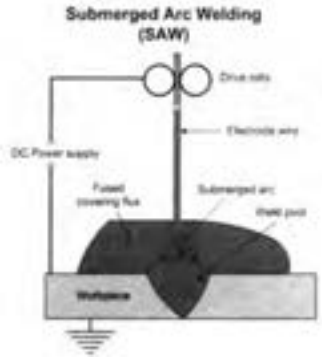
فصل ۴

فناوری‌ها، استانداردها و تجهیزات



جوشکاری زیر پودری

جوشکاری زیر پودری

جوشکاری زیر پودری

دستگاه‌های جوشکاری با قوس الکتریکی

به‌طور معمول در کارگاه‌های ساختمانی متعارف دستگاه‌های جوشکاری با قوس الکتریکی در انواع ترانسفورماتور، رکتیفایر، دینام وموتور ژنراتور وجود دارند و دو نوع جریان، شامل جریان متناوب (AC) و جریان مستقیم (DC) را برای تشکیل قوس تولید می‌نمایند. در دستگاه‌های جوشکاری با قوس الکتریکی محدوده ولتاژ در کران‌های ۱۷ تا ۴۵ ولت بوده و محدوده آمپراژ در کران‌های ۱۰۰ تا ۵۰۰ آمپر واقع می‌باشد. در فرایند جوشکاری با قوس الکتریکی از طریق تنظیم دستگاه جوشکاری ولتاژ و آمپراژ مناسب به‌ترتیب برای تولید قوس الکتریکی، ذوب فلز پایه و ذوب الکترود فراهم می‌گردد.

ترانسفورماتور (مبدل)

ترانسفورماتور (مبدل)

این دستگاه از برق شهر تغذیه کرده و خروجی آن جریان متناوب با فرکانس برق شهر می‌باشد.

در ترانسفورماتور از طریق تغییر در اختلاف سطح (ولتاژ) و شدت جریان (آمپر) مشخصات لازم برای ایجاد جریان مناسب جهت جوشکاری فراهم می‌گردد. بدین منظور، به‌هنگام شروع به‌کار ولتاژ را کاهش داده و شدت جریان را افزایش می‌دهیم.

از مزایای ترانسفورماتورها (ترانس) قیمت پایین، مصرف انرژی کم، بازده مطلوب و هزینه نگهداری پایین می‌باشد.

رکتیفایر (یکسوکننده)

رکتیفایر (یکسوکننده)

برای تبدیل جریان متناوب به مستقیم از رکتیفایر استفاده می‌شود. این دستگاه قادر به تولید جریان با قطبیت مستقیم (DCEN) یا (DCSP) و با قطبیت معکوس (DCEP) یا (DCRP) می‌باشد.

دستگاه رکتیفایر از دو بخش اصلی شامل مبدل (ترانسفورماتور) و یکسوکننده (تبدیل‌کننده جریان متناوب به جریان مستقیم) تشکیل شده است.

دینام (موتور ـ مولدهای برقی)

دینام (موتور مولد برقی)

به‌طور معمول از دینام برای تبدیل جریان متناوب برق شهر به جریان مستقیم استفاده می‌شود.

دستگاه دینام از دو بخش اصلی شامل متحرک و محرک تشکیل شده است. در موتور مولدهای برقی با استفاده از جریان متناوب سه‌فاز (برق شهر) موتور الکتریکی را به‌کار انداخته و این موتور مولدی را به‌کار می‌اندازد که جریان لازم برای جوشکاری را تولید می‌نماید. دستگاه دینام دارای قوس نفوذی و قوی بوده و از عمر بهره‌برداری بالایی برخوردار است.

