



علوم محیطی

علوم محیطی سال ششم، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸  
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.3, Spring 2009

۱۵۹-۱۷۶

## مقدمه‌ای بر کاربرد نقشه‌برداری در طراحی محیط و منظر

محسن کوچکزاده\*

گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

### An Introduction to Surveying Application in Landscape Design

Mohsen Kouchekzadeh\*

Department of Planning and Designing of the  
Environment, Environmental Sciences Research Institute,  
Shahid Beheshti University, G., C.

#### Abstract

Up to now, many different processes for landscape design such as Booth process (1983) have been introduced by landscape experts to aim a landscape project. The Booth process contains an orientation of actions in a landscape design project varying from project acceptance to presentation of constructed plan. The three adjusted sub-parts of Booth's landscape process stages which have been adjusted in a flowchart by the author of this article will be study in details. The aim of presenting such a flowchart is introducing and showing the interdisciplinary relationship between "landscape" and "surveying" experts in executing a design process. These three sub-parts contain some executing actions which are extracted from surveying which introduce this knowledge application in landscape design. These sub-parts contain "land surface features surveying and topographic map providing", "land technical design" and "setting out the design on the land". At the end, there are some suggestions for using new surveying instruments like GPS receivers in order to provide the topographic map in UTM coordinate system and transferring these landscape designs to this coordinate system.

**Keywords:** Landscape design, surveying, topographic map, technical design, setting out.

#### چکیده

تاکنون فرایندهای مختلفی برای طراحی محیط و منظر توسط متخصصان این رشته برای به هدف رساندن یک پروژه محیط و منظر معرفی شده که یکی از آن‌ها فرایند بوث (۱۹۸۳) است. این فرایند، مجموعه‌ای از عملیات در طراحی یک پروژه محیط و منظر از پذیرش پروژه تا حفاظت از طرح اجرا شده را شامل می‌شود. در این مقاله سه زیربخش از مراحل فرایند طراحی محیط و منظر بوث توسط نگارنده در یک نمودار گردش تنظیم شده است که مورد مطالعه قرار می‌گیرد. هدف از ارائه این نمودار، معرفی و نشان دادن ارتباط بین دانشی تخصص‌های "طراحی محیط و منظر" و "نقشه‌برداری" در اجرای یک فرایند طراحی است. این سه زیربخش شامل یکسری عملیات اجرایی است که از دانش نقشه‌برداری برگرفته شده و معرفی کننده کاربرد دانش نقشه‌برداری در طراحی محیط و منظر است و "برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی"، "طراحی فنی زمین"، و "پیاده کردن طرح بر روی زمین" را شامل می‌شود. در پایان پیشنهاداتی برای استفاده از ابزارهایی نوین نقشه‌برداری مانند گیرنده‌های GPS جهت تهیه نقشه توپوگرافی در سیستم UTM و در نتیجه انتقال طرح نهایی محیط و منظر به این سیستم مختصات، ارائه شده است.

کلید واژه‌ها: طراحی محیط و منظر، نقشه‌برداری، نقشه توپوگرافی، طراحی فنی، پیاده سازی.

\* Corresponding author. E-mail Address: m.kou2324@gmail.com

## مقدمه

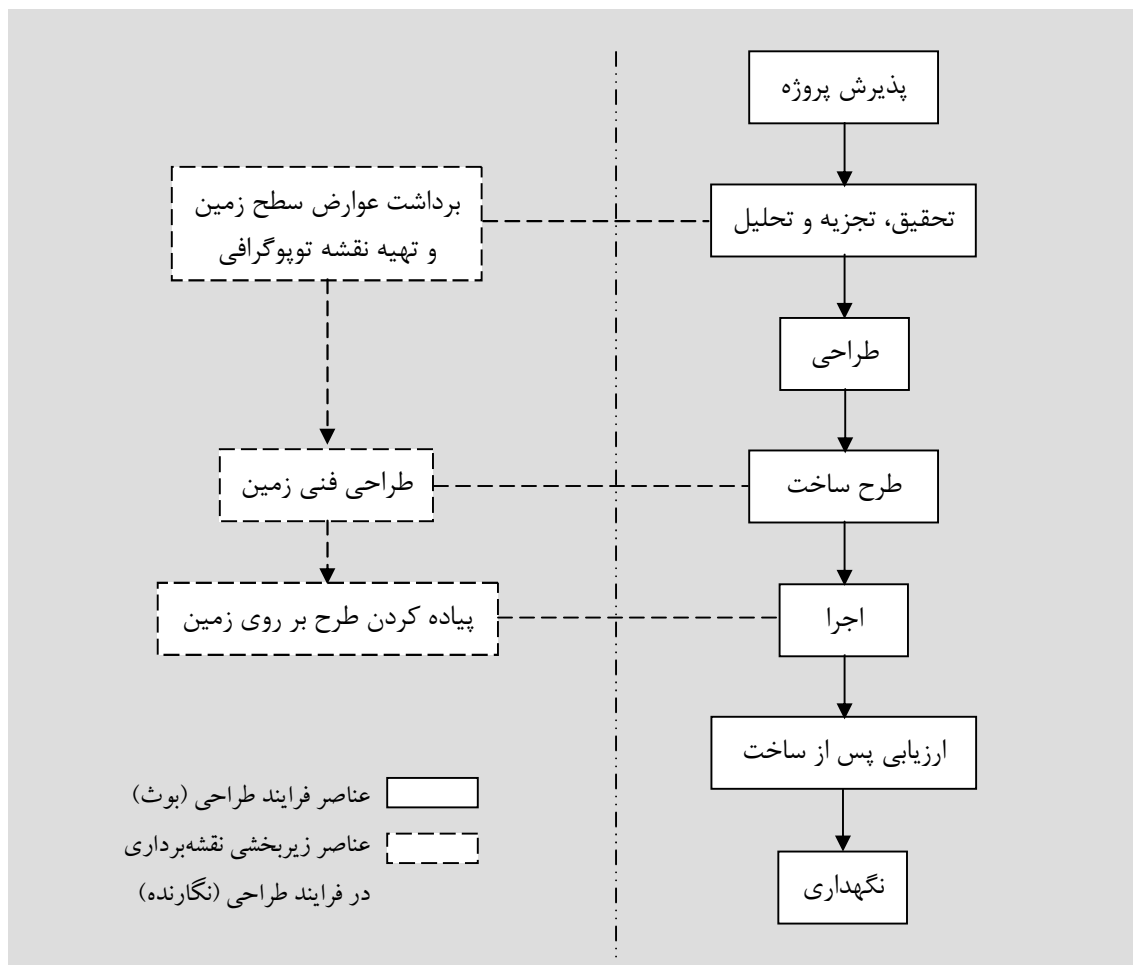
افزایش نیازهای انسان و پیچیدگی ابعاد مسایل و مشکلات ناشی از این نیازها از یک سو و ناتوانی هر یک از علوم (به تنهایی) در برآورد برخی از این نیازها و عدم امکان حل مسایل با یک دانش یا تخصص خاص از سوی دیگر، ضرورت توجه به ربط دانش‌ها و تخصص‌های حرفه‌ای را جهت حل این مشکلات به خوبی نشان می‌دهد. موضوعات محیطی نیز از این امر مستثنی نیستند و هر نوع برنامه‌ریزی و طراحی در یک محیط طبیعی و یا مصنوعی، نیازمند آشنایی و ربط دو یا چند دانش و تخصص مرتبط به یکدیگر است.

طراحی محیط و منظر، فرایند آگاهانه سازماندهی، برنامه‌ریزی و ایجاد تغییرات فیزیکی در محیط و منظر است. این فرایند شامل سازماندهی فیزیکی محیط و منظر و طراحی مکان است (Matloch, 2000). طراحی و شکل‌دهی سطح زمین از جمله اولین مراحل کاری است که علاوه بر درکی عمیق از زیبایی‌شناسی و طراحی، نیازمند توجه به "ملاحظات اکولوژیکی" و "اصول تکنیکی" است. یکی از شرایط تحقق این امر تبدیل ایده‌های طراحی به ماهیت‌های فیزیکی براساس اصول مهندسی است (Strom and Nathan, 1998).

