

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی:

هیدرولیک لوله‌ها و مجاری

نشریه شماره ۱۰۵

معاونت امور فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

**ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی:
هیدرولیک لوله‌ها و مجاری**

نشریه شماره ۱۰۵

معاونت امور فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری / معاونت
امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک
اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۳، ۱۳۶۷.
۵۲، ۱۳ ص: مصور. - (سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره
۱۰۵) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۳/۰۰/۲۰)
چاپهای اول و دوم توسط دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه منتشر شده.
است.

چاپ سوم
کتابنامه: ص. ۵۲

۱. آبیاری - استانداردها. ۲. زهکشی - استانداردها. ۳. آبیاری - لوله‌کشی - استانداردها.
الف. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب. عنوان. ج.
عنوان: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری. د. فروست.

۱۳۷۳ ش. ۱۰۵ الف/ ۳۸ TA

ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری
تهیه‌کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات
چاپ اول: ۱۳۶۷
چاپ سوم: ۵۰۰ نسخه، ۱۳۷۳
قیمت: ۱۵۰۰ ریال
چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار

بخش عمده کشور ما جزو مناطق خشک محسوب می شود و آب در آن ارزش فوق العاده‌ای در تولید دارد و مهمترین عامل محدود کننده توسعه اقتصادی است. روند افزایش جمعیت و نیاز جامعه به مواد غذایی و رعایت سیاست‌گذاریهای دولت در جهت خودکفایی نسبی، حداکثر کوشش را برای استفاده بهینه از منابع آب در کشور ایجاب می کند.

توسعه منابع آب و عمران اراضی، به دلیل ماهیت زیربنایی آن، نیاز به سرمایه گذاریهای سنگین، کاربرد ضوابط علمی، تکنولوژی مناسبه و دقت در اجرای کار دارد. ابعاد و سنگینی سرمایه - گذاریها برای اجرای طرحهای توسعه و بهره‌برداری از منابع آب، به گونه‌ای است که تأمین آب بجز از طریق منابع ملی و با مراقبت و نظارت دولت امکانپذیر نیست. از این رو ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار و وسایل کار، از جمله ضوابط علمی و تکنولوژی مناسب و امکانات دقت در اجرای کار، باید به وسیله دولت فراهم شود.

در این راستا، وزارت برنامه و بودجه، به منظور کاربرد استانداردهای معتبر و ایجاد هماهنگی در طراحی سازه‌ها و تأسیسات آبی، تدوین ضوابطی را برای استاندارد کردن کانالها و ابنیه فنی تیپ مورد استفاده در شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور، ضروری تشخیص داد و نسبت به تدوین ضوابط مورد نیاز و تهیه مجموعه نشریاتی با عنوان ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور، به شرح زیر اقدام کرد:

- نشریه شماره ۱۰۳- منابع آب و خاک و نحوه بهره برداری در گذشته و حال

- نشریه شماره ۱۰۴- هیدرولیک کانالها

- نشریه شماره ۱۰۵- هیدرولیک لوله‌ها و مجاری

- نشریه شماره ۱۰۶- اندازه‌گیریهای جریان

- نشریه شماره ۱۰۷- نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی

- نشریه شماره ۱۰۸- مشخصات فنی عمومی

- نشریه شماره ۱۰۹- خدمات فنی دوران بهره‌برداری و نگهداری

نشریه‌های یاد شده در جهت آگاهی از امکانات، مسائل و مشکلات موجود در زمینه دسترسی به منابع آب و خاک و بهره‌برداری از آن، آمار و اطلاعات و پیشنهادهایی را در زمینه منابع آب و خاک و خدمات دوران بهره‌برداری و نگهداری مطرح کرده و ضوابطی را در مورد هیدرولیک کانالها، هیدرولیک لوله‌ها و مجاری، سازه‌های اندازه‌گیری، نقشه‌های تیپ سازه‌های آبیاری و زهکشی و مشخصات فنی مربوط ارائه می کند.

امید است انجام این کار، در راه ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار کار برای طراحان و مجریان طرحهای توسعه و بهره برداری از منابع آب و خاک کشور، گامی را پیموده باشد و علاقه مندان و استفاده کنندگان از این نشریه‌ها، با اظهار نظر و راهنماییهای خود، در تکمیل و غنی ساختن آن، تهیه کنندگان این مجموعه را یاری دهند.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
	مقدمه
۷	
۹	۱. محاسبه افت انرژی در لوله‌ها و مجاری پر
۹	۱-۱. حدود کاربرد
۹	۲-۱. انواع لوله‌ها
۹	۱-۲-۱. لوله‌های بتن مسلح پیش ساخته یا بتن پیش فشرده
۹	۲-۲-۱. لوله‌های آزیست سیمانی
۹	۳-۲-۱. لوله‌های فولادی
۱۰	۴-۲-۱. لوله‌های چدن نشکن
۱۰	۳-۱. قطرهای استاندارد
۱۰	۴-۱. افت انرژی
۱۰	۱-۴-۱. افت اصطکاکی در لوله‌ها
۱۳	۲-۴-۱. افت انرژی در خم لوله‌ها
۱۴	۳-۴-۱. افت انرژی در تبدیلیهای ورودی و خروجی سازه‌ها
۱۵	۵-۱. محدودیت‌های سرعت
۱۵	۱-۵-۱. سرعت حداکثر
۱۵	۲-۵-۱. سرعت حداقل
۱۷	۲. محاسبه مشخصه‌های هیدرولیکی مقاطع غیرپر
۱۷	۱-۲. حدود کاربرد
۱۷	۲-۲. انتخاب رابطه محاسبه بده جریان
۱۷	۳-۲. روش کار
۱۷	۱-۳-۲. روش اول
۱۹	۲-۳-۲. روش دوم
۱۹	۴-۲. مثالها
۱۹	۱-۴-۲. مثال ۱ (حالت غیر پر جریان ، روش اول)
۲۱	۲-۴-۲. مثال ۲ (حالت غیر پر جریان ، استفاده از روش دوم)
۲۲	۳-۴-۲. مثال ۳ (خط انتقال آب و محدودیت‌های سرعت)
۲۳	۴-۴-۲. مثال ۴ (محاسبه آبشار لوله با استفاده از روش اول)
۲۹	پیوست الف
۲۹	نمودار الف - ۳/۱ تا الف - ۳/۷: رابطه مانینگ از $n=0/011$
۲۹	تا $n=0/017$
۳۶	نمودار الف - ۳/۸ تا الف - ۳/۱۳: رابطه هیزن - ویلیمز از $C=90$ تا $C=140$
۴۲	نمودار الف - ۳/۱۴: ضریب Hinds برای محاسبه افت انرژی در خم لوله‌ها

۴۳

پیوست ب

جدول ب-۳/۱ : ضرایب محاسباتی مشخصه‌های هیدرولیکی
مقطع دایره‌ای غیر پر (حالت اول)

۴۳

جدول ب-۳/۲ : نسبت مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع
دایره‌ای با شرایط غیر پر و شرایط پر (حالت دوم)

۴۷

۴۹

پیوست پ

نمودار پ-۳/۱ : مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای
غیر پر (حالت اول)

۴۹

نمودار پ-۳/۲ : مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای
غیر پر (حالت اول)

۵۰

نمودار پ-۳/۳ : مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای
با جریان غیر پر نسبت به جریان پر (حالت دوم)

۵۱

۵۲

فهرست منابع

مقدمه

نشریه حاضر با عنوان **هیدرولیک لوله‌ها و مجاری** به منظور یکنواخت کردن روشهای محاسباتی افت انرژی و سهولت در امر طراحی پروژه‌های شبکه‌های آبیاری و زهکشی تهیه و تدوین شده است.

نشریه دارای دو قسمت است، قسمت اول "محاسبه افت انرژی در لوله‌ها و مجاری پر" و قسمت دوم، "محاسبه مشخصه‌های هیدرولیکی مقاطع غیر پر".

روابط تجربی محاسبه سرعت - افت انرژی متداول در مراجع مختلف مورد توجه قرار گرفت. رابطه هیزن ویلیامز به دلیل دقت عمل و توصیه‌های مراجع مختلف برای محاسبه افت انرژی در لوله‌ها و مجاری پر^۱ و رابطه مانینگ به دلیل سهولت در امر محاسبات و دقت قابل قبول، برای محاسبه مشخصه‌های هیدرولیکی مقاطع غیر پر^۲ به کار گرفته شده است. در این نشریه به محدودیتهای سرعت (سرعت حداقل و حداکثر) اشاره شده است.

در ادامه نشریه برای درک مطالب دو قسمت، مثالهای مناسب آورده شده است. نشریه دارای سه پیوست به شرح زیر است:

پیوست "الف" - نمودارهای هیدرولیکی رابطه مانینگ و هیزن ویلیامز برای زبریهای مختلف.
پیوستهای "ب" و "پ" - جداول و نمودارهای مربوط به مشخصه‌های هیدرولیکی مقاطع غیر پر.

از کارشناسان "مهندسين مشاور پاپيلا" که مسئولیت تهیه این مجموعه را عهده‌دار بوده‌اند و همچنین کارشناسان مؤسسات زیر که در بررسی نهایی این نشریه همکاری کرده‌اند، سپاسگزارى می‌شود.

وزارت برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی: حسین شفیعی فر و محسن عنقا

وزارت کشاورزی: کارشناسان اداره کل مهندسی زراعی

وزارت نیرو، دفتر فنی: جواد پور صدرالله

مهندسين مشاور یکم: سهام الدین پرویزی

مهندسين مشاور مهتاب قدس: ماشاءالله کمالی

۱. محاسبه افت انرژی در لوله‌ها و مجاری پر

۱-۱. حدود کاربرد

لوله‌های معرفی شده در این قسمت برای انتقال آب آبیاری، گذر سیلابها از زیرراه، راه آهن، نهرها و زهکشهای طبیعی به صورت سیفون^۱ یا روگذر^۲ به کار برده می‌شود. این لوله‌ها تحت فشار استاتیکی شبکه‌های روباز بالا دست یا فشار استاتیکی و دینامیکی سیستمهای انتقال قرار گرفته و برای استفاده در آبگیرها^۳، سیفونها و آبشار لوله‌ها^۴ نیز مناسب است.

۱-۲. انواع لوله‌ها

انواع لوله‌های متداول که برای حدود کاربرد یاد شده مورد استفاده قرار می‌گیرد، به شرح زیر است:

۱-۲-۱. لوله‌های بتن مسلح پیش ساخته یا بتن پیش فشرده

لوله بتنی مناسبترین نوع برای هدفهای طرحهای آبیاری و زهکشی برای به کارگیری در آبگیرها، سیفونها و آبشار لوله‌هاست. این لوله‌ها توسط کارخانه‌های ساخت لوله یا توسط پیمانکاران در کارگاهها ساخته می‌شود. تأمین مشخصات فنی ساخت لوله بتنی بر اساس فصل سوم دفترچه "مشخصات فنی عمومی" نشریه شماره ۱۰۸، برای دستیابی به شرایط مناسب تأمین ضرایب زبری جدار لوله در محاسبه افت اصطکاکی، الزامی است. انواع این لوله تا قطر ۲۰۰۰ میلیمتر در کارخانه یا کارگاه ساخته می‌شود.

۱-۲-۲. لوله‌های آریست سیمانی

این لوله‌ها در اغلب موارد می‌توانند به عنوان جانشین مناسبی برای لوله‌های بتن مسلح پیش ساخته، برای انتقال آب آبیاری و یا عبور سیلابها در سازه‌های آبی مورد استفاده قرار گیرند. انواع این لوله تا قطر ۱۶۰۰ میلیمتر توسط کارخانه‌های داخلی ساخته می‌شود.

۱-۲-۳. لوله‌های فولادی

لوله‌های فولادی به علت قابلیت جوشکاری اتصالات، مقاومت کافی و امکانات آب بندی، برای انتقال آب آبیاری، عبور آب از روی نهرها و جاده‌ها مناسب است. طول مورد نیاز لوله را می‌توان با جوشکاری قطعات با اتصالات قابل انعطاف^۵ لوله به دست آورد. انواع این لوله تا قطرهای ۱۴۰۰ میلیمتر توسط کارخانه‌های داخلی ساخته می‌شود. به کارگیری این نوع لوله‌ها با توجه به مسئله حفاظت آن در مقابل عوامل خوردنده و مقایسه اقتصادی آن با انواع دیگر، توصیه می‌شود.

-
- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1. Siphon | 2. Overpass (Stream Crossing) |
| 3. Turnout | 4. Pipe-Drop |
| 5. Flexible Coupling | |

۱-۲-۴. لوله‌های چدن نشکن

این نوع لوله به علت بالا بودن مقاومت آن، برای خطوط انتقال آب آبیاری مناسب است. انواع این لوله تا قطر ۷۰۰ میلیمتر توسط کارخانه‌های داخلی ساخته می‌شود. به کارگیری آن با در نظر گرفتن امکانات و مقایسه‌های اقتصادی توصیه می‌شود.

۱-۳-۳. قطرهای استاندارد

حداقل مجاز قطر لوله در سیستم آبیاری ثقلی برای مصرف در سازه‌های آبیاری و زهکشی ۳۰۰ میلیمتر است. این حداقل با توجه به احتمال گرفتگی و پر شدن لوله به وسیله خاشاک و ته‌نشستها، تعیین شده است. در مواردی که احتمال گرفتگی لوله زیاد باشد، توصیه می‌شود از لوله‌هایی با قطر بزرگتر استفاده شود.

قطرهای استاندارد برای ساختمان سازه‌های آبیاری و زهکشی در نمودارهای پیوست این قسمت، از ۳۰۰ میلیمتر تا ۲۰۰۰ میلیمتر مورد استفاده است.

۱-۴-۴. افت انرژی

افت انرژی در سازه‌های آبیاری و زهکشی که در آن لوله به کار برده می‌شود، عبارت است از:

- افت اصطکاکی^۱ در طول لوله
- افت خم لوله‌ها^۲
- افت تبدیلیهای ورودی و خروجی^۳ سازه‌ها

۱-۴-۱. افت اصطکاکی در لوله‌ها

روابط تعیین افت فشار اصطکاکی در لوله‌ها با توجه به خصوصیات مجرا و سرعت جریان توسط روابط تجربی تعیین می‌شود و با توجه به رابطه پیوستگی جریان ($Q = A.V$)، بده جریان در مجرا قابل محاسبه است. عمده‌ترین روابط تجربی برای تعیین افت فشار اصطکاکی در لوله‌های پر به شرح زیر است:

- رابطه مانینگ
- رابطه هیزن - ویلیامز
- رابطه دارسی - ویسباخ
- رابطه وایت - کلبروک (نمودار مودی)
- رابطه اسکویی

هریک از روابط تجربی بالا دارای مشخصه‌های مربوط به خود است و به کارگیری آنها باید با شناخت عواملی موثر در آنها باشد و طراحان بسته به ماهیت رابطه و شرایط جریان، روابط بالا را به کار می‌برند. در این قسمت، روابط بالا به شرح زیر به کار گرفته می‌شوند:

1. Friction Losses

2. Bend Losses

3. Entrance and Exit Losses

الف) رابطه مانینگ

برای محاسبه افت اصطلاحی در لوله‌های حالت پر به کار می‌رود. در سازه‌های فنی آبیاری و زهکشی در طولهای کوتاه، رابطه مانینگ توصیه و به کار گرفته شده است. مشخصه‌های این رابطه به شرح زیر خواهد بود:

$$(1-1) \quad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$(2-1) \quad Q = A \cdot V$$

$$(3-1) \quad H_L = L \cdot S$$

که در رابطه فوق:

V = سرعت جریان (متر بر ثانیه)

$R = \frac{D}{4}$ = شعاع تر شده (شعاع هیدرولیکی به متر)

D = قطر داخلی مجرا (متر)

S = شیب خط انرژی (متر بر متر)

n = ضریب زبری جدار مجرا

Q = بده جریان (متر مکعب بر ثانیه)

L = طول مسیر (متر)

H_L = کل افت در مسیر (متر)

شیب خط انرژی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$(4-1) \quad S = 6.35 \frac{(nV)^2}{D^{4/3}} = 10.30 \frac{(nQ)^2}{D^{16/3}}$$

ضریب زبری جدار مجرا در رابطه مانینگ بستگی به خصوصیات جدار مجرا و شرایط جریان دارد. در جدول ۱، مقدار ضریب n برای انواع مختلف لوله و مجرا داده شده است.

رابطه مانینگ برای ضرایب n ۰/۰۱۱ تا ۰/۰۱۷ در نمودارهای الف-۱ تا الف-۲/۷ پیوست "الف" داده شده است. در نمودارها، افت انرژی به ازای بده‌های مختلف جریان برای قطرهای ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر بین سرعت‌های ۰/۳ تا ۴/۰ متر بر ثانیه ارائه شده است.

جدول ۱. ضرایب مانینگ (n) * برای انواع مجاری و لوله‌ها

ردیف	نوع مجرا یا لوله	مقدار حداکثر	مقدار متعارف (نرمال)	مقدار حداقل
۱	بتنی در خط مستقیم با جریان بدون مواد زاید	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰
۲	بتنی با زانو، اتصالات و جریان با مواد زاید	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲
۳	آجری با آجر لعابدار	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱
۴	آجری با پلاستر سیمانی	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲
۵	فولادی با اتصالات جوشی یا قابل انعطاف	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰
۶	چدن نشکن با اندود داخلی	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱
۷	چدن نشکن بدون اندود داخلی	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲
۸	لوله سفالی معمولی	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱
۹	لوله سفالی لعابدار	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۱
۱۰	لوله آزیست سیمانی	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰

* ضرایب ارائه شده در جدول بالا از منابع معتبر با در نظر گرفتن حدود بالای ارقام ارائه شده در جهت ضریب اطمینان استخراج شده است. چنانچه ساخت لوله در کارگاه انجام شود انتخاب ضریب n مناسب توسط طراح باید با توجه به امکانات ساخت و رعایت مشخصات فنی اجرای عملیات باشد.

ب) رابطه همزن - ویلیامز

برای محاسبه افت فشار اصطکاکی در لوله‌های خطوط انتقال آب آبیاری در حالت پر، رابطه همزن - ویلیامز توصیه و مورد عمل قرار می‌گیرد. مشخصه‌های این رابطه به شرح زیر است:

$$V = 0.85 C_H R^{0.63} S^{0.54} \quad (5-1)$$

$$Q = A.V$$

$$H_L = L.S$$

در رابطه بالا، C_H ضریب زبری جدار مجرا و سایر پارامترها همان مشخصه‌های رابطه مانینگ در قسمت "الف" است.

شیب خط انرژی جریان از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \left(\frac{2.82 V}{C_H D^{0.63}} \right)^{1.852} = \left(\frac{3.59 Q}{C_H D^{2.63}} \right)^{1.852} \quad (6-1)$$

ضریب زبری جدار مجرا بستگی به کیفیت جدار مجرا و قطر مجرا دارد. برای شرایط مختلف لوله و مجرا، ضرایب (C_H) به شرح جدول ۲ توصیه می‌شود.