موتور ژنراتور

موتور ژنراتور

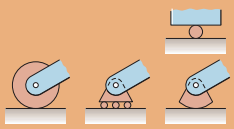
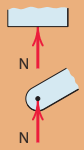
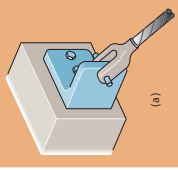
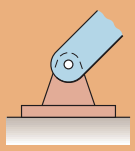
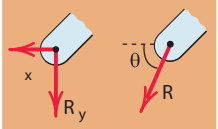
در دستگاه جوشکاری موتور و ژنراتور انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی، انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی و انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

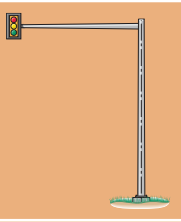
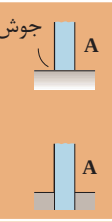
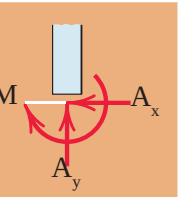
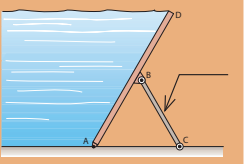
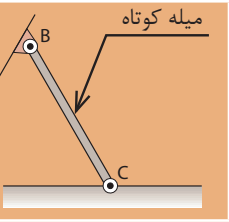
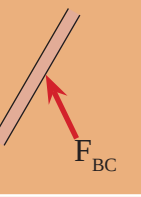
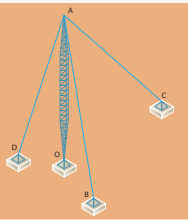
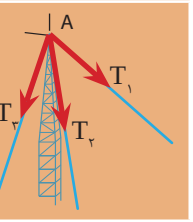
موتور ژنراتور

موتور ژنراتور قادر به تولید جریان متناوب و جریان معکوس می‌باشد. این نوع دستگاه‌های جوشکاری با یکی از دو نوع سوخت بنزینی و گازوئیلی کار می‌کنند و به‌ترتیب موسوم به موتور جوش بنزینی و موتور جوش دیزلی می‌باشند. موتور ژنراتور در بین دستگاه‌های جوشکاری کمترین بازدهی را داشته و هزینه تعمیر و نگهداری بیشتری دارد.

نام پیشوند	علامت اختصاری	مقدار عددی	شکل توانی
پیکو	p	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	$۱۰^{-۱۲}$
نانو	n	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱	$۱۰^{-۹}$
میکرو	μ	۰/۰۰۰۰۰۱	$۱۰^{-۶}$
میلی	m	۰/۰۰۱	$۱۰^{-۳}$
کیلو	K	۱,۰۰۰	$۱۰^{۳}$
مگا	M	۱,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۶}$
گیگا	G	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۹}$
ترا	T	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۱۲}$

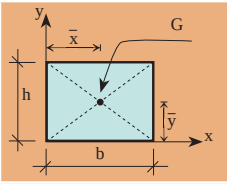
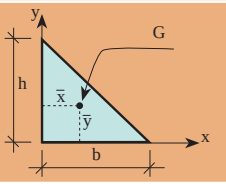
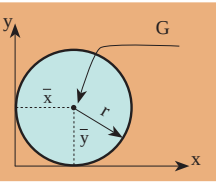
جدول ۱ــ انواع تکیه‌گاه

ردیف	نوع تکیه‌گاه	شکل واقعی	شکل شماتیک	عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی
۱	غلطکی			
۲	مفصلی			

۳	گیردار			
۴	میله‌ای			
۵	کابلی		ــــــــ	

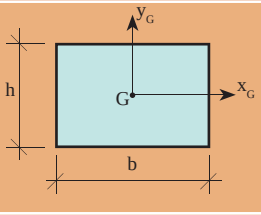
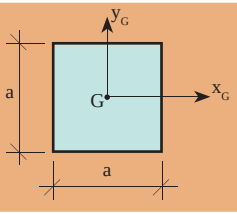
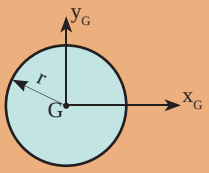
در جدول مختصات مرکز سطح بعضی از سطوح هندسی نسبت به محورهای x و y آمده است.

