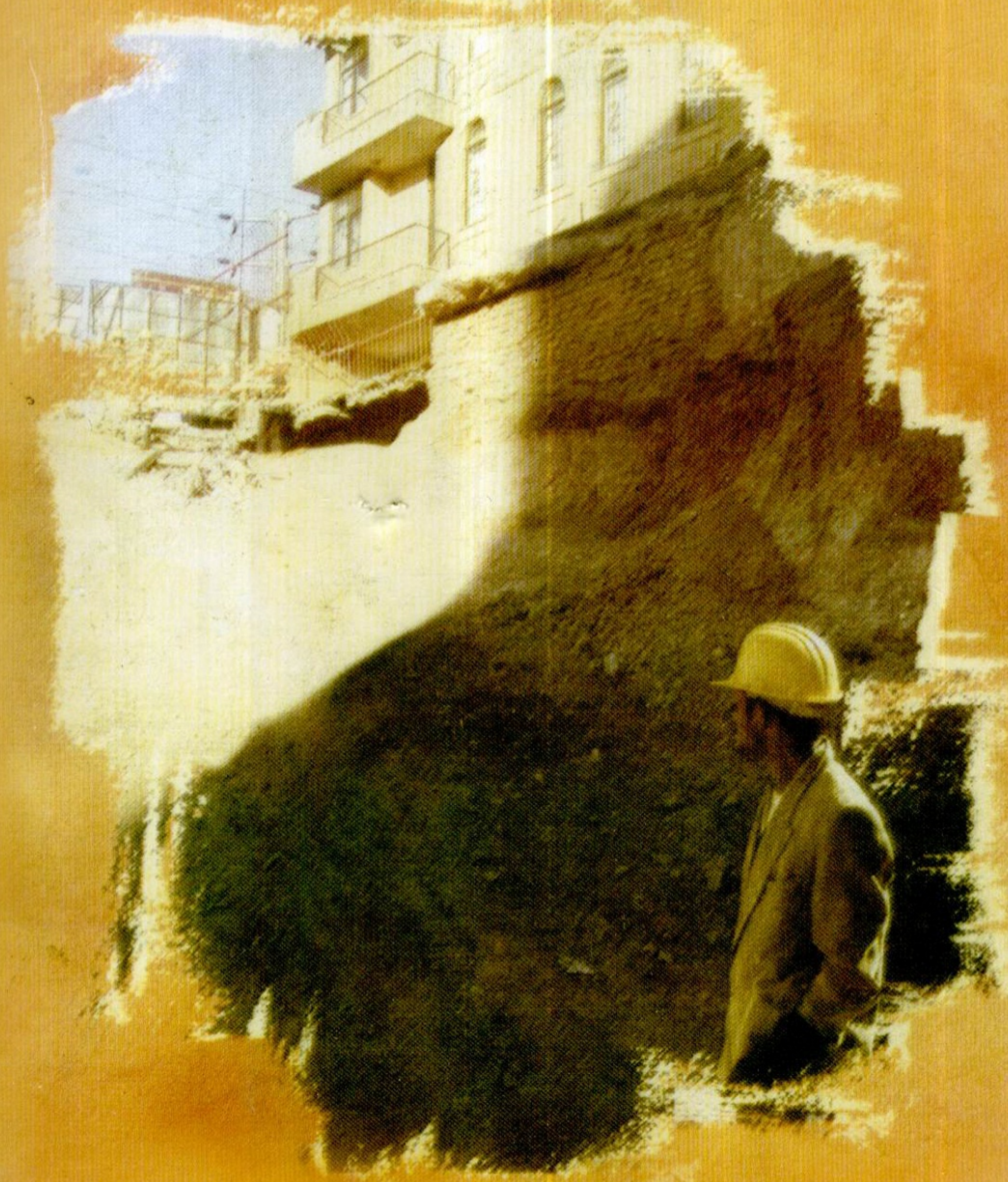
وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

اصول و مبانی
کوه‌پره‌داری و سازه های نگهبان



دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

اصول و مبانی
گودبرداری و سازه های نگهبان

(از مجموعه مباحث آموزشی دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان)

گردآوری و تدوین
دکتر حمیدرضا اشرفی

سال ۱۳۸۵
دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

اشرفی، حمیدرضا، ۱۳۳۶-
اصول و مبانی گودبرداری و سازه‌های نگهبان/ گردآوری و تدوین
حمیدرضا اشرفی؛
تهیه کننده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان- تهران: بهینه، ۱۳۸۵.
۱۲، ۳۵۶ ص: مصور، نمودار. -(.... مجموعه مباحث آموزشی دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان)
ISBN 964-9935-83-7
فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا:
۱- گودبرداری ۲- گودبرداری- پیش‌بینیهای ایمنی ۳- عملیات خاکی ۴- سازه، تجزیه و تحلیل ۵- اطمینان پذیری(مهندسی) الف: ایران، وزارت مسکن و شهرسازی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ب: عنوان
۶الف۵الف/TH۵۱۰۱ ۶۲۴/۱۵۲
کتابخانه ملی ایران ۸۵-۳۵۷۳م

نام کتاب : اصول و مبانی گودبرداری و سازه‌های نگهبان
مؤلف : حمیدرضا اشرفی
تهیه کننده : دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
ناشر : انتشارات بهینه
نوبت چاپ : پنجم ۱۳۹۳
تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
قیمت : ۱۴۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق مادی و معنوی چاپ برای دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان محفوظ است.

پیش‌گفتار

معمولاً در کنار مدارک فنی لازم‌الاجرا مانند مقررات ملی ساختمان که کاملاً اجمالی و فاقد جنبه‌های ارشادی و آموزشی است، مدارک فنی دیگری نیز تهیه و تدوین می‌شود که برخلاف مقررات جنبه راهنمایی، توضیحی یا آموزشی دارد که در این راستا تا کنون راهنماهای متعددی از طرف این دفتر تهیه و در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار گرفته است.

در سالهای اخیر با توجه به توسعه و گسترش شهرها و افزایش سرعت ساخت و سازهای شهری به دلیل انجام گودبرداری‌های غیراصولی در موارد متعددی شاهد فروریختن دیواره‌های گود و یا ساختمانهای جانبی می‌باشیم که باعث جان باختن انسانهای بی‌گناهی گردیده‌است. این گونه حوادث اگر در گذشته فقط مختص تهران و چند شهر بزرگ بود اینک به شهرهای متوسط و کوچک نیز سرایت کرده است. لذا این دفتر بر آن شد تا با گردآوری منابع داخلی و خارجی و با توجه به تجربه‌های علمی و عملی موجود، مجموعه حاضر را تحت عنوان اصول و مبانی گودبرداری و سازه‌های نگهبان، تقدیم جامعه مهندسی کشور نماید.

در خاتمه ضمن تشکر از معاونت محترم شهرسازی و معماری شهرداری تهران به خاطر صدور مجوز بهره‌برداری از کتاب گودبرداری و ایمن‌سازی بعنوان مرجع و جناب آقای دکتر حمیدرضا اشرفی که مسئولیت گردآوری این کتاب را برعهده داشته‌اند از کلیه صاحبنظران، اساتید و دست‌اندرکاران ساخت و ساز بویژه مجریان تقاضا دارد با ارسال نظرات و پیشنهادات خود ما را در جهت غنای هر چه بیشتر این کتاب یاری فرمایند.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

فهرست

فصل اول	**مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان**	**۱**
فصل دوم	**مبانی محاسبات سازه های نگهبان خرپایی**	**۲۷**
فصل سوم	**طراحی و اجرای سازه های نگهبان خرپایی**	**۴۹**
فصل چهارم	**نمودارهای کمک طراحی و نحوهٔ استفاده از آنها**	**۷۷**
فصل پنجم	**نقشه های سازه های نگهبان خرپایی**	**۱۷۹**
فصل ششم	**نقشه های جزئیات و تکمیلی سازه های نگهبان خرپایی**	**۲۷۷**
فصل هفتم	**مثالهای طراحی و کاربردی**	**۲۸۹**
فصل هشتم	**ضوابط و دستور العمل های گودبرداری، حفر چاه ها، و اجرای سازه های نگهبان**	**۳۰۱**
فصل نهم	**فرم های بازبینی (چک لیست‌های) گودبرداری و سازه‌های نگهبان**	**۳۲۷**
فصل دهم	**برخی از قوانین مرتبط با گودبرداری و ایمنی**	**۳۳۹**

