



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

[اصول]

سیستم‌های مختصات در نقشه‌برداری



Jan Van Sickle

مترجم: دکتر صدرا کریم‌زاده



سرشناسه	: ون سیکل، جان Jan, Van Sickle
عنوان و نام پدیدآور	: اصول سیستم‌های مختصات در نقشه‌برداری / [مولف جان ون سیکل]؛ مترجم صدرا کریم‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران: نوآور، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۲ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۰۷-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Basic GIS coordinates 2010, c. ed. .nd
موضوع	: شبکه‌ها (نقشه‌کشی) — داده‌پردازی
موضوع	: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
شناسه افزوده	: کریم‌زاده، صدرا، ۱۳۶۵-، مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۳ الف ۹/و ۱۱۶۰ GA
رده بندی دیویی	: ۲۸۵/۹۱۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۳۵۴۱۵

اصول سیستم‌های مختصات در نقشه‌برداری

دکتر صدرا کریم‌زاده
نوآور
۱۰۰۰ نسخه
محمدرضا نصیرنیا
اول - ۱۳۹۳
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۰۷-۰

مترجم:

ناشر:

شمارگان:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



قیمت: ۸۰۰۰ تومان

نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخررازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۸۹

www.noavarpub.com

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، نیش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۹۵۵۸۷۸ - ۶۶۴۰۵۰۸۴

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹ - ۶۶۴۱۳۹۹۸

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه ۴: اصفهان، م انقلاب، خ چهار باغ عباسی ابتدای خ سید علی خان، کتابفروشی مهرگان تلفن: ۰۳۱۱۲۳۱۳۷۵

فروشگاه ۵: تبریز، خ امام، فلکه دانشگاه، اول خ دانشگاه، کتابفروشی علامه تلفن: ۰۴۱۱۳۳۴۱۶۶۹ - ۰۴۱۱۳۳۴۱۹۸۶

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

شمال شبکه‌ای

مختصات قطبی

خلاصه

فصل ۲: شکل دهی یک سیستم مختصات

میراث نقشه برداری ژئودتیک

بیضوی‌ها

تعریف بیضوی

توجیه بیضوی

نقطه آغازی

پنج پارامتر

واقعی سازی دیتوم

چهارچوب مرجع زمینی

دیتوم ژئوستریک جدید

مختصات کارتزین سه بعدی

ژئوستریک

IERS

تبدیلات مختصات

نقاط مشترک

تبدیل مولدنسکی

تبدیل هفت پارامتری

برازش سطح

فصل ۳: ارتفاعات

ترازیابی مثلثاتی

ترازیابی مستقیم

یک راه متفاوت

مقدمه

فصل ۱: پایه های اساسی یک سیستم

مختصات

دیتوم‌ها برای مشخص سازی

رله دکارتز

سیستم مختصات کارتزین

ضمیمه به دنیای واقعی

سیستم مختصات کارتزین و زمین

شکل زمین

عرض و طول جغرافیایی

فی ما بین خطوط

طول جغرافیایی

عرض جغرافیایی

دسته بندی های مربوط به عرض و طول

جغرافیایی

انحراف قائم

زوایای حامل

امتدادهای نجومی و ژئودتیک

شمال

شمال مغناطیسی

۶۶۴۸۴۹۱-۲ تلفن

مشکلات متداول با مختصات های

صفحه ایالتی

مختصات های UTM

فصل ۵: سیستم مستطیلی

زمین های عمومی

نقاط اولیه

چهار گوش ها

تاون شیپ ها

قطعات

تقسیم بندی قطعات

پلات های تاون شیپ

قسمت های کسری

نامگذاری بخش های Aliquot و

گوشه ها

اصول سیستم

منابع

نقطه صفر

ژئوئید

اندازه گیری جاذبه

تصحیح اورتومتريک

ژئوئید ۹۹

ارتفاعات دینامیکی

فصل ۴: سیستم دو مختصاتی

صفحه مختصات ایالتی

تصویرسازی نقشه

تصویرسازی نقشه در قطب

انتخاب ها

از SPCS27 تا SPCS83

از طولهای ژئودتیک به طولهای

شبکه ای

از مختصات های جغرافیایی به

مختصات های شبکه ای

تبدیل آزیموت های ژئودتیک به

آزیموت های شبکه ای

تبدیل SPCS به مختصات زمین

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

مقدمه:

آفریدگار منان را سپاس می‌دارم که توفیق این خدمت فرهنگی را به من اعطا نمود تا گامی هرچند کوچک در مسیر اعتلای علمی این مرز و بوم بردارم. امید است که معلومات ارائه شده در این کتاب مورد قبول جامعه مهندسی، سازندگان واقعی کشور عزیزمان ایران واقع شود. بشر همواره از زمان‌های قدیم تاکنون در جستجو و مکاشفه دنیای اطراف خود بوده است. یکی از مهمترین مواردی که ذهن انسان را در تمام ادوار بشریت به خود معطوف کرده بود، مساله موقعیت‌یابی و حرکت در مسیر درست بوده است. شناخت زمین و مسائل مطروحه در آن علمی کهن، به نام ژئودزی را برای آیندگان باز کرد که در اکثر عرصه‌های سازندگی نقشی فعال را ایفا می‌کند. این علم در ابتدا به شناخت شکل زمین می‌پرداخت که با پیشرفت زمان و کشف سیستم‌های مختصاتی کاربردهای گسترده‌تری به خود یافت بطوری که هم اکنون با کاربردهای تکنیکی همچون بررسی میزان حرکت ورقه‌های قاره‌ای، تغییرات سطح آبها تا شهرسازی بعنوان یک بستر ساز مطمئن برای کارهای مهندسی مطرح می‌باشد. در قرون اخیر گسترش شهرها، افزایش تقاضا در تمام عرصه‌ها باعث ظهور علوم جدیدی نظیر سیستم اطلاعات مکانی (GIS) شد که امکان ادغام علوم دیگر همچون ژئودزی در داخل این سیستم برای مدیریت سریع، بهینه و امن را فراهم می‌آورد.

در این کتاب هر چیزی در مورد تاریخچه تعیین شکل زمین تا سیستم‌های مختصات کاربردی را خواهید آموخت. در فصل اول، مبانی و اجزای اصلی یک سیستم مختصات گنجانده شده است. اینکه یک سیستم مختصات ساده نظیر سیستم مختصات کارترین چگونه شکل می‌گیرد و چگونه می‌توان آن را به جهان واقعی تعمیم داد. بحث‌ها و تعابیر رایج در مورد امتدادها مانند آزیموت‌ها و زوایای حامل نیز از قسمت‌های مهم فصل اول می‌باشد. فصل دوم ارائه‌ای ساده از مدل‌های زمینی و مدل‌های مختلف بیضوی‌ها برای مناطق مختلف جهان را توضیح می‌دهد. اینکه چرا مثلاً کشورهای آمریکای شمالی بیضوی مورد استفاده‌شان با کشور ما متفاوت است و این تغییر بیضوی چه تاثیری در دقت تهیه نقشه‌ها دارد. اصول تعریف بیضوی و پارامترهای مهم آن در کاربردهای ژئودزی در این فصل توضیح داده شده است. علاوه بر اینها، تبدیلات مختصات‌ها از مهمترین مباحث ژئودتیکی می‌باشد که در ادامه این فصل به طور اجمالی در موردشان بحث شده است. در فصل سوم، ارتفاعات، تراز یابی مستقیم و غیر مستقیم، سیر تکاملی دیتوم‌های ارتفاعی مورد بحث قرار می‌گیرد. مفاهیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، نقطه صفر در این فصل توضیح داده شده است تا مقدمه‌ای برای باز کردن موضوع جدیدی بنام ژئوئید را فراهم آورند. اینکه ژئوئید به عنوان یک سطح هم پتانسیل چیست و تعریف دقیق آن از کجا آمده و انواع ژئوئیدهای مورد استفاده در قبل و اکنون،