جدول ۲. ضرایب (C_H) برای انواع لوله و مجرا

ردیف	مشخصات لوله یا مجرا	ضریب (C_H)
۱	لوله‌های بتنی یا لوله‌های با اندود سیمانی: - با قطرهای بزرگ، قالب فلزی و اجرای خوب - با قطرهای بزرگ، قالب چوبی و اجرای خوب - اجرای کارخانه‌ای با روش سانتریفوز	۱۴۰ ۱۲۰** ۱۳۵ ۱۴۰-۱۲۰***
۲	لوله‌های آزیست سیمانی	
۳	لوله‌های فولادی جوشی و چدن نشکن با اندود سیمانی بسیار نرم در شرایط بسیار خوب	۱۴۰
۴	لوله‌های فولادی جوشی یا اتصالات قابل انعطاف نو، لوله‌های چدن نشکن نو	۱۳۰
۵	لوله‌های فولادی و چدن نشکن با اندود سیمانی کهنه	۱۱۰
۶	لوله‌های سفالی لعابدار در شرایط خوب	۱۱۰
۷	مجاری آجری	۱۰۰-۹۰

* ضرایب ارائه شده در جدول بالا از منابع معتبر یا در نظر گرفتن حدود بالای ارقام ارائه شده درجهت ضریب اطمینان استخراج شده و بجز ردیف ۵ بقیه ضرایب برای شرایط لوله‌های نو و در ابتدای بهره‌برداری است.

** رقم متعارف در طراحی

رابطه هیزن - ویلیامز برای ضرایب (C_H) ۹۰ تا ۱۴۰ در نمودارهای الف-۳ تا الف-۳/۱۳ پیوست "الف" داده شده است.

(۳-۴). افت انرژی در خم لوله‌ها^۱

مقدار افت انرژی بر حسب متر برای خم لوله‌ها بر اساس رابطه H_{ind} محاسبه می‌شود:

$$(۷-۱) H_B = \alpha \frac{V^2}{2g} = \alpha H_V$$

۱. Bend

که در رابطه بالا:

$$H_V = \text{ارتفاع نظیر انرژی جنبشی (نظیر سرعت) به متر}$$

$$H_B = \text{ارتفاع نظیر افت انرژی در خم لوله‌ها (متر)}$$

$$V = \text{سرعت آب در لوله (متر بر ثانیه)}$$

$$\alpha = \text{ضریب Hinds}$$

ضریب Hinds (α) از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\alpha = 2 \left(\frac{\Delta}{90} \right)^{1/2} \quad (8-1)$$

که در رابطه بالا Δ برابر است با زاویه خم لوله بر حسب درجه و Z ضریبی است که به نسبت شعاع خم لوله (R)، به قطر لوله (D) بستگی دارد. منحنی تغییرات ضریب Hinds (α) برای نسبت‌های $\frac{R}{D}$ برابر با ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۱۰ و به ازای زوایای خم صفر تا ۹۰ درجه، در نمودار الف-۳/۱۴ ارائه شده است.

بنابراین، برای محاسبه افت انرژی در خم لوله‌ها ابتدا زاویه خم لوله تعیین و سپس براساس نسبت انتخاب شده روی منحنی مربوطه، مقدار α قرائت می‌شود و با توجه به رابطه ارائه شده در این قسمت، افت انرژی محاسبه می‌شود.

۳-۴-۱. افت انرژی در تبدیلهای ورودی و خروجی سازه

افت انرژی در تبدیلهای ورودی و خروجی سازه‌های آبیاری که در آن لوله به کار برده شده باشد، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H_1 = K_1 (\Delta h_V)$$

$$H_2 = K_2 (\Delta h_V) \quad (9-1)$$

که در رابطه بالا:

$$H_1 = \text{افت انرژی در تبدیل ورودی (متر)}$$

$$H_2 = \text{افت انرژی در تبدیل خروجی (متر)}$$

$$\Delta h_V = \text{تفاضل ارتفاع نظیر سرعت در ابتدای لوله و کانال (متر)}$$

$$K_1, K_2 = \text{ضرایبی که بر حسب نوع تبدیل متفاوت‌اند}$$

برای ظرفیت تا ۳ متر مکعب بر ثانیه و براساس توصیه منابع معتبر و برای سهولت اجرا، استفاده از تبدیلهای زاویه دو سطحی شکسته^۱ توصیه می‌شود. جزئیات انواع این تبدیلهای در نقشه‌های استاندارد نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی نشریه شماره ۱۰۷ داده شده است.

برای محاسبه افت انرژی در تبدیلهای ورودی و خروجی دو سطحی شکسته ضرایب K_1 و K_2 برحسب اینکه تبدیلهای خاکی یا بتنی در نظر گرفته شود، از اعداد زیر استفاده می شود:

$\frac{K_1}{0.4}$	$\frac{K_2}{0.7}$	تبدیلهای بتنی
0.5	1.00	تبدیلهای خاکی

برای به دست آوردن حداقل افت فشار و بهره برداری صحیح از تبدیل، باید ارتفاع غرقابی^۲ در ورودی تبدیل، معادل $(\Delta h_p) 1/5$ یا حداقل $7/8$ سانتیمتر از روی تاج لوله ورودی در نظر گرفته شود. خروجی باید تا حد ممکن غرقاب نباشد و اگر مقدار غرقابی از $1/6$ عمق روزنه بیشتر باشد، مقادیر K_2 یاد شده قابل اطمینان نیست و میزان افت خروجی باید براساس یک خروجی^۲ یکباره محاسبه شود.

۱-۵. محدودیتهای سرعت

از عوامل مؤثر طراحی لولههای پر در طرحهای آبیاری و زهکشی، به کارگیری صحیح سرعتهای طراحی است. برای انتخاب سرعتهای حداقل و حداکثر توصیههای زیر انجام می شود:

۱-۵-۱. سرعت حداکثر

انتخاب سرعت حداکثر از عوامل مهم برای جلوگیری از فرسایش جدار مجراست. اثرات فرسایش بستگی به جنس جدار لوله و مجرا دارد. براساس گزارشهای منابع معتبر، سرعتهای بالای ۱۲ متر بر ثانیه، موجب بروز خطرات برای سطوح نرم کارهای بتنی و مانند آن خواهد بود. حداکثر سرعت برای مصالح معمولی و لوله به حالت پر ارائه شده در این نشریه، سرعت ۳ متر بر ثانیه و در سازههای مخصوص مانند سازههای پرتابی (کانال شوت) که شرایط فوق بحرانی حادث شود، سرعت تا ۱۲ متر بر ثانیه اختیار می شود. ولی باید توجه داشت که در سرعتهای بالاتر از ۹ متر بر ثانیه، هوا وارد جریان می شود و انتخاب سازههای هیدرولیکی برای سرعتهای بالاتر از آن نیاز به تجهیزات جداگانه خواهد داشت.

۲-۵-۱. سرعت حداقل

تعیین سرعت حداقل در طرحهای آبیاری و زهکشی بستگی به ماهیت طرح، آب مورد انتقال، ماهیت مواد معلق، قطر و جنس لوله دارد. کم شدن سرعت در مجاری انتقال آب یا مواد معلق، موجب خوردگی زیاد سطح مجرا و احتمالاً انباشته شدن در نقاط گود خواهد شد. برای کنترل سرعت حداقل از رابطه ارائه شده در این موره، یعنی رابطه شیلد-کمپ^۳ در زیر یاد می شود:

$$V_S = \frac{1}{n} R^{1/6} \sqrt{\beta(\gamma - 1) d} \quad (10-1)$$

2. Seal

3. Sudden Enlargement

4. SHIELD & CAMP

که در این رابطه:

$$V_S = \text{سرعت حداقل با سرعت شستشوی خودبه‌خودی}^1 \text{ (متر بر ثانیه)}$$

$$\beta = \text{ضریب زبری مانینگ}$$

$$R = \text{شعاع تر شده (متر)}$$

$$\beta = \text{ضریب بدون بعدی که در شروع جریان معادل } 0.02 \text{ و حداکثر } 0.8 \text{ است که سرعت به شرایط شستشوی خودبه‌خودی می‌رسد.}$$

$$Y = \text{وزن مخصوص جامد ذره معلق (گرم بر سانتیمتر مکعب)}$$

$$d = \text{قطر ذره (متر)}$$

در محاسبات سرعت شستشوی خودبه‌خودی و برای ضریب اطمینان بیشتر ضریب $\beta = 0.8$ اختیار می‌شود.

انتخاب سرعت حداقل از اصول مهم است که در هر مورد باید با در نظر گرفتن سازه‌های مورد نظر

در شرایط فنی و اقتصادی، مشخص و به کار گرفته شود.

۲. محاسبه مشخصه‌های هیدرولیکی مقاطع غیرپر

۱-۲. حدود کاربرد

جداول و منحنیهای ارائه شده به صورت یک ابزار ساده کمکی در اختیار طراحان و محاسبان سازه‌های آبی قرار می‌گیرد. در موارد زیر این حدود قابل اجراست:

۱-۲-۱. طراحی کانالها با مقاطع دایره‌ای با نیم دایره‌ای برای مقاصدی مانند انتقال آب،

زهکشها یا عبور پسابها و فاضلابروها

۱-۲-۲. طراحی انواع آبشار لوله‌ها

۱-۲-۳. محاسبات مشخصه‌های مورد نیاز در شرایط عبور جریان به صورت غیر پر برای سایر

مقاصد طراحی سازه‌های آبی

۲-۲. انتخاب رابطه محاسبه بده جریان

رابطه وابستگی بین مشخصه‌های هیدرولیکی "مقطع - سرعت" با توجه به روابط تجربی برقرار می‌شود. با تعیین سرعت از این روابط و رابطه کلی پیوستگی ($Q = A \cdot V$)، بده جریان در کانال قابل محاسبه است. روابط تجربی به کار گرفته شده در مراجع معتبر متفاوت است. آنچه متفقا در این مراجع برای محاسبه کانالها و مجاری به صورت غیر پر توصیه شده است، رابطه مانینگ است. به تبعیت از این دیدگاه و با توجه به توضیحات قسمت ۱-۳ در نشریه شماره ۱۰۴ هیدرولیک کانالها، رابطه مانینگ برای محاسبه مشخصه‌های هیدرولیکی توصیه و به کار گرفته شده است.

ضریب زبری جدار مجرا (n) در رابطه مانینگ قبلا در جدول ۱ برای مصالح مختلف و شرایط متفاوت مجرا یا لوله ارائه شده است.

۲-۳. روش کار

در منابع معتبر هیدرولیک برای تعیین مشخصه‌های هیدرولیکی مجاری غیر پر دو روش به شرح زیر ارائه می‌شود:

روش اول - تعیین مستقیم مشخصه‌های هیدرولیکی مجاری غیر پر با توجه به خصوصیات جریان در حالت غیر پر

روش دوم - تعیین مشخصه‌های هیدرولیکی مجاری غیر پر با توجه به جریان به صورت پر

نحوه دستیابی و تعیین روابط محاسباتی دو روش مشابه است و به شرح زیر انجام می‌شود:

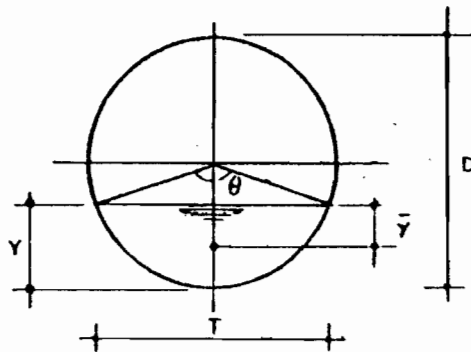
۲-۳-۱. روش اول

در این روش با تعیین ضرایب مشخص، مشخصه‌های هیدرولیکی مورد نیاز مجاری غیر پر قابل محاسبه است. پارامترهای مورد نظر به شرح زیر تعریف می‌شود:

- عمق مایع در مجرا $\lambda = \nu$ (متر)
- سطح مقطع قسمتی که در آن مایع جریان دارد A (مترمربع)
- شعاع تر شده (شعاع هیدرولیکی) مقطع غیر پر R (متر)
- عرض سطح آب در مجرا T (متر)
- عمق متوسط آب در مجرا ν_m (متر)
- عمق مرکز ثقل مقطع غیر پر از سطح آب $\bar{\nu}$ (متر)
- بده جریان در حالت غیر پر Q (مترمکعب در ثانیه)

نحوه محاسبات

معادلات محاسباتی برای حالتی که سطح آب کمتر از نصف مقطع دایره در جریان باشد (حالت کلی کانالهای نیم لوله)، و حالتی که سطح آب بیشتر از نصف مجرا باشد، یکسان است و به شرح زیر تعیین می شود:



شکل ۱. مقطع لوله غیر پر

با توجه به شکل ۱ و با بهیگیری از روشهای محاسبات ریاضی، مشخصه‌های هیدرولیکی مورد نظر برحسب زاویه θ (برحسب رادیان) و قطر دایره به صورت زیر است:

$$(1-2) \quad \lambda = \nu/D = \frac{1}{2} (1 - \cos \theta/2)$$

$$(2-2) \quad A = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta) = C_A D^2$$

$$(3-2) \quad P = \frac{\theta D}{2} = C_P D$$

$$(4-2) \quad R = \frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right) = C_R D$$

$$(5-2) \quad T = D \sin \theta/2 = C_T D$$

$$(6-2) \quad \nu_m = \frac{A}{T} = \frac{D(\theta - \sin \theta)}{8 \sin \theta/2} = C_{\nu_m} D$$

$$(7-2) \quad \bar{\nu} = \left(\lambda + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta/2}{\theta - \sin \theta} - \frac{1}{2} \right) D = C_{\bar{\nu}} D$$

$$(۸-۲) V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{(C_R)^{2/3}}{n} D^{2/3} S^{1/2} = \frac{K'_V}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

$$(۹-۲) Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} \frac{(\theta - \sin \theta)^{5/3}}{\theta^{2/3}} \frac{1}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{K'_Q}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

ضرایب $C_A, C_P, C_R, C_T, C_V, C_{V_m}, C_V, C_{\bar{V}}, K'_V$ و K'_Q بر حسب λ به عنوان مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع غیر پر در جدول ب-۲/۱ پیوست "ب" و نمودارهای پ-۱/۱ و پ-۲/۲ پیوست "پ" ارائه شده است.

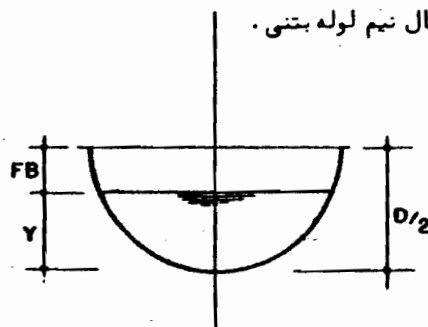
۲-۳-۲. روش دوم

در این روش با کمک محاسبات روش اول و مشخصه‌های هیدرولیکی مجرا به صورت پرو بر حسب ضرایب مختلف (نسبت به پارامترهای هیدرولیکی مقطع به صورت $\frac{V}{V_6}, \frac{Q}{Q_6}, \frac{A}{A_6}, \frac{R}{R_6}$ داده می‌شود که پارامتر با اندیس (۶) متناظر با شرایط جریان در مجرا به صورت پر است. در جدول ب-۲/۲ پیوست "ب" و نمودار "پ" ۲/۳ مشخصه‌های مربوطه ارائه شده است.

۴-۲. مثالها

۴-۲-۱. مثال ۱ (حالت غیر پر جریان، استفاده از روش اول)

در نظر است برای انتقال ۲۳۰ لیتر آب بر ثانیه، از یک کانال بتنی با مقطع نیم دایره (نیم لوله) استفاده شود. چنانچه شیب طولی کانال معادل ۰/۰۰۳ در نظر گرفته شده باشد و میزان ارتفاع آزاد (Free Board) در این کانال حداقل ۷ سانتیمتر باشد، مطلوب است محاسبه قطر، عمق و سرعت آب در کانال نیم لوله بتنی.



شکل ۲. مقطع نیم لوله غیر پر

برای محاسبه قطر لوله با تأمین میزان حداقل F.B. و در نظر گرفتن شکل ۲ رابطه زیر صادق است:

$$y + 0.07 = \frac{D}{2}$$

رابطه بالا به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\lambda = \frac{y}{D} = 0.5 - \frac{0.07}{D}$$

مقدار ۱۱ (صرب مانینگ) برای لوله بتنی در شرایط متعارف براساس جدول ۱ برابر ۰/۰۱۳ است.

روش محاسبه روش آزمون و خطاست و برای شروع محاسبات لوله بتنی به قطر ۶۰۰ میلیمتر انتخاب می شود.

$$D = 600 \text{ mm} = 0.6 \text{ m}$$

$$\frac{y}{D} = 0.5 - \frac{0.07}{0.6} = 0.38$$

از جدول ب-۳/۱ یا نمودار پ-۳/۱ به ازای مقدار محاسبه شده $\frac{y}{D}$ مقدار K'_Q استخراج می شود:

$$K'_Q = 0.09557$$

مقدار بده در این حالت به شرح زیر محاسبه می شود:

$$Q = \frac{K'_Q}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0.013} \times 0.09557 (0.6)^{8/3} (0.003)^{1/2}$$

$$Q = 0.103 \text{ m}^3/\text{s} < 0.23 \text{ m}^3/\text{s}$$

اکنون قطر ۸۰۰ میلیمتر را کنترل می کنیم:

$$\frac{y}{D} = 0.5 - \frac{0.07}{0.8} = 0.41$$

$$K'_Q = 0.10987$$

$$Q = \frac{1}{0.013} \times 0.10987 (0.8)^{8/3} (0.003)^{1/2}$$

$$= 0.255 \text{ m}^3/\text{s} = 255 \text{ lit/s} > 230 \text{ lit/s}$$

چون بده یاد شده از بده مفروض بیشتر است، لوله به قطر ۸۰۰ میلیمتر قابل قبول است.

عمق آب، میزان F.B. و سرعت آب در کانال در شرایطی که قطر مقطع کانال ۸۰۰ میلیمتر باشد، به ترتیب زیر محاسبه می شود:

$$Q = \frac{K'_Q}{n} K D^{8/3} S^{1/2}$$

$$K'_Q = \frac{Q \times n}{D^{8/3} S^{1/2}}$$

$$K'_Q = \frac{0.23 \times 0.013}{(0.8)^{8/3} (0.003)^{1/2}} = 0.09898 \approx 0.1$$

با توجه به مقدار K'_Q از جدول ب-۳/۱ یا نمودار ب-۳/۱، نسبت $\frac{y}{D}$ و ضریب K'_V استخراج می شود:

$$\frac{y}{D} = 0.39$$

$$K'_V = 0.35356$$

$$y = 0.39 \times 80 = 31.2 \text{ Cm}$$

$$F.B. = \frac{D}{2} - y = \frac{80}{2} - 31.2 = 8.8 > 7 \text{ Cm}$$

$$V = \frac{K'_V}{n} D^{2/3} S^{1/2} = \frac{0.35356}{0.013} (0.8)^{2/3} (0.003)^{1/2} = 1.28 \text{ m/s}$$

برای محاسبه سرعت می توان از روابط $A = C_d A_p D$ و $Q = A \cdot V$ نیز استفاده کرد.

۳-۴-۲. مثال ۲ (حالت غیر پر جریان، استفاده از روش دوم)

برای انتقال جریانی با بده ۸۰۰ لیتر بر ثانیه، از لوله بتنی با زبری جدار $n = 0.015$ استفاده می شود. مطلوب است تعیین قطر، ارتفاع آب و سرعت جریان در مجرا؛ شیب مجرا معادل ۲ در هزار در نظر گرفته می شود.