فهرست مطالب

فصل اول: مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان	۱
۱-۱- گودبرداری و سازه های نگهبان	۱
۱-۲- انواع روشهای پایدارسازی گود	۳
۱-۲-۱- روش مهارسازی	۳
۱-۲-۱-۱- مزایای روش مهارسازی	۵
۱-۲-۱-۲- معایب روش مهارسازی	۵
۱-۲-۲- روش دوخت به پشت	۶
۱-۲-۲-۱- مزایای روش دوخت به پشت	۶
۱-۲-۲-۲- معایب روش دوخت به پشت	۷
۱-۲-۳- روش دیوارهٔ دیافراگمی	۸
۱-۲-۳-۱- مزایای روش دیوارهٔ دیافراگمی	۸
۱-۲-۳-۲- معایب روش دیوارهٔ دیافراگمی	۸
۱-۲-۴- روش مهار متقابل	۹
۱-۲-۴-۱- مزایای روش مهار متقابل	۱۰
۱-۲-۴-۲- معایب روش مهار متقابل	۱۰
۱-۲-۵- روش اجرای شمع	۱۰
۱-۲-۵-۱- مزایای روش اجرای شمع	۱۱
۱-۲-۵-۲- معایب روش اجرای شمع	۱۱
۱-۲-۶- روش سپرکوبی	۱۲

هشت ـــــــ

فهرست مطالب ـــــــ

۳-۱۳- برچیدن سازهٔ نگهبان ۷۵

فصل چهارم:نمودارهای کمک طراحی و نحوهٔ استفاده از آنها ۷۷

۴-۱- انواع نمودارهای کمک طراحی ۷۷

۴-۲- نمودارهای انتخاب نوع سازهٔ نگهبان ۷۷

۴-۲-۱- نحوهٔ استفاده از نمودارهای انتخاب نوع سازهٔ نگهبان ۷۸

۴-۳- نمودارهای تعیین ابعاد پی در پلان، و نحوهٔ استفاده از آنها ۸۰

۴-۴- نمودارهای تعیین نوع و طول شمع، و نحوهٔ استفاده از آنها ۸۳

نمودارهای کمک طرّاحی تعیین نوع سازهٔ نگهبان ۸۶

نمودارهای کمک طرّاحی تعیین ابعاد پی در پلان ۱۱۷

نمودارهای کمک طرّاحی تعیین طول شمع ۱۴۸

فصل پنجم: نقشه های سازه های نگهبان خرپایی ۱۷۹

سازهٔ ۴ متری نوع ۱ ۱۸۱

سازهٔ ۴ متری نوع ۲ ۱۸۳

سازهٔ ۴ متری نوع ۳ ۱۸۵

سازهٔ ۷ متری نوع ۱ ۱۸۷

سازهٔ ۷ متری نوع ۲ ۱۹۱

سازهٔ ۷ متری نوع ۳ ۱۹۵

سازهٔ ۱۰ متری نوع ۱ ۱۹۹

سازهٔ ۱۰ متری نوع ۲ ۲۰۴

سازهٔ ۱۰ متری نوع ۳ ۲۰۹

سازهٔ ۱۳ متری نوع ۱ ۲۱۴

سازهٔ ۱۳ متری نوع ۲ ۲۲۳

سازهٔ ۱۳ متری نوع ۳ ۲۳۲

سازهٔ ۱۶ متری نوع ۱ ۲۴۲

فهرست مطالب ـــــــ

۹-۳- موادی از قانون کار ۳۳۳
۹-۴- مواذی از آیین نامهٔ کمیتهٔ حفاظت فنی و بهداشت کار ۳۳۶
۹- ۵- موادی از قانون تأمین اجتماعی ۳۳۹

فصل دهم: فرم های بازبینی (چک لیست های) گـودبرداری و سـازه های نگهبان ۳۴۱
فرم شمارهٔ ۱ گودبرداری و سازه های نگهبان: چک لیست مشخصات گود ۳۴۳
فرم شمارهٔ ۲ – الف گودبرداری و سازه های نگهبان: چک لیست مشخصات سازهٔ نگهبان ۳۴۶
فرم شمارهٔ ۲ – ب گودبرداری و سازه های نگهبان: چک لیست مشخصات سازهٔ نگهبان ۳۴۸
فرم شمارهٔ ۳ گودبرداری و سازه های نگهبان: تعهد نامهٔ ایمن سازی گود و اجرای سازهٔ نگهبان ۳۵۰
فرم شمارهٔ ۴ گودبرداری و سازه های نگهبان:گزارش گودبرداری و اجرای سازهٔ نگهبان ۳۵۲

فهرست موضوعی ۳۵۵

فصل اول

مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان

۱-۱- گودبرداری و سازه های نگهبان

در بسیاری از پروژه های ساختمانی لازم است که زمین به صورتی خاکبرداری شود که جداره های آن قائم یا نزدیک به قائم باشند. این کار ممکن است به منظور احداث زیرزمین، کانال، منبع آب و ... صورت گیرد. فشار جانبی وارد بر این جداره ها ناشی از رانش خاک بر اثر وزن خود آن، و نیز سربارهای[1] احتمالی روی خاک کنار گود می باشد. این سربارها می توانند شامل خاک بالاتر از تراز افقی در لبهٔ گود، ساختمانهای مجاور، بارهای ناشی از بهره برداری از معابر مجاور و ... باشند. به منظور جلوگیری از ریزش ترانشه و تبعات منفی احتمالی ناشی از این خاکبرداری، سازه های موقتی را برای مهار ترانشه اجرا می کنند که به آن سازه های نگهبان[2] می گویند.

---

1. surcharge
2.retaining structures; support systems

اهداف اصلی ایمن سازی جداره های گود با استفاده از سازه های نگهبان عبارتند از: حفظ جان انسانهای خارج و داخل گود، حفظ اموال خارج و داخل گود، و نیز فراهم آوردن شرایط امن و مطمئن برای اجرای کار.

موضوع گودبرداری و طراحی و اجرای سازه های نگهبان در مهندسی عمران دارای گسترهٔ وسیعی است و نیاز به بررسیها و مطالعات و ملاحظات ژئوتکنیکی، سازه ای، مواد و مصالح، تکنولوژیکی و اجرایی، و اقتصادی و اجتماعی دارد. در نتیجه می توان گفت که انتخاب روش مناسب بستگی به جمیع شرایط تأثیرگذار دارد، و می تواند در شرایط مختلف، به صورتهای گوناگونی باشد. از سوی دیگر، تئوری ها و روشهای اجرایی گودبرداری و سازه های نگهبان، هم مبتنی بر اصول تئوریک و هم متأثر از ملاحظات اجرایی و تجربی، توأماً، است.

پایدارسازی جداره های گودبرداری به صورتها و روشهای مختلفی صورت می گیرد که از جملهٔ آنها می توان به روشهای: مهارسازی[1]، دوخت به پشت[2]، دیوارهٔ دیافراگمی[3]، مهار متقابل[4]، اجرای شمع[5]، سپرکوبی[6]، و اجرای خرپا[7] اشاره نمود.

1.anchorge
2.tie back
3.diaphragm wall
4.reciprocal support
5.piling
6.sheet piling
7.truss construction

۱-۲- انواع روشهای پایدارسازی گود

۱-۲-۱- روش مهارسازی

در این روش، برای مهار حرکت و رانش خاک، با استفاده از تمهیداتی خاص، از خود خاکهای دیواره کمک گرفته می شود. ابتدا در حاشیهٔ زمینی که قرار است گودبرداری شود، در فواصل معین چاههایی حفر می کنیم. عمق این چاهها برابر با عمق گود به اضافهٔ مقداری اضافه برای شمع بتنی انتهای تحتانی این چاهها است.

پس از حفر چاهها، در درون آنها پروفیلهای I شکل یا H شکل قرار می دهیم. به منظور تأمین گیرداری و مهاری کافی برای این پروفیلها، انتهای پروفیلها را به میزان ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ عمق گود، پایین تر از رقوم کف گود در درون بخش شمع ادامه می دهیم و در انتهای پروفیلها نیز شاخکهایی را در نظر می گیریم.

سپس، شمع انتهای تحتانی را، که قبلاً آرماتوربندی آن را اجرا کرده و کار گذاشته ایم، بتن ریزی می کنیم. بدین ترتیب پروفیلهای فولادی مزبور درشمع مهار می شوند و پروفیلهای فولادی همراه با شمع نیز در خاک مهار می گردند. پس از اجرای مراحل فوق، عملیات گودبرداری را به صورت مرحله به مرحله اجرا می کنیم. در هر مرحله، پس از برداشتن خاک در عمق آن مرحله، برای جلوگیری از ریزش خاک، با استفاده از دستگاههای حفاری ویژه، در بدنهٔ گود چاهکهایی افقی یا مایل، به قطر حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر، در جدارهٔ گود حفر می کنیم. آنگاه درون این چاهکها میلگردهایی را کار گذاشته و سپس درون آنها بتن تزریق می کنیم. طول این چاهکها، به نوع خاک و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن، و نیز به عمق گود بستگی دارد و مقدار آن در حدود ۵ تا ۱۰ متر است.

پس از انجام این مرحله، پانلهای بتنی پیش ساخته ای را در بین پروفیلهای قائم قرار داده و آنها را از سویی به میلگردهای بیرون آمده از چاهکها به نحو مناسبی متصل می کنیم و از سویی دیگر پانلها را به پروفیلهای قائم وصل می کنیم. به جای استفاده از این پانلهای پیش ساخته می توانیم آنها را به صورت درجا اجرا کنیم. همچنین می‌توانیم ابتدا بر روی دیواره آرماتوربندی کرده و سپس بر روی آن بتن پاشی[1] کنیم.