جدول ۲

نام سطح	شکل هندسی	$\overline{X}$	$\overline{Y}$	توضیحات
مستطیل (مربع)		$\frac{b}{2}$	$\frac{h}{2}$	مرکز سطح مستطیل محل تلاقی دو قطر آن می‌باشد
مثلث قائم‌الزاویه		$\frac{b}{3}$	$\frac{h}{3}$	مرکز سطح مثلث قائم‌الزاویه در فاصلهٔ $\frac{1}{3}$ از قاعدهٔ آن می‌باشد
دایره		r	r	مرکز سطح دایره مرکز دایره می‌باشد

در جدول روابط ممان اینرسی بعضی از سطوح هندسی ساده نسبت به محورهای مرکزی آنها آمده است.

جدول ۳

نام سطح	شکل هندسی	Ix_G	Iy_G
مستطیل		$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{hb^3}{12}$
مربع		$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^4}{12}$
دایره		$\frac{\pi r^4}{4}$	$\frac{\pi r^4}{4}$

کارفرما: ..... برگ ریز متره پروژه: .....

مشاور: ..... موضوع: .....

پیمانکار: ..... صفحه: .....از.....

ردیف	شرح عملیات	تعداد	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (متر)	سطح، حجم، وزن			ردیف فهرست بهاء پایه	ملاحظات
						کسری	جزئی اضافی	کلی		
۱										
۲										
۳										
۴										

کارفرما: ..... برگ خلاصه متره پروژه: .....

مشاور: ..... شماره قرارداد: .....

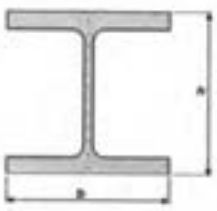
پیمانکار: ..... صورت وضعیت: .....

تاریخ: .....

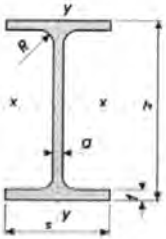
ردیف	ردیف فهرست بهاء پایه	شرح عملیات	نقل از ریز متره		مقدار	واحد	ملاحظات
			ردیف	صفحه			
۱							
۲							

انواع نیمرخ‌های نورد گرم

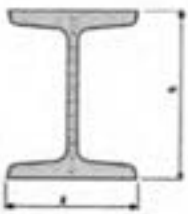
شامل مقاطع I شکل (تیرآهن)، U شکل (ناودانی)، L شکل (نبشی)، T شکل (سپری)، دایره‌ای شکل (لوله)، مربع و مستطیل (قوطی) و... می‌شود.



تیرآهن IPB (بال پهن)



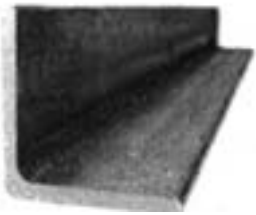
تیرآهن IPE (معمولی)



تیرآهن INP (باریک)

ناودانی

سپری



نبشی

نوع	شکل خرپا	جنس	شرح
پرات (Pratt)		معمولاً فولاد، در بعضی موارد چوب	دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر
هاو (Hawe)		معمولاً چوب	دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر
فینک (Fink)		معمولاً فولاد	معمولاً دهانه به حداکثر در حدود ۲۰ متر محدود می‌شود
قوسی (Bowst ring)		معمولاً فولاد	معمولاً برای سقف مناره‌ها، سوپرمارکت‌ها و گاراژها به کار برده می‌شود و دهانه ممکن است به ۳۰ متر برسد.
دندانه‌ای (Saw Tooth)		چوب یا فولاد	سمت شیب تند خرپا برای استفاده از نور خارج است که برای یکنواختی به‌طرف شمال قرار داده می‌شود و در مواردی به‌کار برده می‌شود که وجود ستون‌های زیاد اشکالی ایجاد ننماید.
پرات (Pratt)		فولاد	دهانه حداکثر تا حدود ۶۰ متر
هاو (Hawe)		چوب یا فولاد	در گذشته بسیار مورد استفاده بوده ولی درحال حاضر به‌ندرت از آن استفاده می‌شود