روش عمل مانند مثال ۱ روش آزمون و خطاست. با توجه به تجربه، قطری از لوله انتخاب و محاسبات کنترل و ادامه می یابد. در صورت عدم وجود این آگاهی، می توان با سرعت ۱/۰۰ متر - ثانیه محاسبات را شروع کرد:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.800}{1.00} = 0.8 \text{ m}^2$$

$$D = \left(\frac{4 \times 0.80}{\pi} \right)^{1/2} = 1.01 \text{ m}$$

محاسبات را با قطر لوله ۱۰۰۰ میلیمتر برای شرایط جریان پر شروع می کنیم:

$$D = 1000 \text{ mm} = 1.0 \text{ m}$$

$$A_f = 0.785$$

$$V_f = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.015} \left(\frac{1.0}{4} \right)^{2/3} (0.002)^{1/2}$$

$$V_f = 1.1832 \text{ m/s}$$

$$Q_f = 0.785 \times 1.1832 = 0.9288 \text{ m}^3/\text{s}$$

با توجه به $\frac{Q}{Q_6} = 0.8612$ از روی جدول ب-۲/۲ یا نمودار پ-۲/۳، اطلاعات زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{V}{V_6} \approx 0.715 \Rightarrow V = 71.5 \text{ Cm}$$

$$\frac{V}{V_6} = 1.125 \Rightarrow V = 1.183 \times 1.125 = 1.33 \text{ m/s}$$

با امتحان کردن قطر ۹۰۰ میلیمتر، دیده می‌شود که حداقل قطر استاندارد برای این مثال همان $D=1000$ میلیمتر خواهد بود.

۲-۴-۲. مثال ۳ (خط انتقال آب و محدودیتهای سرعت)

برای انتقال آب با بده حداکثر بهره برداری ۷۶۰ لیتر بر ثانیه از لوله بتنی با ضریب زبری $C_H = 110$ استفاده می‌شود. قطر متوسط مواد معلق موجود در آب در حدود ۰/۱۲ میلیمتر (ماسه نرم) با وزن مخصوص جامد ۲/۶۵ است. در صورتی که بده حداقل بهره‌برداری معادل ۴۰٪ بده نرمال باشد، مطلوب است تعیین قطر لوله انتقال به نحوی که دانه‌های مواد معلق تا قطر مورد نظر در شرایط حداقل بهره برداری شروع به حرکت نموده و رسوب نکنند و سرعت حداکثر در خط انتقال نیز از ۲/۵ متر بر ثانیه تجاوز ننماید.

روش محاسبه روش آزمون و خطاست. با فرض سرعت جریان معادل ۱/۵ متر بر ثانیه محاسبات اولیه برای لوله به شرح زیر خواهد بود:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.76}{3.14 \times 1.5}} = 0.803 = 0.80 \text{ m.}$$

افت فشار در لوله از رابطه هیزن - ویلیامز به شرح زیر است:

$$S = \left(\frac{3.59 Q}{C_H(D)^{2.63}} \right)^{1.852} = \left(\frac{3.59 \times 0.76}{110(0.8)^{2.63}} \right)^{1.852}$$

$$= 3.15 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

با مقایسه روابط مانینگ و هیزن - ویلیامز، رابطه بین ضرایب زبری جدار n و C_H برقرار و ضریب معادل n محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{1}{0.85 C_H} \cdot \frac{(R)^{0.03}}{(S)^{0.04}} = \frac{1}{0.85 \times 110} \cdot \frac{(0.8)^{0.03}}{(0.00315)^{0.04}} \approx 0.013$$

$$V_{\min} = \frac{Q_{\min}}{A} = \frac{0.4 \times 0.76}{0.785(0.8)^2} = 0.605 \text{ m/s}$$

$$0.605 = \frac{1}{0.013} \left(\frac{0.8}{4} \right)^{1/6} \sqrt{0.8(2.65-1)d} \Rightarrow d = 0.08 \text{ mm} < 0.12 \text{ mm}$$

قطر ۸۰۰ میلیمتر برای حرکت ذرات مورد نظر کافی نیست، بنابراین باید سرعت حداقل در لوله افزایش یابد، انتخاب دوم $D=700$ میلیمتر است:

$$v_{min} = \frac{Q_{min}}{A} = \frac{0.4 \times 0.76}{0.785(0.7)^2} = 0.79 \text{ m/s}$$

با تعقیب روش بالا ضرایب زبری جدار همان رقم 0.12 انتخاب می‌شود، بنابراین:

$$0.79 = \frac{1}{0.013} \left(\frac{0.7}{4}\right)^{1/6} \sqrt{0.8(2.65-1)d} \Rightarrow d = 0.143 \text{ mm} > 0.012 \text{ mm}$$

قطر ۷۰۰ میلیمتر پاسخ مسئله است و سرعت در این لوله در شرایط حداکثر به شرح زیر است:

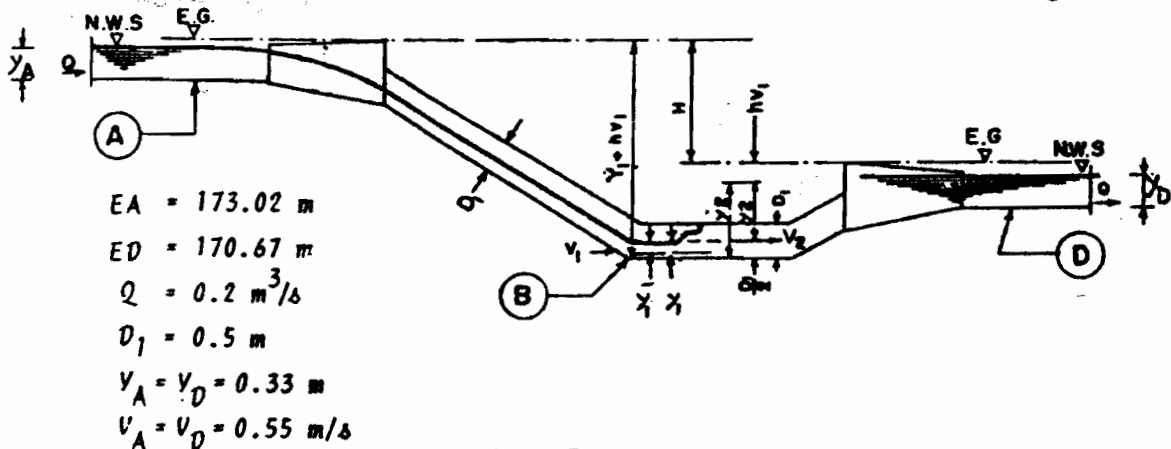
$$v_{max} = \frac{Q_{max}}{A} = \frac{0.76}{0.785(0.7)^2} = 1.976 \leq 2.5 \text{ m/s}$$

۲-۴-۴. مثال ۴ (محاسبه آبشار لوله با استفاده از روش اول)

در یک آبشار لوله با کنترل ورودی مطابق شکل ۳، اطلاعات زیر وجود دارد:

- مقدار جریان آب معادل ۲۰۰ لیتر بر ثانیه
- مشخصات هیدرولیکی جریان در کانالهای بالا دست و پایین دست آبشار لوله یکی است. در این کانالها عمق و سرعت آب به ترتیب عبارت است از ۳۳ سانتیمتر و ۰/۵۵ متر بر ثانیه
- قطر آبشار لوله ۵۰۰ میلیمتر
- رقوم نقاط A و B به ترتیب عبارت است از $173/02$ و $170/67$ متر، مطلوب است محاسبه رقوم نقطه B و شرایط هیدرولیکی آب در لوله قبل از جهش هیدرولیکی آب.

یادآوری: هدف از آوردن این مثال تنها استفاده از محاسبات لوله‌های غیر پر در تعیین بعضی مشخصات آبشار لوله‌هاست. راهنمای انتخاب آبشار لوله به صورت کامل در نقشه‌های تیپ سازهای فنی نشریه شماره ۱۰۷ داده شده است.



شکل ۳. مقطع طولی آبشار لوله

علایمی که برای تشریح الگوی محاسباتی حل مسئله بالا به کار برده شده به شرح زیر تعریف می شود:

- H_A = رقوم نقطه A (متر)
- H_B = رقوم نقطه B (متر)
- H_D = رقوم نقطه D (متر)
- H'_A = رقوم گرادبان انرژی در نقطه A (متر)
- H'_D = رقوم گرادبان انرژی در نقطه D (متر)
- H = اختلاف رقوم گرادبان انرژی در کانالهای بالادست و پایین دست آبشار لوله (متر)
- y_A = عمق آب در کانال بالادست آبشار لوله (متر)
- y_D = عمق آب در کانال پایین دست آبشار لوله (متر)
- v_A = سرعت آب در کانال بالادست آبشار لوله (متر بر ثانیه)
- v_D = سرعت آب در کانال پایین دست آبشار لوله (متر بر ثانیه)
- h_{v_A} = ارتفاع نظیر سرعت در کانال بالا دست آبشار لوله (متر)
- h_{v_D} = ارتفاع نظیر سرعت در کانال پایین دست آبشار لوله (متر)
- D_1 = قطر آبشار لوله (متر)
- y_1 = عمق آب در لوله قبل از جهش هیدرولیکی (متر)
- A_1 = سطح مقطع جریان آب در لوله قبل از جهش هیدرولیکی (مترمربع)
- \bar{y}_1 = عمق مرکز ثقل مقطع جریان آب قبل از جهش هیدرولیکی (متر)
- v_1 = سرعت آب در لوله قبل از جهش هیدرولیکی (متر بر ثانیه)
- h_{v_1} = ارتفاع نظیر سرعت آب در لوله قبل از جهش هیدرولیکی (متر)
- y_2 = ارتفاع تنوریک آب پس از جهش هیدرولیکی (متر)
- A_2 = سطح مقطع در حالتی که آب از تمامی مقطع لوله گذر کند (مترمربع)
- v_2 = سرعت آب در حالتی که آب از تمامی مقطع لوله گذر نماید (متر بر ثانیه)
- h_{v_2} = ارتفاع نظیر سرعت در لوله در حالتی که آب از تمامی مقطع لوله گذر کند (متر)

الگوی محاسباتی برای مسئله به شرح زیر تعریف می شود:

الف) ابتدا محاسبات کلی زیر انجام می گیرد:

$$(10-2) \quad H'_A = H_A + y_A + \frac{(v_A)^2}{2g}$$

$$(11-2) \quad H'_D = H_D + y_D + \frac{(v_D)^2}{2g}$$

$$(12-2) \quad H = H'_A - H'_D$$

$$(13-2) \quad A_2 = \frac{(\pi D_1)^2}{4}$$

$$(14-2) \quad v_2 = \frac{Q}{A_2}$$

$$h_{v_2} = \frac{(v_2)^2}{2g}$$

در صورتی که مشخصات هیدرولیکی جریان در کانالهای بالا دست و پایین دست آبشار لوله یکی باشد:

$$H = H_A - H_D$$

ب) روش عمل، روش آزمون و خطاست. برای شروع محاسبات ابتدا باید رقم معقولی برای نسبت $\frac{y_1}{D_1}$ فرض شود. برای اینکه زمان انجام محاسبات به حداقل تقلیل یابد، توصیه می‌شود انتخاب نسبت $\frac{y_1}{D_1}$ برای شروع محاسبات به طریقه زیر انجام شود:

$$(15-2) \quad V_1 = \sqrt{2g(H+D_1)}$$

$$(16-2) \quad h_{V_1} = \frac{(V_1)^2}{2g}$$

$$(17-2) \quad A_1 = \frac{Q}{V_1}$$

$$(18-2) \quad C_A = \frac{A_1}{D_1^2}$$

با توجه به مقدار محاسبه C_A و جدول ب-۳/۱ یا نمودار پ-۳/۱، نسبت $\frac{y_1}{D_1}$ را در ستون $\frac{y}{D}$ استخراج کرده و سپس مقدار $C_{\bar{y}}$ در مقابل همین نسبت قرائت می‌شود.

پ) سپس محاسبات زیر صورت می‌گیرد:

$$(19-2) \quad y_1 = \left(\frac{y_1}{D_1} \right) \times D_1$$

$$(20-2) \quad \bar{y}_1 = C_{\bar{y}} \times D_1$$

$$(21-2) \quad y_2 = \frac{Q(V_1 - V_2)}{gA_2} + \frac{A_1}{A_2} \times \bar{y}_1 + \frac{D_1}{2}$$

$$(22-2) \quad H' = y_1 + h_{V_1} - y_2 - h_{V_2} = (y_1 - y_2) + (h_{V_1} - h_{V_2})$$

ت) اگر مقدار H' با تقریب قابل قبول مساوی H باشد به بندت رجوع می‌شود. در غیر این

صورت:

$$(23-2) \quad V_1 = \sqrt{2g(H + y_2)}$$

$$A_1 = \frac{Q}{V_1}$$

$$h_{V_1} = \frac{(V_1)^2}{2g}$$

$$C_A = \frac{A_1}{D_1^2}$$

محددا " رقم CA را به جدول ب-۳/۱ برده و با استفاده از نمودار ب-۳/۱-۰ نسبت جدید $\frac{y_1}{D_1}$ را خوانده و سپس مقدار \bar{y}_2 را از جدول استخراج و برای تکرار محاسبات به بند پ رجوع می‌شود.

ث) برای محاسبه رقم نقطه B از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$(24-2) \quad H_B = H'_D - (1.1V_2 + h_{V_2})$$

که در رابطه بالا ۱۰ درصد به عنوان ضریب اطمینان به اندازه \bar{y}_2 اضافه شده است.

حال مثال ۳ در قالب الگوی محاسباتی بالا حل می‌شود:

$$Q = 0.200 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$H_A = 173.02 \text{ m}$$

$$H_D = 170.67 \text{ m}$$

$$y_A = y_D = 0.33 \text{ m}$$

$$V_A = V_D = 0.55 \text{ m/s}$$

بند "الف"

$$H'_A = H_A + y_A + \frac{(V_A)^2}{2g}$$

$$H'_A = 173.02 + 0.33 + \frac{(0.55)^2}{2 \times 9.81} = 173.37 \text{ m}$$

$$H'_D = H_D + y_D + \frac{(V_D)^2}{2g}$$

$$= 170.67 + 0.33 + \frac{(0.55)^2}{2 \times 9.81} = 171.02 \text{ m}$$

چون مشخصات هیدرولیکی جریان در کانالهای طرفین آبشار لوله یکی است، بنابراین:

$$H = H_A - H_D = 173.02 - 170.67 = 2.35 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = \frac{\pi D_1^2}{4} = 0.196 \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{Q}{\lambda_2} = \frac{0.2}{0.196} = 1.02 \text{ m/s}$$

$$h_{V_2} = \frac{(V_2)^2}{2g} = \frac{(1.02)^2}{2 \times 9.81} = 0.053$$

بند "ب"

$$V_1 = \sqrt{2g(H + D_1)}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.81 (2.35 + 0.5)} = 7.478 \text{ m/s}$$

$$h_{V_1} = \frac{(V_1)^2}{2g} = \frac{(7.478)^2}{2 \times 9.81} = 2.850 \text{ m}$$

$$A_1 = \frac{Q}{V_1} = \frac{0.2}{7.478} = 0.0267 \text{ m}^2$$

$$C_A = \frac{A_1}{D_1^2} = \frac{0.0267}{(0.5)^2} = 0.1068$$

رقم C_A را با جدول برده و در مقابل آن مقادیر $\frac{V_1}{D_1}$ و $C_{\bar{y}}$ از جدول ب-۳/۱ یا نمودار پ-۳/۱ قرائت می‌شود.

$$\frac{V_1}{D_1} = 0.19$$

$$C_{\bar{y}} = 0.07739$$

بند "پ"

$$V_1 = 0.19 \times 0.5 = 0.095$$

$$\bar{y}_1 = C_{\bar{y}} \times D_1 = 0.07739 \times 0.5 = 0.0387 \approx 0.04$$

$$V_2 = \frac{Q(V_1 - V_2)}{g A_2} + \frac{A_1}{A_2} \bar{y}_1 + \frac{D_1}{2}$$

$$V_2 = \frac{0.2(7.478 - 1.020)}{0.196 \times 9.81} + \frac{0.0267}{0.196} \times 0.04 + \frac{0.5}{2}$$
$$= 0.927$$

$$H' = y_1 + h_{V_1} - y_2 - h_{V_2}$$
$$= 0.095 + 2.850 - 0.927 - 0.053 = 1.965$$

بند "ت"

$$H' = 1.965 < H = 2.35$$

چون مقدار H' با H مساوی نیست، محاسبات تکرار می‌شود، از این رو.

$$V_1 = \sqrt{2g(H + V_2)}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.81 (2.35 + 0.927)} = 8.018$$

$$A_1 = \frac{Q}{V_1} = \frac{0.2}{8.018} = 0.0249$$

$$h_{V_1} = \frac{(V_1)^2}{2g} = \frac{(8.018)^2}{2 \times 9.81} = 3.277$$

$$C_A = \frac{A_1}{D_1^2} = \frac{0.0249}{(0.5)^2} = 0.0996$$

به ازای رقم جدید C_A مقدار $\frac{V_1}{D_1}$ و $C_{\bar{y}}$ جدید از جدول ب-۳/۱ با نمودار ب-۳/۱ قرائت می شود:

$$\frac{V_1}{D_1} = 0.185$$

$$C_{\bar{y}} = 0.07532$$

مجدداً به بند "ب" رجوع می شود.

