Archive of SID

علـوم محـیـطی سال ششم ، شماره سوم، بهار ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.6, No.3 , Spring 2009
۱۷۶-۱۵۹

مقدمه‌ای بر کاربرد نقشه‌برداری در طراحی محیط و منظر

محسن کوچکزاده*

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

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 گردشی 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.

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.

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افـزایش نیازهـای انـسان و پیچیـدگی ابعـاد مـسایل و مشکلات ناشی از این نیازها از یک سو و ناتوانی هر یک از علوم (به‌تنهایی) در برآورد برخی از این نیازهـا و عـدم امکان حل مسایل با یک دانش یا تخصص خاص از سوی دیگر، ضرورت توجه به ربـط دانـش‌هـا و تخـصص‌هـای حرفـه‌ای را جهـت حـل ایـن مـشکلات بـه‌خـوبی نـشان می‌دهد. موضوعات محیطی نیز از این امر مـستثنی نیـستند و هر نوع برنامه‌ریزی و طراحی در یک محیط طبیعی و یا مـصنوع، نیازمنـد آشـنایی و ربـط دو یـا چنـد دانـش و تخصص مرتبط به یکدیگر است.

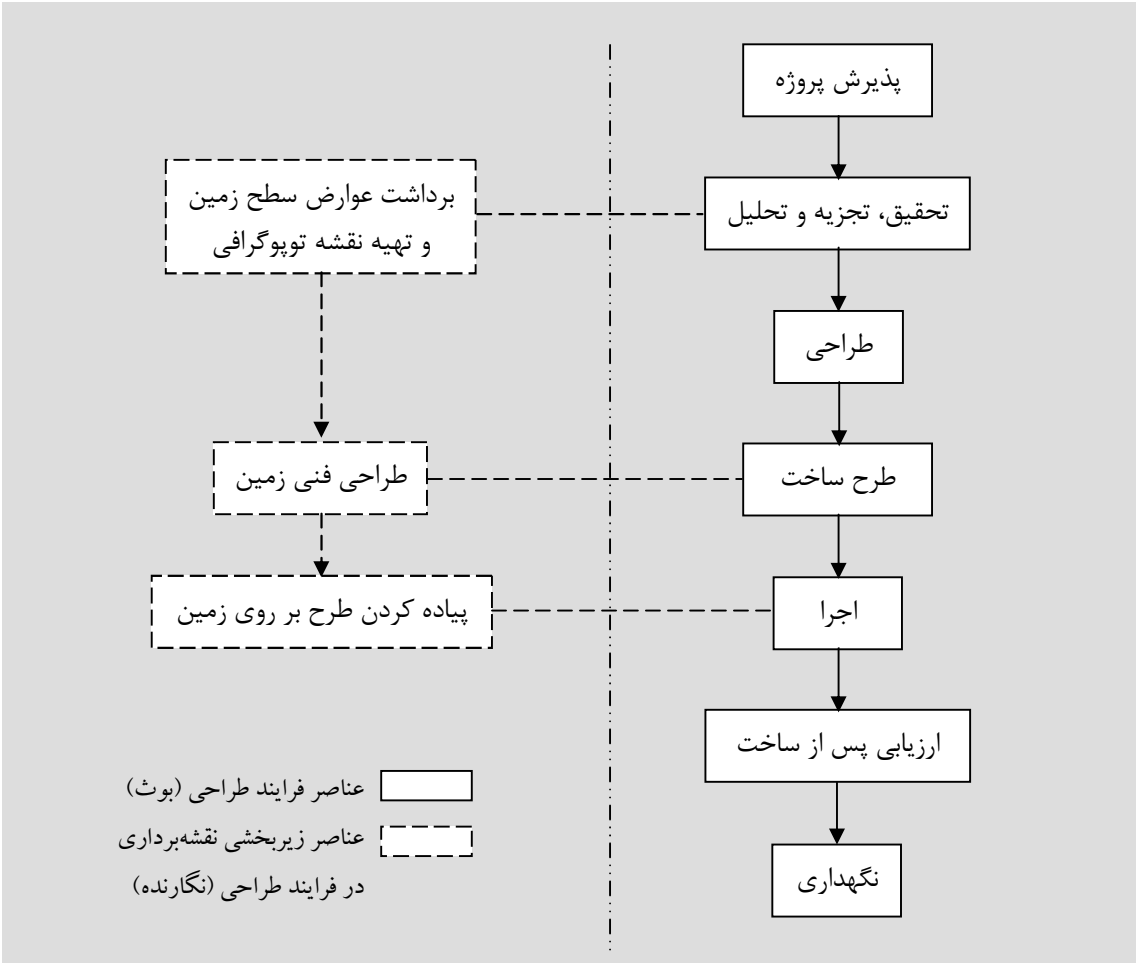
طراحـی محـیط و منظـر، فراینـد آگاهانـه سـازماندهی، برنامه‌ریزی و ایجاد تغییـرات فیزیکـی در محـیط و منظـر است. این فرایند شامل سازماندهی فیزیکی محیط و منظـر و طراحـی مکـان اسـت (Matloch, 2000). طراحـی و شکل‌دهی سطح زمین از جمله اولین مراحل کاری اسـت که علاوه بـر درکـی عمیـق از زیبـایی‌شناسـی و طراحـی، نیازمنـد توجـه بـه "ملاحظـات اکولـوژیکی" و "اصـول تکنیکی" اسـت. یکـی از شـرایط تحقـق ایـن امـر تبـدیل ایده‌های طراحی به ماهیت‌هـای فیزیکـی براسـاس اصـول مهندسی است (Strom and Nathan, 1998).

