توان فاصله‌های اثر دیواره‌های خاکبرداری را با رنگ قرمز، و فاصله‌های اثر دیواره‌های خاکریزی را با رنگ آبی، نشانه‌گذاری کرد.
- از اتصال نقاط به دست آمده (نقاط قرمز با رنگ قرمز و نقاط آبی با رنگ آبی)، عوارض راه روی نقشه پیاده می‌شود (شکل ۷-۶-۳).
- در صورتی که در یک سمت راه بین دو پیکه متوالی یکی خاکبرداری و دیگری خاکریزی باشد، لازم است فاصله دو پیکه (۲۰ متر) به نسبت دو عدد قرمز (مثبت و منفی)، تقسیم شده و سپس از نقطه‌ای از لبه مسیر، به دو سمت خطی به عدد قرمز نقطه‌گذاری شده، ترسیم گردد و در هر سمت، رنگ قرمز یا آبی آن زده شود (مطابق شکل ۷-۷).



منابع خارجی

- Attinger ph. Cost calculation of Forest Roads, FAO-IRAN project 1971
- Brake D. Sediment transport distance and Culvert Spacing on Logging Roads within the Oregon Coast mountain Range ASAE 1977 No.975018.
- Hirt R. Minimal technical Standards in Forest and Rural Road construction, schweizerische Zeitschrift fuer Forestwesen 1996.
- Kin Jong yoon, Economical effects of Forest Road construction according to growing Stock and Forest Road Density Journal of Forest Science Seul 1996.
- University di Firenze, Environmental impact of Forest Roads 1997.
- USDA Management system for National Forest Planning 1973.
- USDA Transportation Engineering Handbook 1971 - 1974.
- Oregon state system of Higher Education, Road Design Handbook 1971.
- ETH - Zurich. Kurs ueber Wald - U. Gueter Strassenbau 1969.
- University of Illinois, Manual of Current Practice for the Design and Construction of Soil Aggregate Roads 1959.





omorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Forest Roads Project Guide Lines

No: 148

Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards



1378/2000
omoorepeyman.ir