بند "ب" (مجدد)

$$V_1 = \frac{V_1}{D_1} \times D_1 = 0.185 \times 0.5 = 0.093$$

$$\bar{V}_1 = C_{\bar{y}} \times D_1 = 0.07532 \times 0.5 = 0.038$$

$$V_2 = \frac{Q(V_1 - V_2)}{g A_2} + \frac{A_1}{A_2} \times V_1 + \frac{D}{2}$$

$$= \frac{0.2(8.018 - 1.020)}{0.196 \times 9.81} + \frac{0.0249}{0.196} \times 0.038 + \frac{0.5}{2}$$

$$= 0.983$$

$$H' = 0.093 + 3.277 - 0.983 - 0.053$$

$$= 2.333$$

$$H' = 2.333 \approx H = 2.35$$

بند "ت" (مجدد)

به طوری که ملاحظه می شود، مقدار H' با تقریب قابل قبولی با H مساوی است، بنابراین به بند "ت" رجوع می شود:

$$V_2 = 0.983$$

$$H_{V_2} = 0.053$$

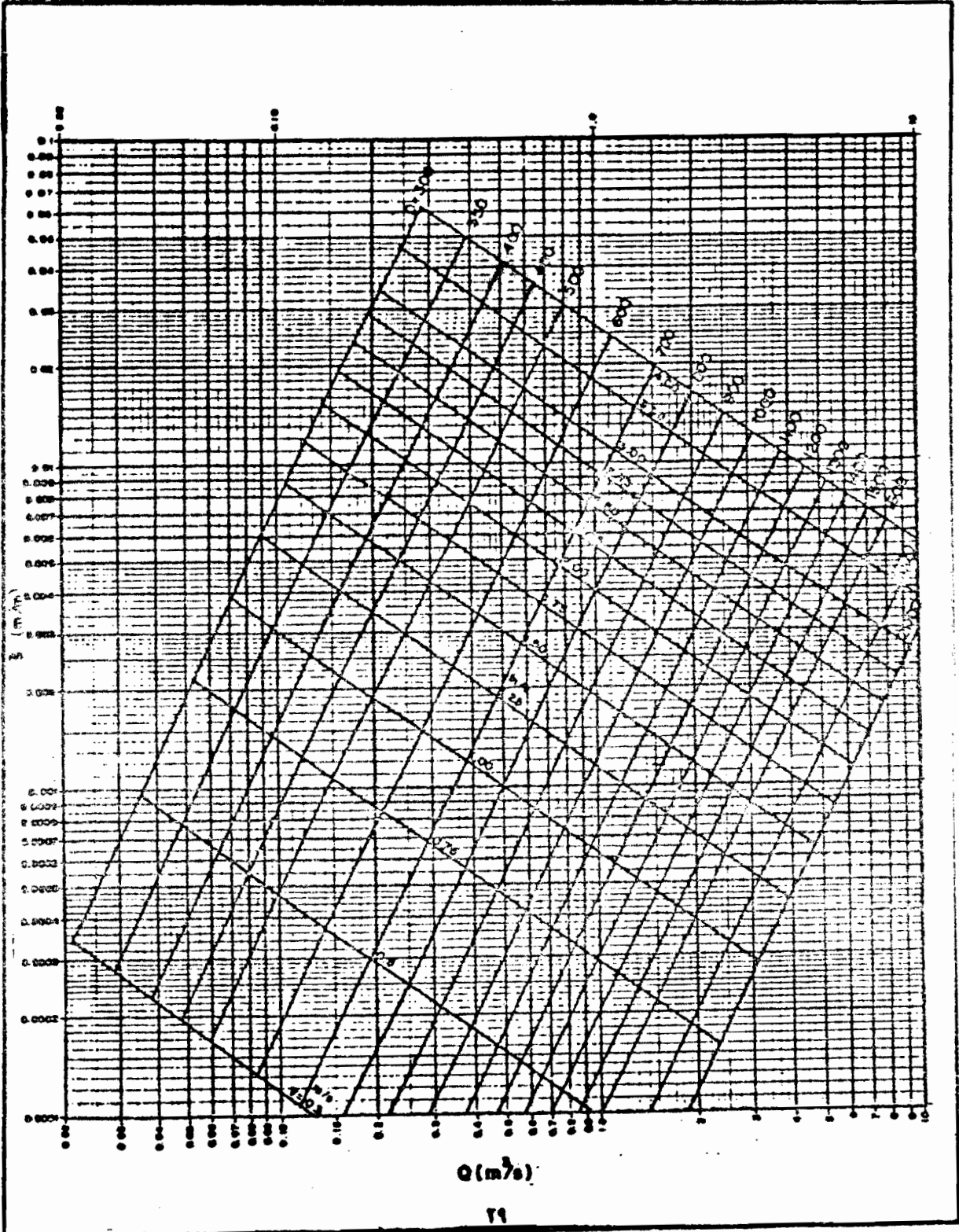
$$H_B = H'_D - (1.1V_2 + h_{V_2})$$

$$= 171.02 - (1.1 \times 0.983 + 0.053) = 169.89 \text{ m}$$

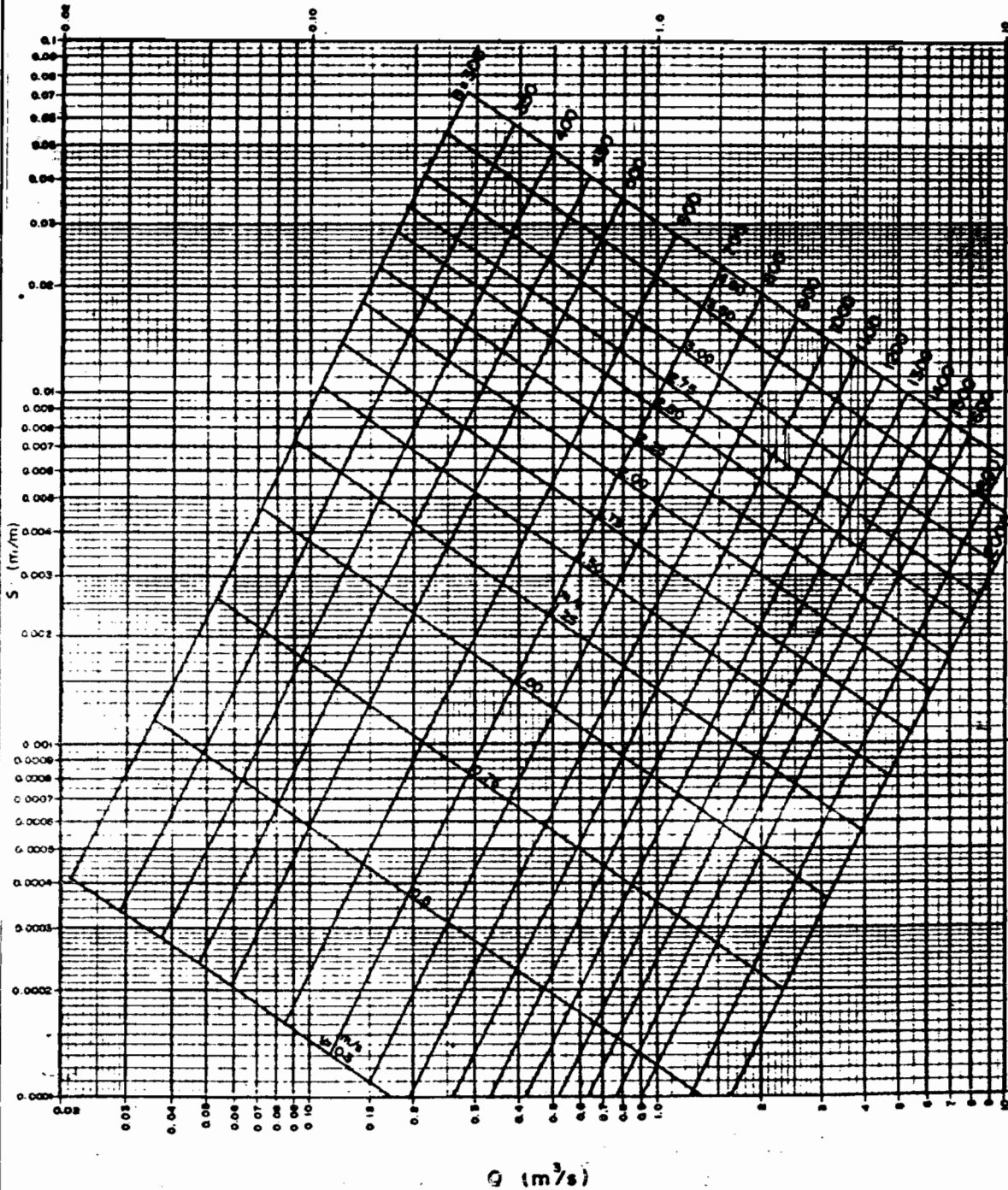
به این ترتیب رقم نقطه B برابر با ۱۶۹/۸۹ متر محاسبه می شود.

پوست "الف"

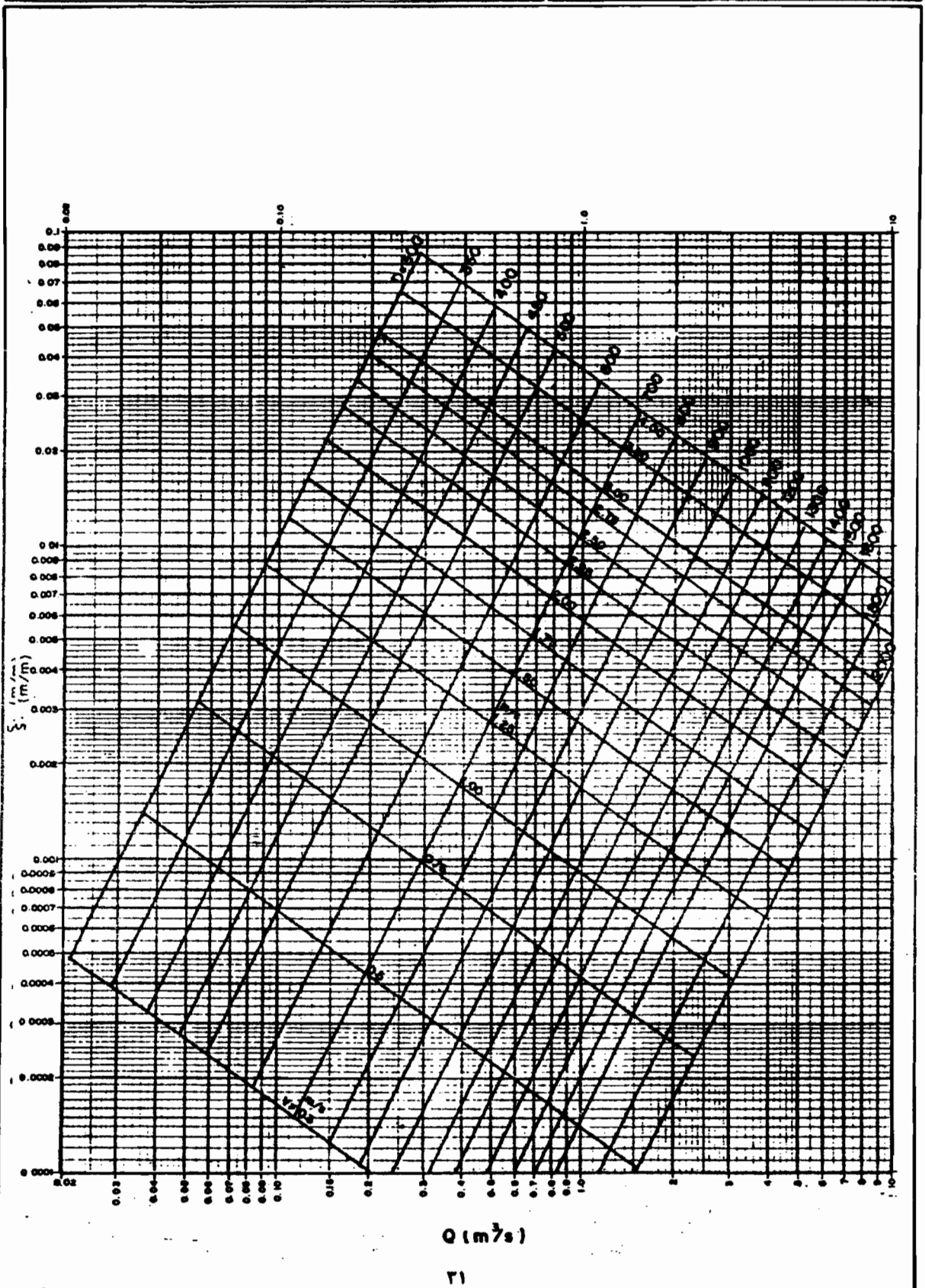
نام نشریه: هیدرولیک لوله ها و معاری		وزارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.011$		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
تاریخ:	نمودار: الف - ۳۱)	شماره نشریه: ۱۰۵
		مربوط معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی



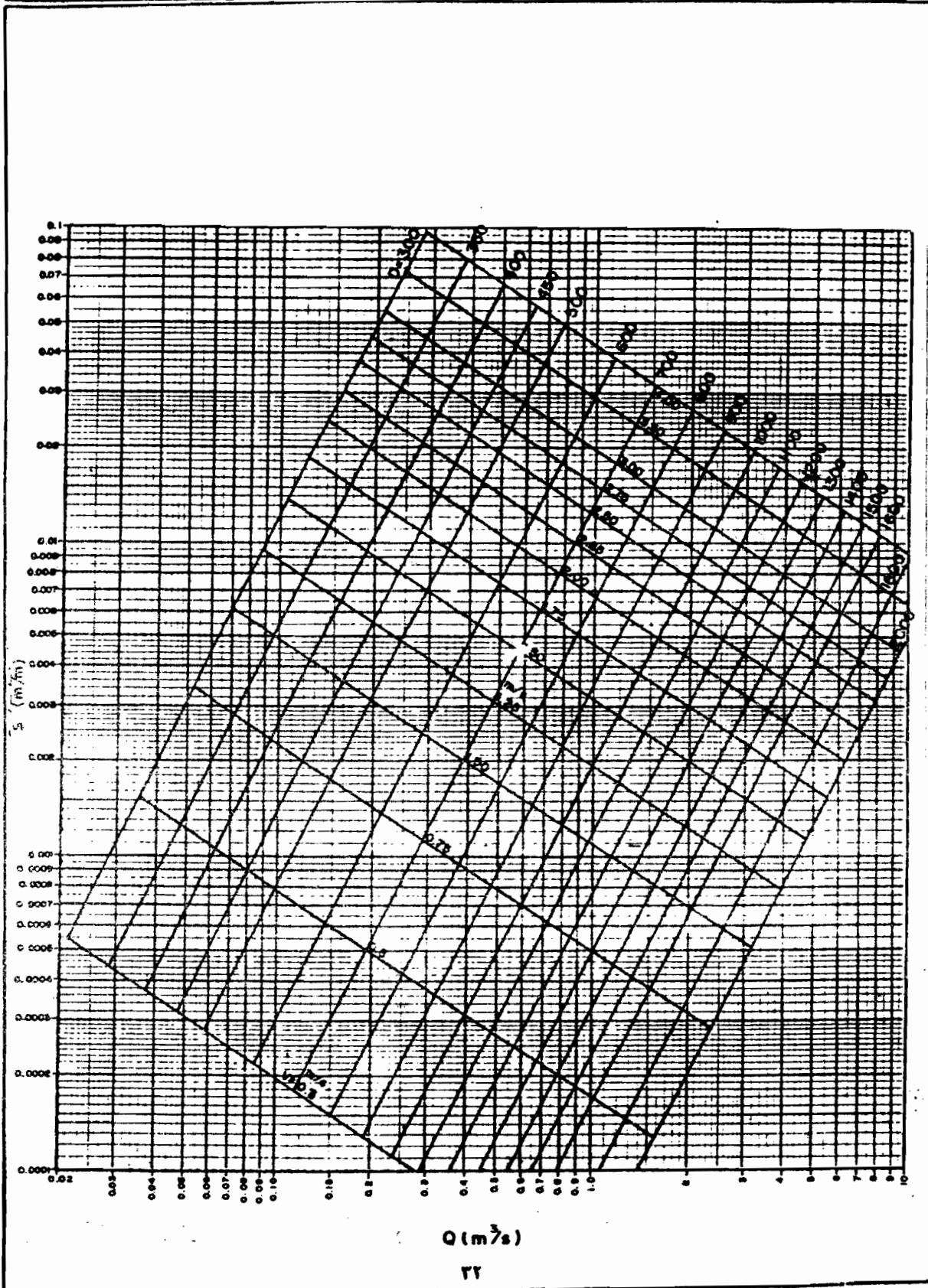
وزارت برنامه و بودجه		نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و معاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.012$	
صنایع و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و رهگشی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار الف-۳۲
		تاریخ:	



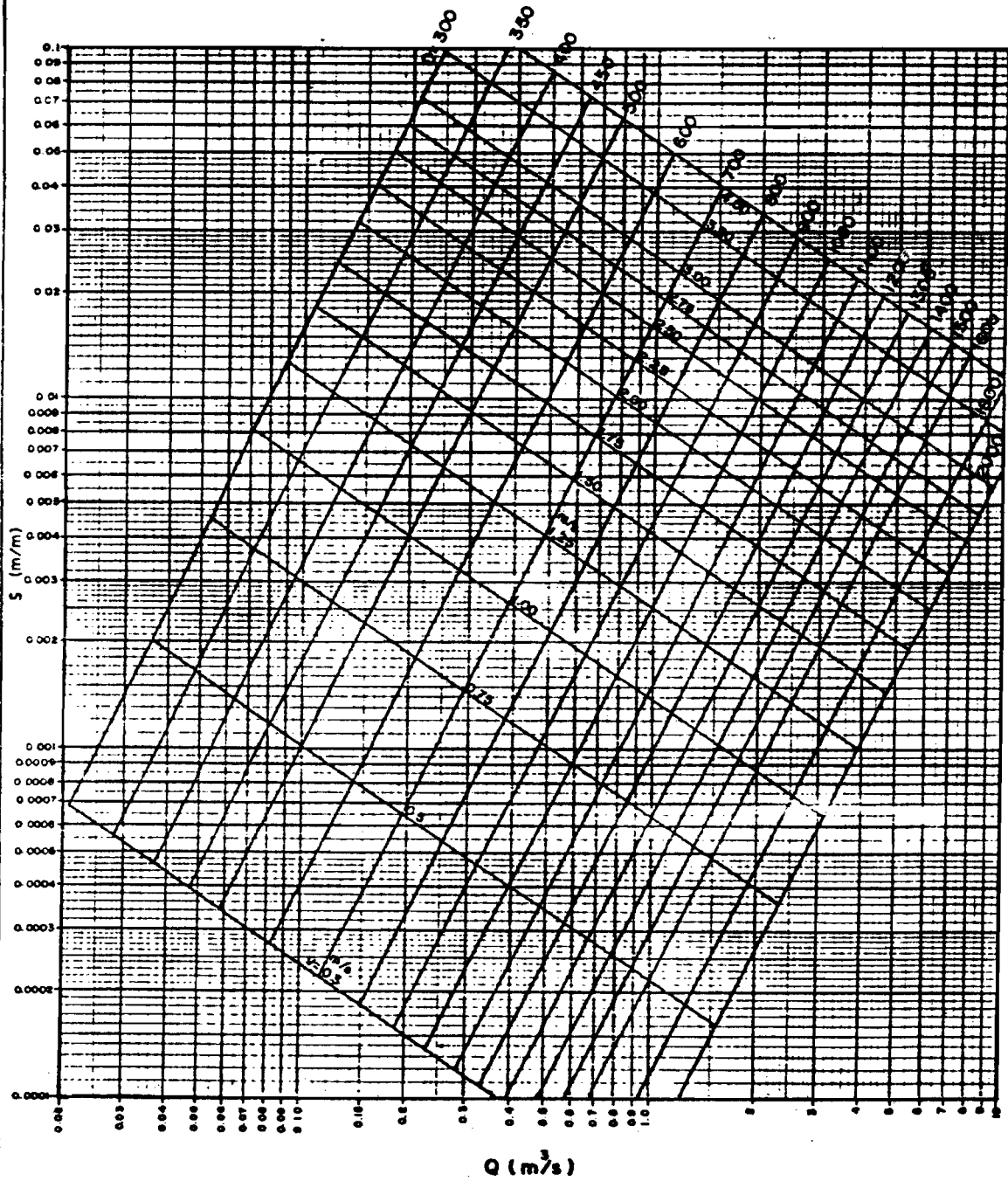
نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		وزارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.013$		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
تاریخ:	نمودار: الف - ۳۳	شماره نشریه: ۱۰۵
		صواب و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی



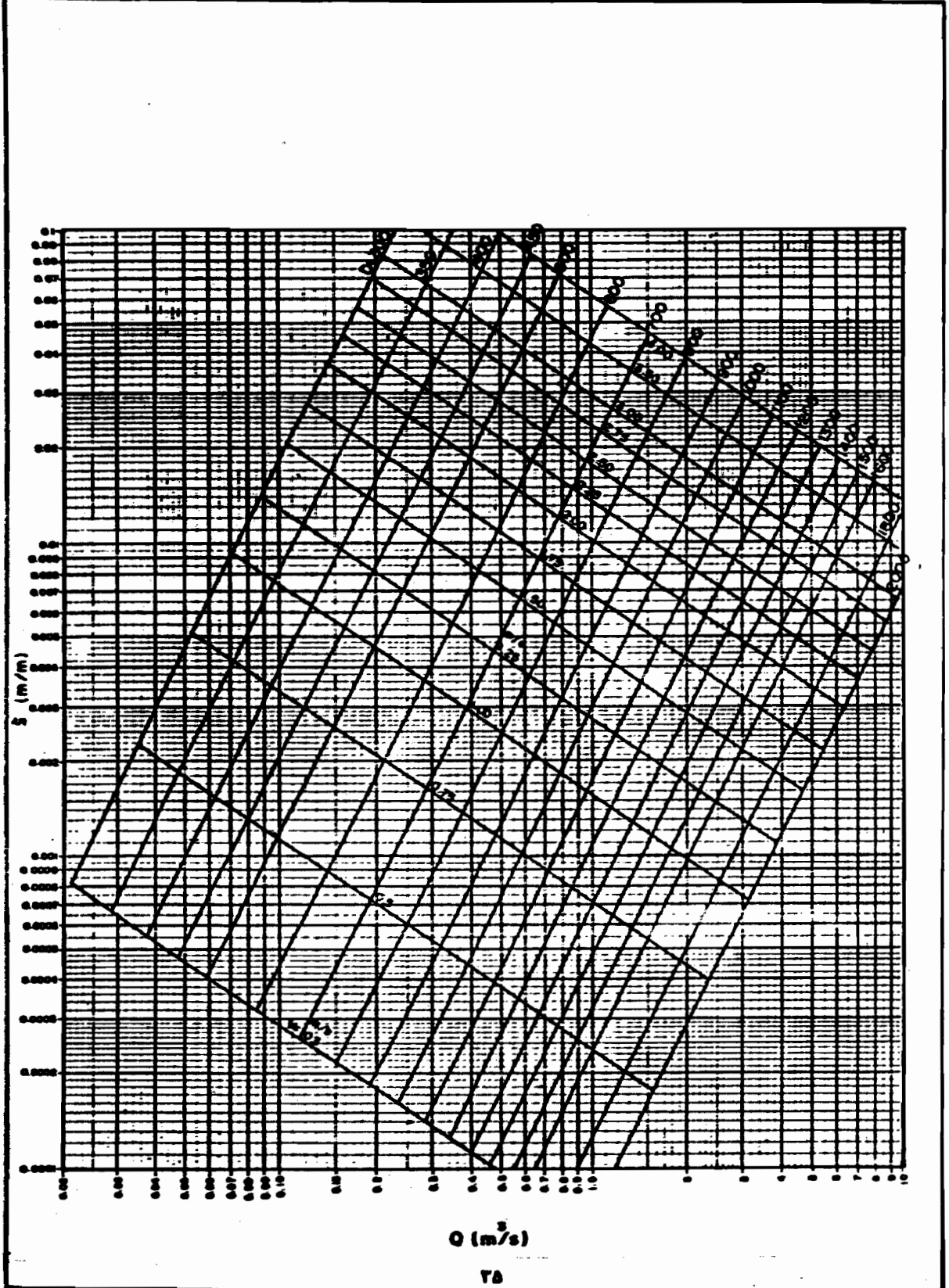
نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		رژارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.014$		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف - ۳۷۴	تاریخ:
		صنایع و مجاری فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی



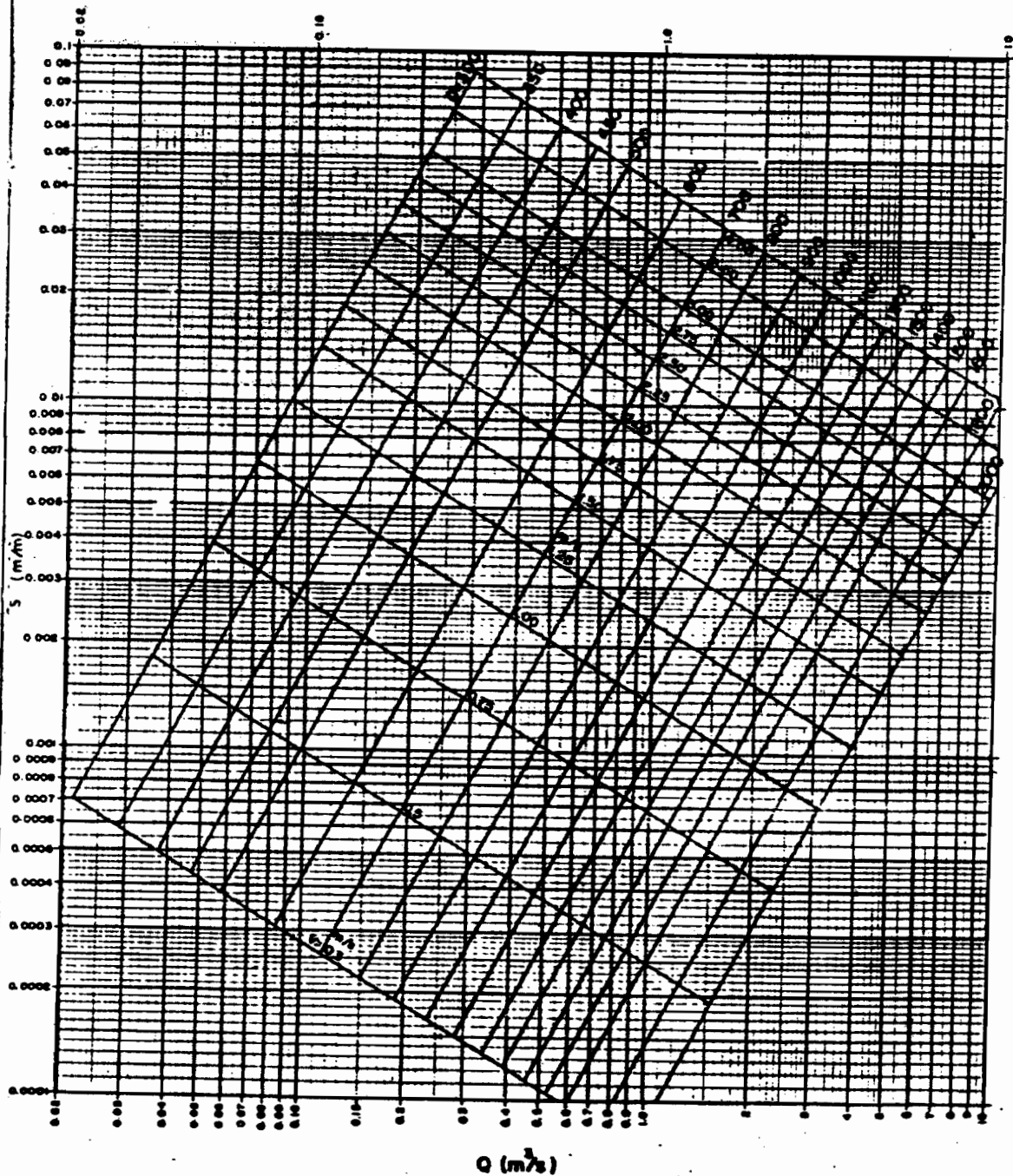
وزارت برنامه و بودجه		نام نشریه: هیدرولیک لوله ها و مجاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.016$	
ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف- ۳۷۱
		تاریخ:	



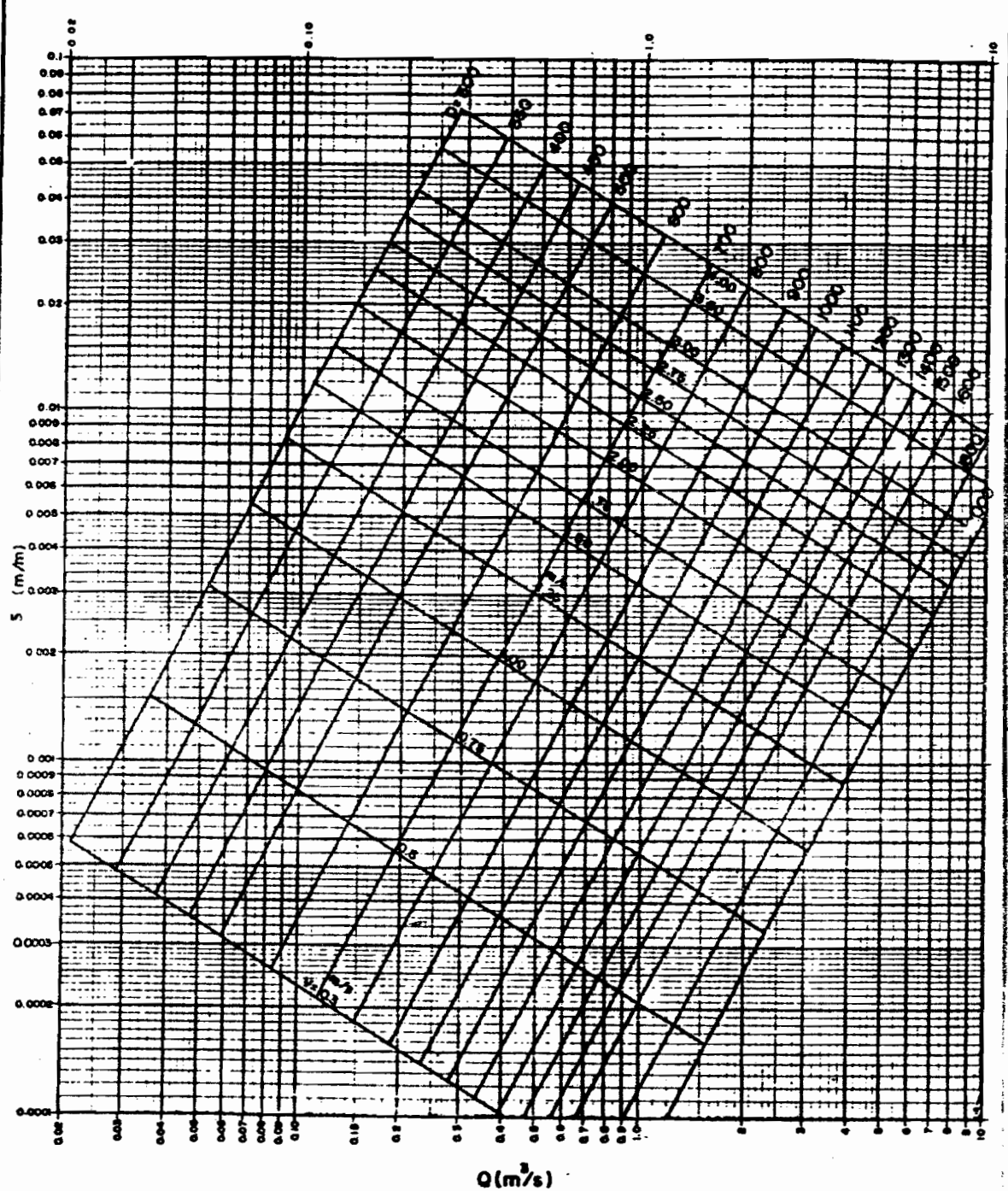
وزارت برنامه و بودجه		نام نشریه: هیدرولیک لوله ها و مجاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله های پر با استفاده از رابطه مانینگ $n=0.017$	
مربوط به معیارهای فنی شبکه های آبیاری زمینی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف-۳۷
		تاریخ:	



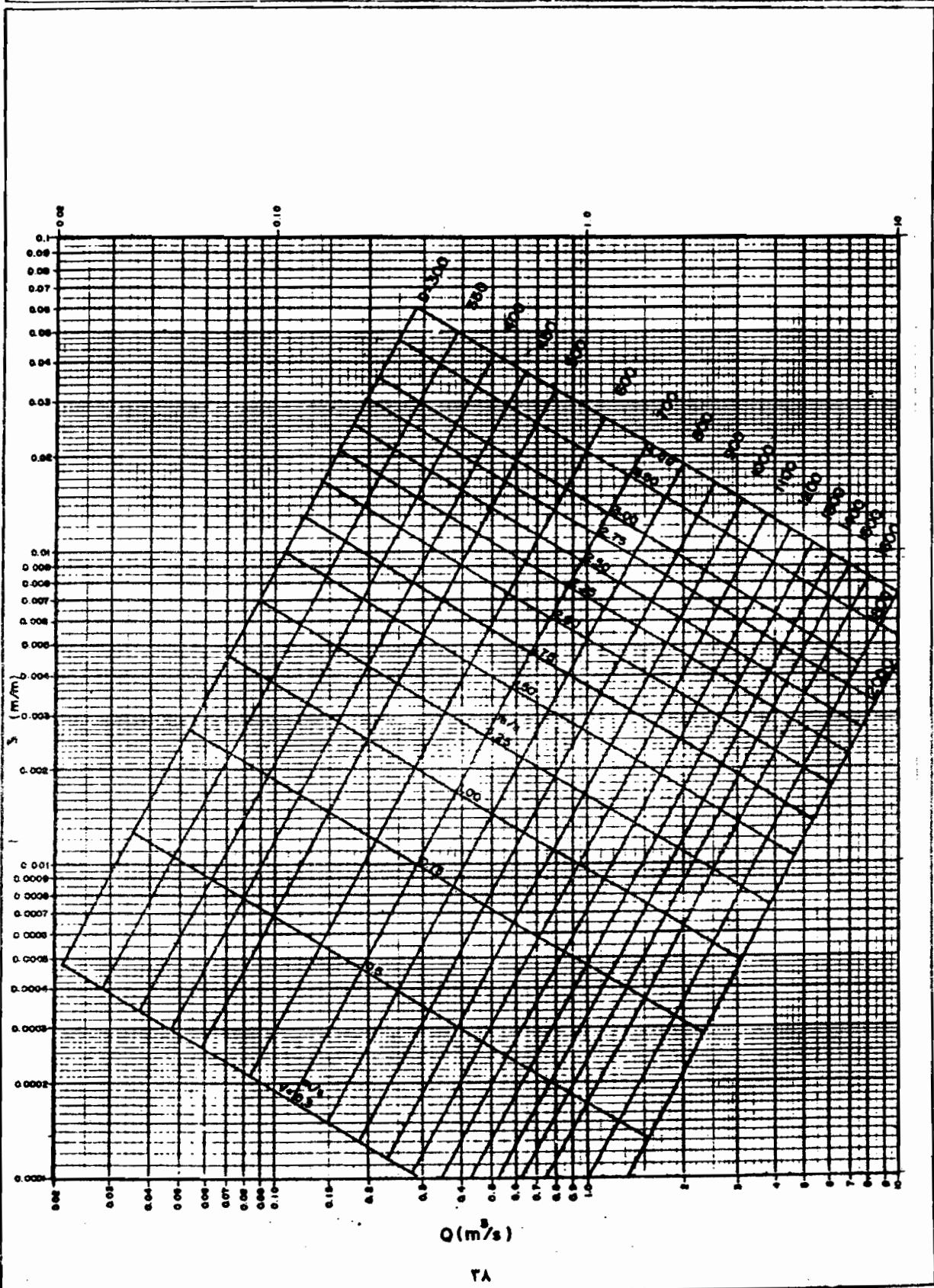
نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		وزارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پری استفاده از رابطه هینز-ویلیامز CH=90		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
تاریخ:	نمودار: الف - ۳/۸	شماره نشریه: ۱۰۵
		ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی



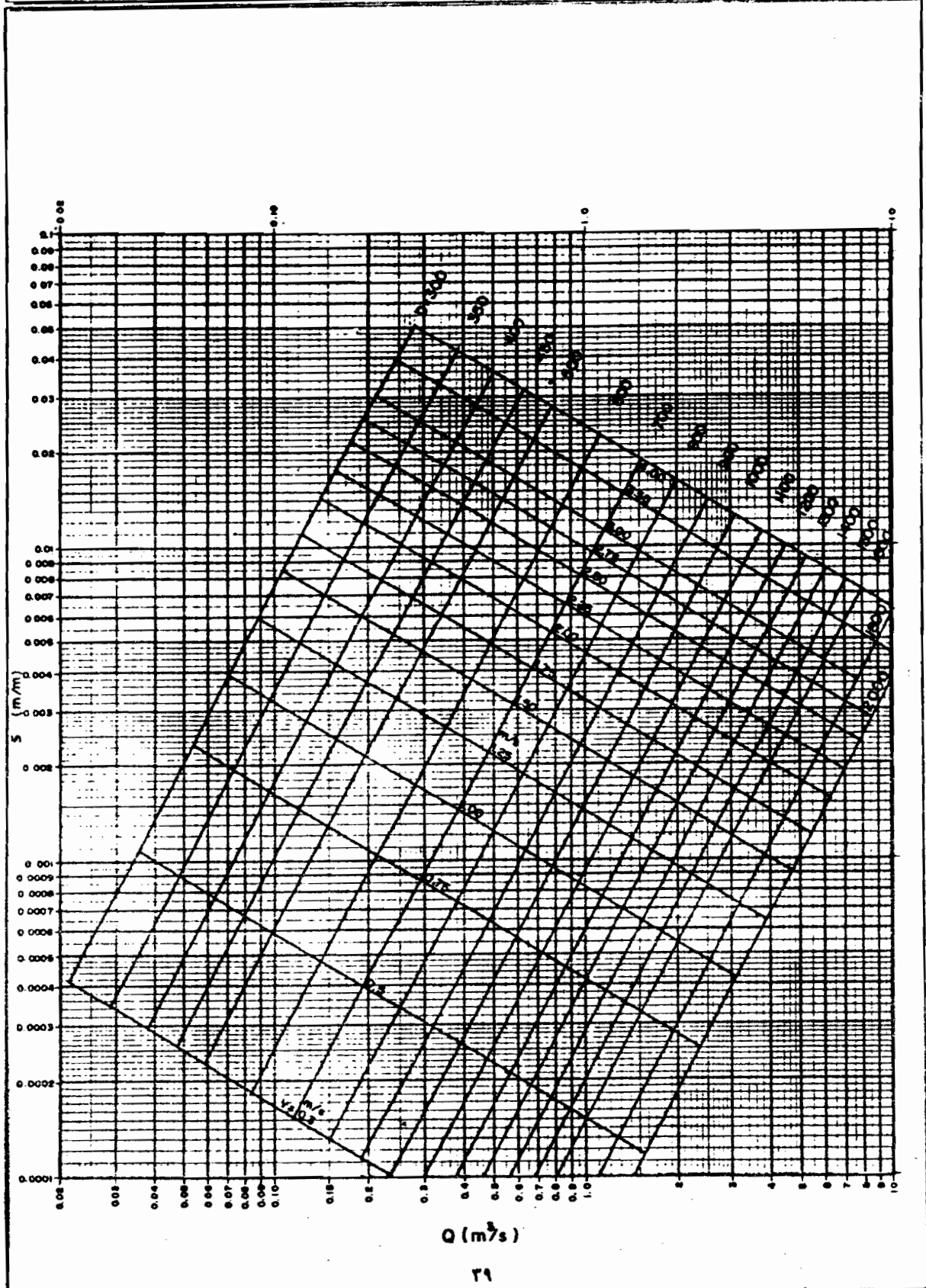
نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		وزارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پر با استفاده از رابطه هیزن-ویلیمز CH 00		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف - ۳/۲	صنایع و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی
تاریخ:		