این اصول با توجه به دانش فنی شکل می‌گیرد و بخشی از آن برگرفته از علم نقشه‌برداری است که کاربردهای متعددی در طراحی محیط و منظر دارد. نقشه‌برداری علم و هنر اندازه‌گیری و تعیین موقعیت دقیق نقاط در روی سطح زمین و یا در نزدیکی آن است (Field, 2004) که بر مبنای ریاضیات عملی و فنون اندازه‌گیری بنا شده است و از مرحله تهیه نقشه تا پیاده کردن ایده‌های طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر این اساس می‌توان جایگاه

دانش فنی نقشه‌برداری در فرایند طراحی را در سه زیربخش: "برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی"، "طراحی فنی زمین"، و "پیاده کردن طرح بر روی زمین"، از مجموعه بخش‌های اصلی فرایند طراحی محیط و منظر بوث به شرح شکل (۱) مشخص کرد. این سه زیربخش دارای نقش ویژه‌ای هستند که به "برداشت و تجزیه و تحلیل داده‌های محیطی"، "طرح ساخت محیط" و "اجرای محیطی" طرح‌های محیط و منظر می‌پردازند.

شکل (۱) نمودار گردشی جایگاه هر یک از این سه زیربخش را در فرایند طراحی منظر و محیط (تهیه شده توسط بوث در سال ۱۹۸۳) نشان می‌دهد که نقش دانش نقشه‌برداری در بخش‌های مختلف آن توسط نگارنده تعیین شده است. سمت راست این نمودار نشان دهنده فرایند بوث (۱۹۸۳) و سمت چپ آن نمایشگر سه زیربخش مؤثر نقشه‌برداری در این فرایند (تهیه شده توسط نگارنده) است. با توجه به این نمودار، قسمتی از بخش "تحقیق، تجزیه و تحلیل" فرایند بوث را "برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی"، قسمتی از بخش "طرح ساخت" این فرایند را "طراحی فنی زمین" و قسمتی از بخش "اجرا" را "پیاده کردن طرح بر روی زمین" تشکیل می‌دهد. این سه بخش از فرایند بوث علاوه بر سه زیربخش مورد اشاره در نقشه‌برداری دارای زیربخش‌های دیگری نیز هستند که مورد نظر این پژوهش نیست. با توجه به نمودار گردشی شکل (۱) سه زیربخش نقشه‌برداری در این فرایند، نه تنها با بخش‌های اصلی آن ارتباط افقی دارند، بلکه دارای ارتباط عمودی با یکدیگر نیز هستند و اجرای هر زیر بخش مقدمه‌ای برای زیربخش بعدی است.



شکل ۱- نمودار گردش جایگاه سه زیربخش نقشه برداری در فرایند طراحی محیط و منظر بوث (۱۹۸۳) (منبع: نگارنده)

## روش پژوهش

هدف از ارائه نمودار اشاره شده در بالا که اساس پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد، معرفی و نشان دادن ارتباط بین دانشی تخصصی‌های "طراحی محیط و منظر" و "نقشه‌برداری" در اجرای یک فرایند طراحی محیط و منظر و در راستای نزدیک کردن این دو تخصص به یکدیگر است. بر این اساس و برای دستیابی به این هدف، روش مطالعه مورد استفاده در این پژوهش کتابخانه‌ای-تحلیلی همراه با ارائه نمونه‌های تجربی است.

## برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی

برای شناخت سطح زمین، اطلاع از ناهمواری‌های آن در وضع موجود و همچنین اطلاع از وضعیت عوارض طبیعی و مصنوعی ایجاد شده در آن، نیاز است که از محدوده زمین مورد نظر برداشت توپوگرافی جهت تهیه نقشه توپوگرافی صورت گیرد. این نقشه‌ها تصویر قائم عوارض طبیعی و مصنوعی سطح زمین بر روی صفحه کاغذ با مقیاس معین هستند که عناصر طبیعی آن به صورت سه بعدی نشان داده می‌شوند و در آن‌ها علاوه بر موقعیت مسطحاتی یک نقطه، موقعیت ارتفاعی آن نیز

قابل شناسایی است. برای نمایش موقعیت ارتفاعی عوارض طبیعی از قبیل: گودی‌ها، تپه‌ها، خط‌الرأس‌ها و مانند آن از خطوط تراز<sup>۱</sup> استفاده می‌شود که نمایش دهنده مکان‌های هندسی نقاط هم‌ارتفاع هستند. استفاده از این نقشه‌ها به طراح محیط و منظر اجازه می‌دهد تا بتواند ایده‌های طراحی را براساس وضعیت استقرار عوارض سطح زمین و موقعیت آن‌ها نسبت به یکدیگر، بر روی نقشه پیاده نماید.

برنامه‌ریزی برای برداشت توپوگرافی به عواملی از جمله: در نظر گرفتن عناصر کالبدی زمین، دقت و مقیاس خواسته شده برای برداشت، فاصله بین خطوط تراز بسته به نوع پروژه، هزینه و نوع دستگاه‌های موجود برمی‌گردد. تمامی این عوامل بر روی روش و تجهیزات مورد نیاز برای برداشت توپوگرافی تأثیرگذار هستند (Dewberry et al., 2002). برداشت جامع از داده‌های سطح زمین مستلزم برقراری ارتباط متقابل بین نقشه‌بردار و طراح محیط به گونه‌ای است که درک مناسبی از مفهوم طراحی به وسیله نقشه‌بردار ایجاد گردد تا احتمال حذف شدن برخی از داده‌های مورد نیاز طراح از زمین در زمان برداشت کاهش یابد. پس از ایجاد این رابطه، لازم است روش مناسبی برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در نظر گرفته شود.

به‌طور کلی برای برداشت توپوگرافی از سطح زمین دو روش عمده وجود دارد که عبارت از: روش فتوگرامتری و روش مستقیم زمینی هستند. در صورتی که منطقه مورد نظر برای طراحی بسیار وسیع و در مقیاس یک منطقه شهری باشد، معمولاً از روش اول استفاده می‌شود. این روش فرایند پیچیده و زمانبری را برای تهیه نقشه توپوگرافی شامل می‌شود و معمولاً توسط سازمان‌ها (مانند سازمان نقشه‌برداری و یا سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح در ایران) صورت می‌گیرد. در این روش معمولاً با