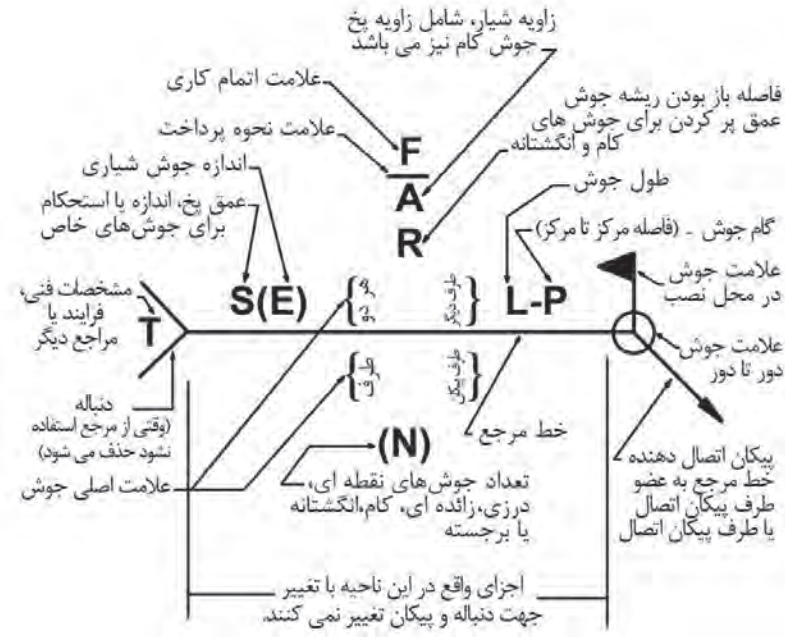
وارن (Warren)		فولاد	نوع بسیار معمول دهانه تا حدود ۶۰ متر
بالتیمور (Baltimore)		فولاد	برای دهانه‌های بیش از حدود ۱۰۰ متر به‌کار می‌رود
خرپای K (K Tauss)		فولاد	برای دهانه‌های بیش از ۱۰۰ متر به‌کار می‌رود

معرفی انواع الکترود

الکترود (ASME)	نوع الکترود	ویژگی‌ها و موارد کاربرد
E۶۰۱۰ E۶۰۱۱	سلولزی	جوشکاری پاس اول ریشه، با نفوذ ریشه‌ها
E۶۰۱۳	روتایلی	جوشکاری فولادهای ساختمانی و ورق‌ها در تمام حالت‌ها
E۷۰۱۶	قلیایی	جوشکاری فولادهای پرکربن و روکش مقاوم
E۷۰۱۸	قلیایی	جوشکاری مخازن تحت فشار و فولاد پرکربن
E۷۰۲۰	اکسیدی	گرده جوش‌های مناسب در جوشکاری‌های تخت و افقی درز گوشه و لب‌به‌لب
E۶۰۲۷	اکسیدی	حاوی ۵۰٪ پودر آهن با نرخ رسوب بالا ـ جهت جوشکاری درز لب‌به‌لب