برای اتصال پانلها به میلگردهای بیرون آمده از چاهکها می‌توانیم سر میلگردهای مزبور را رزوه کرده و سپس با استفاده از صفحات سوراخ دار تکیه گاهی و مهره، آنها را با پانل درگیر کنیم.

کلیهٔ عملیات فوق را به صورت مرحله به مرحله، از بالا به پایین اجرا می کنیم.

ملات یا خمیری که برای تزریق استفاده می کنیم، مخلوطی است از سیمان و آب یا سیمان و آب و ماسه که ممکن است در آن از مواد افزودنی نیز استفاده کنیم. همچنین می توانیم از مواد پلیمری و دوغاب های با پایهٔ غیر از سیمان پرتلند و با ترکیبات خاص نیز برای تزریق استفاده کنیم. در تزریق با استفاده از سیمان پرتلند نسبت آب به سیمان در ابتدا در حدود ۱/۵ است که به تدریج آن را کاهش داده و به حدود ۰/۵ می رسانیم. طراحی و برنامه ریزی و اجرای عملیات تزریق باید توسط متخصصان آشنا به موضوع و با استفاده از دستگاههای خاص و طبق استانداردها و ضوابط خواص صورت گیرد. همچنین باید توجه داشته باشیم که در صورتی که فشار به کار برده شده برای تزریق بیش از حد لزوم باشد، ممکن است ناپایداری ها و شکستهایی در خاک ایجاد شود.

1.shotcrete

۱-۲-۱-۱- مزایای روش مهارسازی

۱) مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن در درون چاهکها بهبود می یابد؛ لذا بر اثر این امر، علاوه بر کمک گرفتن از خاک اطراف جداره برای مهار رانش خاک، میزان رانش خاک نیز بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاهش می یابد.

۲) سازهٔ نگهبان در داخل گود جاگیر نیست.

۳) از خاک موجود برای مهار دیوارهٔ گود استفاده می شود.

۱-۲-۱-۲- معایب روش مهارسازی

۱) استفاده از بدنهٔ خاک مجاور دیوارهٔ گود ضروری است؛ لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان یا در حریم همسایه یا در حریم تأسیسات و معابر شهری باشد، از این روش نمی توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است.

۲) به دلیل ضرورت اجرای عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادی نیاز دارد؛ البته این امر ممکن است در پروژه های بزرگ مطرح نباشد بلکه برعکس ممکن است زمان کلی اجرای کار نیز، به ویژه با مدیریت صحیح، کاهش یابد.

۳) هزینهٔ اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته تر، در مقایسه با روشهای ساده تر بیشتر است؛ ولی در پروژه های بزرگ و در احجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و برعکس هزینهٔ کلی کار کاهش یابد.

۴) به دستگاههای خاص نظیر دستگاههای لازم برای حفر چاهکها، تزریق، حمل پانلهاو... نیاز دارد.

۵) به افراد باتخصصهای بالاتر در رده های مختلف فنی بـرای اجـرای عملیـات مربوطه، در مقایسه با روشهای ساده تر نیاز دارد.

۱-۲-۲- روش دوخت به پشت

این روش، مشابهت زیادی با روش مهارسازی دارد. در این روش نیـز حفـاری را به صورت مرحله به مرحله و از بالا به پایین،گود اجرا می کنیم.

در هر مرحله به کمک دستگاه های حفاری ویژه، چاهکهایی افقـی یـا مایـل در بدنهٔ دیوارهٔ گود حفر می کنیم. سپس، درون این چاهکها کابلهای پیش تنیدگی قرار می دهیم و با تزریق بتن در انتهای چاهک، این کابلها را کـاملاً در خـاک مهـار مـی کنیم. سپس کابلهای مزبور را به کمک جکهای ویژه ای می کـشیم و انتهـای بیـرون آمدهٔ کابل را بر روی سطح جدارهٔ گود مهار می کنیم. آنگاه به درون چاهکهای مزبور بتن تزریق می کنیم. پس از سخت شدن بتن و کسب مقاومت کافی آن، کابلهـا را از جک آزاد می کنیم. این کار موجب آن می شود که نیروی پیش تنیدگی موجـود در کابل خاک را فشرده سازد، و در نتیجه خاک فشرده تر و متـراکم تـر شـده و رانـش ناشی از آن کاهش یابد، و در عین حال کل نیروی رانـش خـاک در جـدارهٔ گـود بـه خاکهای داخل بدنهٔ دیواره منتقل شده و خاک بدنهٔ انتهایی، به عنوان سـازهٔ نگهبـان عمل کرده و رانش خاک بدنهٔ مجاور جداره را تحمل کند.

عمق گودبرداری در هر مرحله، بستگی به نوع خاک و فاصلهٔ بین چاهکها دارد و معمولاً در حدود ۲ تا ۳ متر است.

۱-۲-۲-۱- مزایای روش دوخت به پشت

۱) مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن بـه درون چاهکهـا و نیـز پـیش تنیده شدن خاک بهبود می یابد، در نتیجه هم از خاک اطراف جداره بـرای

مهار رانش خاک استفاده می شود و هم میزان رانش خاک بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاسته می شود.

۲) سازهٔ نگهبان در داخل گود جاگیر نیست.

۳) ازخاک موجود برای مهار دیوارهٔ گود استفاده می شود.

۱-۲-۲-۲- معایب روش دوخت به پشت

۱) استفاده از بدنهٔ خاک مجاور دیوارهٔ گود ضروری است؛ لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان یا در حریم همسایه یا در حریم تأسیسات و معابر شهری باشد، از این روش نمی توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است.

۲) به دلیل ضرورت اجرای عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادتری نیاز دارد؛ البته ممکن است در پروژه های بزرگ این امر مطرح نباشد بلکه برعکس ممکن است زمان کلی اجرای کار نیز، به ویژه با مدیریت صحیح، کاهش یابد.

۳) هزینهٔ اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته تر، در مقایسه با روشهای ساده تر بیشتر است؛ ولی در پروژه های بزرگ و دراحجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و برعکس هزینهٔ کلی کار کاهش یابد.

۴) به دستگاههای خاص نظیر دستگاههای لازم برای حفر چاهکها، تزریق، پیش تنیدگی کابلها، و... نیاز دارد.

۵) به افراد با تخصّصهای بالاتر در رده های مختلف فنی برای اجرای عملیات مربوطه، در مقایسه با روشهای ساده تر نیاز دارد.

۸ ـــــــ

۲) در این روش، دستگاه های حفاری مربوطه نیاز به فضای کار زیادتری دارند و در صورتی که از نظر فضای دو طرف دیواره محدودیت داشته باشیم، اجرای کار ناممکن خواهد بود و یا اینکه به سختی صورت می گیرد.

۳) در این روش به دستگاه های حفاری ویژه ای نیاز است.

۴) در این روش به نیروهای با تخصص بالا برای کار با دستگاههای مورد نظر و سایر موارد نیاز است.

۱-۲-۴- روش مهار متقابل

این روش برای گودهای به عرض کم مناسب است. در این روش ابتدا در دو طرف گود، در فواصلی معین از یکدیگر چاهکهایی را حفر می کنیم. طول این چاهکها برابر با عمق گود به اضافهٔ مقداری اضافه تر به میزان حدود ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ برابر عمق گود است. این عمق اضافه به منظور تأمین گیرداری انتهای تحتانی پروفیلهایی است که در چاهک قرار داده می شوند.

سپس در درون این چاهکها پروفیلهای فولادی H یا I، مطابق با محاسبات و نقشه های اجرایی، قرار می دهیم. طول این پروفیلها را معمولاً به گونه ای در نظر می گیریم که انتهای فوقانی آنها تا حدی بالاتر از تراز بالایی گود قرار گیرند.

آنگاه قسمت فوقانی هر دو پروفیل قائم متقابل مزبور را به کمک تیرها یا خرپاهایی به یکدیگر متصل می کنیم. این کار موجب می شود که هر دو پروفیل قائم متقابل، به پایداری یکدیگر کمک کنند.

پس از آن، عملیات گودبرداری را به تدریج انجام می دهیم. در صورت لزوم، در نقاط دیگری از ارتفاع پرفیلهای قائم نیز سیستم مهار متقابل را اجرا می کنیم.

در صورتی که خاک خیلی ریزشی باشد باید در بین اعضای قائم از الوارهای چوبی یا اعضای مناسب دیگر استفاده کنیم.

سیستم مهار متقابل فوق الذکر باید در جهت عمود بر سیستم قابی آن، یعنی در جهت طول گود، نیز به صورتی مناسب مهاربندی شود.

۱-۲-۴-۱- مزایای روش مهار متقابل

۱) در گودبرداریهای با عرض کم دارای مزایای بسیار زیادی است که از آن جمله سرعت زیادتر، هزینهٔ کمتر، و جاگیری کمتر را می توان نام برد.

۲) این روش، به ویژه در بسیاری از عملیات اجرای کانالها می تواند بسیار سودمند واقع شود.