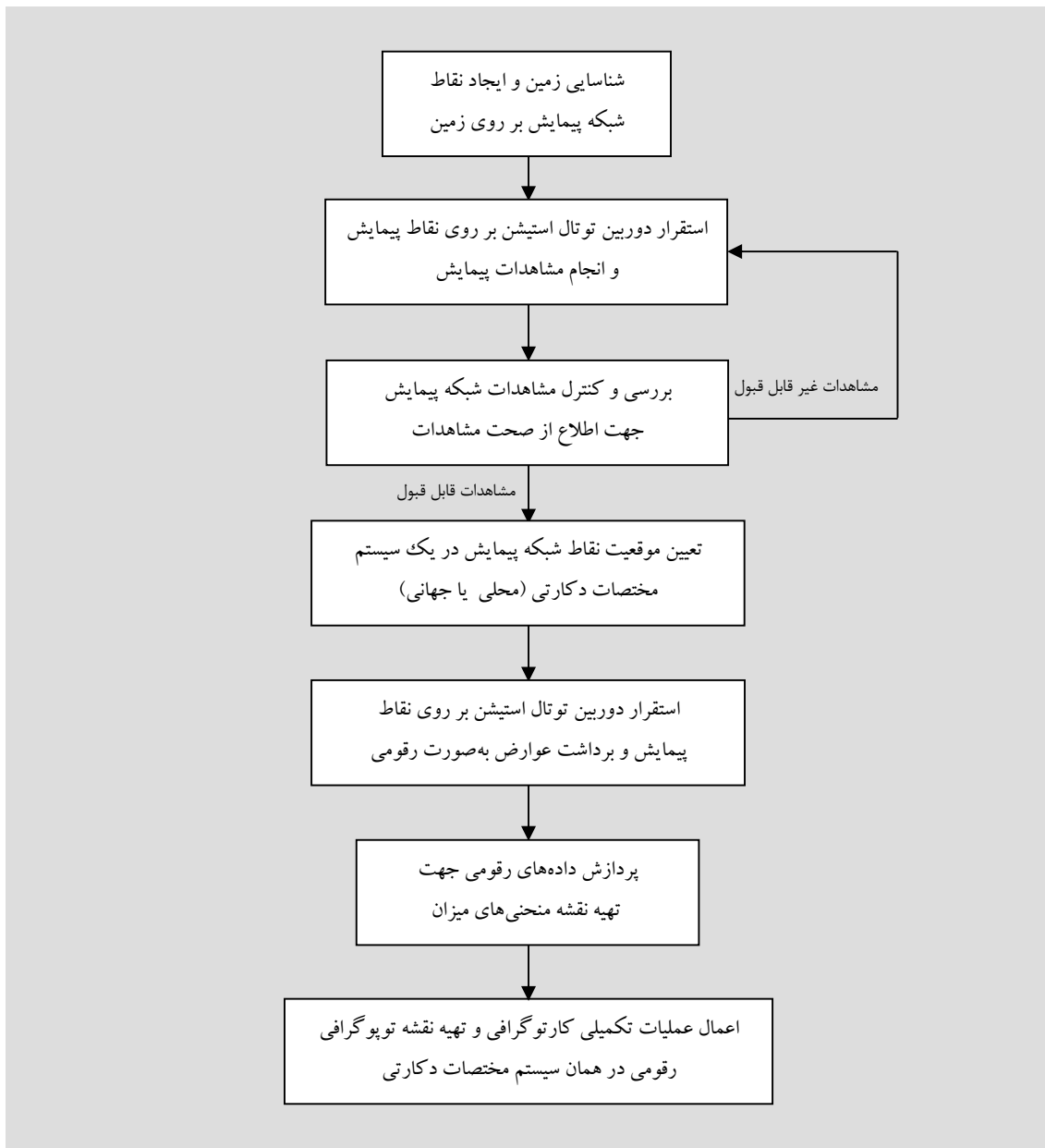
استفاده از هواپیما از منطقه مورد مطالعه عکس هوایی پوششی تهیه و پس از ایجاد مدل از این عکس‌ها، نقشه هوایی با مقیاس درخواستی تهیه می‌شود. اما در صورت محدود بودن منطقه و امکان برداشت زمینی عوارض، از روش دوم استفاده می‌شود که در این پژوهش مورد نظر است. برداشت عوارض سطح زمین به روش مستقیم زمینی از فرایندی پیروی می‌کند که در شکل (۲) نمایش داده شده است. مطابق این فرایند اجرایی، عملیات برداشت عوارض سطح زمین در هفت مرحله صورت می‌پذیرد که مراحل اول، دوم و پنجم دارای عملیات زمینی و مراحل سوم، چهارم، ششم و هفتم دارای عملیات دفتری است.

### طراحی فنی زمین

با توجه به اینکه عملیات مورد استفاده در این قسمت بر اساس مفاهیمی است که از طراحی فنی مورد استفاده در مهندسی نقشه‌برداری و عمران برگرفته شده، دومین مرحله از کاربرد نقشه‌برداری در طراحی محیط زیر عنوان طراحی فنی زمین نام‌گذاری شده است. این زیربخش مجموعه عملیاتی را شامل می‌شود که از دیدگاه نقشه‌برداری، منجر به خلق یک طرح فنی اجرایی بر روی نقشه شود تا بتوان آن را با بهره‌گیری از روش‌های خاص و استفاده از دستگاه‌های نقشه‌برداری بر روی زمین پیاده کرد. این عملیات بر روی نقشه توپوگرافی پایه‌ای صورت می‌گیرد که در مرحله برداشت عوارض سطح زمین تهیه شده است. مهم‌ترین مشخصه‌هایی که در این زیربخش مورد توجه قرار دارند به ترتیب زیر دسته‌بندی شده‌اند:

### شیب‌بندی سطح زمین و دسته‌بندی شیب

یکی از کاربردهای نقشه توپوگرافی در طراحی محیط و منظر، شیب‌بندی سطح زمین برای اهداف متفاوت است.



شکل ۲- فرایند برداشت عوارض و تهیه نقشه توپوگرافی به روش مستقیم زمینی (منبع: نگارنده)

تمهیدات شیب‌بندی نخستین عامل تعیین‌کننده در طرح نهایی است (Harris and Dines, 1998). در این عملیات سطح زمین نسبت به وضعیت طبیعی خود تغییر می‌کند و برای تبدیل به عناصر مصنوعی محیط مانند ساختمان‌ها، راه‌ها و مسیرهای مختلف و همچنین ایجاد تسهیل در دفع آب‌های سطحی آماده‌سازی می‌شود.

شیب‌بندی، شکل‌دهی سطح زمین با حذف یا اضافه کردن خاک یا دیگر مواد خاکی است تا زمین به صورت مصنوعی به مناسب‌ترین وضعیت مورد نظر طراح تغییر شکل یابد (Dewberry et al., 2002). این امر زمینه ایجاد طرحی دلپذیر از نظر زیبایی‌شناسی و در عین حال کارکردی را فراهم می‌نماید. در بسیاری از موارد،

خطوط تراز کاربردهای فراوانی برای استفاده کنندگان از نقشه‌های توپوگرافی در طراحی محیط و منظر دارند. با توجه به اینکه فشردگی بیشتر خطوط تراز نشان دهنده افزایش شیب و از هم دور شدن آن‌ها به مفهوم کاهش شیب است، از این مشخصه می‌توان در شیب‌بندی<sup>۲</sup> سطح زمین استفاده کرد. به‌طور کلی خصوصیت شاخص شیب‌های مقعر افزایش فاصله خطوط تراز در ارتفاع پایین است؛ بر این اساس، شیب در ارتفاعات بالا تندتر است و در ارتفاعات پائین کندتر می‌گردد. برعکس، در شیب‌های محدب تندی شیب در ارتفاعات بالا کمتر و در ارتفاعات پائین بیشتر می‌شود. در صورتی که با تغییر ارتفاع (افزایش و یا کاهش اعداد منحنی‌های میزان) با فواصل یکسانی در بین خطوط تراز مواجه باشیم، شیب محدوده یکنواخت محسوب می‌گردد (Strom and Nathan, 1998).

در شیب‌بندی سطح زمین که بر اساس یک همکاری مشترک بین نقشه‌بردار و طراح محیط صورت می‌گیرد، لازم است به جنبه‌های زیست‌محیطی زمین نیز توجه شود زیرا در بسیاری از موارد توجه صرف به جنبه‌های اقتصادی برای آماده‌سازی زمین، تخریب‌های

زیست‌محیطی را به همراه خواهد داشت. یک طرح خوب به لحاظ شیب‌بندی، شکل طبیعی زمین را با برنامه پیشنهادی همساز می‌کند تا در عین دلپذیری و زیبایی و همچنین به‌صرفه بودن پلان طرح، با ارزش‌های طبیعی و محیطی نیز در تضاد نباشد. شکل (۳) نمونه در حال اجرا از یک طرح شیب‌بندی را نشان می‌دهد که در آن وضعیت موجود فضای سبز در بالادست زمین مورد نظر دستخوش تغییر و یا آسیب نگردیده است.

به‌طور کلی برای شیب‌بندی سطح زمین می‌توان اهداف زیر را تبیین کرد:

- شکل‌دهی مجدد سطح زمین جهت سازگاری با کاربری مورد نظر در زمین به‌منظور جلوگیری از ایجاد هزینه‌های اضافی خاکبرداری و خاکریزی در زمین،
- ایجاد و کنترل زهکشی مناسب به‌منظور جمع‌آوری، انتقال و هدایت جریان آب‌های سطحی و همچنین ایجاد شیب مناسب برای جاده‌ها،
- امکان استفاده از شیب برای منظرسازی با تأکید بر جنبه‌های زیبایی‌شناسی جهت مطلوب‌تر ساختن محصول نهایی از زمین.