این اصول با توجه به دانش فنی شکل می‌گیرد و بخـشی از آن برگرفته از علم نقشه‌برداری اسـت کـه کاربردهـای متعددی در طراحی محیط و منظر دارد. نقشه‌برداری علـم و هنر اندازه‌گیری و تعیـین موقعیـت دقیـق نقـاط در روی سطح زمین و یا در نزدیکـی آن اسـت (Field, 2004) کـه برمبنای ریاضیات عملی و فنون اندازه‌گیری بنا شده است و از مرحله تهیه نقشه تـا پیـاده کـردن ایـده‌هـای طراحـی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر این اساس می‌توان جایگـاه دانـش فنـی نقـشه‌بـرداری در فراینـد طراحـی را در سـه زیربخش: "برداشت عـوارض سـطح زمـین و تهیـه نقـشه توپوگرافی"، "طراحی فنی زمین"، و "پیاده کـردن طـرح بـر روی زمـین"، از مجموعـه بخـش‌هـای اصـلی فراینـد طراحی محیط و منظر بوث به شـرح شـکل (۱) مـشخص کرد. این سه زیربخش دارای نقش ویژه‌ای هستند که بـه "برداشت و تجزیه و تحلیـل داده‌هـای محیطـی"، "طـرح ساخت محیط" و "اجرای محیطـی" طـرح‌هـای محـیط و منظر می‌پردازند.