۱-۲-۴-۲- معایب روش مهار متقابل

۱) در صورتی که عرض گود زیاد، مثلاً بیش از حدود ۱۰ متر، شود و نیز در صورتی که عمق گود زیاد باشد ممکن است مهاربندی های عرضی و یا مهاربندی های ترازهای مختلف دست و پاگیر شده و موجب بروز مشکل در اجرای کار بشود.

۱-۲-۵- روش اجرای شمع

در این روش، در پیرامون زمینی که قرار است گودبرداری شود در فواصل معینی از هم، شمعهایی را اجرا می کنیم. این شمع ها می توانند از انواع مختلف مصالح سازه ای نظیر فولاد، بتن و چوب باشند. همچنین شمعهای بتنی را می توان به صورت پیش ساخته یا درجا اجرا کرد.

در این روش، شمعها فشار جانبی خاک را به صورت تیرهای یکسر گیردار تحمل می کنند. طول گیرداری لازم در انتهای شمع ها چیزی در حدود H ۰/۳ است.

پس از اجرای شمعها، می توان عملیات گودبرداری را اجرا کرد. در صورت لزوم باید شمعها را در امتداد دیوارهٔ گود مهاربندی کرد.

۱-۲-۵-۱- مزایای روش اجرای شمع

۱) سرعت عملیات اجرایی بسیار بالا است.

۲) سیستم به هیچ وجه دست و پاگیر نیست.

۳) در احجام زیاد، هزینهٔ عملیات کاهش می یابد.

۴) گاهی از اوقات می توان از شمع ها به عنوان سازهٔ نگهبان دائم (نظیر دیوار حایل) یا بخشی از آن نیز استفاده کرد.

۵) شمع های پیش ساخته را پس از جمع آوری می توان در پروژه های دیگر نیز استفاده کرد.

۶) در گودهای با عمق تا حدود ۵ متر، معمولاً اقتصادی اند.

۱-۲-۵-۲- معایب روش اجرای شمع

۱) در صورتی که ارتفاع گودبرداری زیاد باشد، هم باید فواصل شمعها از هم کم شوند و هم باید از مقاطع سازه ای قوی تری برای اجرای کار استفاده کرد.

۲) در بسیاری از پروژه های شهری، به دلیل مشکلات شمع کوبی، نمی توان از شمعهای پیش ساخته استفاده کرد و فقط باید شمعها را به صورت درجا اجرا کرد.

۱-۲-۶- روش سپرکوبی

در این روش، ابتدا در طرفین گود سپرهایی را می کوبیم و سپس خاکبرداری را شروع می کنیم. پس از آنکه عمق خاکبرداری به حد کافی رسید در کمرکش سپرها و بر روی آنها، تیزهای پشت بند افقی[1] را نصب می کنیم. سپس قیدهای فشاری قائم[2] را در جهت عمود بر صفحهٔ سپرها به این پشت بندهای افقی وصل می کنیم. سپرها و پشت بندها و قیدهای فشاری در عرضهای کم و خاکهای غیرسست، معمولاً از نوع چوبی است ولی در عرضهای بیشتر و خاکهای سست تر استفاده از سپرها و پشت بندها و قیدهای فشاری فلزی اجتناب ناپذیر است.

۱-۲-۶-۱- مزایای روش سپرکوبی

۱) سرعت اجرای کار بسیار زیاد است.

۲) درجهٔ ایمنی کار بسیار زیاد است.

۳) برای اجرای کانالها، به ویژه با طولهای زیاد، بسیار مناسب است.

۱-۲-۶-۲- معایب روش سپرکوبی

۱) در این روش به دستگاههای سپرکوبی، که به هر حال یک دستگاه ویژه است، نیاز است.

۲) این روش به نیروهای با تخصص بالاتر، نسبت به روشهای ساده تر، نیاز دارد.

۳) دستگاههای سپرکوب به جای کافی برای اجرای کار نیاز دارند.

۴) این روش برای عرضهای کم مناسب تر است.

1.wales
2.struts

۱-۲-۷- روش خرپایی

این روش، یکی از مناسبترین و متداولترین روشهای اجرای سازهٔ نگهبان در مناطق شهری است. اجرای آن ساده بوده و نیاز به تجهیزات و تخصص بالایی ندارد، و در عین حال قابلیت انعطاف زیادی از نظر اجرا در شرایط مختلف دارد.

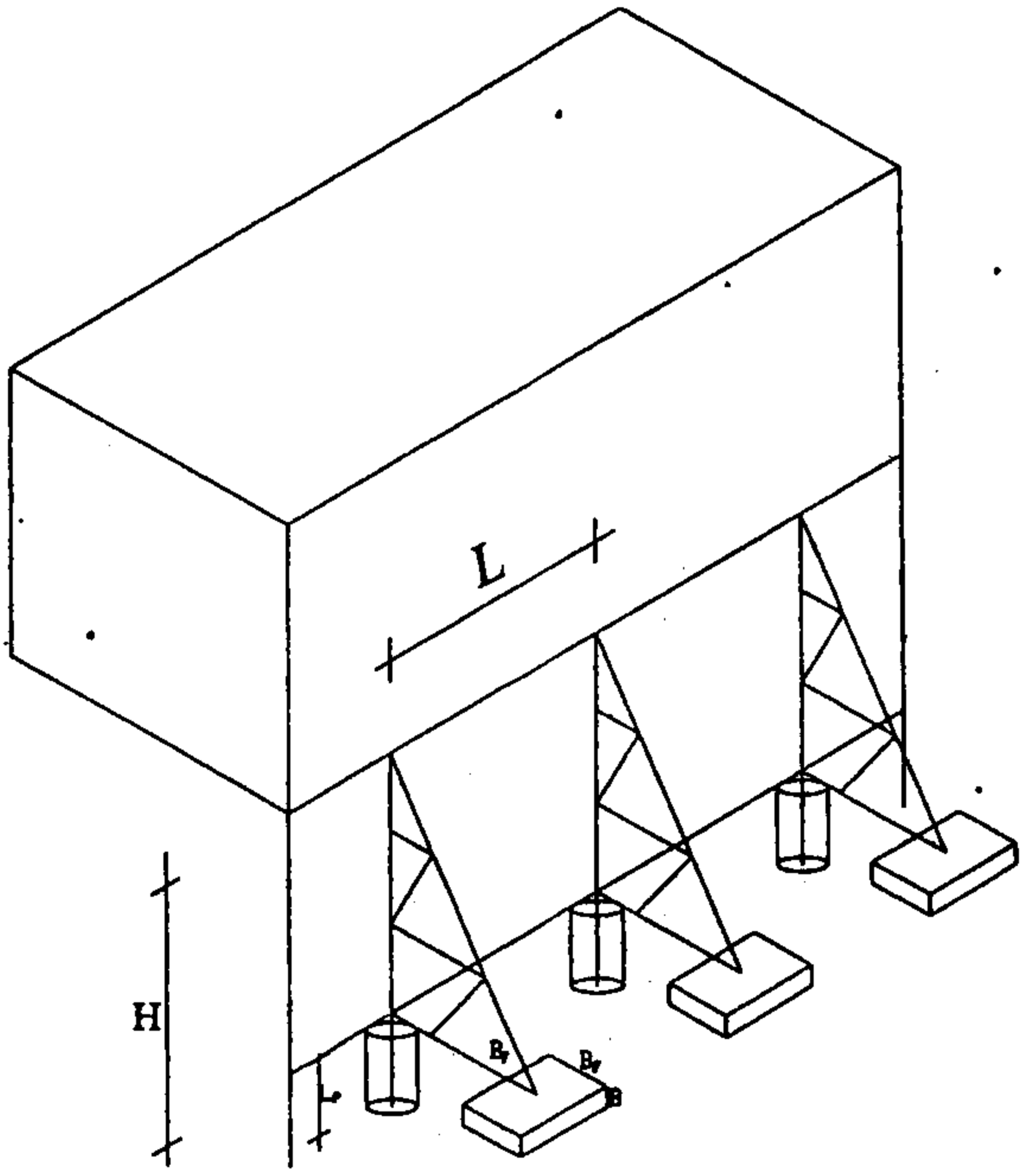
شمای کلی این نوع سازهٔ نگهبان در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. برای اجرای این نوع سازهٔ نگهبان، ابتدا در محل عضوهای قائم خرپا، که در مجاورت دیوارهٔ گود قرار دارند، چاههایی را حفر می کنیم. عمق این چاهها برابر با عمق گود به اضافهٔ مقداری اضافه برای اجرای شمع انتهای تحتانی عضو خرپا است. طول شمع[1] را، که با L_p نشان داده می شود از طریق محاسبه به دست می آوریم. آنگاه درون شمع را آرماتوربندی کرده و عضو قائم را در داخل شمع قرار می دهیم و سپس شمع را بتن ریزی می کنیم. پس از سخت شدن بتن، انتهای تحتانی عضو قائم به صورت گیردار در داخل شمع قرار خواهد داشت.