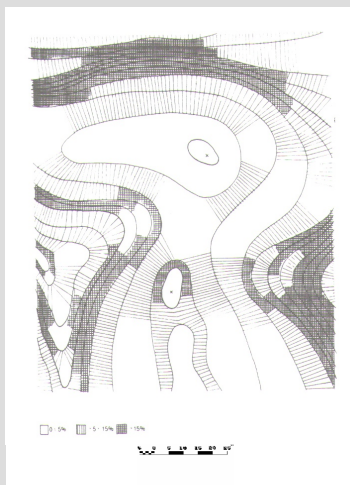
شکل ۳- طرح در حال اجرای شیب‌بندی سطح زمین (Toy and Chuse, 2005)

از یک پلان شیب‌بندی نهایی شده می‌توان استفاده‌های متعددی کرد که از آن جمله موارد زیر هستند (Harris and Dines, 1998):

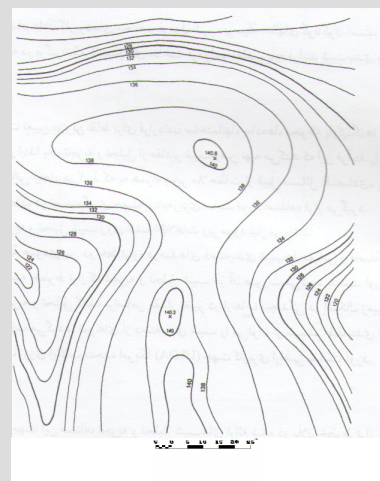
- تهیه نیم‌رخ‌های نهایی از راه‌ها
  - نمایش دادن تغییرات در جهت شیب و یا نسبت آن
  - نشان دادن ارتفاع نقاط بحرانی (شامل چاهک‌های بازدید، آبروها و سازه‌های زهکشی) برای بالا و پایین تمام دیوارها و جدول‌ها در تقاطعات و دیگر نقاط بحرانی در زمین
  - ترسیم منحنی میزان‌های پیشنهادی و تکمیل کردن پلان شیب‌بندی
  - تهیه برآوردی از میزان خاکبرداری و خاکریزی و در صورت نیاز تعدیل یکی یا هر دوی آن‌ها برای ایجاد تعادل بین آن‌ها براساس پلان پیشنهادی شیب‌بندی
- از جمله استفاده‌های دیگری که می‌توان از نقشه توپوگرافی و خطوط تراز آن کرد، تهیه نقشه "دسته‌بندی شیب" جهت تقسیم‌بندی شیب‌های مختلف به منظور تجزیه و تحلیل شیب‌ها و استفاده از آن‌ها در طراحی محیط و منظر است. شکل‌های (۴) و (۵) نمونه‌ای از پلان

خطوط تراز و نقشه دسته‌بندی شیب حاصل از آن را نشان می‌دهد. برای تهیه نقشه دسته‌بندی شیب عواملی از قبیل: مقیاس افقی، فاصله عمودی بین دو خط تراز و درصدهای دسته‌بندی شیب‌ها مورد توجه هستند. مقیاس و فاصله عمودی بین دو خط تراز براساس نقشه خطوط تراز و طبقات دسته‌بندی شیب بر مبنای تغییر در ارتفاع، پیچیدگی در اشکال زمین و نوع کاربری مورد نظر از اراضی انتخاب می‌گردد. در شکل (۵) این دسته‌بندی در سه طبقه: کمتر از ۵ درصد، بین ۵ تا ۱۵ درصد و بیشتر از ۱۵ درصد صورت گرفته است.

نقشه دسته‌بندی شیب امکان شناسایی کاملی از زمین جهت استقرار کاربری‌های متفاوت و همچنین اتخاذ تدابیر لازم برای شیب‌بندی مناسب را فراهم می‌نماید. باتوجه به اینکه یکی از مشخصه‌های تأثیرگذار در تعیین مسیر راه‌ها و زهکش‌ها و تعیین موقعیت کلیه کاربری‌ها شیب زمین است، می‌توان براساس حداکثر و حداقل شیب پیش‌بینی شده برای آن‌ها محیط مورد نظر را طراحی کرد.



شکل ۵- نقشه دسته‌بندی شیب براساس خطوط تراز ترسیم شده در شکل ۴ (Strom and Nathan, 1998)



شکل ۴- پلانی از خطوط تراز (Strom and Nathan, 1998)

## استفاده از نیمرخ‌ها و کاربردهای آن در طراحی محیط و منظر

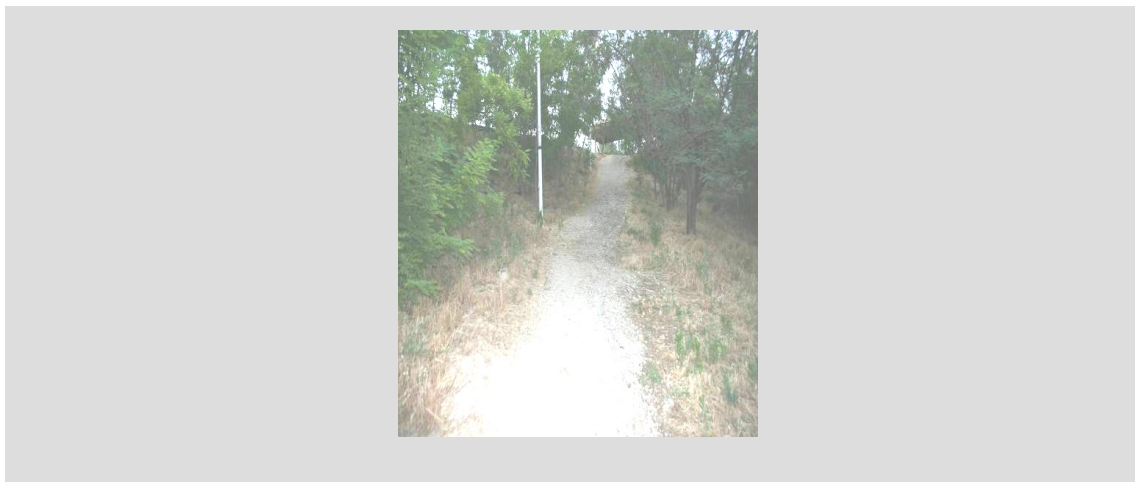
شکل (۶) قسمتی از یک راه خاکی جنگلی با شیب حدود ۱:۵ در بوستان بهشت مادران در تهران را نشان می‌دهد. در صورتی که هدف طراح مناسب‌سازی این راه جهت ایجاد یک مسیر دوچرخه و یا پیاده باشد، ایجاد هرگونه تغییراتی بر روی نقشه برای دستیابی به این هدف نیاز به داشتن اطلاعاتی در مورد طول مسیر و تغییرات ارتفاع در امتداد این طول دارد. در برخی از موارد نیز طراح ناگزیر است برای مقایسه چند مسیر طراحی شده بر روی نقشه و انتخاب یکی از بین آن‌ها، به نیمرخ‌های این مسیرها مراجعه نماید.

نیمرخ‌ها نشان دهنده پستی و بلندی‌های زمین، و یا تغییرات ارتفاع به‌ازای تغییرات طول در امتداد یک مسیر (نیمرخ طولی) و یا عمود بر آن (نیمرخ عرضی) هستند. در مقاطع (نیمرخ‌های) طولی معمولاً برای نمایش مناسب‌تر تغییرات ارتفاع، مقیاس ارتفاعی ۳ تا ۱۰ برابر مقیاس طولی در نظر گرفته می‌شود. به‌طور کلی برای تهیه یک نیمرخ از یک مسیر طراحی شده دو روش وجود دارد:

- در صورت مشخص بودن و یا پیاده شدن مسیر مورد نظر بر روی زمین می‌توان با استفاده از ترازیبی ۳ (با دوربین نیو در ترازیبی مستقیم، دوربین تئودولیت در ترازیبی غیر مستقیم و یا دوربین توتال استیشن) نیمرخ‌های طولی و عرضی مورد نیاز را تهیه و سپس ترسیم کرد.