شکل (۱) نمودار گردشی جایگاه هـر یـک از ایـن سـه زیربخش را در فرایند طراحی منظر و محـیط (تهیـه شـده توسط بوث در سال ۱۹۸۳) نشان می‌دهد که نقش دانـش نقشه‌برداری در بخـش‌هـای مختلـف آن توسـط نگارنـده تعیین شده است. سمت راست ایـن نمـودار نـشان دهنـده فراینـد بـوث (۱۹۸۳) و سـمت چـپ آن نمایـشگر سـه زیربخش مـؤثر نقـشه‌بـرداری در ایـن فراینـد (تهیـه شـده توسط نگارنده) است. با توجه به ایـن نمـودار، قـسمتی از بخش "تحقیق، تجزیه و تحلیل" فرایند بوث را "برداشت عوارض سطح زمین و تهیه نقشه توپـوگرافی"، قـسمتی از بخش "طرح ساخت" این فرایند را "طراحی فنـی زمـین" و قسمتی از بخش "اجرا" را "پیاده کردن طـرح بـر روی زمین" تشکیل مـی‌دهـد. ایـن سـه بخـش از فراینـد بـوث علاوه بر سه زیربخش مورد اشاره در نقشه‌بـرداری دارای زیـربخش‌هـای دیگـری نیـز هـستند کـه مـورد نظـر ایـن پژوهش نیست. با توجه به نمودار گردشی شـکل (۱) سـه زیربخش نقشه‌برداری در این فرایند، نه تنها با بخش‌هـای اصلی آن ارتباط افقی دارند، بلکه دارای ارتباط عمـودی با یکدیگر نیز هستند و اجـرای هـر زیـر بخـش مقدمـه‌ای برای زیربخش بعدی است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودار گردشی جایگاه سه زیربخش نقشه‌برداری 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 تخصص‌های "طراحی محیط و منظر" و "نقشه‌برداری" در اجرای یک فرایند طراحی محیط و منظر و در راستای نزدیک کردن این دو تخصص به‌یکدیگر 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 به‌صورت سه بعدی نشان داده می‌شوند و در آن‌ها علاوه بر موقعیت مسطحاتی یک نقطه، موقعیت ارتفاعی آن نیز

www.SID.ir

Archive of SID

قابل شناسایی است. برای نمایش موقعیت ارتفاعی عوارض طبیعی از قبیل: گودی‌ها، تپه‌ها، خط‌الرأس‌ها و مانند آن از خطوط تراز[1] 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 به‌گونه‌ای است که درک مناسبی از مفهوم طراحی به‌وسیله 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 صورتی‌که 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 نیروهی 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

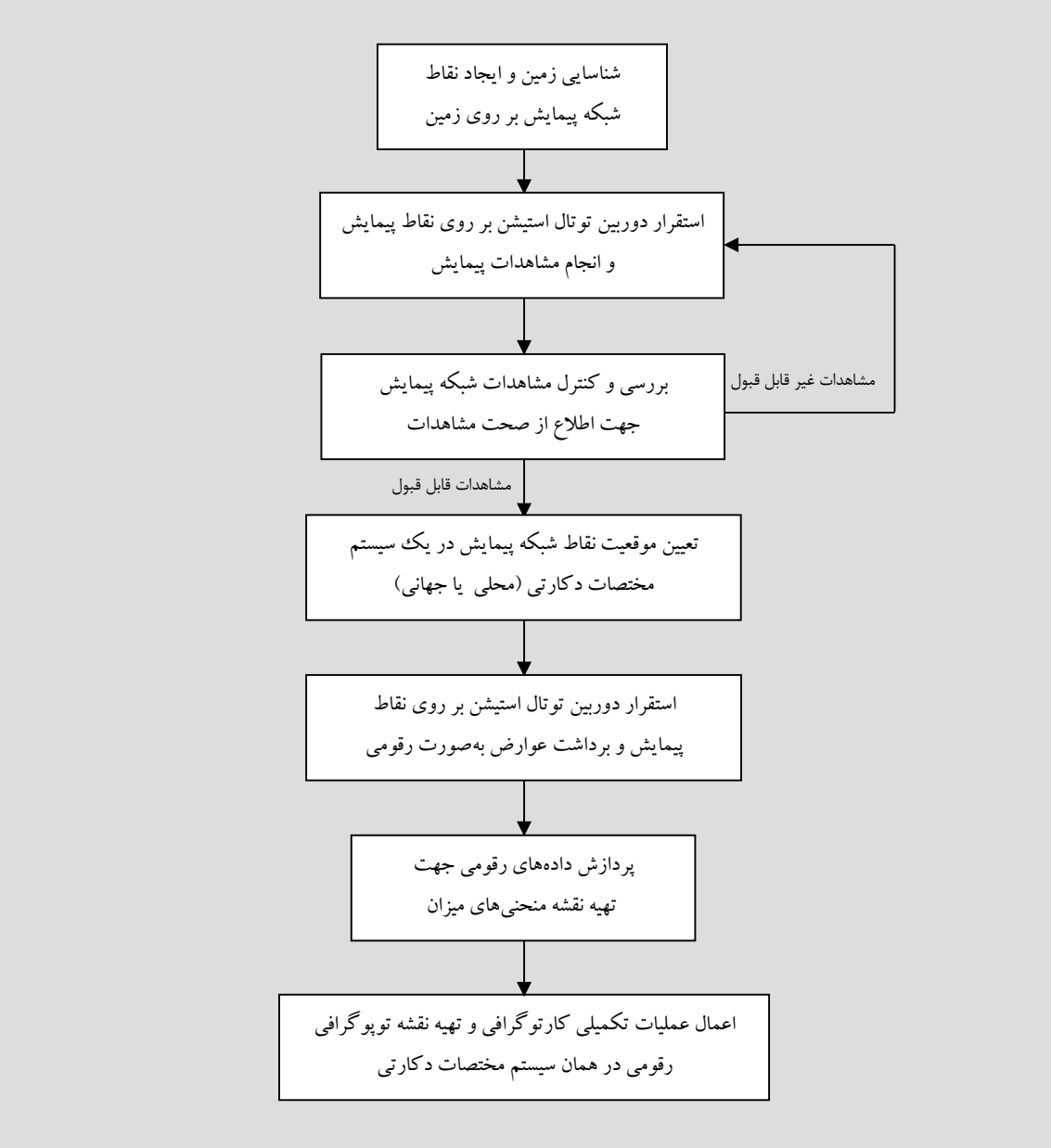
با توجه به اینکه عملیات مورد استفاده در این قسمت بر اساس مفاهیمی است که از طراحی فنی مورد استفاده در مهندسی نقشه‌برداری و عمران برگرفته شده، دومین مرحله از کاربرد نقشه‌برداری در طراحی محیط زیر عنوان طراحی فنی زمین نام‌گذاری شده است. این زیربخش مجموعه عملیاتی را شامل می‌شود که از دیدگاه نقشه‌برداری، منجر 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 زیر بخش مورد توجه قرار دارند به‌ترتیب 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.