محتویات اصلی این فصل می‌باشند. در دو فصل پایانی، راجع به سیستم‌های تصویرسازی مختلف و همچنین نحوه شکل‌گیری سیستم‌های مستطیلی که الگوی اصلی آن در اکثر شهرهای ایالت متحده به وفور دیده می‌شود نیز بیشتر خواهید آموخت. ساخت یک شهر براساس اصول و مختصات‌های تعیین شده برای هر قطعه، در ایران کمتر متصور بوده است زیرا که اکثر شهرها با جمعیت بالای یک میلیون شهرهایی قدیمی هستند که در گستره رودهای پر آب رشد کرده‌اند. که در اکثر موارد این رشد براساس اصول مختصاتی و علمی نبوده است. بطور مثال چند شهر بزرگ ایران از جمله تهران و تبریز در امتداد گسل‌های پرخطر گسترش یافته‌اند. هم اکنون که بحث انتقال یا احداث پایتخت جدید نیز مطرح است، امید است که این کتاب با اتکا به پشتوانه علمی ارائه شده از تجربیات شهرسازی سایر کشورها، دیدی بازتر از بسترسازی مناسب و مدیریت بهینه برای آینده را به خوانندگان گرامی انتقال دهد. دست آخر از پرسنل انتشارات نوآور به خاطر تلاش بی‌وقفه در تهیه این کتاب تشکر و قدردانی می‌نمایم. از خداوند برای ایشان آرزوی سعادت روز افزون دارم.

صدرا کریم‌زاده دانش‌پژوه دکتری دانشگاه کانازاوا، ژاپن

Info@noavarpub.com

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

فصل ۱

پایه‌های اساسی یک سیستم مختصات

مختصات‌ها لغزنده و بی‌ثبات هستند بطوری که یک میخ چوبی در داخل زمین موقعیت واضحی دارد اما در حقیقت بسیار دشوار است که مختصات‌ها بطور یقین گفته شوند. برای مثال یک عرض جغرافیایی $N 33^{\circ} 25' 50.4''$ با یک طول جغرافیایی $W 55^{\circ} 37' 45.0''$ در 108° ظاهر مختصاتی دقیق و منحصر بفرد می‌باشند اما در دنیای واقعیت این مختصات می‌تواند برای بیش از یک نقطه بکار برده شود.

در حقیقت طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع مذکور تنها به یک نقطه‌ی کنترل به اسم "یوگال" اشاره می‌کند و نه چیز دیگر. این نقطه (یوگال) بصورت صفحه‌ای برنزی که در سوراخی در میان کوه‌های "کلورادو راکب" در "نانکس پیک" ایالت متحده با بتون محکم شده است و هنوز هم وجود دارد. با این وجود باز هم مختصات یوگال پایدار نیست. در سال ۱۹۳۷ میلادی سازمان نقشه‌برداری ژئودتیک و ساحلی ایالت متحده عرض جغرافیایی $N 33^{\circ} 25' 50.4''$ با یک طول جغرافیایی $W 55^{\circ} 37' 45.0''$ را برای یوگال ثبت کرد. شاید تصور شما این باشد که این تمام کاری بودی که می‌باید انجام می‌شد. اما ناگهان در نوامبر سال ۱۹۹۷ متوجه شدند که یوگال مختصات جدید گرفته است. $N 33^{\circ} 25' 39.258''$ و $W 55^{\circ} 37' 45.0''$ که چیزی بیشتر از ۵۶ متر، ۱۸۵ فوت در راستای غرب و ۳ متر، ۱۱ فوت در جهت جنوب تغییر موقعیت داده است. اما یوگال اصلاً حرکت نکرده است. ارتفاع آن نیز تغییر نکرده است. در سال ۱۹۳۷ ارتفاعش ۲۶۸۵.۲ متر بوده است. امروز ۲۶۵۹.۶ متر است و این بدین معنی است که ۴.۵ فوت بالا آمده است. البته که چنین اتفاقی نیافتاده است. ایستگاه درست همان جایی است که قبلاً بوده است. بلی در واقع این "دیتوم" بوده که عوض شده است. در سال ۱۹۲۷ دیتوم مورد استفاده North American Datum 1927 (NAD27) بوده است.