- در صورت وجود نقشه توپوگرافی نیز می‌توان نیمرخ‌های طولی و عرضی یک مسیر طراحی شده بر روی نقشه را با استفاده از مقیاس نقشه (برای مشخص شدن تغییرات طول) و خطوط تراز (برای تعیین تغییرات ارتفاعی) بدست آورد.

در طراحی محیط و منظر عموماً روش دوم کاربرد دارد. در این روش با طراحی یک خط مسیر بر روی نقشه توپوگرافی در صورتی که از یک کاغذ شطرنجی استفاده شود، می‌توان با انتخاب خطوط افقی به فاصله ۱۰ برابر مقیاس نقشه توپوگرافی و عددگذاری آن‌ها برابر اعداد خطوط تراز، نیمرخ طولی خط مورد نظر را ترسیم نمود. در این حالت پس از قرار دادن این کاغذ به موازات خط مسیر طراحی شده، از تمامی نقاط تقاطع این خط با هر یک از منحنی‌های تراز، خطی بر خطوط افقی عمود می‌شود تا خط دارای عدد مشابه آن منحنی



شکل ۶- قسمتی از یک مسیر جنگلی در بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)



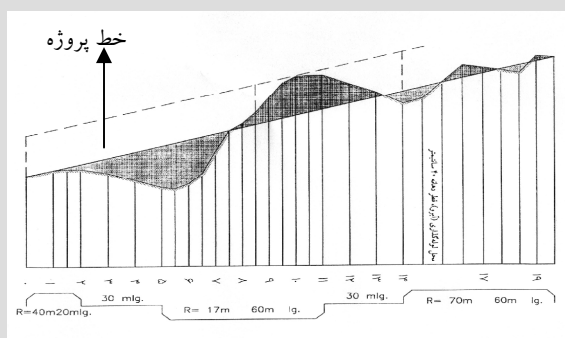
میزان را قطع نماید. سپس با اتصال ترتیبی کلیه نقاط ایجاد شده به یکدیگر، نیمرخ طولی مسیر تشکیل می‌شود.

از مهمترین کاربردهای نیمرخ‌های طولی و عرضی در طراحی محیط و منظر می‌توان به بررسی شیب طولی مسیر و مقایسه آن با شیب‌های مجاز مسیر طراحی شده و نیز برآورد حجم عملیات خاکی (خاکبرداری و خاکریزی) برای اطلاع از اقتصادی بودن مسیر طراحی شده اشاره نمود. این برآورد می‌تواند طراح را در مقایسه کردن یک طرح با طرح مشابه از نظر هزینه‌های اضافی که ممکن است به دلیل عدم تعادل بین خاکبرداری و خاکریزی بر پروژه تحمیل شود، کمک نماید.

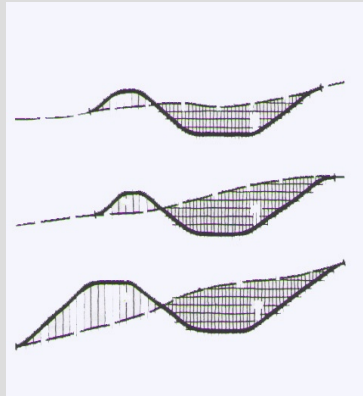
با موجود بودن نیمرخ طولی یک مسیر می‌توان خطی را با توجه به نوع و مشخصات فنی مسیر در روی این نیمرخ طراحی کرد که در اصطلاح به آن خط پروژه اطلاق می‌گردد. این خط به منظور تعدیل ناهمواری‌های خط مقطع طولی در امتداد آن ترسیم می‌شود و نشان دهنده مقطع طولی مسیر پس از عملیات خاکی و ساختمانی است (Office of the Deputy for Technical Affairs, 2000).

شکل (۷) نشان دهنده مقطع طولی از یک مسیر جنگلی و خط پروژه طراحی شده برای آن است. در این شکل قسمت‌های خاکبرداری و خاکریزی برای دست‌یابی به خط پروژه پیشنهادی مشخص شده‌اند. مطابق این شکل معمولاً در زیر نیمرخ‌های طولی، یک پلان از مسیر طراحی شده ترسیم می‌گردد. این پلان از خط مستقیم و قوس تشکیل شده و مقیاس آن با مقیاس طولی مقطع و همچنین مقیاس نقشه توپوگرافی برابر است. بر روی این پلان مواردی از جمله: چپگرد یا راستگرد بودن قوس‌های مسیر، مشخصات فنی این قوس‌ها و فاصله افقی مسیرهای مستقیم بین قوس‌ها مشخص شده‌اند.

برای دست‌یابی به میزان حجم عملیات خاکی، نیاز به وجود نیمرخ‌های عرضی و فاصله میان این نیمرخ‌هاست. از این نیمرخ می‌توان برای طراحی شیب‌بندی در یک زمین بر اساس مقایسه حجم عملیات خاکی طرح‌های متفاوت استفاده کرد. شکل (۸) نشان دهنده نمونه‌ای از این نیمرخ‌هاست.



شکل ۷- مقطع طولی و پلان یک مسیر جنگلی و خط پروژه آن  
(Office of the Deputy for Technical Affairs, 2000)



شکل ۸- مقاطع عرضی متوالی با فاصله ۵۰ متر  
(Harris and Dines, 1998)

عمودی است. با توجه به اینکه کاربرد و عملکرد این دو نوع قوس با یکدیگر متفاوت است، در طراحی مسیر به طور جداگانه به آن‌ها پرداخته می‌شود:

### قوس افقی

برای طراحی افقی مسیرهای مورد نیاز در محوطه یک زمین از دو عنصر اصلی: خط مستقیم و منحنی استفاده می‌شود. در صورتی که دو مسیر مستقیم متقاطع وجود داشته باشد و وسیله نقلیه بخواهد از یک مسیر به مسیر دیگر وارد شود، با تغییر ناگهانی مسیر مواجه خواهد بود و ناگزیر است سرعت حرکت خود را به صفر برساند و سپس وارد مسیر دیگر شود. برای اجتناب از این امر لازم است ارتباط بین این دو مسیر با یک منحنی برقرار شود تا وسیله نقلیه بتواند به راحتی وارد مسیر دوم شود. در اصطلاح فنی خطوط مستقیم را با عنوان "تانژانت" و منحنی را با عنوان قوس نام‌گذاری می‌کنند.

قوس‌ها منحنی‌های ریاضی هستند که برای ارتباط دادن دو تانژانت به کار می‌روند و معادله آن‌ها از یک تابع ریاضی تبعیت می‌کند. قوس‌های متصل کننده دو تانژانت

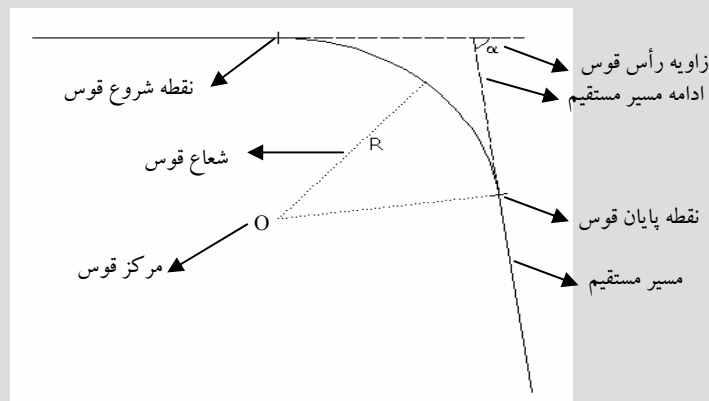
### استفاده از قوس‌های افقی و عمودی در طراحی محیط و منظر

راه‌ها و مسیرها یکی از عناصر قابل طراحی جهت بهره‌برداری مناسب از منظر طراحی شده هستند که در داخل و یا محدوده زمین طراحی می‌شوند. طراحی این مسیرها با استفاده از اصول مهندسی صورت می‌پذیرد و هدف از آن ایجاد مسیری ایمن همراه با قابلیت مانور آسان جهت بهره‌گیری مناسب از مسیر و استفاده از زیبایی‌های منظر است. این قسمت از طراحی برای ایجاد دسترسی‌ها، نواحی پارکینگ، ورودی‌ها و سواره‌روهای خدماتی، جاده‌های پارک و مسیرهای کندرو (و در برخی از موارد تندرو) به کار می‌رود. از این رو استفاده از عناصر هندسی راه جهت ارائه طرح مهندسی از مسیر، مورد نیاز است.