www.SID.ir

Archive of SID



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

شیب‌بندی، شکل‌دهی سطح زمین با حذف یا اضافه کردن خاک یا دیگر مواد خاکی است تا زمین به‌صورت 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، 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.

www.SID.ir

Archive of SID

خطوط تراز کاربردهای فراوانی برای استفاده‌کنندگان از نقشه‌های توپوگرافی در طراحی محیط و منظر دارند. باتوجه 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[۲] 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 صورتی‌که 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)

www.SID.ir

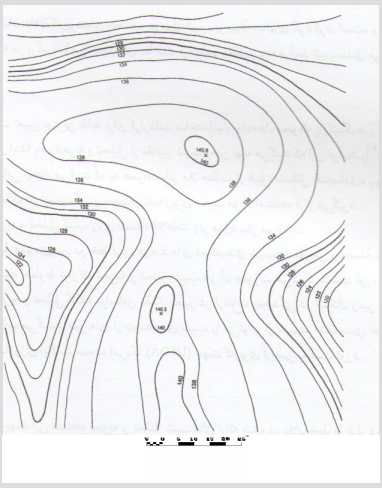
Archive of SID

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

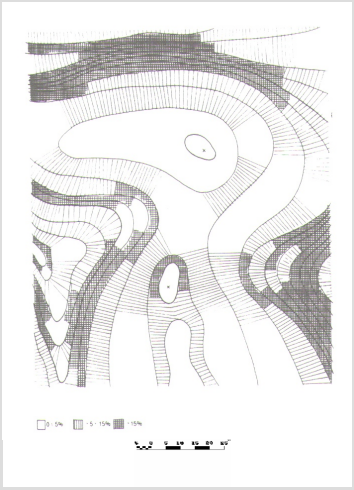
- تهیه نیمرخ‌های نهایی از راه‌ها
- نمایش دادن تغییرات در جهت شیب و یا نسبت آن
- نشان دادن ارتفاع نقاط بحرانی (شامل چاهک‌های بازدید، آبروها و سازه‌های زهکشی) برای بالا و پایین تمام دیوارها و جدول‌ها در تقاطعات و دیگر نقاط بحرانی در زمین
- ترسیم منحنی میزان‌های پیشنهادی و تکمیل کردن پلان شیب‌بندی
- تهیه برآوردی از میزان خاکبرداری و خاکریزی و در صورت نیاز تعدیل یکی یا هردوی 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 به‌منظور 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 ٤- پلانی از خطوط تراز
(Strom and Nathan, 1998)