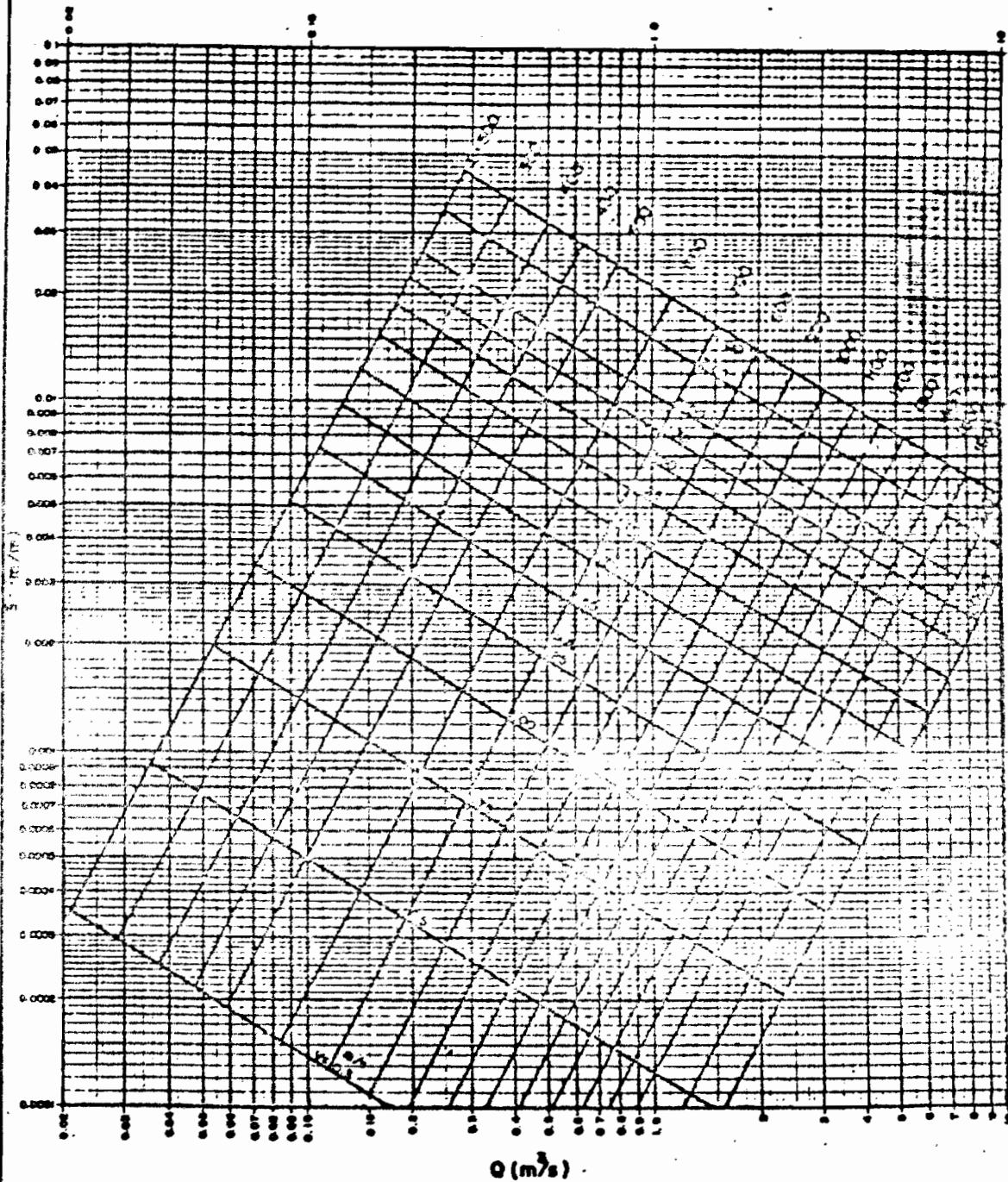
وزارت سرانه و بودجه		نام نشریه: حیدرولیک لوله ها و مجاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله های پری با استفاده از رابطه هیزن-ویلیمز CH=110	
صوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف-۳۱۰۰
		تاریخ:	



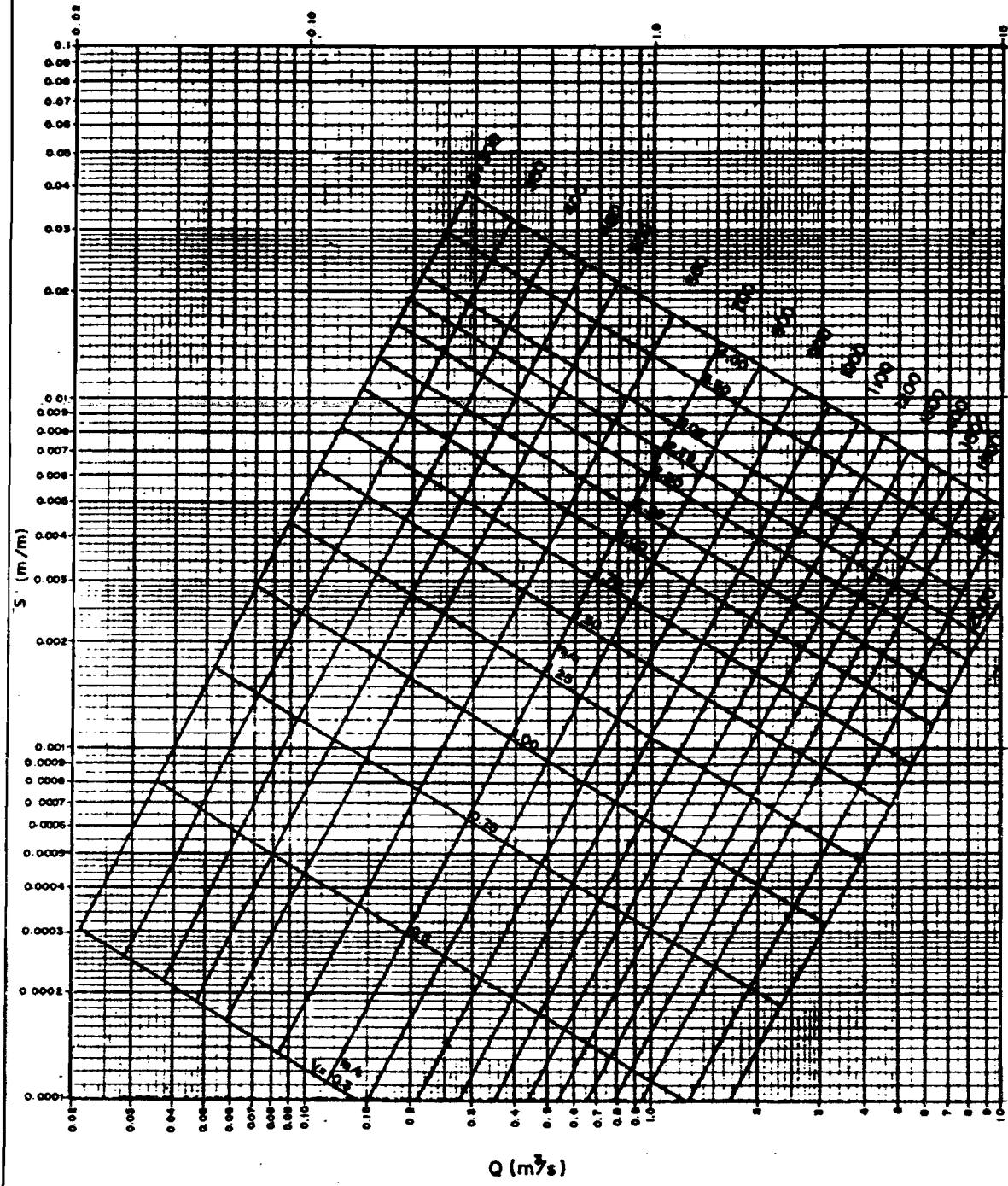
درارت برنامه و پروژه		نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری	
دفتر تحقیقات و معیاری متری		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پر با استفاده از رابطه هین-ویلیامز $CH=120$	
ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف - (۱) ۳
		تاریخ:	



وزارت برنامه و بودجه		نام نشریه: صدور و لیکت لوله ها و محاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای مینی		عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله های پر با استفاده از رابطه هیزن-ویلیمز $CH=1.77$	
مصولط و معیارهای فنی شبکه های آبرازی و حرکتی		شماره نشریه: ۱۰۵	نردار: الف - ۳۱۲
		تاریخ:	

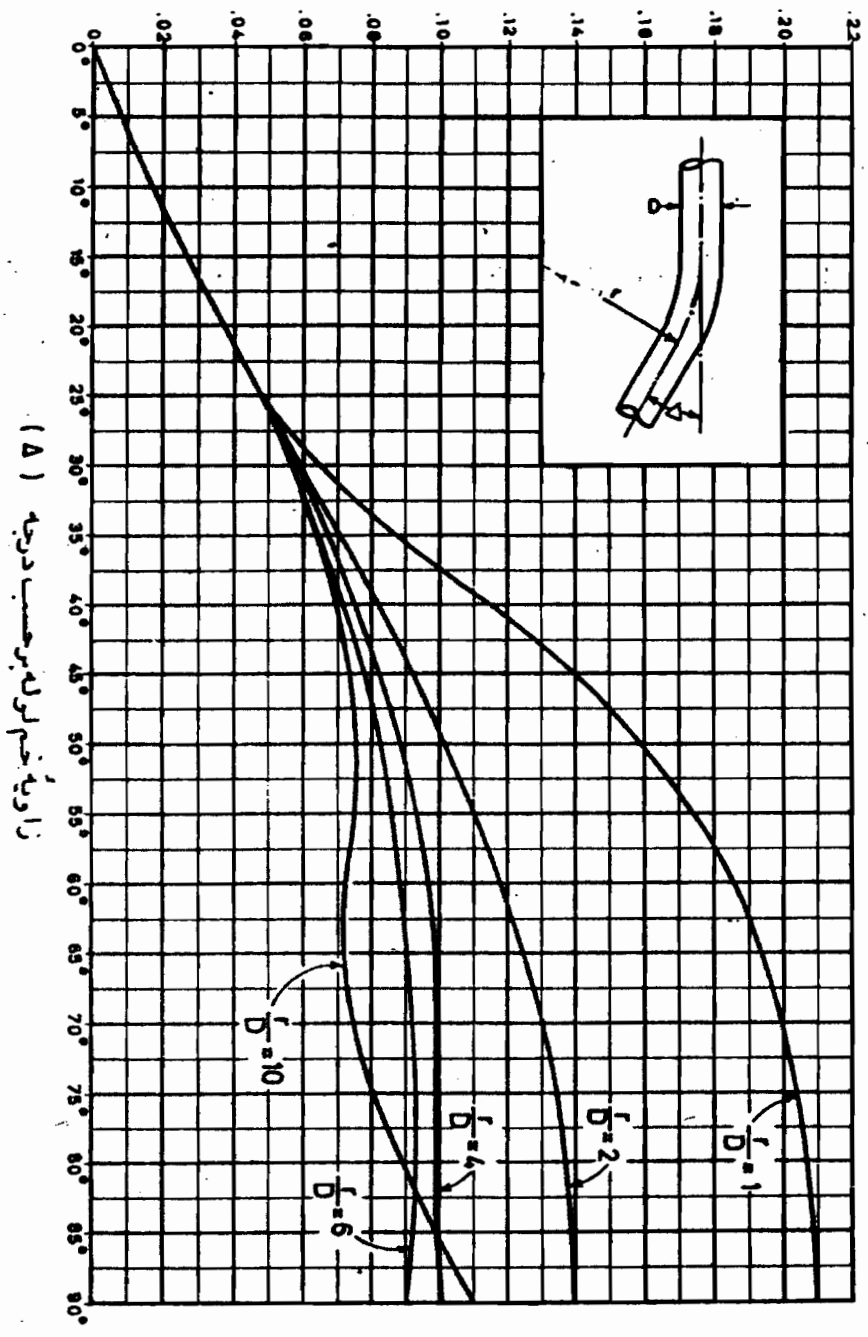


نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		وزارت برنامه و بودجه	
عنوان: نمودار هیدرولیکی لوله‌های پریاستفاده از رابطه هیزن-ویلیامز CH=140		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی	
تاریخ:	نمودار: الف - ۳/۱۳	شماره نشریه: ۱۰۵	مربوط به میان‌ای فنی شبکه‌دای آبیاری وزهکشی



نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		خارط برنامه و بودجه
عنوان: نمودار ضریب (Hinds) برای محاسبه افت انرژی در خم لوله‌ها		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: الف - ۳/۱۴	تاریخ:
		صنایع و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی

ضریب K



زاویه خم لوله بر حسب درجه (A)

جدول ضرایب محاسباتی مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای غیربردار (حالت اول)

Y/D	C_A	C_R	C_T	C_{ym}	C_T	K'_a	K'_v
.01	.00133	.00664	.19900	.0067	.00400	.00005	.03531
.02	.00375	.01321	.28000	.0134	.00801	.00021	.05588
.03	.00687	.01972	.34117	.0201	.01203	.00050	.07299
.04	.01054	.02617	.39192	.0269	.01606	.00093	.08814
.05	.01468	.03255	.43589	.0337	.02009	.00150	.10195
.06	.01924	.03887	.47497	.0405	.02413	.00221	.11475
.07	.02417	.04513	.51029	.0474	.02818	.00306	.12676
.08	.02944	.05132	.54259	.0542	.03223	.00407	.13811
.09	.03501	.05745	.57236	.0612	.03629	.00521	.14890
.10	.04088	.06352	.60000	.0681	.04036	.00651	.15920
.11	.04701	.06952	.62578	.0751	.04444	.00795	.16908
.12	.05339	.07546	.64992	.0821	.04853	.00953	.17857
.13	.06000	.08133	.67261	.0892	.05263	.01126	.18772
.14	.06683	.08714	.69397	.0963	.05673	.01314	.19655
.15	.07387	.09288	.71414	.1034	.06085	.01515	.20509
.16	.08111	.09855	.73321	.1106	.06497	.01731	.21336
.17	.08854	.10416	.75127	.1178	.06910	.01960	.22138
.18	.09613	.10971	.76837	.1251	.07324	.02203	.22917
.19	.10390	.11518	.78460	.1324	.07739	.02460	.23673
.20	.11182	.12059	.80000	.1398	.08155	.02729	.24409
.21	.11990	.12593	.81462	.1472	.08572	.03012	.25124
.22	.12811	.13121	.82849	.1546	.08990	.03308	.25821
.23	.13647	.13642	.84167	.1621	.09410	.03616	.26500
.24	.14494	.14156	.85417	.1697	.09830	.03937	.27161
.25	.15355	.14663	.86603	.1773	.10251	.04270	.27806

جدول ضرایب مکانیکی مشخصه‌های هندسی مقطع دایره‌ای غیره (حالت اول)

Y/D	C_A	C_R	C_T	C_{Y_m}	C_Y	K'_Q	K'_Y
.26	.16226	.15163	.87727	.1850	.10673	.04614	.28435
.27	.17109	.15656	.88792	.1927	.11097	.04970	.29048
.28	.18002	.16142	.89800	.2005	.11522	.05337	.29647
.29	.18905	.16622	.90752	.2083	.11947	.05715	.30231
.30	.19817	.17094	.91652	.2162	.12375	.06104	.30801
.31	.20738	.17559	.92499	.2242	.12803	.06503	.31357
.32	.21667	.18018	.93295	.2322	.13232	.06912	.31901
.33	.22603	.18469	.94043	.2404	.13663	.07330	.32431
.34	.23547	.18913	.94742	.2485	.14095	.07758	.32948
.35	.24498	.19349	.95394	.2568	.14529	.08195	.33452
.36	.25455	.19779	.96000	.2652	.14964	.08641	.33947
.37	.26418	.20201	.96561	.2736	.15400	.09095	.34428
.38	.27386	.20615	.97077	.2821	.15838	.09557	.34898
.39	.28359	.21023	.97550	.2907	.16278	.10027	.35356
.40	.29337	.21423	.97980	.2994	.16718	.10503	.35803
.41	.30319	.21815	.98367	.3082	.17161	.10987	.36239
.42	.31304	.22200	.98712	.3171	.17605	.11477	.36663
.43	.32293	.22577	.99015	.3261	.18051	.11973	.37078
.44	.33284	.22947	.99277	.3352	.18498	.12475	.37481
.45	.34278	.23309	.99499	.3445	.18947	.12983	.37874
.46	.35274	.23663	.99679	.3539	.19398	.13495	.38257
.47	.36272	.24009	.99820	.3634	.19851	.14011	.38629
.48	.37270	.24347	.99920	.3730	.20305	.14532	.38991
.49	.38270	.24678	.99980	.3828	.20762	.15057	.39343
.50	.39270	.25000	1.00000	.3927	.21221	.15584	.39685

جدول ب-۱-۲ (ادامه)

جدول ضرایب محاسباتی مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای غیردایره (حالت اول)

γ/D	C_A	C_R	C_T	C_{γ_m}	C_{γ}	K'_D	K'_{γ}
.51	.40270	.25314	.99980	.4028	.21681	.16115	.40017
.52	.41269	.25620	.99920	.4130	.22144	.16648	.40339
.53	.42268	.25918	.99820	.4234	.22609	.17182	.40651
.54	.43266	.26208	.99679	.4340	.23076	.17719	.40953
.55	.44262	.26489	.99499	.4448	.23546	.18256	.41245
.56	.45255	.26761	.99277	.4558	.24018	.18794	.41528
.57	.46247	.27025	.99015	.4671	.24492	.19331	.41800
.58	.47236	.27280	.98712	.4785	.24969	.19869	.42063
.59	.48221	.27527	.98367	.4902	.25448	.20405	.42316
.60	.49203	.27764	.97980	.5022	.25931	.20940	.42559
.61	.50181	.27993	.97550	.5144	.26416	.21473	.42792
.62	.51154	.28212	.97077	.5269	.26904	.22004	.43016
.63	.52122	.28423	.96561	.5398	.27395	.22532	.43229
.64	.53085	.28623	.96000	.5530	.27889	.23056	.43432
.65	.54042	.28815	.95394	.5665	.28386	.23576	.43626
.66	.54992	.28996	.94742	.5804	.28887	.24092	.43809
.67	.55936	.29168	.94043	.5948	.29391	.24602	.43982
.68	.56873	.29330	.93295	.6096	.29898	.25106	.44145
.69	.57802	.29482	.92499	.6249	.30410	.25604	.44297
.70	.58723	.29623	.91652	.6407	.30925	.26095	.44438
.71	.59635	.29754	.90752	.6571	.31445	.26579	.44569
.72	.60538	.29875	.89800	.6741	.31968	.27054	.44689
.73	.61431	.29984	.88792	.6919	.32496	.27520	.44798
.74	.62313	.30082	.87727	.7103	.33029	.27976	.44896
.75	.63185	.30169	.86603	.7296	.33566	.28422	.44982

جدول ب - ۳ (ادامه)

جدول ضرایب محاسباتی مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای غیردایره (حالت اول)

Y/D	C _A	C _R	C _T	C _{ym}	C _γ	k _D	k _V
.76	.64045	.30244	.85417	.7498	.34109	.28856	.45056
.77	.64893	.30307	.84167	.7710	.34657	.29279	.45119
.78	.65728	.30357	.82849	.7933	.35210	.29689	.45169
.79	.66550	.30395	.81462	.8169	.35769	.30085	.45206
.80	.67357	.30419	.80000	.8420	.36334	.30466	.45231
.81	.68150	.30430	.78460	.8686	.36906	.30832	.45242
.82	.68926	.30427	.76837	.8970	.37485	.31181	.45238
.83	.69686	.30409	.75127	.9276	.38071	.31513	.45221
.84	.70429	.30376	.73321	.9605	.38664	.31825	.45188
.85	.71152	.30327	.71414	.9963	.39266	.32117	.45134
.86	.71856	.30260	.69397	1.0354	.39876	.32388	.45073
.87	.72540	.30176	.67261	1.0785	.40496	.32638	.44989
.88	.73201	.30073	.64992	1.1263	.41125	.32858	.44887
.89	.73839	.29949	.62578	1.1800	.41766	.33053	.44764
.90	.74452	.29804	.60000	1.2409	.42418	.33219	.44618
.91	.75039	.29634	.57236	1.3110	.43082	.33354	.44444
.92	.75596	.29437	.54259	1.3933	.43761	.33453	.44252
.93	.76123	.29210	.51029	1.4917	.44455	.33512	.44024
.94	.76616	.28948	.47497	1.6131	.45165	.33527	.43760
.95	.77072	.28645	.43589	1.7681	.45895	.33491	.43454
.96	.77486	.28291	.39192	1.9771	.46647	.33393	.43096
.97	.77853	.27870	.34117	2.2819	.47425	.33218	.42667
.98	.78165	.27351	.28000	2.7916	.48234	.32936	.42136
.99	.78407	.26658	.19900	3.9401	.49084	.32476	.41420