سپس خاک را در امتداد دیوارهٔ گود با یک شیب مطمئن برمی داریم. آنگاه فونداسیون پای عضو مایل را اجرا می کنیم. این فونداسیون در پلان به صورت مربعی است. بعد یا عرض فونداسیون[2] را با B_f و ضخامت یا ارتفاع آن را با B نشان می دهیم. پس از آن، عضو مایل را از یک طرف به عضو قائم و از طرف دیگر به ورق کف ستون بالای فونداسیون متصل می کنیم.

عملیات فوق را برای کلیهٔ خرپاهای سازهٔ نگهبان در امتداد دیواره به صورت همزمان اجرا می کنیم.

---

1. length of pile
2. breadth of foundation



شکل ۱-۱- شمای کلی سازهٔ نگهبان خرپایی

حال، خاک محصور بین اعضای قائم و افقی خرپاها را در سرتاسر امتداد دیـواره، به صورت مرحله به مرحله برمی داریم و در هر مرحله اعضای افقی و قطری خرپـا را بتدریج نصب می کنیم تا آنکه خرپا تکمیل شود.

در فصلهای دوم و سوم، در مورد این روش به صورت گسترده تر بحث خـواهیم کرد.

۱-۲-۷-۱-مزایای روش خرپایی

۱) برای عموم گودهای واقع در مناطق شهری مناسب است.

۲) از نظر اجرا در شرایط مختلف، قابلیت انعطاف زیادی دارد.

۳) امکان استفادهٔ مجدد از خرپا وجود دارد.

۴) ساده است و به تخصص و دستگاههای خاص نیازی ندارد.

۱-۲-۷-۲- معایب روش خرپایی

۱) سرعت اجرا، در مقایسه با روشهای پیشرفته تر نسبتاً کمتر است.

۲) خرپاها جاگیر اند.

۳) احتمال الزامی بودن برداشتن بخشی از خاک با روشهای دستی وجود دارد.

۱-۳- شیب پایدار[1]

ازجمله مسائل مهمی کـه در گـودبرداری هـا بـدان برمـی خـوریم، حفاظـت و نگهداری شیب ها و شیروانی های جانبی یا دیواره های ترانشه های محیطی گودهـا، به ویژه گودهای عمیق و عریض است. در خـاکبرداری هـای وسـیع، کـه لازم اسـت

1.Stable slop

حجم عظیمی از خاک برداشته شود، استفاده از مهاربندی عرضی در جهت عمود بر دیواره معمولاً غیراقتصادی، و در بسیاری از موارد نیز عملاً غیراجرایی است.

در گودبرداری های کوچکتر، مقایسهٔ بین استفاده از مهاربندی عرضی یا اجرای دیوارهٔ گود به صورت شیبدار و انتخاب یکی از این دو گزینه بستگی به میزان فضای قابل دسترس و نیز ملاحظات اقتصادی دارد. گودبرداری های باز وعریض ممکن است برای استفادهٔ دائم و یا به عنوان بخشی از کارهای اجرایی موقت لازم باشند. نکتهٔ قابل توجه آن است که گودبرداری و مسائل مربوط به آن، یکی از مسائل مهندسی عمران است و نباید از ضوابط ویژهٔ سایر شاخه ها، نظیر استخراج معادن و نظایر آن، بدون در نظر گرفتن ملاحظات مهندسی عمران، در این خصوص استفاده شود.

به طور کلی می توان گفت که اجرای گودبرداری های موقت به صورت شیب دار، چه از نظر هزینهٔ مستقیم و چه از نظر زمان اجرا، در مقایسه با سایر روشهای نگهداری خاک اقتصادی تر است. این گزینه را هنگامی می توانیم اتّخاذ کنیم که هم بتوانیم شیب را در داخل زمین مورد نظر اجرا کنیم و هم دبی آب زیرزمینی ای که به شیب وارد می شود کم باشد یا بتوانیم آن را کنترل کنیم. با این وجود، اتخاذ تصمیم در مورد عدم اجرای سازهٔ نگهبان حتماً باید مبتنی بر دارا بودن آگاهی کافی در مورد خاک زیرین[1] و نیز تحلیل پایداری مناسب خاک باشد، و نمی توان صرفاً بر مبنای ملاحظات اقتصادی و نیز یک شیب فرضی بدین امر مبادرت کرد.

1.subsoi

پایداری شیب خاکهای دانه ای[1] را می توانیم به سهولت با توجه به زاویهٔ مقاومت برشی[2]، یعنی زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک یا لایه های خاک تعیین کنیم. در خاکهای چسبندهٔ تحکیم عادی یافته[3]، برای بررسی و تعیین پایداری شیب می توانیم از محاسبات تکراری لنگرهای محرک و مقاوم[4] در گزینه های آزمونی مختلف سطوح گسیختگی بالقوه[5] استفاده کنیم. نیروی مقاوم[6] را باید بر اساس مقاومت برشی زهکشی نشدهٔ سریع[7] خاک در سطح گسیختگی[8] مورد نظر به دست بیاوریم. در صورت امکان، به منظور جلوگیری از تأثیر دست خوردگی[9] خاک بر روی تعیین مقاومت خاک های رسی، بهتر است مقاومت برشی این گونه خاک ها را به جای آنکه با استفاده از روشهای آزمایشگاهی تعیین کنیم، در محل و با استفاده از آزمون برش پره ای[10] به دست آوریم.

در ترانشه های شیبدار از جنس خاک های رس بیش تحکیم یافته[11]، لازم است روش تحلیل را با توجه به مدت زمانی که گود در معرض عوامل جوی باقی می ماند انتخاب کنیم. هدف از این کار آن است که عواملی نظیر زهکشی و نیز به تعادل رسیدن فشار آب منفذی اضافی[12] ناشی از آزاد شدن فشار سربار قائم[13] را به حساب

1.granular soils
2.angle of shearing resistance
3.normally consolidated cohesive soils
4.disturbing and restoring moments
5.trial potential failure surfaces
6.restoring force
7. quick undrained shear strength
8.failure surface
9.disturbance
10..vane test
11.over- consolidated clays
12.excess pore pressure
13.vertical overburden pressure

بیاوریم. علی رغم آن که از نتایج تحلیل های تنش مؤثر، مبتنی بر پارامترهای مقاومت برشی زهکشی شده[1]، برای سازه های دائمی در شرایط کاملاً زهکشی شده استفاده می کنند، ولی در صورتی که طراح بخواهد شیبهای موقّت با عمر کم، مثلاً شش ماه، را بررسی و طراحی کند، برای به دست آوردن پایداری کوتاه مدت شیب بدون داشتن آگاهی در مورد سرعت افت فشار آب منفذی[2] دچار مشکل خواهد شد. انتخاب زاویهٔ شیب در اینگونه خاکهای رس، به تبعات ناشی از لغزش و گسیختگی شیب[3] بستگی دارد. در صورتی که بر اثر لغزش خاک[4]، ایمنی به خطر نیفتد، می توانیم هزینهٔ اقتصادی تعمیرات شیروانی، در صورت لغزش خاک، را محاسبه کرده و آن را با هزینهٔ واقعی افزایش زاویهٔ شیب، که پایداری بیشتری را برای شیب موجب می شود، مقایسه کنیم.

طبق تحقیقات انجام شده[5]، میانگین مقاومت رسها در سطح گسیختگی آنها، در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ درصد مقاومت برشی زهکشی نشدهٔ نمونه های به قطر ۳۸ میلیمتر خاکهای مزبور است. پایداری کوتاه مدت شیروانی های خاکهای رس بیش تحکیم یافته، عملاً به اقدامات احتیاطی ای بستگی دارد که به منظور جلوگیری از جریان یافتن آ ـ زیرزمینی در شیب، ناشی از لایه های تراوای بالای خاک رس یا ناشی از بارش باران بر روی شیب، صورت می گیرد. تأثیرات مخرب تورّم اینگونه خاکهای رس بر روی پایداری آنها، بر اثر آزاد شدن فشار ناشی از سربار خاک، و نرم شدگی و تورّم بعدی خاک بر اثر ورود آبهای زیرزمینی به داخل ترکها و منافذ خاک،

1.drained shear strength
2.rate of pore-water pressure dissipation
3.slope failure
4.soil slippage
5.Vaughan and Chandler

دلایل کافی برای اتخاذ روشهای حفاظتی خاک به دست می دهند. روشهای ساده ای نظیر پوشانیدن خاک با ورقهای پلی اتیلن یا پاشیدن بتن ضعیف بر روی سطح شیب دار خاک ازجمله روشهایی هستند که هم سودمند و هم اقتصادی اند.