به طور کلی در طراحی مسیرها با تنظیم مسیر راه از نظر افقی و عمودی مواجه هستیم. در صورتی که دو صفحه عمود برهم یکی موازی با سطح افق و دیگری عمود بر این سطح در نظر گرفته شوند، صفحه اول مکان هندسی قوس‌های افقی و صفحه دوم مکان هندسی قوس‌های

با اندازه شعاع و درجه رأس آن (محل تلاقی دو تانژانت) مشخص می‌شوند. از جمله مهمترین قوس‌های مورد استفاده در طراحی مسیرهای مورد نیاز در طراحی محیط و منظر می‌توان به قوس‌های: دایره‌ای، کلوئوئید و سرپانتین اشاره کرد. ساده‌ترین نوع از این قوس‌ها، قوس دایره‌ای ساده است که قسمتی از یک دایره با شعاع مشخص را شامل می‌شود. شکل (۹) تصویر هندسی یک قوس دایره‌ای ساده را همراه با مشخصات فنی آن برای اتصال بین دو مسیر مستقیم نشان می‌دهد. در طراحی و پیاده کردن این قوس‌ها برای اهداف طراحی منظر، اطلاع از شعاع و زاویه رأس قوس ضروری

است. به علاوه شعاع قوس با انحنای آن رابطه معکوس است ( $1/R = \text{انحنا}$ ) دارد؛ بنابراین عدد شعاع بیشتر انحنای کمتری را به همراه دارد. این موضوع در طراحی یک مسیر کندرو و یا دوچرخه دارای اهمیت فراوانی است زیرا حرکت وسیله نقلیه با کم شدن انحنای قوس راحت‌تر صورت می‌پذیرد و سرعت حرکت نیز افزایش می‌یابد. شکل‌های (۱۰) و (۱۱) نمونه‌هایی از مسیرهای طراحی شده با استفاده از قوس‌های افقی ساده برای دو پیست مجزای دوچرخه سواری را در بوستان بهشت مادران نمایش می‌دهد. در شکل (۱۰) قوس افقی دایره‌ای طراحی شده دارای شعاع بیشتری نسبت به قوس شکل (۱۱) است.



شکل ۹- تصویر هندسی قوس افقی ساده متشکل از دو مسیر مستقیم متقاطع (منبع: نگارنده)



شکل ۱۱- قوس افقی دایره‌ای ساده برای ارتباط دو مسیر مستقیم رفت و برگشت در پیست دوچرخه سواری بانوان، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)



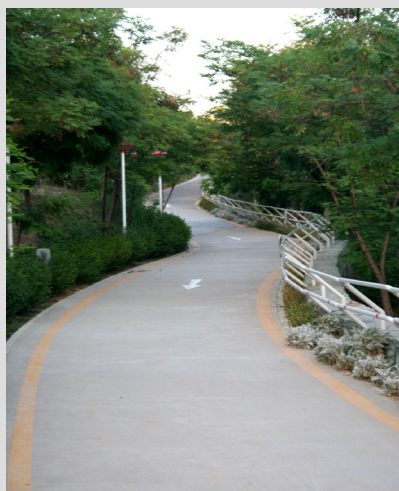
شکل ۱۰- قوس افقی دایره‌ای ساده برای ارتباط بین دو مسیر متقاطع در پیست عمومی دوچرخه سواری، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)

کاربردی‌ترین قوس‌های مورد استفاده در طراحی مسیر قوس‌های دایره‌ای هستند که ممکن است ساده، مرکب و یا معکوس باشند. قوس مرکب از دو یا چند قوس ساده با شعاع‌های متفاوت تشکیل می‌شود و قوس معکوس از دو قوس ساده با جهات مخالف ایجاد می‌گردد که دارای یک نقطه مشترک هستند (McCormac, 2004) و مراکز قوس‌ها در دو سمت این نقطه واقع شده‌اند. استفاده از قوس‌های معکوس در مسیرهایی مناسب است که سرعت بالا نباشد زیرا وسیله نقلیه مجبور است پس از طی کردن قوس اول، بلافاصله تغییر مسیر دهد و در خلاف جهت وارد قوس دوم شود. این قوس‌ها در طراحی محیط و منظر به‌خصوص در زمانی که پرهیز از موانع و ایجاد تنوع در مسیر مورد نظر باشد، توصیه می‌گردد.

در برخی از موارد حسب نیاز ممکن است طراح ترکیبی از این قوس‌ها را نیز به کار گیرد که نمونه‌ای از آن در شکل (۱۲) مشاهده می‌شود. در این شکل مسیر مستقیم پیست دوچرخه به یک قوس معکوس به شکل S منتهی می‌شود و این قوس نیز بلافاصله با یک قوس دایره‌ای

ترکیب شده و یک قوس مرکب را تشکیل داده است. این امر در طراحی یک پیست دوچرخه‌سواری برای ایجاد تغییرات متعدد در جهت حرکت دوچرخه ممکن است به دفعات استفاده شود. البته در طراحی این قوس‌ها لازم است به شعاع هر یک از آن‌ها در ترکیب با قوس بعدی دقت کافی شود تا با توجه به سرعت طرح، از انحراف وسیله نقلیه از مسیر در هنگام ورود به یک قوس جدید جلوگیری به عمل آید.

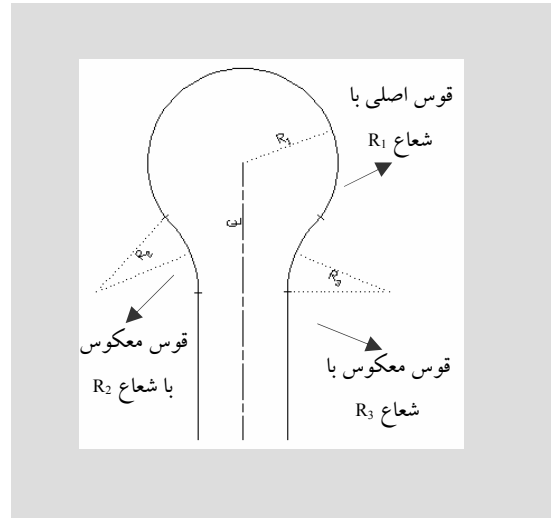
از جمله دیگر قوس‌های معکوس قوس سرپانتین است که در مکان‌هایی که فاصله محور دو مسیر با یکدیگر کم است مورد استفاده قرار می‌گیرد. جاده‌های کوهستانی و بن‌بست‌های میدانی از دیگر موارد استفاده از این قوس است زیرا در این شرایط امکان استفاده از قوس‌های با شعاع بزرگ به دلیل افزایش هزینه عملیات خاکی و همچنین کوتاهی طول مسیر روی قوس وجود ندارد. مطابق شکل (۱۳) ساختار هندسی قوس سرپانتین متشکل از یک قوس دایره‌ای اصلی و دو قوس دایره‌ای جانبی معکوس با شعاع‌های متفاوت یا یکسان است.



**شکل ۱۲-** قوس افقی مرکب متشکل از قوس معکوس S در ترکیب با قوس دایره‌ای ساده در پیست دوچرخه سواری بانوان، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)



**شکل ۱۴-** بن بست میدانی ایجاد شده با استفاده از قوس افقی سرپانتین برای مسیر دوچرخه سواری، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)



**شکل ۱۳-** تصویر هندسی قوس سرپانتین (منبع: نگارنده)

قوس قائم، منحنی دارای معادله ریاضی است که ممکن است شکل هندسی آن قسمتی از یک دایره، بیضی و یا سهمی باشد. انتخاب نهایی یک منحنی برای قوس قائم تابعی از راحتی و ایمنی استفاده کننده است و در عمل استفاده از یک منحنی سهمی درجه ۲ برای ایجاد یک مسیر قائم یکنواخت در تغییر شیب مناسب تر است.