جدول ب- (۳) (ادامه)

جدول نسبت مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای با شرایط جریان غیرویژ و شرایط جریان بر (حالت دوم)

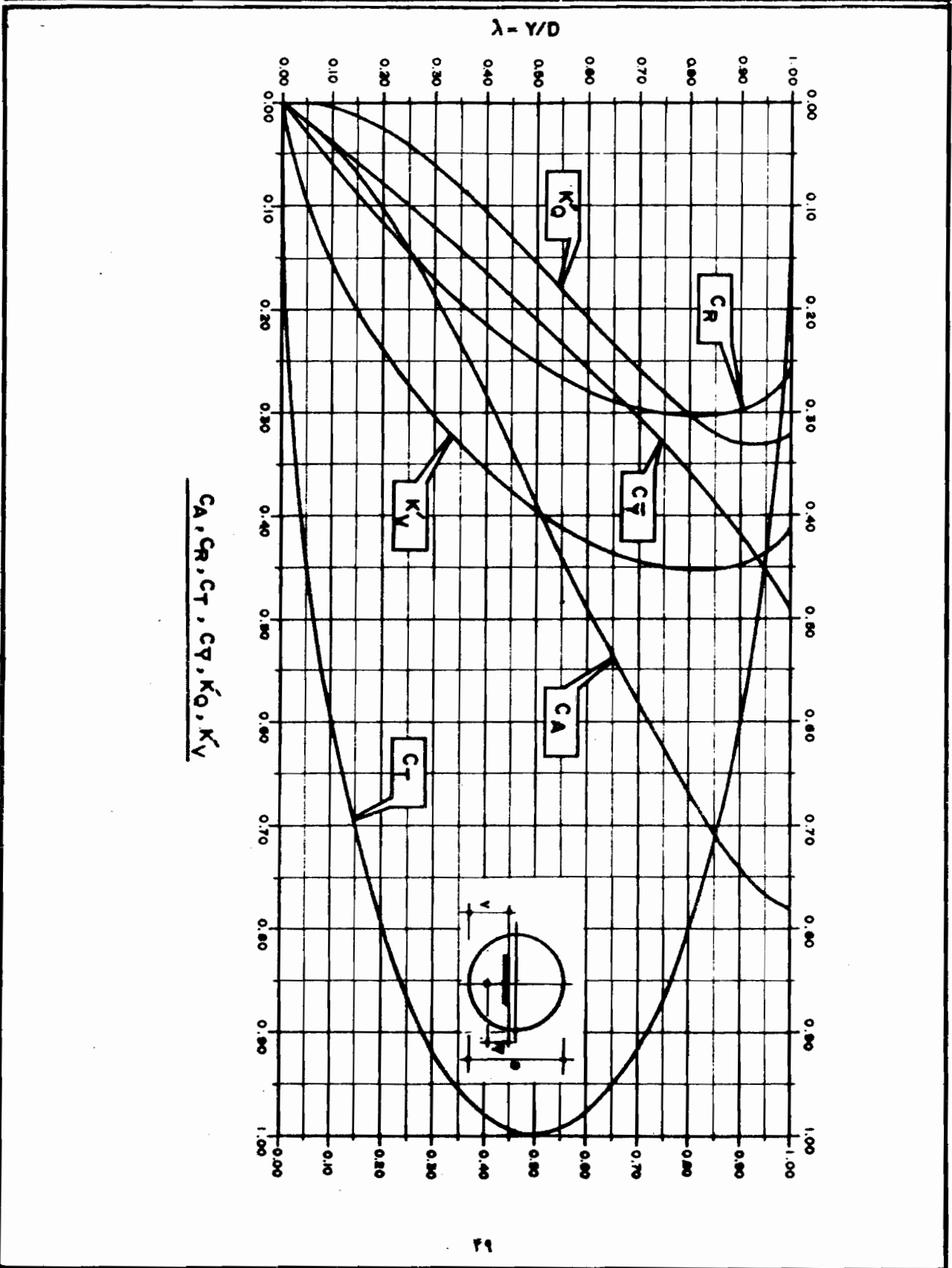
Y/D	A/A _g	R/R _g	V/V _g	Q/Q _g	Y/D	A/A _g	R/R _g	V/V _g	Q/Q _g
.01	.017	.0265	.0890	.0002	.16	.2066	.6065	.7165	.1490
.02	.0048	.0528	.1408	.0007	.17	.2178	.6262	.7320	.1595
.03	.0087	.0789	.1839	.0016	.28	.2297	.6457	.7471	.1712
.04	.0134	.1047	.2221	.0030	.29	.2407	.6649	.7618	.1834
.05	.0187	.1302	.2569	.0049	.30	.2523	.6838	.7761	.1958
.06	.0245	.1555	.2892	.0071	.31	.2640	.7024	.7902	.2086
.07	.0308	.1805	.3194	.0098	.32	.2759	.7207	.8038	.2218
.08	.0375	.2053	.3480	.0130	.33	.2878	.7387	.8172	.2352
.09	.0446	.2298	.3752	.0167	.34	.2998	.7565	.8302	.2489
.10	.0520	.2541	.4012	.0209	.35	.3119	.7740	.8430	.2629
.11	.0598	.2781	.4260	.0255	.36	.3241	.7911	.8554	.2772
.12	.0680	.3018	.4500	.0306	.37	.3364	.8080	.8675	.2918
.13	.0764	.3253	.4730	.0361	.38	.3487	.8246	.8794	.3066
.14	.0851	.3485	.4953	.0421	.39	.3611	.8409	.8909	.3217
.15	.0941	.3715	.5168	.0486	.40	.3735	.8569	.9022	.3370
.16	.1033	.3942	.5376	.0555	.41	.3860	.8726	.9132	.3525
.17	.1127	.4166	.5578	.0629	.42	.3985	.8880	.9239	.3682
.18	.1224	.4388	.5775	.0707	.43	.4112	.9031	.9343	.3842
.19	.1323	.4607	.5965	.0789	.44	.4238	.9179	.9445	.4003
.20	.1424	.4824	.6151	.0876	.45	.4364	.9323	.9544	.4165
.21	.1527	.5037	.6331	.0966	.46	.4491	.9465	.9640	.4320
.22	.1631	.5248	.6507	.1061	.47	.4618	.9604	.9734	.4495
.23	.1738	.5457	.6678	.1160	.48	.4745	.9739	.9825	.4662
.24	.1845	.5662	.6844	.1263	.49	.4873	.9871	.9914	.4831
.25	.1955	.5865	.7007	.1370	.50	.5000	1.0000	1.0000	.5000

جدول ج-۲-۳

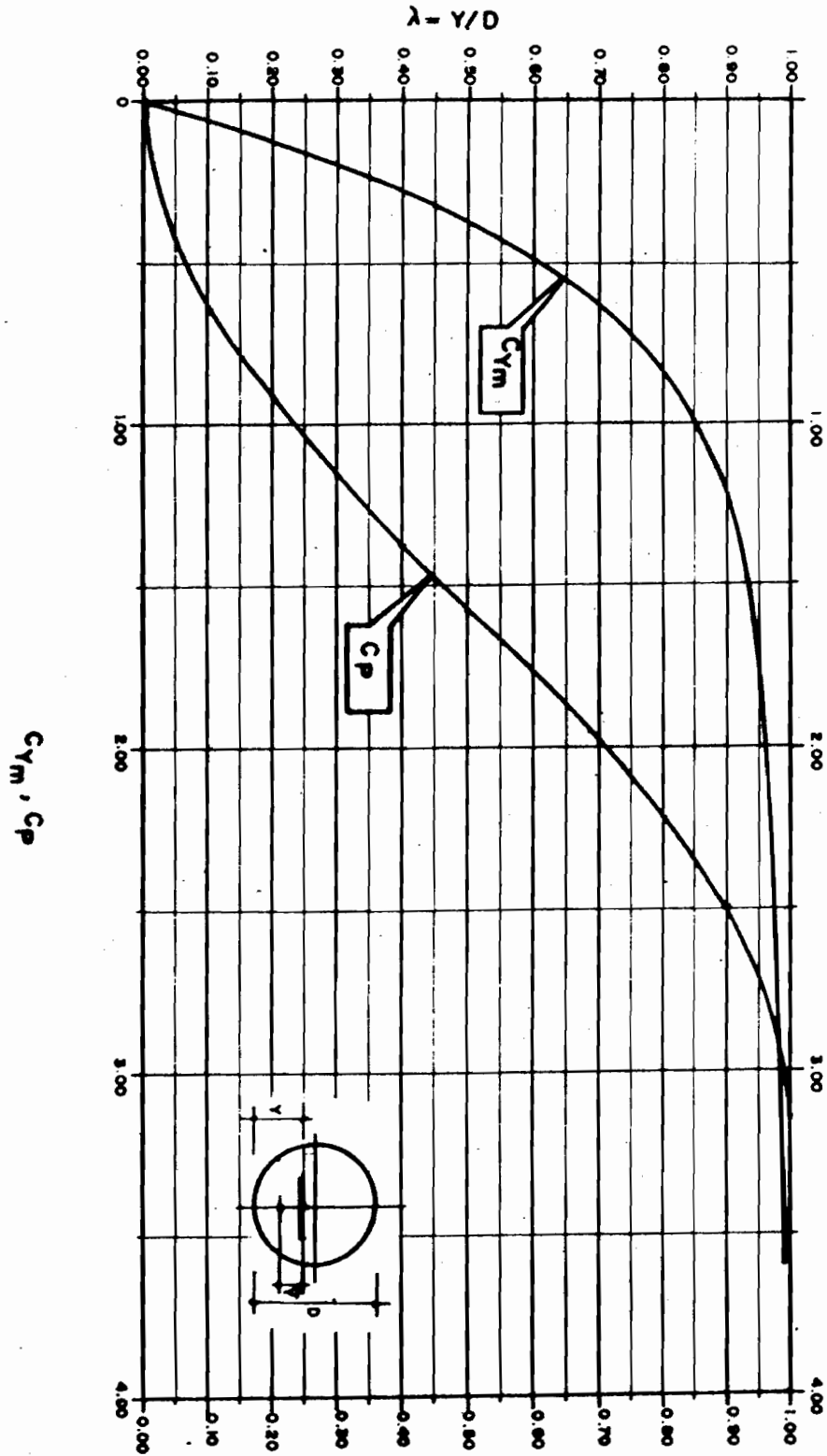
جدول نسبت مشخصات هندرونیکی مقطع دایره‌ای با شرایط جریان غیرمحدود و شرایط جریان در حالت دوم)

Y/D	A/A _g	R/R _g	V/V _g	Q/Q _g	Y/D	A/A _g	R/R _g	V/V _g	Q/Q _g
.51	.5187	1.0126	1.0084	.5170	.76	.8155	1.2097	1.1353	.9258
.52	.5205	1.0248	1.0165	.5341	.77	.8262	1.2123	1.1369	.9394
.53	.5282	1.0367	1.0243	.5513	.78	.8369	1.2143	1.1382	.9525
.54	.5309	1.0483	1.0319	.5685	.79	.8473	1.2158	1.1391	.9652
.55	.5636	1.0595	1.0393	.5857	.80	.8576	1.2168	1.1397	.9775
.56	.5782	1.0704	1.0464	.6030	.81	.8677	1.2172	1.1400	.9892
.57	.5888	1.0810	1.0533	.6202	.82	.8776	1.2171	1.1399	1.0004
.58	.6014	1.0912	1.0599	.6375	.83	.8873	1.2164	1.1395	1.0110
.59	.6140	1.1011	1.0663	.6547	.84	.8967	1.2150	1.1387	1.0211
.60	.6265	1.1106	1.0724	.6718	.85	.9059	1.2131	1.1374	1.0304
.61	.6389	1.1197	1.0783	.6889	.86	.9149	1.2104	1.1358	1.0391
.62	.6513	1.1285	1.0839	.7060	.87	.9236	1.2071	1.1337	1.0471
.63	.6636	1.1369	1.0893	.7229	.88	.9320	1.2029	1.1311	1.0542
.64	.6759	1.1449	1.0944	.7397	.89	.9402	1.1980	1.1280	1.0605
.65	.6881	1.1526	1.0993	.7564	.90	.9480	1.1921	1.1243	1.0658
.66	.7002	1.1599	1.1039	.7729	.91	.9554	1.1853	1.1200	1.0701
.67	.7122	1.1667	1.1083	.7893	.92	.9625	1.1775	1.1151	1.0733
.68	.7241	1.1732	1.1124	.8055	.93	.9692	1.1684	1.1093	1.0752
.69	.7360	1.1793	1.1162	.8215	.94	.9755	1.1579	1.1027	1.0757
.70	.7477	1.1849	1.1198	.8372	.95	.9813	1.1458	1.0950	1.0745
.71	.7593	1.1902	1.1231	.8527	.96	.9866	1.1316	1.0859	1.0714
.72	.7708	1.1950	1.1261	.8680	.97	.9913	1.1148	1.0751	1.0657
.73	.7822	1.1994	1.1288	.8829	.98	.9952	1.0941	1.0618	1.0567
.74	.7934	1.2033	1.1313	.8976	.99	.9983	1.0663	1.0437	1.0420
.75	.8045	1.2067	1.1335	.9119	1.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

نام نشریه: هیدرولیک لوله‌ها و مجاری		وزارت برنامه و بودجه
عنوان: نمودار مشخصه‌های هیدرولیکی مقطع دایره‌ای غیرپر (حالت اول)		دفتر تحقیقات و معیارهای فنی
تاریخ:	شماره نشریه: ۱۰۵	شماره: پ-۳۱
		صنایع و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی



وزارت برنامه بودجه		نام نشریه: هیدرولیک لوله ها و مجاری	
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی		عنوان: نمودار مشخصه های هیدرولیکی مقطع دایره ای غیر پر (حالت اول)	
ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی		شماره نشریه: ۱۰۵	نمودار: پ - ۳/۲
		تاریخ:	



وزارت نیرو - تهران

نام نشریه: هیدرولیک گونه های مجاری

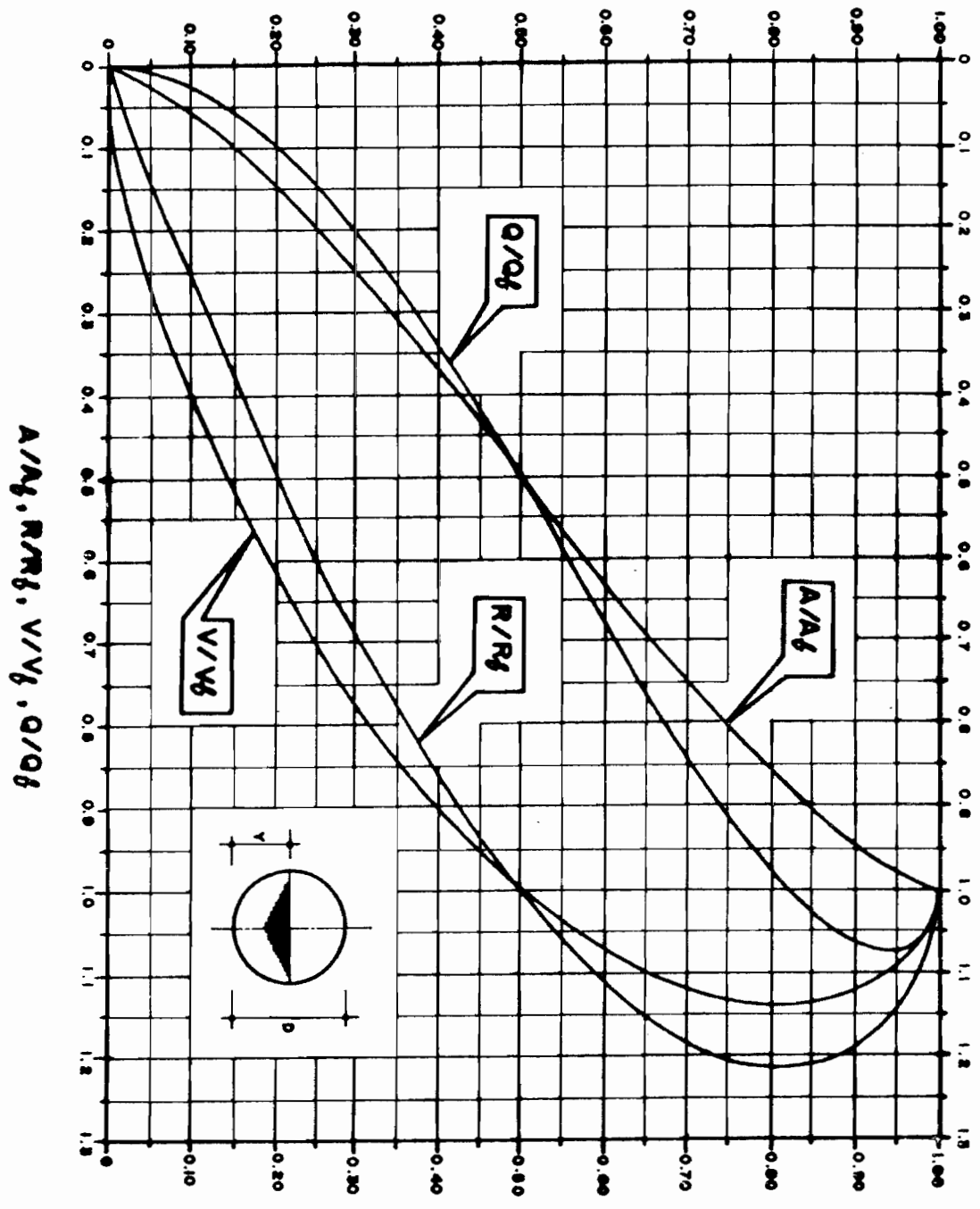
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

عنوان: نمودار مشخصه های هیدرولیکی مقطع دایرهای با جریان غیر پر نسبت به جریان پسر (حالت دوم)

ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی

شماره نشریه: ۱۰۵ نمودار: پ-۳-۳ تاریخ:

$\lambda - Y/D$



فہرست مآبع

- 1- Design of Small Canal Structures (USBR)
- 2- Handbook of Hydraulics (BRATER and KING)
- 3- Handbook of Applied Hydraulics (DAVIS and SORENSEN)
- 4- Open-Channel Hydraulics (VEN TE CHOW)
- 5- Tables & Diagrams for Designing
Sewers and Water Mains (CRIMP and BRUGES)
- 6- Design Standard No.3 (USBR)
- 7- Piping Handbook (KING)
- 8- Wastewater Engineering (METCALF & EDDY, Inc.)