شکل ٥- نقشه دسته‌بندی شیب براساس خطوط تراز ترسیم شده در شکل ۴ (Strom and Nathan, 1998)

www.SID.ir

Archive of SID

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. درصورتی‌که 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 درنظر 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 ترازیابی۳ (با دوربین نیو در ترازیابی مستقیم، دوربین تئودولیت در ترازیابی 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 صورتی‌که 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

شکل٦- قسمتی از یک مسیر جنگلی در بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)

www.SID.ir

Archive of SID

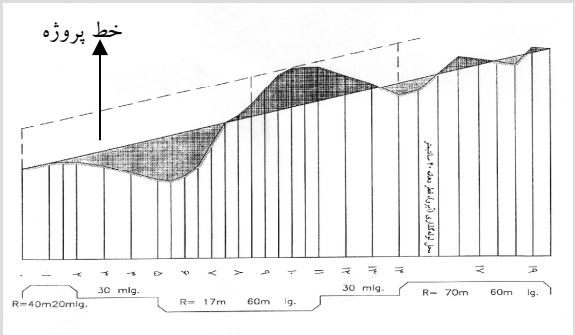
میزان را قطع نماید. سپس با اتصال ترتیبی کلیه نقاط ایجاد شده به یکدیگر، نیمرخ طولی مسیر تشکیل می‌شود.

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 به‌دلیل 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 به‌منظور 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.

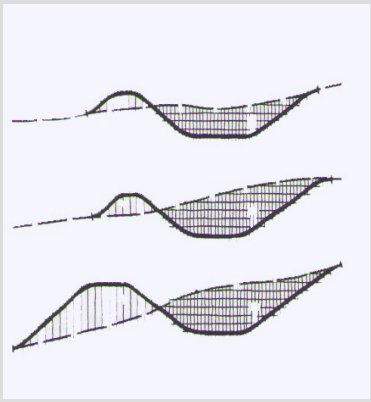
برای دست‌یابی به میزان حجم عملیات خاکی، نیاز به وجود نیمرخ‌های عرضی و فاصله میان این نیمرخ‌هاست. از این نیمرخ می‌توان برای طراحی شیب‌بندی در یک زمین بر اساس مقایسه حجم عملیات خاکی طرح‌های متفاوت استفاده کرد. شکل(۸) نشان دهنده نمونه‌ای از این نیمرخ‌هاست.



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

www.SID.ir

Archive of SID



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

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) به‌کار می‌رود. از این رو استفاده از عناصر هندسی راه جهت ارائه طرح مهندسی از مسیر، مورد نیاز است.

به‌طور کلی در طراحی مسیرها با تنظیم مسیر راه از نظر افقی و عمودی مواجه هستیم. در صورتی‌که 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 عمودی است. با توجه به اینکه کاربرد و عملکرد این دو نوع قوس با یکدیگر متفاوت است، در طراحی مسیر به‌طور 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 صورتی‌که 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.