شکل (۱۵) یک قوس قائم مقعر از نوع سهمی درجه ۲ را نشان می دهد که برای اتصال دو مسیر مستقیم با شیب های مخالف جهت یکدیگر طراحی شده است. در قوس قائم محل تلاقی امتدادهای این دو مسیر مستقیم "نقطه تقاطع عمودی" (P.V.I) نام گذاری می شود. در طراحی یک قوس قائم، اطلاع از شیب دو مسیر مستقیم شیب دار، مختصات نقطه تقاطع عمودی و طول افقی قوس قائم مورد نیاز طراح است. با توجه به اینکه با معلوم بودن مقطع طولی و خط پروژه مسیر محاسبه شیب طولی در هر دو مسیر شیب دار موجود به راحتی امکان پذیر است، با داشتن مختصات نقطه تقاطع از روی معادله قوس قائم، تنها لازم است طراح طول افقی این قوس را تعیین کند

شکل (۱۴) نمونه ای از این قوس جهت طراحی یک بن بست میدانی برای مسیر دوچرخه در بوستان بهشت مادران را نشان می دهد.

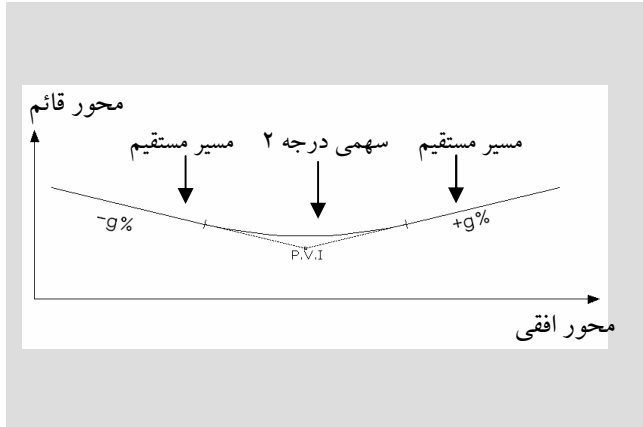
### قوس قائم

همانگونه که قوس های افقی برای اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه افق به کار می روند، در اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه قائم نیز از قوس های قائم برای ورود وسیله نقلیه از یک شیب طولی به شیب طولی دیگر استفاده می شود (McCormac, 2004). به عبارت دیگر در زمانی که امتدادهای دارای دو شیب متفاوت در صفحه قائم بخواهند به یکدیگر متصل شوند، برای جلوگیری از تغییر ناگهانی شیب در محل تقاطع دو امتداد از قوس های قائم استفاده می شود تا وسیله نقلیه بتواند به راحتی از یک شیب وارد شیب دوم شود.

اگر دو شیب موجود در دو طرف قوس قائم دارای اعداد منفی باشند قوس قائم، مقعر و در صورت مثبت بودن این اعداد قوس قائم، محدب است. در هر دو صورت،



شکل ۱۶- قوس قائم مقعر در یک مسیر عبور دوچرخه، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)



شکل ۱۵- تصویر هندسی قوس قائم مقعر (منبع: نگارنده)

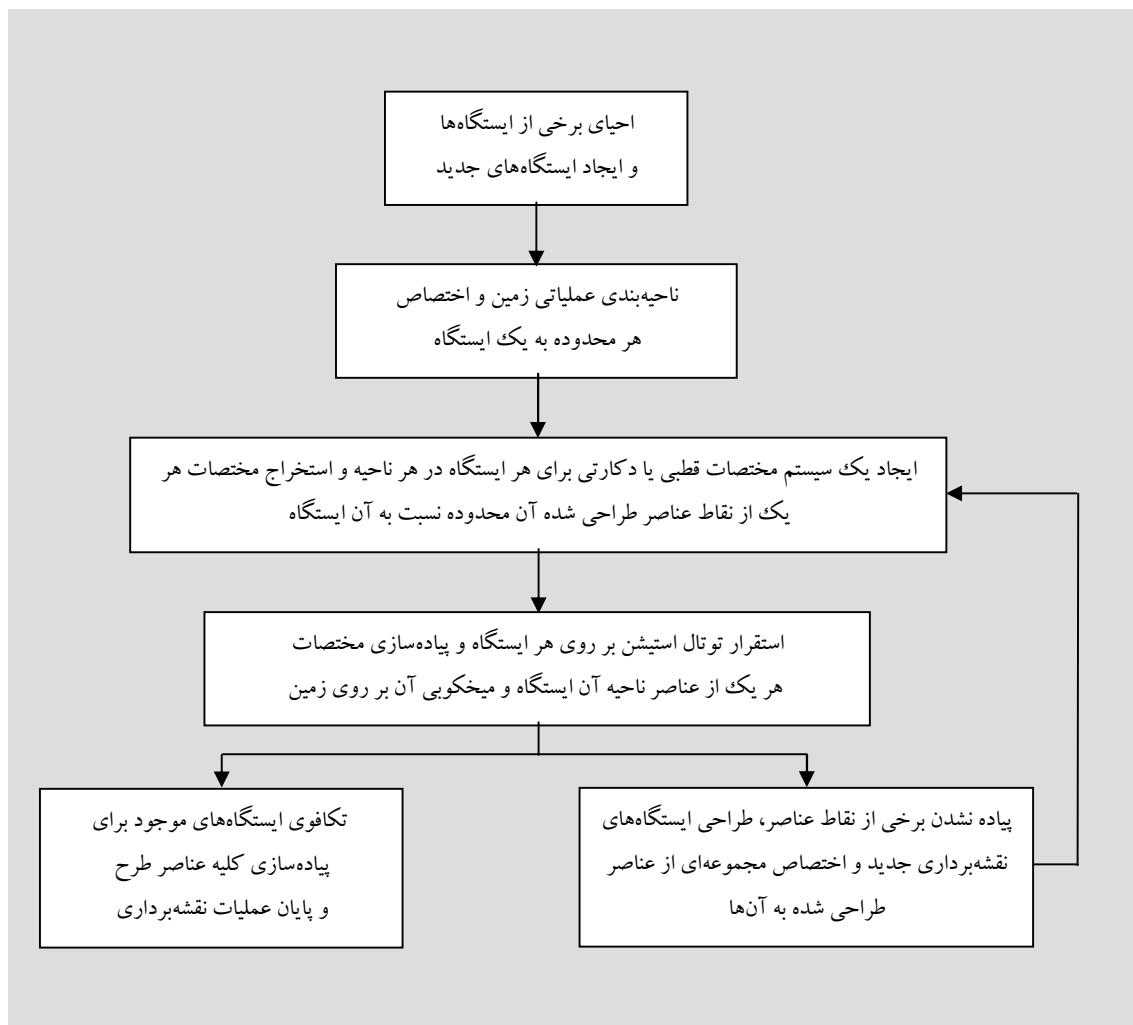
می توان با استخراج این مختصات از روی نقشه رقومی در نرم افزاری مانند AutoCad، که در آن نقشه ایجاد شده دارای ساختار بُرداری است، این عناصر را بر روی زمین پیاده و در نهایت طرح مورد نظر را در زمین ایجاد کرد. عناصر طراحی شده بر روی نقشه در چنین نرم افزارهایی از نقطه، خط و چند ضلعی تشکیل می شود. بر این اساس در صورتی که با عارضه خطی مواجه باشیم، خط از مجموعه ای از نقاط تشکیل شده است به گونه ای که ابتدا، انتها و کلیه شکستگی های این خط دارای نقاط مختصات دار هستند.