۱-۴- روشهای بهبود پایداری شیب ترانشه ها

برای بهبود پایداری شیب ترانشه ها می توانیم از روشهای زیر استفاده کنیم:

۱) شیب بندی مجدد پروفیل شیروانی، و سنگین کردن موضعی پنجهٔ شیروانی[1] با استفاده از یک سکوی شیب بُر خاکی[2]، به منظور مقابله با لنگر محرک[3]

۲) تحت کشش قرار دادن خاک[4] یا استفاده از پیچهای مهاری سنگ[5] به منظور افزایش تنش مؤثرِ روی سطح گسیختگی بالقوهٔ خاک، و درنتیجه افزایش مقاومت خاک

۳) قطع کردن سطوح گسیختگی بالقوهٔ خاک با سپرها[6]، شمع های درجا، یا ستونهای اجراشده به روش تزریق فورانی[7]

۴) افزایش تنش قائم مؤثر بر روی سطوح گسیختگی بالقوهٔ خاک، از طریق کاهش فشار آب منفذی، به کمک زهکشی

1.the toe of the slope
2.soi berm
3.disturbing moment
4.tensioning the ground
5.rock anchors
6.sheet piles
7.jet-grouted columns

۵) بهبود مقاومت خاک مرکّب[1]، از طریق شیب بندی مجدّد شیروانی و کارگذاری آرماتور در داخل خاک و قطع سطوح گسیختگی بالقوهٔ خاک با این آرماتورها

۶) مهارکوبی در داخل خاک[2] و قطع سطوح گسیختگی بالقوهٔ خاک با این مهارها

۱-۵- توزیع تقریبی تنش در خاک، بر اثر بارهای وارد بر سطح خاک

در مواردی که پروفیل خاک از چندین لایه تشکیل شده باشد، می توانیم مثلاً برای تعیین ظرفیت باربری خاک، تأثیر بار وارد بر سطح پروفیل را بر روی یک یا چند تا از لایه ها در نظر بگیریم. در اینگونه موارد می توانیم به طور تقریبی توزیع بار ناشی از مصالح واقع در بالای سطح مورد نظر را با این فرض در نظر بگیریم که کلّ بار وارد بر سطح خاک، بر روی سطحی توزیع می شود که شکل آن با شکل سطح بارگذاری شده یکی است، ولی ابعاد آن با افزایش عمق زیاد می شود. این موضوع در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. در این شکل، ابعاد سطح بارگذاری شدهٔ فوقانی $B\times L$ است. در عمق z فرض می شود که کلّ بار به طور یکنواخت بر روی سطحی به ابعاد $(B+z)\times(L+z)$ توزیع می شود. در شکل ۱-۳ رابطهٔ بین توزیع تقریبی تنش حاصل از روش فوق، و توزیع تنش دقیق نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می کنیم، بار یکنواختی به شدت p بر روی سطح مربّعی فوقانی به بعد B وارد می آید. در قسمت پایینِ شکل، توزیع تنش قائم در

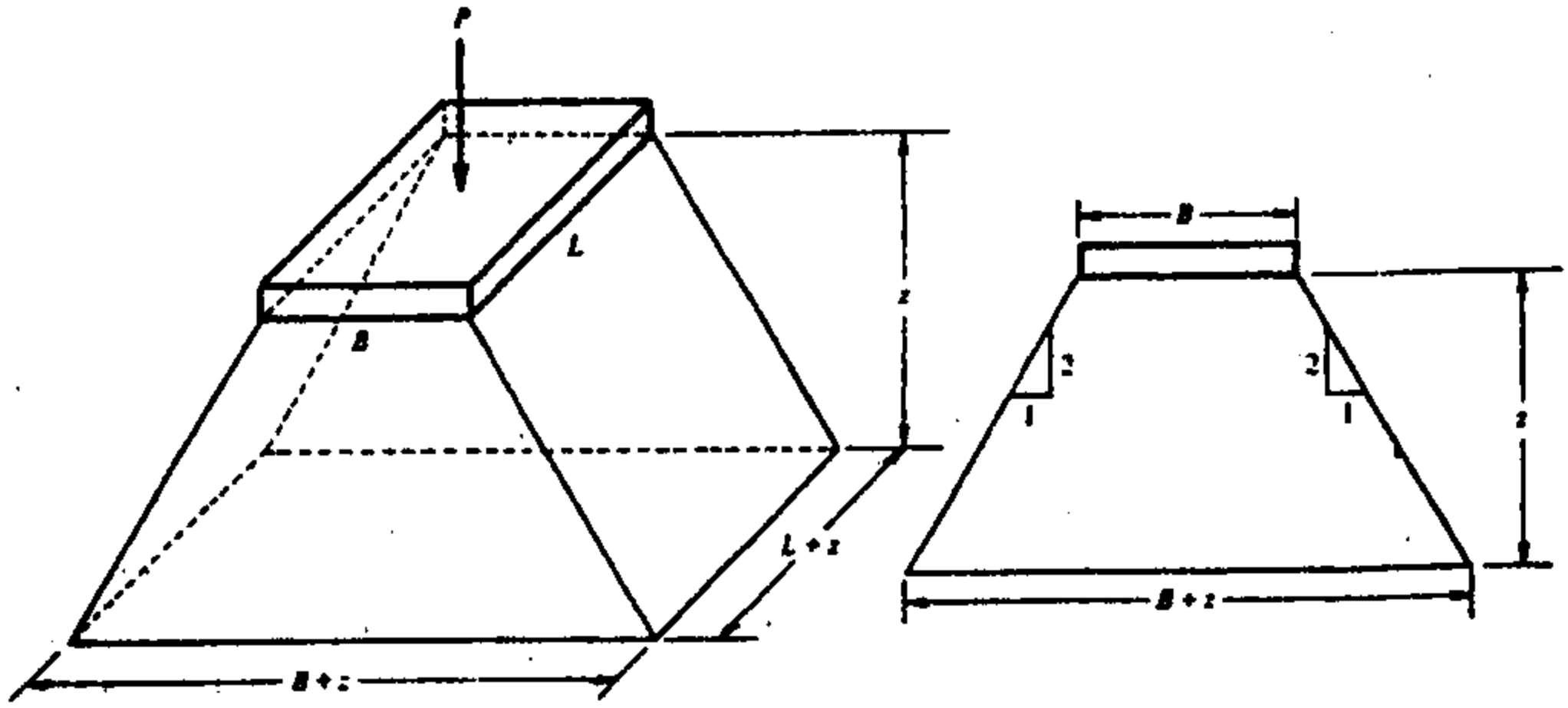
1.soil composite
2.driving soil nails

عمق B از سطح، با توزیع های تقریبی و دقیق نشان داده شده و با یکدیگر مقایسه شده اند. با افزایش نسبت 'عمق به بعد سطح بارگذاری شده'، تفاوت بین این دو روش کم می شود.

روش فوق روش ۲:۱ نامیده می شود. پاره ای نیز بر این عقیده اند که ناحیهٔ تنش را با زاویهٔ خط مایل نسبت به امتداد قائم، بین ۳۰ تا ۴۵ درجه، مشخّص کنند. این روشهای تقریبی، یک جا در شکل ۱-۴ نشان داده شده اند.

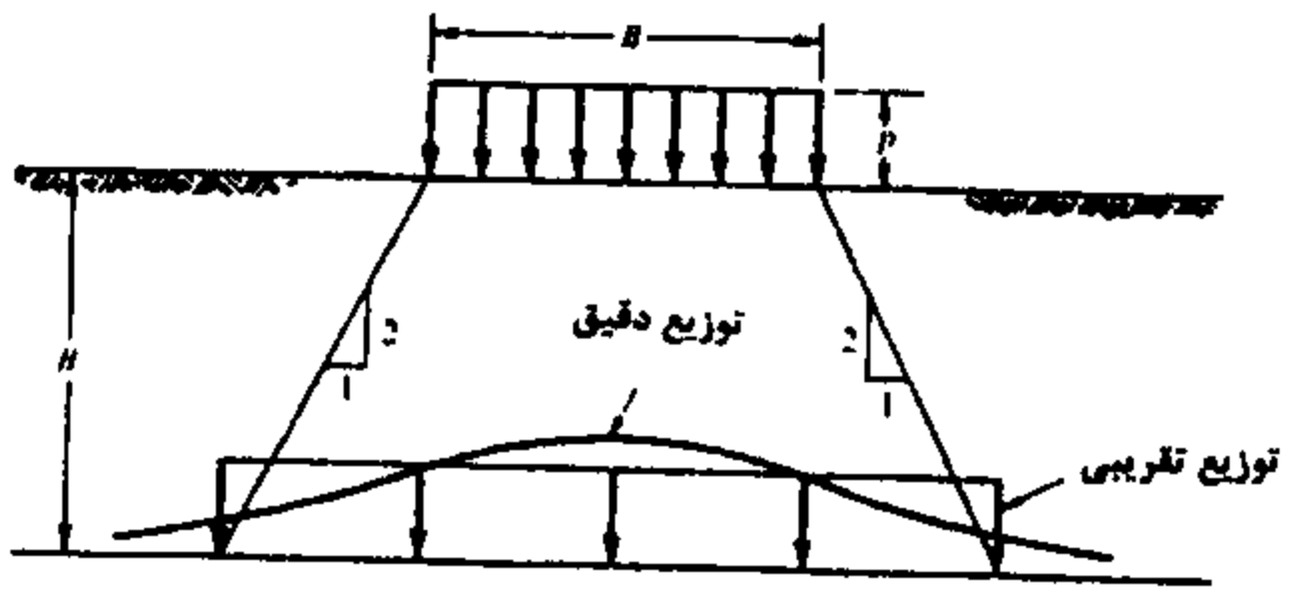
۱-۶- توزیع تنش ناشی از سازه های ثقلی[1] و پشته های خاکریز[2]