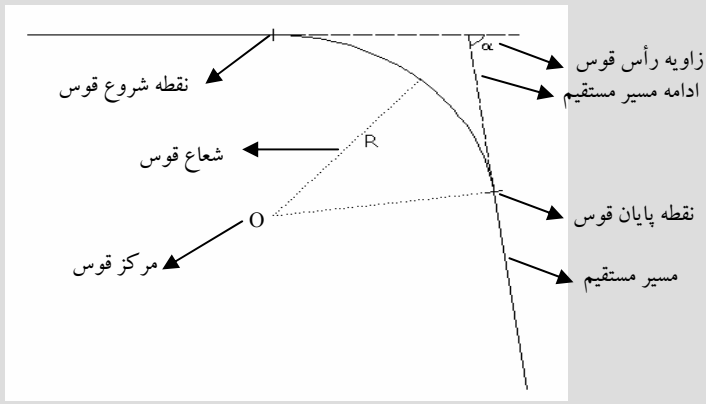
قوس‌ها منحنی‌های ریاضی هستند که برای ارتباط دادن دو تانژانت به‌کار می‌روند و معادله آن‌ها از یک تابع ریاضی تبعیت می‌کند. قوس‌های متصل کننده دو تانژانت

www.SID.ir

Archive of SID

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، کلوتوئید 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. به‌علاوه شعاع قوس با انحنای آن رابطه معکوس (1/R = انحنا) دارد؛ بنابراین عدد شعاع بیشتر انحنای کمتری را به‌همراه 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 ۱۰- قوس افقی دایره‌ای ساده برای ارتباط بین دو مسیر متقاطع در پیست عمومی دوچرخه سواری، بوستان بهشت مادران (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)

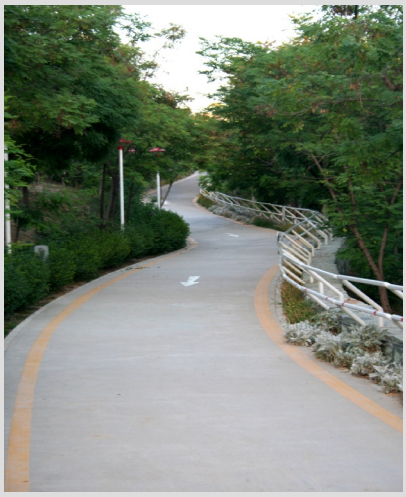
www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌کار 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 به‌عمل آید.

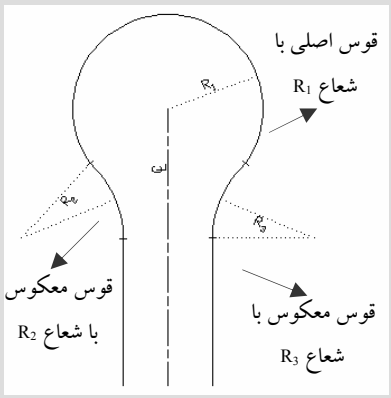
از جمله دیگر قوس‌های معکوس قوس سرپانتین است که در مکان‌هایی که فاصله محور دو مسیر با یکدیگر کم است مورد استفاده قرار می‌گیرد. جاده‌های کوهستانی و بن‌بست‌های میدانی از دیگر موارد استفاده از این قوس است زیرا در این شرایط امکان استفاده از قوس‌های با شعاع بزرگ به‌دلیل افزایش هزینه عملیات خاکی و همچنین کوتاهی 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)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۳– تصویر هندسی قوس سرپانتین (منبع: نگارنده)

شکل ١٤– بن‌بست میدانی ایجاد شده با استفاده از قوس افقی سرپانتین برای مسیر دوچرخه‌سواری، بوستان بهشت مادران (منبع: نگارنده)

شکل (۱۴) نمونه‌ای از این قوس جهت طراحی یک بن‌بست میدانی برای مسیر دوچرخه در بوستان بهشت مادران را نشان می‌دهد.