شصت سال بعد در سال ۱۹۹۷ اساس مختصات یوگال به North American datum 1983 (NAD83) تغییر می‌یابد.

دیتوم‌ها برای مشخص‌سازی

مختصات‌ها بدون یک دیتوم گنگ و بی‌معنی هستند و سوالاتی از قبیل "ارتفاع بالای چه چیزی؟" "دقیقاً کجا؟" و یا "آن مختصات‌ها دقیقاً روی چه سطحی قرار گرفته‌اند؟" بی‌جواب خواهد ماند. چیزی که در این زمان اتفاق می‌افتد این است که مختصات‌ها دیگر واقعی نیستند پس یک مبدا یا نقطه‌ی شروع نیازی ضروری است تا مختصات‌ها معنی داشته باشند. نه تنها مختصات‌ها بایستی مبدا داشته باشند بلکه بایستی بطور واضح روی سطح تعریف شوند. این‌ها اساس تعریف و تشکیل یک "دیتوم" هستند.

زمین بدون دیتوم بمثابه‌ی مهره‌های شطرنج بدون صفحه بازی می‌باشد. شما می‌توانید آنها را مرتب یا آنالیز کنید یا به اطراف حرکت دهید اما بدون صفحه‌ی بازی شما نمی‌دانید که چه چیزی دارید و چه می‌خواهید انجام دهید. در واقع دیتوم‌ها خیلی شبیه صفحه‌های شطرنج هستند که از مدت‌های طولانی مورد استفاده هستند که عموماً کارت‌زین نامیده می‌شوند.

رنه دکارتز

سیستم‌های کارت‌زین این اسم را از ریاضیدان و فیلسوف فرانسوی رنه دکارت گرفته‌اند. البته که دکارتز تمام این چیزها را ابداع نکرده است. علیرغم این داستان که او در حال نگاه کردن به مگسی بود که در سقف خانه‌اش حرکت می‌کرد اما او نتوانست حرکات اتفاقی مگس را در سیستم مختصاتش مسیریابی کند. حدود ۲۵۰ سال قبل از میلاد، اراتوستن دانشمند یونانی از یک صفحه‌ی شبکه‌ای مانند شطرنجی برای پیدا کردن موقعیت‌ها روی زمین استفاده کرد اما او نیز شخص اولی نبود که مختصات‌ها را اختراع کرد. دیسیارکوس ۵۰ سال قبل از اراتوستن نیز ایده‌ی مشابهی را ارائه کرده بود. علیرغم تمام این‌ها احتمالاً دکارتز اولین شخصی بود که مختصات را بصورت گرافیکی و برای توابع ریاضی استفاده کرد. او قوانینی که ما هم اکنون استفاده می‌کنیم را برای مختصات مخصوص و دو بعدی خودش وضع کرده بود.

سیستم مختصات کارت‌زین

مختصات کارت‌زین بصورت زوجی بیان شده است. هر عنصر در این زوج مختصات بصورت فاصله‌ای اندازه‌گیری شده در یک صفحه‌ی تخت و از یک نقطه تعریف می‌شود. فاصله در امتدادخطی موازی با یکی از محورها می‌باشد. اگر اندازه‌گیری موازی محور X باشد، آن مختصات "X" و اگر موازی با محور Y باشد، مختصات "Y" گفته می‌شود. شکل ۱.۱ دو