در بسیاری از موارد می توانیم بارهای وارد از یک سازه بر روی یک تودهٔ خاک

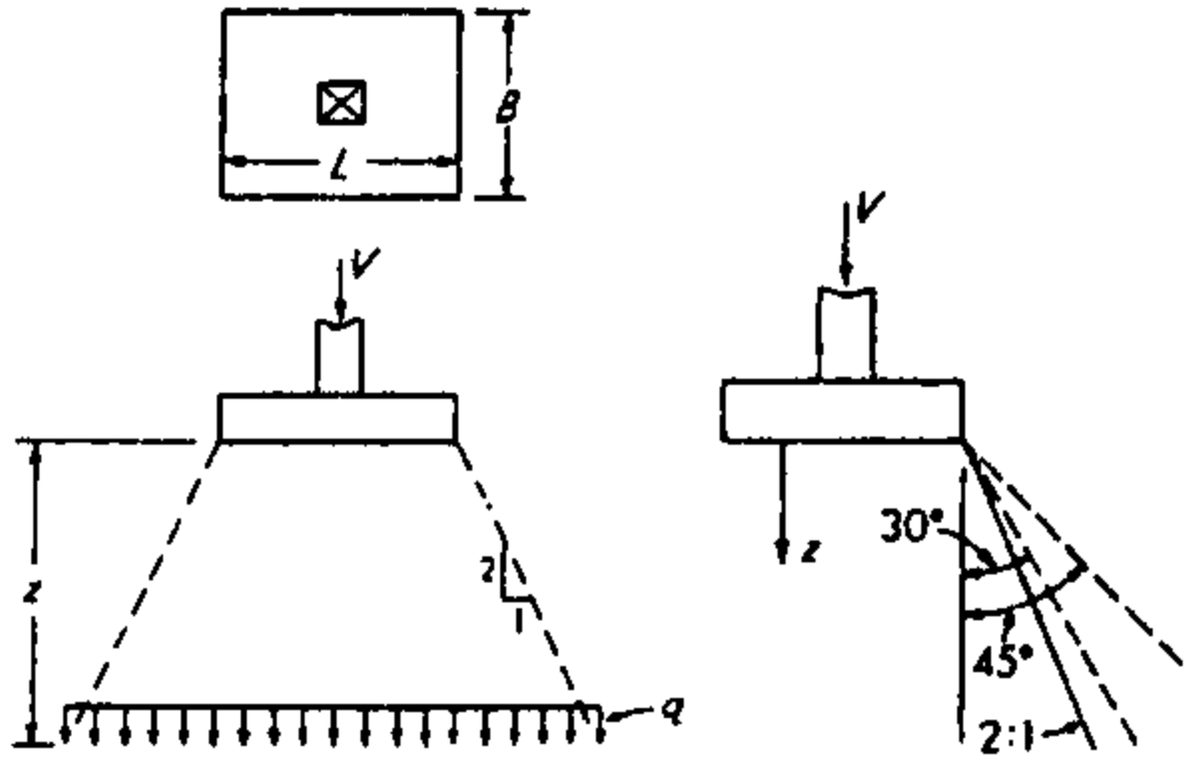


شکل۱-۲- توزیع تقریبی تنش قائم ناشی از بارگذاری وارد بر سطح خاک

1.gravity structures
2.embankments



شکل۱-۳- مقایسهٔ بین نتایج حاصل از روشهای تحلیل تقریبی و دقیق تنش قائم زیر یک سطح با بارگذاری یکنواخت



شکل ۱-۴- روشهای تقریبی تعیین افزایش تنش در خاک زیر شالوده ها

را با یک سیستم سادهٔ تنشهای مرزی[1] نشان دهیم، بدون آنکه این امر تأثیر چندانی بر روی توزیع تنشهای محاسباتی در محدودهٔ مورد نظر بگذارد. با این وجود، در مورد بارهای ناشی از وزن یک تودهٔ خاک اضافی در تماس با خاک زیرین[2] ممکن

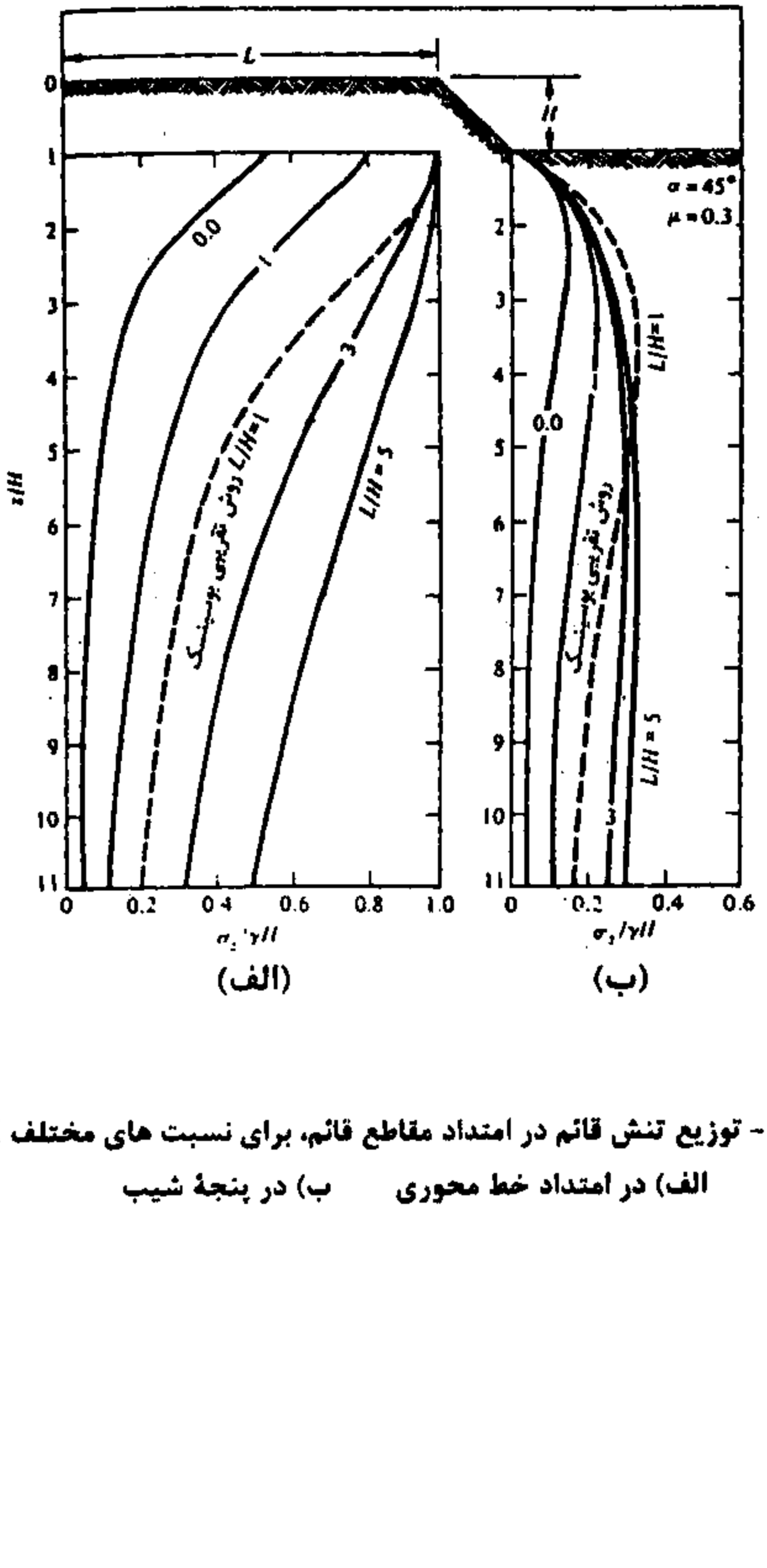
1.boundary stresses
1.additional contiguous earth mass

است تقریب فوق منجر به تفاوت های زیادی بین تنشهای واقعی و محاسباتی بشود. یکی از مثالهای مهم در این زمینه، پشته های خاکریز[1] است. با استفاده از یک تحلیل ارتجاعی خطی تقریبی می توانیم تأثیر یک پشتهٔ خاکریز را مطابق با شکل ۱-۵- الف در نظر بگیریم. این شکل، یک پشتهٔ ارتجاعی متقارن و "طویل" را نشان می دهد که با شالوده اش یکپارچه است. در گذشته، مرسوم آن بود که تنش ناشی از این پشته را که در شالودهٔ آن ایجاد می شود به صورت یک تنش گستردهٔ عمود بر سطح مزبور در نظر می گرفتند و مقدار آن را برابر با حاصلضرب وزن مخصوص مصالح پشتهٔ خاکی (γ)، در ارتفاع پشتهٔ مزبور در هر نقطه از آن فرض می کردند. این نوع توزیع، که "بارگذاری تقریبی عمودی" یا "مسئلهٔ بوسینسک"[2] نامیده می شود در شکل ۱-۵-ب نشان داده شده است. روش تقریبی فوق از تنش برشی ایجاد شده بین پشتهٔ خاکریز و شالودهٔ آن صرفنظر می کند. در روش های متأخرتر، پشتهٔ خاکریز و شالودهٔ آن را به صورت جسم یکپارچه ای در نظر می گیرند که فقط بار ناشی از وزن خودش بر آن وارد می آید.