قوس قائم

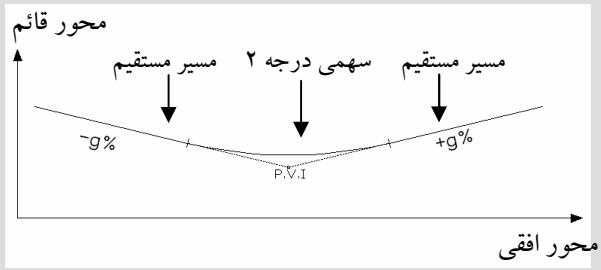
همانگونه که قوس‌های افقی برای اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه افق به‌کار می‌روند، در اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه قائم نیز از قوس‌های قائم برای ورود وسیله نقلیه از یک شیب طولی به شیب طولی دیگر استفاده می‌شود (McCormac, 2004). به‌عبارت دیگر در زمانی‌که امتدادهای دارای دو شیب متفاوت در صفحه قائم بخواهند به یکدیگر متصل شوند، برای جلوگیری از تغییر ناگهانی شیب در محل تقاطع دو امتداد از قوس‌های قائم استفاده می‌شود تا وسیله نقلیه بتواند به‌راحتی 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، 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 مناسب‌تر است.

شکل (۱۵) یک قوس قائم مقعر از نوع سهمی درجه ۲ را نشان می‌دهد که برای اتصال دو مسیر مستقیم با شیب‌های مخالف جهت یکدیگر طراحی شده است. در قوس قائم محل تلاقی امتدادهای این دو مسیر مستقیم "نقطه تقاطع عمودی" (P.V.I) نام‌گذاری می‌شود. در طراحی یک قوس قائم، اطلاع از شیب دو مسیر مستقیم شیب‌دار، 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 شیب‌دار موجود به‌راحتی امکان‌پذیر است، با داشتن مختصات نقطه تقاطع از روی معادله قوس‌قائم، تنها لازم است طراح طول افقی این قوس را تعیین کند