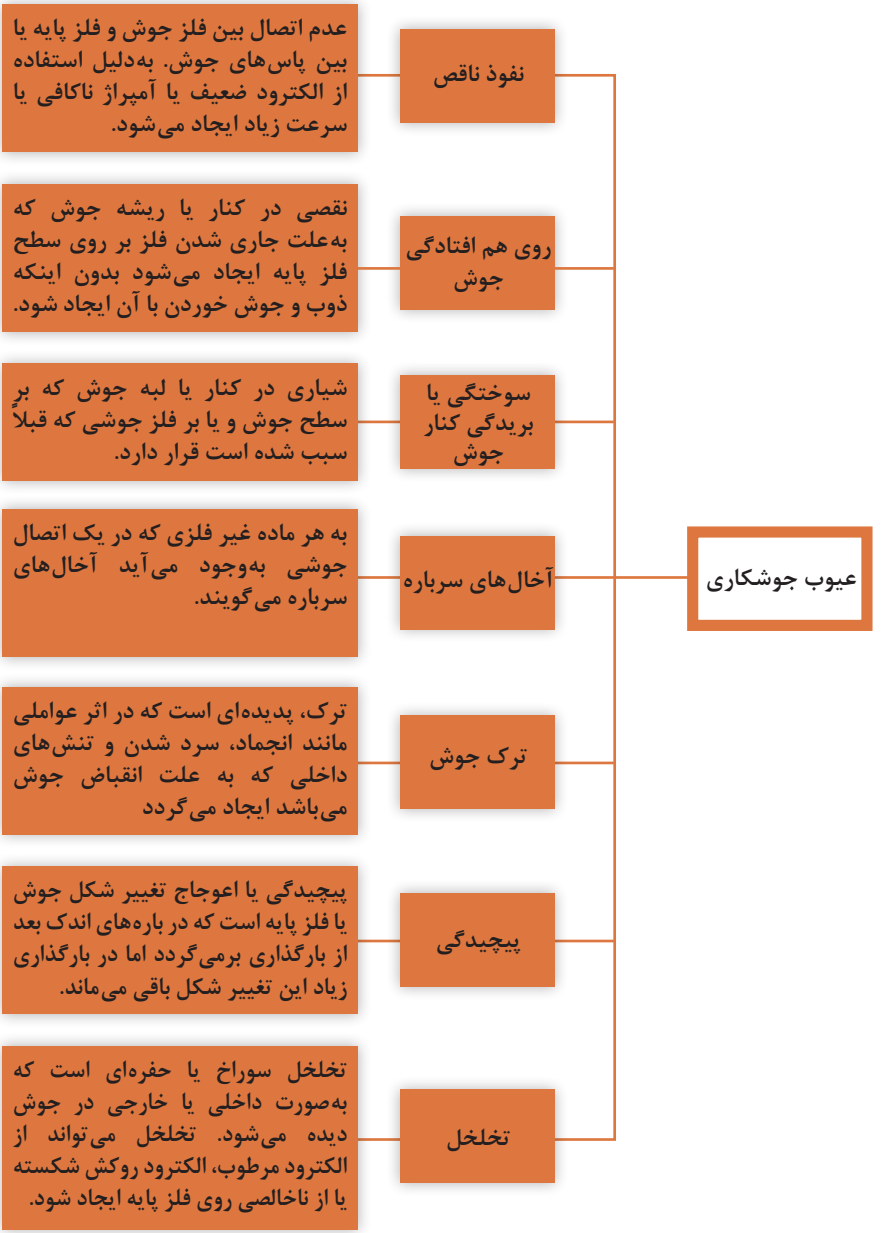
جدول انواع وضعیت جوش

جوشکاری شیاری ورق		جوشکاری شیاری لوله		جوشکاری گوشه‌ای ورق		جوشکاری گوشه‌ای لوله	
وضعیت	علامت	وضعیت	علامت	وضعیت	علامت	وضعیت	علامت
تخت	۱G	چرخش افقی لوله	۱G	تخت	۱F	لوله مورب با چرخش	۱F
افقی	۲G	لوله در حالت عمودی	۲G	افقی	۲F	لوله ثابت عمودی	۲F
عمودی	۳G	لوله افقی ثابت	۵G	عمودی	۳F	لوله افقی با چرخش	۲FR
بالای سر	۴G	لوله مورب ثابت	۶G	بالای سر	۴F	لوله عمودی جوش بالای سر	۴F
						لوله افقی ثابت (تمامی حالات)	۵F