چند ضلعی ها نیز مجموعه ای از خطوط هستند و می توان مختصات نقاط موجود در محل شکستگی های آن را استخراج نمود. بنابراین هر عنصر طراحی شده بر روی نقشه دارای مجموعه ای از نقاط مختصات دار است که از اتصال این نقاط به یکدیگر تشکیل شده است. بنابراین در صورتی که بخواهیم طرح مورد نظر را بر روی زمین پیاده نماییم، نیاز به استفاده از سیستم مختصات نقشه و مناسب سازی آن بر روی زمین داریم. شکل (۱۷) فرایند مراحل اجرایی پیاده سازی طرح بر روی زمین را با استفاده از نقشه برداری زمینی نشان می دهد.

که این امر بر اساس فاصله دید توقف وسیله نقلیه تعیین می شود. شکل (۱۶) نمونه اجرا شده ای از یک قوس قائم مقعر طراحی شده برای عبور دوچرخه در بوستان بهشت مادران را نشان می دهد.

### پیاده کردن طرح نهایی بر روی زمین

پس از طراحی عناصر مورد نیاز بر روی نقشه پایه اعم از: قطعات زمین و ساختمان ها، راه ها و سایر عناصر محیط، مرحله اجرای این طرح بر روی زمین مطرح می شود. مهندسی نقشه برداری در پیاده کردن ایده های طراحی شده نقش بسیار مهمی را ایفا می نماید زیرا در مرحله پیاده کردن طرح های محیط و منظر نیاز به نقشه برداری زمینی است. به طور کلی برای پیاده کردن هر طرح بر روی زمین نیاز به ایجاد یک سیستم مختصات در زمین مورد نظر است که باید بر سیستم مختصات نقشه منطبق باشد. این انطباق با احیای ایستگاه های نقشه برداری (نقاط شبکه پیمایش) صورت می گیرد که در هنگام برداشت توپوگرافی از زمین مورد استفاده قرار گرفته بودند. با توجه به اینکه در مراحل طراحی بر روی نقشه پایه، اجزای کلیه عناصر طراحی شده دارای مختصات هستند،



شکل ۱۷- فرایند مراحل پیاده‌سازی طرح بر روی زمین با استفاده از نقشه‌برداری زمینی (منبع: نگارنده)

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

محیط و منظر، نیاز به وجود تخصص‌های دیگری از جمله مهندسی نقشه‌برداری دارد. هدف از ارائه این مقاله نزدیک نمودن تخصص‌های طراحی محیط و منظر و نقشه‌برداری در انجام یک پروژه طراحی محیط و منظر است و برای نمایش ارتباط بین این دو تخصص از نمودار گردش مطابق شکل (۱) استفاده شده است.

در این نمودار گردش سه زیربخش نقشه‌برداری زیر عنوانین: برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی، طراحی فنی زمین، و پیاده کردن طرح بر

در قسمت نتیجه‌گیری مناسب است نتایج حاصل از این پژوهش به سه قسمت مجزا به صورت زیر دسته‌بندی گردد:

۱- به کارگیری تخصص‌های میان‌دانشی جهت پاسخگویی به نیازهای چند بعدی انسان و محیط از ضروریات برنامه‌ریزی و طراحی محیط محسوب می‌شود. طراحی یک پروژه محیط و منظر شامل فرایند جامعی است که توسط متخصصان مربوطه ارائه شده و یکی از آن‌ها فرایند بوث است. در این فرایند همانگونه که از ساختار آن برداشت می‌شود، علاوه بر تخصص طراحی

روی زمین، تعریف شده‌اند که دارای روابط مستقیم افقی با بخش‌های مختلف فرایند بوث مطابق این نمودار هستند. به علاوه این سه زیربخش دارای روابط عمودی با یکدیگر نیز هستند به گونه‌ای که محصول هر یک، در زیربخش بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد و تا اتمام عملیات در یک زیربخش، اجرای زیربخش بعدی امکان‌پذیر نیست. بر این اساس طراحی فنی زمین پس از تکمیل فرایند برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی صورت می‌پذیرد و کلیه طراحی‌های این زیربخش بر روی این نقشه پایه و یا با استفاده از آن ارائه می‌گردد.

۲- برای موفقیت در پیشبرد اجرایی در یک فرایند طراحی، شناخت متقابل و برقراری ارتباط دو طرفه بین طراح و نقشه‌بردار در تمام مراحل که نیاز به بهره‌گیری از تخصص نقشه‌برداری وجود دارد، مورد نیاز است. به‌عنوان مثال در مرحله برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپوگرافی، هرچند که در چهارچوب دستورالعمل‌های سازمان نقشه‌برداری با مشخص بودن مقیاس درخواستی میزان برداشت جزئیات عوارض نیز معلوم می‌شود، اما اطلاع نقشه‌بردار از میزان جزئیات مورد نیاز طراح قبل از برداشت عوارض می‌تواند نقش مهمی برای طراح داشته باشد. این ارتباط در سایر زیربخش‌های نقشه‌برداری (طراحی فنی زمین و پیاده کردن طرح بر روی زمین) نیز کاملاً ضروری است.

۳- با پیشرفت فناوری و تولید نسل جدید دستگاه‌های نقشه‌برداری و همچنین به‌وجود آمدن روش‌های نوین نقشه‌برداری، امروزه این امکان ایجاد شده است تا با به‌کارگیری این دستگاه‌ها و روش‌ها در مدت زمان کوتاه و با دقت بالا بخشی از عملیات زمینی را به انجام رسانید. به‌عنوان مثال به‌کارگیری روش استاتیک که زیر مجموعه روش تعیین موقعیت نسبی در استفاده از گیرنده‌های

GPS<sup>۴</sup> است، این امکان را ایجاد می‌کند که پیمایش محلی را با استفاده از دو گیرنده GPS به‌طور همزمان انجام داد و پس از پردازش داده‌ها، مختصات کلیه نقاط پیمایش را در سیستم مختصات UTM به‌دست آورد.

همچنین در صورتی که مشاهدات نقاط شبکه پیمایش با استفاده از دستگاه توتال استیشن صورت گرفته و مختصات این نقاط به‌صورت محلی تعیین شده باشد، با استقرار دو گیرنده به‌طور همزمان بر روی دو نقطه از نقاط این شبکه، امکان به‌دست آوردن مختصات آن نقاط در سیستم UTM و تبدیل کلیه نقاط شبکه به این سیستم ایجاد می‌شود. در این صورت به‌خصوص در شهرهایی مانند تهران که نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ طرح تفصیلی آن‌ها دارای این نوع سیستم مختصات جهانی هستند، طرح محیط و منظر در نقشه‌ای با مختصات UTM تهیه می‌شود و امکان انطباق آن بر نقشه‌های رقومی طرح تفصیلی شهری و در نتیجه مقایسه آن با این طرح وجود دارد.

### پی‌نوشت

1- Contour Lines

2- Grading

3- Leveling

۴- GPS مخفف Global Positioning System یا سیستم

تعیین موقعیت جهانی است.

۵- UTM مخفف Universal Transverse Mercator و یک

سیستم مختصات جهانی است.



- Booth, N. K. (1983). *Basic Elements of Landscape Architectural Design*. Illinois: Waveland Press, Inc.
- Dewberry, S. O., P. C. Champagne and C. M. Sumner (2002). *Land Development HandBook, Planning, Engineering and Surveying, Second Edition*. NewYork: McGraw-Hill.
- Field, H. L. (2004). *Landscape Surveying*. Canada: Thomson Delmar Learning.
- Harris, Ch. W. and N. T. Dines (1998). *Time-saver standards for landscape architecture: design and construction data*. Singapore: McGraw-Hill.
- Matloch, J. L. (2000). *Introduction to Landscape Design, Second Edition*. New York: J. Wiley & Sons.
- McCormac, J. (2004). *Surveying*. Danvers: John Wiley & Sons Inc.
- Office of the Deputy for Technical Affairs, Bureau of Technical Affairs and Standards (2000). *Forest Roads Project Guide Lines (No: 148)*. Tehran: Plan and Budget Organization.
- Strom, Steven and Kurt Nathan (1998). *Site Engineering for Landscape Architects, 3d Edition*. New York: J. Wiley & Sons.
- Toy, T.J. and W.R. Chuse (2005). Topographic reconstruction: a geomorphic approach. *Ecological Engineering*, 24:29-35.