www.SID.ir

Archive of SID



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

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

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

پیاده کردن طرح نهایی بر روی زمین

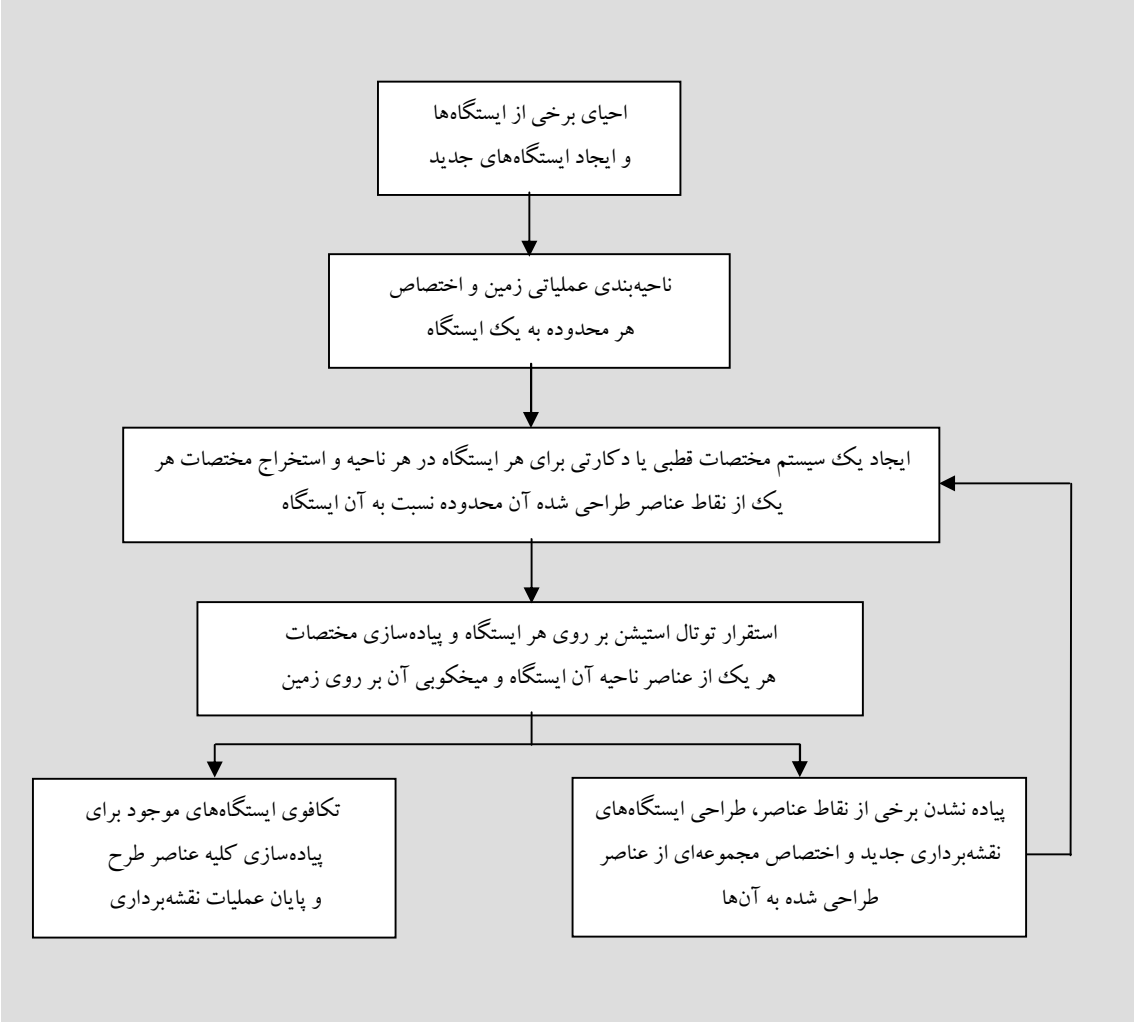
پس از طراحی عناصر مورد نیاز بر روی نقشه پایه اعم از: قطعات زمین و ساختمان‌ها، راه‌ها و سایر عناصر محیط، مرحله اجرای این طرح بر روی زمین مطرح می‌شود. مهندسی نقشه‌برداری در پیاده کردن ایده‌های طراحی شده نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید زیرا در مرحله پیاده کردن طرح‌های محیط و منظر نیاز به نقشه‌برداری زمینی است. به‌طور 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 ایستگاه‌های نقشه‌برداری (نقاط شبکه پیمایش) صورت می‌گیرد 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، می‌توان با استخراج این مختصات از روی نقشه رقومی در نرم‌افزاری 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 نرم‌افزارهایی از نقطه، خط و چند ضلعی تشکیل می‌شود. بر این اساس در صورتی‌که با عارضه خطی مواجه باشیم، خط از مجموعه‌ای از نقاط تشکیل شده است به‌گونه‌ای که ابتدا، انتها و کلیه شکستگی‌های این خط دارای نقاط مختصات‌دار هستند.

چندضلعی‌ها نیز مجموعه‌ای از خطوط هستند و می‌توان مختصات نقاط موجود در محل شکستگی‌های آن را استخراج نمود. بنابراین هر عنصر طراحی شده بر روی نقشه دارای مجموعه‌ای از نقاط مختصات‌دار است که از اتصال این نقاط به یکدیگر تشکیل شده است. بنابراین در صورتی‌که بخواهیم طرح مورد نظر را بر روی زمین پیاده نماییم، نیاز به استفاده از سیستم مختصات نقشه و مناسب‌سازی آن بر روی زمین داریم. شکل (۱۷) فرایند مراحل اجرایی پیاده‌سازی طرح بر روی زمین را با استفاده از نقشه‌برداری زمینی نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



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

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

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

۱- به‌کارگیری تخصص‌های میان دانشی 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 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 گردشی مطابق شکل (۱) استفاده شده است.

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

www.SID.ir

Archive of SID

روی زمین، تعریف شده‌اند که دارای روابط مستقیم افقی با بخش‌های مختلف فرایند بوث مطابق این نمودار هستند. به‌علاوه این سه زیربخش دارای روابط عمودی با یکدیگر نیز هستند به‌گونه‌ای 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 مراحلی 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[۴] 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 صورتی‌که مشاهدات نقاط شبکه پیمایش با استفاده از دستگاه توتال استیشن صورت گرفته و مختصات این نقاط به‌صورت محلی تعیین شده باشد، با استقرار دوگیرنده 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.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

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.

www.SID.ir