علائم جوشکاری

جدول عیوب جوش



جدول مشخصات پرچ‌ها و پیچ‌های موجود یا تولید در ایران

نوع پیچ و پرچ	نام استاندارد		تنش تسلیم مصالح پیچ یا پرچ (F_y)	تنش نهایی مصالح پیچ یا پرچ (F_u)
	ASTM	ISO		
پرچ	AS۰۱	—	۱۹۰۰kg/cm^2[۱۹۰N/mm^2]	—
	AS۰۲	—	۲۶۰۰kg/cm^2[۲۶۰N/mm^2]	—
	—	UST ۳۶	۲۰۵۰kg/cm^2[۲۰۵N/mm^2]	—
	—	UST ۳۸	۲۲۵۰kg/cm^2[۲۲۵N/mm^2]	—
پیچ‌های معمولی	A۳۰۷	—	۲۴۰۰kg/cm^2[۲۴۰N/mm^2]	۴۰۰۰kg/cm^2[۴۰۰N/mm^2]
	—	۴/۶	۲۴۰۰kg/cm^2[۲۴۰N/mm^2]	۴۰۰۰kg/cm^2[۴۰۰N/mm^2]
	—	۴/۸	۳۲۰۰kg/cm^2[۳۲۰N/mm^2]	۴۲۰۰kg/cm^2[۴۲۰N/mm^2]
	—	۵/۶	۳۰۰۰kg/cm^2[۳۰۰N/mm^2]	۵۰۰۰kg/cm^2[۵۰۰N/mm^2]
	—	۵/۸	۴۰۰۰kg/cm^2[۴۰۰N/mm^2]	۵۲۰۰kg/cm^2[۵۲۰N/mm^2]
	—	۶/۸	۴۸۰۰kg/cm^2[۴۸۰N/mm^2]	۶۰۰۰kg/cm^2[۶۰۰N/mm^2]
پیچ‌های پرمقاومت	A۳۲۵ ($d \leq ۲۵mm$)	—	—	۸۰۰۰kg/cm^2[۸۰۰N/mm^2]
	A۳۲۵ ($d \leq ۲۵mm$)	—	—	۷۲۵۰kg/cm^2[۷۲۵N/mm^2]
	A۴۹۰	—	—	۱۰۰۰۰kg/cm^2[۱۰۰۰N/mm^2]
	—	۸/۸	—	۸۰۰۰kg/cm^2[۸۰۰N/mm^2]
	—	۱۰/۹	—	۱۰۰۰kg/cm^2[۱۰۰N/mm^2]
	—	۱۲/۹	—	۱۲۰۰۰kg/cm^2[۱۲۰۰N/mm^2]

خطاها در زاویه‌یابی

خطاهای زاویه‌یابی را براساس منابع خطا به سه دسته خطاهای دستگاهی، انسانی و طبیعی و براساس نوع آن به سه دسته خطاهای اتفاقی، تدریجی و اشتباه تقسیم‌بندی می‌کنند. خطاهای طبیعی ناشی از عوامل محیطی است اما خطاهای دستگاهی معمولاً در اثر عدم کالیبراسیون دستگاه پیش می‌آید و برای کاهش آن دستگاه را کنترل و تنظیم می‌نمایند. همچنین خطاهای انسانی ناشی از عملکرد عامل نقشه‌بردار بوده و کاهش آن به تجربه و مهارت فرد بستگی دارد. جدول زیر انواع خطاها و منابع آن را در زاویه‌یابی نشان می‌دهد.

خطا	لمب	منبع خطا	نوع خطا	تعریف خطا	روش تعدیل یا کاهش خطا
خطای کلیماسیون افقی	لمب افقی	دستگاهی	تدریجی	هرگاه محور دیدگانی بر محور چرخش تلسکوپ عمود نباشد در این‌صورت زاویهٔ انحراف کوچکی در اندازه‌گیری زوایای افقی با زاویه‌یاب به‌وجود می‌آید که به آن خطای کلیماسیون افقی گویند.	برای کاهش این خطا، از روش قرائت کویل زوایای افقی استفاده می‌کنند.
خطای کلیماسیون قائم	لمب قائم	دستگاهی	تدریجی	هرگاه محور دیدگانی بر محور اصلی (قائم) عمود نباشد، در این صورت زاویهٔ انحراف کوچکی در اندازه‌گیری زوایای قائم با زاویه‌یاب به‌وجود می‌آید که به آن خطای کلیماسیون قائم گویند.	برای کاهش این خطا، از روش قرائت کویل زوایای قائم استفاده می‌کنند.
خطای تقسیمات لمب	لمب افقی و قائم	دستگاهی	اتفاقی	با اینکه لمب‌های افقی و قائم زاویه‌یاب توسط دستگاه‌های دقیق مدرج می‌شوند ولی باز هم ممکن است تقسیمات لمب یکنواخت نباشد و باعث ایجاد خطاهای اتفاقی می‌شود.	با تکرار مشاهدات و متوسط‌گیری این خطا را کاهش می‌دهند.