محور عمود بر هم که با X و Y نام‌گذاری شده‌اند را نشان می‌دهد. نام‌گذاری محورها براساس نام‌گذاری دکارتز بوده و تا کنون نیز ادامه یافته است. آن معمولاً از نمادهایی که مقادیر مجهول را نشان می‌دهد استفاده می‌کرد و برای همین منظور از حروف انتهایی الفبا مانند X, Y, Z استفاده می‌کرد که این کار باعث می‌شود تا حروف ابتدایی الفبا هم برای مقادیر معلوم استفاده شود. مختصات‌ها غالباً برای حل مجهولات مورد استفاده قرار می‌گیرند که دو مجهول اصلی X, Y در محورهای کارترین فراهم می‌باشند. اسم دیگر برای محور "Abscissa" X و برای محور Ordinate "Y" می‌باشد. نقشه برداران، کارتوگرافرها و کسانی که با نقشه سروکار دارند. به این محورها "شرق" و "شمال" نیز می‌گویند. اما ادامه داستان چیست؟ در واقع هیچ دلیلی وجود ندارد که این محورها عمود بر هم باشند. آنها می‌توانند با هر زاویه دیگری هم‌دیگر را قطع کنند که این شرطی لازم هست چون اگر موازی هم باشند بدیهی است که کاربردی نخواهند داشت. به هر حال بسیاری از مزیت‌های استفاده آسان از سیستم مختصات از دست خواهد رفت اگر دو محور با هر زاویه‌ای غیر از زاویه قائمه هم‌دیگر را قطع کنند. قرارداد دیگری در این مورد، واحد انتخابی مورد استفاده برای دو محور مذکور است که یکسان هستند. اگر چه هیچ نظریه‌ای نمی‌گوید که بایستی چنین باشد. در نهایت محور X هر نقطه‌ای در سمت غرب که همان سمت چپ است در حقیقت عددی منفی و هر نقطه‌ای در شرق یا همان راست مقداری مثبت است. شبیه همین برای هر نقطه در شمال که آن را مثبت و هر نقطه‌ای در جنوب را منفی در نظر می‌گیرد. اگر اصول مذکور رعایت شود پس بنابراین این هندسه‌ی اقلیدسی هم قابل اجرا است که افراد می‌توانند از این مختصات همراه با نرم افزارهای طراحی کامپیوتری (CAD) و یا سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با بهره وری بالا استفاده کنند. برای مثال فاصله‌ی بین نقاط را می‌توان با روابط هندسی که از دبیرستان یاد گرفتید محاسبه کرد. نقاط $P_1(295,220)$ و $P_2(405,311)$ نسبت به مبدا نمایش داده شده‌اند. بنابراین داریم:

$$X_1 = 295$$

$$Y_1 = 220$$

$$X_2 = 405$$

$$Y_2 = 311$$

$$\text{فاصله} = \sqrt{[(X_1) - (X_2)]^2 + [(Y_1) - (Y_2)]^2}$$

$$\text{فاصله} = \sqrt{[(295) - (405)]^2 + [(220) - (311)]^2}$$

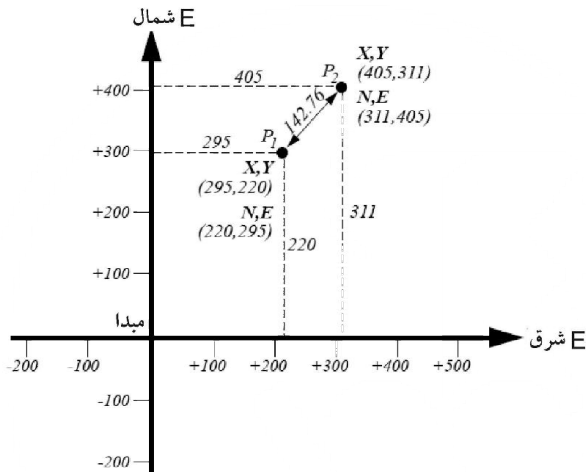
$$\text{فاصله} = \sqrt{(-110)^2 + (-91)^2}$$

$$\text{فاصله} = \sqrt{12100 + 8281}$$

$$\text{فاصله} = \sqrt{20381}$$

فاصله = 14 276

این سیستم مختصات ساده و کار کردن با آن آسان است. اما بدون یکسری ملزومات نمی‌تواند نماینده‌ی خوبی برای دنیای واقعی باشد. زیرا برخی موضوعات در مورد دیتوم در آن وجود ندارد.



شکل ۱-۱: سیستم مختصات کارترین

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