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

معاونت امور فنی

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

* فهرست نشریات *

پنجم ماه

۱۳۷۲

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

شماره ردیف	عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار			شماره ردیف
			** تاریخ انتشار **			
			ماه	سال	آخرین چاپ	
۱	زلزله خیزی ایران (از سال ۱۹۰۰ تا سال ۱۹۶۹)	۱	فروردین	۱۳۵۰	-	۱
۲	زلزله هشتم مرداد ماه ۲۹ قمرناوه (گنبد کاووس)	۲	آبان	۱۳۵۰	-	۲
۳	بررسی‌های فنی	۳	آذر	۱۳۵۰	-	۳
۴	طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	۴	دی	۱۳۵۰	-	۴
۵	آزمایش لوله‌های تحت فشار سیمان و پنبه نسوز در کارگاه‌های لوله‌کشی	۵	دی	۱۳۵۰	-	۵
۶	ضمانت فنی دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در فرودگاهها	۶	اسفند	۱۳۵۰	-	۶
۷	دفترچه تیب شرح قیمت‌های واحد عملیات راه‌های فرعی	۷	اردیبهشت	۱۳۵۱	۱۳۵۲	فناقد اعتبار
۸	دفترچه تیب شرح قیمت‌های واحد عملیات راه‌های اصلی	۸	خرداد	۱۳۵۱	۱۳۵۲	فناقد اعتبار
۹	مطالعه و بررسی در تعمیرات ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدایی	۹	تیر	۱۳۵۱	-	۹
۱۰	بررسی فنی مقدماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ منطقه قیر و کارزین استان فارس	۱۰	مرداد	۱۳۵۱	-	۱۰
۱۱	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان های عمومی کوچک	۱۱	شهریور	۱۳۵۱	-	۱۱
۱۲	روازی شنیدنی و حفاظت رویه آن	۱۲	فروردین	۱۳۵۲	-	۱۲
۱۳	زلزله ۱۷ آبان ماه بندر عباس	۱۳	اردیبهشت	۱۳۵۲	-	۱۳
۱۴	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بیشترکارهای آجری)	۱۴	خرداد	۱۳۵۲	۱۳۵۳	۱۴

نمبر ست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
فاقد اعتبار	-	۱۳۵۲	شهریور	۱۵	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه ساخت ماشینهای راهسازی)	۱۵
فاقد اعتبار	-	۱۳۵۲	مهر	۱۶	شرح قیمتهای واحد تیب برای کارهای ساختمانی	۱۶
	-	۱۳۵۲	آبان	۱۷	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان های عمومی از ۱۵۰ تا ۷۲۰ تخت	۱۷
	-	۱۳۵۲	آبان	۱۸	مشخصات فنی عمومی لوله ها و اتصالات پی.وی.سی سخت برای معارف آب رسانی	۱۸
	-	۱۳۵۲	آذر	۱۹	روش نصب و کارگذاری لوله های پی.وی.سی	۱۹
	۱۳۶۴	۱۳۵۲	آذر	۲۰	جوشکاری در ساختمانهای فولادی	۲۰
	۱۳۶۳	۱۳۵۲	آذر	۲۱	تجهیز و سازماندهی کارگاه جوشکاری	۲۱
	۱۳۶۲	۱۳۵۲	دی	۲۲	جوپذیری فولادهای ساختمانی	۲۲
	۱۳۶۵	۱۳۵۲	بهمن	۲۳	بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی	۲۳
	۱۳۶۴	۱۳۵۲	بهمن	۲۴	ایمنی در جوشکاری	۲۴
	-	۱۳۵۲	بهمن	۲۵	زلزله ۲۳ نوامبر ۱۹۷۲ ماناگوا	۲۵
	۱۳۶۲	۱۳۵۲	بهمن	۲۶	جوشکاری در درجا تخرارت پایین	۲۶
	-	۱۳۵۲	اسفند	۲۷	مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان	۲۷
	-	۱۳۵۳	اردیبهشت	۲۸	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی (بخش ملاتها)	۲۸
	-	۱۳۵۳	خرداد	۲۹	بررسی نحوه توزیع منطقی تخت های بیمارستانی کشور	۲۹

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

****	** تاریخ انتشار **			*** شماره نشریه ***	***** عنوان نشریه *****	*** شماره ردیف ***
	ملاحظات	چاپ				
		آخرین چاپ	اول			
****	سال	سال	ماه	***	*****	***
		۱۳۶۵	خرداد	۳۰	مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعها و سپرها	۳۰
		-	تیر	۳۱	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش اندودها، قرنیزها و بندکشی)	۳۱
		-	تیر	۳۲	شرح قیمت‌های واحدهای برای کارهای لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان	۳۲
فاقد اعتبار		-	مرداد	۳۳	مشخصات فنی عمومی راههای اصلی	۳۳
فاقد اعتبار		-	شهریور	۳۴	مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان	۳۴
فاقد اعتبار		-	شهریور	۳۵	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی	۳۵
فاقد اعتبار		-	مهر	۳۶	مشخصات فنی عمومی کارهای بنایی	۳۶
		-	آبان	۳۷	استانداردهای نقشه کشی	۳۷
فاقد اعتبار		-	آبان	۳۸	مشخصات فنی عمومی اندودکاری	۳۸
فاقد اعتبار		-	آذر	۳۹	شرح قیمت‌های واحدهای برای کارهای تاسیسات حرارتی و تهویه مطبوع	۳۹
فاقد اعتبار		-	آذر	۴۰	مشخصات فنی عمومی در و پنجره	۴۰
فاقد اعتبار		-	بهمن	۴۱	مشخصات فنی عمومی شیشه کاری در ساختمان	۴۱
فاقد اعتبار		-	بهمن	۴۲	مشخصات فنی عمومی کاشیکاری و کف پوش در ساختمان	۴۲
		-	اسفند	۴۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کاشیکاری، سرامیک کاری، فرش کف و عایق کاری)	۴۳

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
****				****	****	****
		۱۳۵۴	اردیبهشت	۴۴	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی.وی.سی در لوله کشی آب آشامیدنی	۴۴
		۱۳۵۴	اردیبهشت	۴۵	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی.وی.سی در مصارف صنعتی	۴۵
		۱۳۵۴	خرداد	۴۶	زلزله ۱۶ اسفند ۱۳۵۳ (سرخون بندر عباس)	۴۶
		۱۳۵۴	تیر	۴۷	استاندارد پیشنهادی اتصالات لوله های تحت فشار پی.وی.سی	۴۷
فاقد اعتبار		۱۳۵۴	تیر	۴۸	مشخصات فنی عمومی راه های فرمی درجه یک و دو	۴۸
		۱۳۵۴	تیر	۴۹	بحثی پیرامون فساد ساختمان های اداری	۴۹
		۱۳۵۴	تیر	۵۰	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای ختاب نگار در ایران	۵۰
فاقد اعتبار		۱۳۵۴	مهر	۵۱	مشخصات فنی عمومی کارهای نصب ورقهای پوششی سقف	۵۱
فاقد اعتبار		۱۳۵۴	شهریور	۵۲	شرح قیمتهای واحدهای برای کارهای تاسیسات برق	۵۲
		۱۳۵۴	شهریور	۵۳	زلزله های سال ۱۹۷۰ کشور ایران	۵۳
		۱۳۵۴	مهر	۵۴	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی در لوله کشی آب سرد	۵۴
		۱۳۵۴	آذر	۵۵	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی	۵۵
		۱۳۵۴	آذر	۵۶	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی	۵۶
		۱۳۵۴	آذر	۵۷	شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن آرمه	۵۷

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
		۱۳۵۴	آذر	۵۸	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران	۵۸
فاقد اعتبار		۱۳۵۴	دی	۵۹	شرح قیمت‌های واحد تیپ برای خطوط انتقال آب	۵۹
فاقد اعتبار		۱۳۵۵	فروردین	۶۰	شرح قیمت‌های واحد تیپ برای شبکه توزیع آب	۶۰
		۱۳۵۵	اردیبهشت	۶۱	طرح و محاسبه قابهای شیدار و قوسی فلزی	۶۱
		۱۳۵۵	مرداد	۶۲	نگرشی بر کارکرد و نارساییهای کوی نهم آبسان	۶۲
		۱۳۵۵	مرداد	۶۳	زلزله‌های سال ۱۹۶۹ کشور ایران	۶۳
فاقد اعتبار		۱۳۵۵	شهریور	۶۴	مشخصات فنی عمومی درزه‌های انبساط	۶۴
فاقد اعتبار		۱۳۵۵	آبان	۶۵	نقاشی ساختمانها (آشپزخانه)	۶۵
		۱۳۵۵	آذر	۶۶	تحلیلی بر روند گداز گدازهای سکونت در شهرها	۶۶
		۱۳۵۵	بهمن	۶۷	راهنمایی برای اجرای ساختمان بناهای اداری	۶۷
		۱۳۵۶	اردیبهشت	۶۸	ضوابط تجزیه و تحلیل قیمت‌های واحداقلام مربوط به خطوط انتقال آب	۶۸
		۱۳۵۶	خرداد	۶۹	زلزله‌های سال ۱۹۶۸ کشور ایران	۶۹
		۱۳۵۶	تیر	۷۰	مجموعه مقالات سمینار سمنو (پیشرفت‌های اخیر در کاشی‌های خطر زلزله، تهران ۲۳-۲۵ آبان‌ماه ۱۳۵۵)	۷۰
		۱۳۵۶	مرداد	۷۱	ملاحظات ابنیه فنی آهنی و فولادی در مقابله با زلزله خورندگی	۷۱

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای علمی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
*****		۱۳۵۶	مرداد	۷۲	راهنمای آزمایش برای تجزیه قیمتهای واحد کارهای تاسیساتی	۷۲
		۱۳۵۶	شهریور	۷۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیات خاکی با وسایل مکانیکی)	۷۳
		۱۳۵۶	شهریور	۷۴	ضوابط برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (بر اساس آئین نامه AISC)	۷۴
		۱۳۵۶	مهر	۷۵	برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی و راهسازی	۷۵
		۱۳۵۶	آذر	۷۶	مجموعه راهنمای تجزیه و احداثیهای واحد کارهای ساختمانی و راهسازی (قسمت اول)	۷۶
		۱۳۵۶	دی	۷۷	زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی	۷۷
	۱۳۶۲	۱۳۵۷	فروردین	۷۸	راهنمای طرح ساختمانهای فولادی	۷۸
	۱۳۶۴	۱۳۶۰	دی	۷۹	شرح خدمات نقشه برداری	۷۹
		۱۳۶۰	اسفند	۸۰	راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله خیز	۸۰
		۱۳۶۱	مهر	۸۱	سیستم گازهای طبیعی در بیمارستان ها - محاسبات و اجرا	۸۱
	۱۳۷۰	۱۳۶۲	مهر	۸۲	راهنمای اجرای سقفهای تیرچه و بلوک	۸۲
	۱۳۶۶			۸۳	نقشه های تیب پلها و آبروها تا دهانه ۸ متر	۸۳
		۱۳۶۳	خرداد	۸۴	طراحی مسکن برای اهل مناطق معلولیت (با صندوق چرخدار)	۸۴
				۸۵	معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی	۸۵

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

*****	** تاریخ انتشار **			*** شماره نشریه ***	***** عنوان نشریه *****	*** شماره ردیف ***
	لا حظات	چاپ				
		آخرین چاپ	اول			
*****	سال	سال	ماه	***	*****	***
	۱۳۶۴			۸۶	معیارهای طرح‌های راه‌های روستائیان	۸۶
	۱۳۶۷			۸۷	معیارهای طرح‌های تقاطع‌ها	۸۷
	۱۳۶۴			۸۸	چکیده‌ای از طرح‌های راه‌ها و تقاطع‌ها	۸۸
	۱۳۷۰	۱۳۶۹	آبان	۸۹	مشخصات فنی تاسیسات بسرق بیمارستان	۸۹
		۱۳۶۳	اسفند	۹۰	دیوارهای سنگی	۹۰
		۱۳۶۴		۹۱	القای کالبدخانه سنتی (بیزد)	۹۱
		۱۳۶۳	تیر	۹۲	جزئیات معماری ساختمانهای آجری	۹۲
		۱۳۶۳	آبان	۹۳	گزارش فنی (ساختمان مرکز بهداشت قاسم)	۹۳
	۱۳۶۷	۱۳۶۶		۹۴	تیرچه‌های پیش ساخته خرباشی (مشخصات فنی، روش طرح و محاسبه به انضمام جدولهای محاسبه تیرچه‌ها)	۹۴
		۱۳۶۸		۹۵	مشخصات فنی نقشه برداری	۹۵
		۱۳۶۵		۹۶	جدول طراحی ساختمانهای بتن فولادی به روش حالت حدی	۹۶
		۱۳۶۵		۹۷	ضوابط طراحی فضاهای آموزشگاه های فنی و حرفه‌ای (جلد اول، کارگاههای مربوط به رشته ساختمان)	۹۷
	۱۳۶۷	۱۳۶۶		۹۸	ضریب‌ها و جدولهای تبدیل واحدها و مقیاسها	۹۸
		۱۳۷۰		۹۹	وسایل کنترل ترافیک	۹۹
		۱۳۶۸		۱۰۰	بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار	۱۰۰

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات *****	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه ***	عنوان نشریه *****	شماره ردیف ***
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
		۱۳۶۲	دی	۱۰۱	مشخصات فنی عمومی راه	۱۰۱
		۱۳۶۶		۱۰۲	مجموعه نقشه های تیپ تابلیه یلها (پیش ساخته، پیش تنیده، درجا) تادخانه ۲۰ متر	۱۰۲
		۱۳۶۷		۱۰۳	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (منابع آب و خاک و نحوه بهره برداری درگذشته و حال)	۱۰۳
		۱۳۶۷		۱۰۴	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (هیدرولیک کانالها)	۱۰۴
		۱۳۶۷		۱۰۵	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (هیدرولیک لوله ها و مجاری)	۱۰۵
		۱۳۶۷		۱۰۶	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (اندازه گیرهای جریان)	۱۰۶
		۱۳۷۱		۱۰۷	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (نقشه های تیپ)	۱۰۷
		۱۳۶۸		۱۰۸	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (مشخصات فنی عمومی)	۱۰۸
		۱۳۶۸		۱۰۹	ی ضوابط و معیارهای فنی شبکه ها آبیاری و زهکشی (خدمات فنی دوران بهره برداری و نگهداری)	۱۰۹
		۱۳۷۱		۱۱۰	مشخصات فنی عمومی و اجرائی تاسیسات برقی ساختمان	۱۱۰
		۱۳۶۷		۱۱۱	محافظة ساختمان در برابر حریق (بخش اول)	۱۱۱
زیر چاپ				۱۱۲	محافظة ساختمان در برابر حریق (بخش دوم)	۱۱۲

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
		۱۳۶۸		۱۱۳	کتابنامه تونل و تونل سازی	۱۱۳
		۱۳۶۸		۱۱۴	کتابنامه بندر	۱۱۴
		۱۳۷۱		۱۱۵	مشخصات فنی عمومی ساختمانهای گوسفندداری	۱۱۵
		۱۳۷۱		۱۱۶	استاندارد کیفیت آب آشامیدنی	۱۱۶
		۱۳۷۱		۱۱۷	مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری	۱۱۷
		۱۳۷۱		۱۱۸	مبانی و ضوابط طراحی شبکه های جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب شهری	۱۱۸
		۱۳۷۱		۱۱۹	دستورالعمل های تهیه نقشه برداری (مجموعه ای شامل ۴ جلد)	۱۱۹
	۱۳۷۱	۱۳۷۰		۱۲۰	آئین نامه بتن ایران (بخش اول)	۱۲۰
		۱۳۷۱		۱۲۱	ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه آب شهری	۱۲۱
		۱۳۷۱	تیر	۱۲۲	مجموعه نقشه های تهیه اجرایی ساختمانهای گوسفندداری	۱۲۲
		۱۳۷۱		۱۲۳	ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی	۱۲۳
زیر چاپ				۱۲۴	مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی	۱۲۴
زیر چاپ				۱۲۵	مجموعه نقشه های تهیه اجرایی مخازن آب زمینی	۱۲۵
				۱۲۶	فهرست مقادیر و آحاد بهای مخازن آب زمینی	۱۲۶
		۱۳۷۲		۱۲۷	آزمایشهای تهیه مکانیک خاک (شناسایی و طبقه بندی خاک)	۱۲۷

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول				
*****	سال	سال	ماه	***	*****	***
		۱۳۷۲		۱۲۸	مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمانها	۱۲۸
زیر چاپ				۱۲۹-۳	ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه فاضلاب شهری	۱۲۹
زیر چاپ				۱۳۰-۳	گزارش و آمار روزانه بهره برداری از تصفیه خانه های آب	۱۳۰

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات *****	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه ***	عنوان نشریه *****	شماره ردیف ***
	آخرین چاپ	چاپ اول				
	سال	سال	ماه			
					مجموعه برگردان مقاله‌های برگزیده از سمینارهای بین‌المللی تونل‌سازی (تونل‌سازی ۸۵)	۱
					مجموعه سخنرانی‌های دومین سمینار تونل‌سازی	۲
		۱۳۶۵		-	بستن در مناطق گرمسیر (اولین سمینار بندر سازی)	۳
		=		-	مجموعه مقاله‌های ارائه شده به چهارمین سمپوزیوم آثر و دینامیک و تئویه تونل‌های راه (انگلستان ۱۹۸۲)	۴
		=		-	مجموعه مقاله‌های ارائه شده به کنفرانس محافظت ساختمانها در برابر حریق (۲۹-۳۰ تیر ماه ۱۳۶۵)	۵
		=		-	مجموعه سخنرانی‌های سومین سمینار تونل‌سازی	۶
		=		-	مجموعه سخنرانی‌های اولین سمینار بندر سازی	۷
		۱۳۶۷		-	توصیه‌های بین‌المللی متحد الشکل برای محاسبه و اجرای سازه‌های منتشکل از پانل‌های بسزرگ بهم پیوسته	۸
				-	چهارم معماری دژ فولدر آینه امرو ز	۹
	۱۳۷۱	۱۳۶۸		-	واژه نامه بستن (بخشی از آئین نامه بستن ایران)	۱۰
		۱۳۶۹		-	مهندسی زلزله و تحلیل سازه هادر برابر زلزله	۱۱
		۱۳۶۸		-	بررسی و تهیه بستن با مقاومت بالا با استفاده از کلینگر	۱۲

فهرست مجموعه سخنرانیها و مقالات سمینارها و نشریات بدون شماره

دستور تحقیقات و معیارهای فنی

ملاحظات	** تاریخ انتشار **			شماره نشریه	عنوان نشریه	شماره ردیف
	آخرین چاپ	چاپ اول	ماه			
*****	سال	سال	ماه	***	*****	***
		۱۳۶۹		-	مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۶۹	۱۳
		۱۳۶۹		-	مجموعه مقالات سمینار بتن ۶۷	۱۴
		۱۳۶۹	آبان	-	گزارش زلزله منجیل ۳۱ مرداد ماه ۱۳۶۹	۱۵
		۱۳۶۹	آبان	-	مجموعه مقالات اولین سمینار بین المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلدهای اول و دوم)	۱۶
		۱۳۷۰	مرداد	-	مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۶۹ (پیوست)	۱۷
		۱۳۷۰			بررسی، ارزیابی و نقد طرحهای مرتع و آبخیزداری	۱۸
		۱۳۷۰			بررسی، ارزیابی و نقد طرحهای مرتع و آبخیزداری (جمع بندی و نتیجه گیری)	۱۹
		۱۳۷۰			مجموعه مقالات اولین سمینار بین المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلد سوم)	۲۰
		۱۳۶۹			زلزله و شکل پذیری سازه های بتن آرمه	۲۱
		۱۳۷۱	آبان	-	خلاصه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱	۲۲
		۱۳۷۱	آبان	-	مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱ (فارسی)	۲۳
		۱۳۷۱	آبان	-	مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱ (انگلیسی)	۲۴
		۱۳۷۲	آبان	-	مجموعه مقالات دومین سمینار بین المللی مکانیک و مهندسی پی ایران (فارسی - انگلیسی)	۲۵

فهرست مجموعه سخنرانیها و مقالات سمینارها و نظریات بدون شماره

دفتر تحقیقات و سمینارهای فنی

****	** تاریخ انتشار **			***	*****	***
ملاحظات	آخرین چاپ	چاپ اول		شماره نظریه	عنوان نظریه	شماره ردیف
****	سال	سال	ماه	***	*****	***
		۱۳۷۲	فروردین		مقدمه ای بر وضع موجود اداری، تولیدات دامی، بیماری و خدمات دامپزشکی در کشور	۲۶