خطای خروج از مرکز لمب	لمب افقی و قائم	دستگاهی	تدریجی	اگر محور اصلی (قائم) دوربین از مرکز لمب افقی آن نگذرد، این خطا برای زوایای افقی ایجاد می‌شود. همچنین اگر محور چرخش تلسکوپ از مرکز لمب قائم نگذرد، این خطا برای زوایای قائم ایجاد می شود.	برای کاهش این خطا از روش قرائت کویل استفاده می‌کنند.
خطای ایستگاه‌گذاری (سانتراژ)	لمب افقی	انسانی	اتفاقی		مقدار این خطا با کاهش طول قراول‌روی افزایش می‌یابد. برای کاهش آن، عملیات سانتراژ را تکرار و مشاهدات را تکرار می‌نمایند.
خطای تراز نبودن دستگاه	لمب قائم	انسانی	اشتباه		باید دستگاه را مجدداً تراز و سانتراژ نمود و مشاهده را دوباره تکرار کرد.
خطای نشانه‌روی	لمب افقی و قائم	انسانی	اتفاقی		برای کاهش آن، نشانه‌روی را مجدداً انجام داده و قرائت را تکرار می‌کنند.
خطای نشانه‌گذاری	لمب افقی	انسانی	اتفاقی	این خطا معمولاً به‌علت شاغولی نبودن (قائم نبودن) ژالون روی نقطه نشانه ایجاد می شود.	
خطای قرائت	لمب افقی و قائم	انسانی	اتفاقی	عامل ایجاد این خطا زاویه دید چشم و ایجاد پارالاکس هنگام قرائت و تقریبات ذهنی یا دستگاهی اعداد خوانده شده می‌باشد.	برای کاهش آن، قرائت‌ها را تکرار می‌کنند.
خطای کرویت زمین	لمب قائم	طبیعی	تدریجی	این خطا به‌علت کرویت زمین به‌خصوص برای طول‌های بلند در زوایای قائم ایجاد می شود.	از روابط مربوطه برای جبران این خطا استفاده می‌کنند.

خطای انکسار	لمب افقی و قائم	طبیعی	تدریجی		برای کاهش آن زاویه‌یابی را در ساعات غیرآفتابی و با دمای پایین انجام می‌دهند.
خطای دید	لمب افقی و قائم	طبیعی	اتفاقی		برای کاهش آن زاویه‌یابی را در ساعات غیرمه‌آلود یا بدون غبار یا نور کافی انجام می‌دهند.
خطای پیچش سه‌پایه	لمب افقی و قائم	طبیعی	اتفاقی		برای کاهش آن زاویه‌یابی را در ساعات غیربادی انجام داده و از سه‌پایه محکم با استقرار پایدار استفاده می‌کنند.

نحوهٔ تقسیم‌بندی ناهمواری مناطق مختلف از سطح زمین

ردیف	نوع منطقه	حداکثر شیب منطقه
۱	دشت	کمتر از ۳ درصد
۲	تپه ماهور	از ۳ تا ۷ درصد
۳	کوهستان	از ۷ تا ۲۰ درصد
۴	کوهستان سخت	از ۲۰ تا ۶۰ درصد
۵	کوهستان خیلی سخت	بیش از ۶۰ درصد

جدول استاندارد مشاهدات ترازیابی تدریجی درجه سه

منطقه و نوع عملیات: Area and operation type شماره و نوع دستگاه: Instrument No.		از: From عامل: Observer	به: To تاریخ: Date			مؤسسه اجراکننده: Executor org.	
ملاحظات	فاصله جو	قرائت تار بالا و پایین جلو	فاصله عقب	قرائت تار بالا و پایین عقب	قرائت تار وسط جلو	قرائت تار وسط عقب	نقاط
فاصله کل ↓							جمع صفحه
							جمع کل
							اختلاف ارتفاع

برگ مشاهدات ترازیابی

منطقه و نوع عملیات: نوع و شماره دستگاه:	از: عامل:	به: نویسنده:	اجراکننده: تاریخ:

ارتفاع تصحیح شده Hc	تصحیح c	ارتفاع H	اختلاف ارتفاع ΔH	قرائت جلو FS	قرائت وسط IS	قرائت عقب BS	شماره نقاط No

∑ =	
جمع‌بندی محاسبات و کروکی	N

برگ مشاهدات پروفیل طولی

منطقه و نوع عملیات: نوع و شماره دستگاه:	از: عامل:	به: نویسنده:	اجراکننده: تاریخ:

کیلومتر Km	فاصله بین میخ‌ها L_1	ارتفاع تصحیح شده Hc	تصحیح c	ارتفاع H	اختلاف ارتفاع ΔH	قرائت جلو FS	قرائت وسط IS	قرائت عقب BS	شماره نقاط No

$\sum =$

جمع‌بندی محاسبات و کروکی:

برگ قرائت زاویه به روش کوپل

منطقه و نوع عملیات: نوع و شماره دستگاه:		ایستگاه: عامل:	نویسنده:		اجراکننده: تاریخ:	
نتیجه زاویه	زاویه افقی	میانگین	حالت دایره به راست	حالت دایره به چپ	نقاط نشانه‌روی	ایستگاه
جمع‌بندی محاسبات و کروکی						

برگ استاندارد قرائت زاویه به روش کوپل

برگ قرائت زوایا
Field angles observation sheet

فرم شماره ۱ — شماره صفحه ..... Page No

ایستگاه Station ارتفاع دوربین Height of Instr.	مؤسسه اجراکننده: Executor org.											
	منطقه و نوع عملیات Area and operation type			نوع و شماره دستگاه Instrument No.			نوع هوا Weather					
	عامل: Observer			تاریخ Date			ساعت Time					
ملاحظات Remarks	نتیجه زوایا Result			تبدیل به صفر Reduced to Zero			متوسط Mean			قرائت زوایا Reading			نقاط قراولروی Objects

جدول قرائت فاصله افقی به‌صورت رفت و برگشت با توتال استیشن

ملاحظات	میانگین فاصله	فاصله (برگشت)	فاصله (رفت)	نقاط

کروکی

جدول محاسبات پیمایش

ایستگاه (STN)	زاویه (α_i)	زاویهٔ تصحیح شده (α'_i)	ژیزمان (G)	طول (L_i)	اختلاف طول (Δx)			اختلاف عرض (Δy)			x نهایی	Y نهایی
					اختلاف طول (Δx)	تصحیح اختلاف طول ($C\Delta x$)	اختلاف طول تصحیح شده (Δx_c)	اختلاف عرض (Δy)	تصحیح اختلاف عرض ($C\Delta y$)	اختلاف عرض تصحیح شده (Δy_c)		
جمع‌بندی محاسبات و کروکی												

برگ قرائت‌های تاکئومتری

نام ایستگاه: ارتفاع دستگاه: صفر صفر به:	ارتفاع ایستگاه: منطقه و نوع عملیات: نوع و شماره دستگاه:	عامل: نویسنده: تاریخ:

ارتفاع	اختلاف ارتفاع	فاصله افقی	زاویه قائم	زاویه افقی	تارهای استادیمتری			نقاط
					تار پایین	تار وسط	تار بالا	

کروکی و ملاحظات