در شکل ۱-۶، به عنوان یک مثال، تفاوت بین نتایج حاصل از دو روش فوق آورده شده و با یکدیگر مقایسه شده است. این شکل، توزیع تنش عمودی قائم، در نقطهٔ واقع در زیر خط مرکزی پشته و نیز در نقاط واقع در لبهٔ پاشنهٔ آن را نشان می دهد. پشتهٔ مزبور متقارن است، و زاویهٔ شیب جوانب آن برابر با ۴۵ درجه و ضریب پواسون آن برابر با ۰/۳ است. سایر منحنی های این شکل، که با خطوط پر نشان داده شده اند، توزیع تنش قائم را برای پشته های با شکل های مختلف، برحسب

2.earth embankments
3.Boussinesq problem

۲۴ ـــــــ



شکل ۱-۶- توزیع تنش قائم در امتداد مقاطع قائم، برای نسبت های مختلف L/H

الف) در امتداد خط محوری ب) در پنجهٔ شیب

فصل دوم

مبانی محاسبات سازه های نگهبان خرپایی

۲-۱- بارگذاری

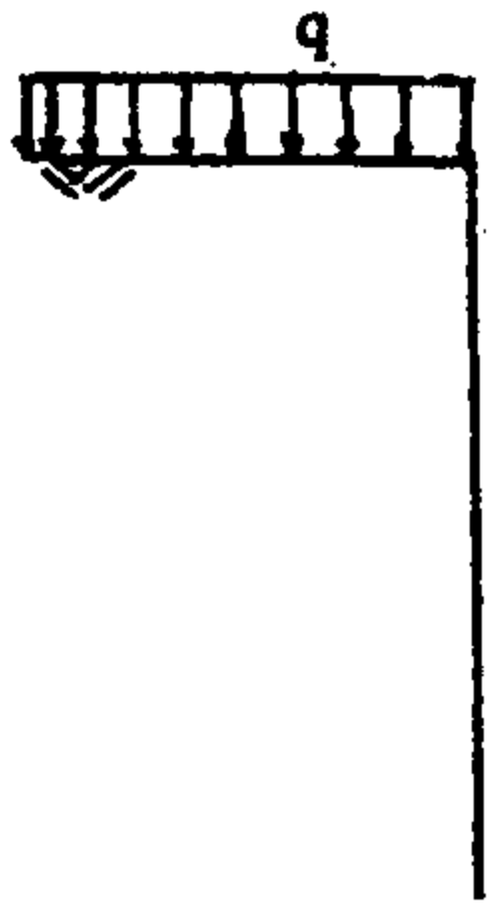
بار وارد بر سازه های نگهبان در واقع همان نیروی ناشی از رانش خاک است که ممکن است همراه با بار ناشی از سربار کنار گود نیز باشد. رانش خاک به طورکلی در سه حالت محاسبه می شود: حالت محرک[1]، حالت مقاوم[2] و حالت سکون.

برای طراحی سازه های نگهبان، همانند دیوارهای حایل، معمولاً نیروی رانشی خاک را بر مبنای رانش محرک محاسبه می کنند. برای محاسبهٔ رانش محرک می توان هم از نظریهٔ رانکین[3] و هم از نظریهٔ کولن[4] استفاده کرد. در این کتاب از نظریهٔ رانکین استفاده شده است.

1.active
2.passive
3.Rankine
4.Coulomb

۲-۲- نظریهٔ رانکین

شکل ۲-۱ را در نظر می گیریم. در این شکل، دیوارهٔ قائم خاکی یک گود نشان داده شده است. سربار گستردهٔ Q نیز بر واحد سطح زمین کنار گود وارد می آید. تنش فشاری افقی وارد بر هر المان خاک در کنارهٔ گود از رابطهٔ رانش محرک رانکین به صورت زیر به دست می آید:



شکل ۲-۱- دیوارهٔ قائم خاکی، همراه با سربار وارد بر آن

$$\sigma_x = (\gamma h + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a} \qquad (۱-۲)$$

در رابطهٔ اخیر:

σ_x = تنش فشاری افقی وارد بر المان خاک، برحسب t/m^2

γ = وزن مخصوص خاک، برحسب t/m^2

h= عمق نقطه ای که تنش در آن عمق محاسبه می شود، برحسب m

Q= سربار گستردهٔ کنار گود، برحسب t/m^2

c= مقاومت چسبندگی خاک بر حسب t/m^2

K_a = ضریب رانش محرک خاک، که طبق نظریهٔ رانکین از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \qquad (۲-۲)$$

در رابطهٔ اخیر:

ϕ= زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک، برحسب درجه .

در رابطهٔ (۱)، تنش σ_x به صورت فشاری در نظر گرفته شده است.

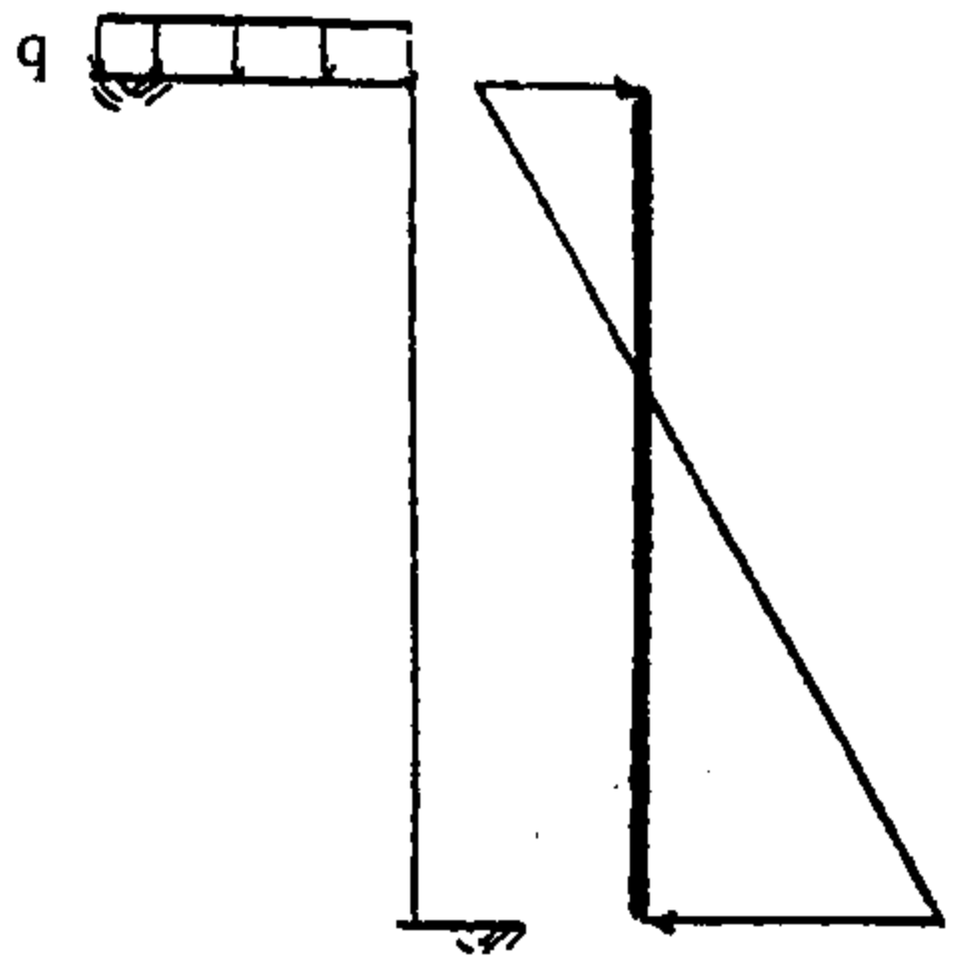
اگر منحنی توزیع تنش σ_x برحسب عمق h، یعنی فرمول (۱)، را رسم کنیم، دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد:

۱) $2c > Q\sqrt{K_a}$. در این حالت، مطابق شکل ۲-۲، σ_x تا یک عمق معین منفی است و سپس مثبت خواهد شد. این عمق را H_t یا عمق ترک کششی[1] می نامند. در این عمق، مقدار σ_x برابر با صفر است. برای یافتن H_t، σ_x را در فرمول (۱) برابر با صفر قرار می دهیم و h نظیر را H_t می نامیم:

$$\sigma_x = (\gamma h + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a} \qquad (۲-۱- \text{مکرر})$$

$$\begin{cases} h = H_t \\ \sigma_x = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad H_t = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} - \frac{Q}{\gamma} \qquad (۲-۳)$$

1.depth of tensile crack



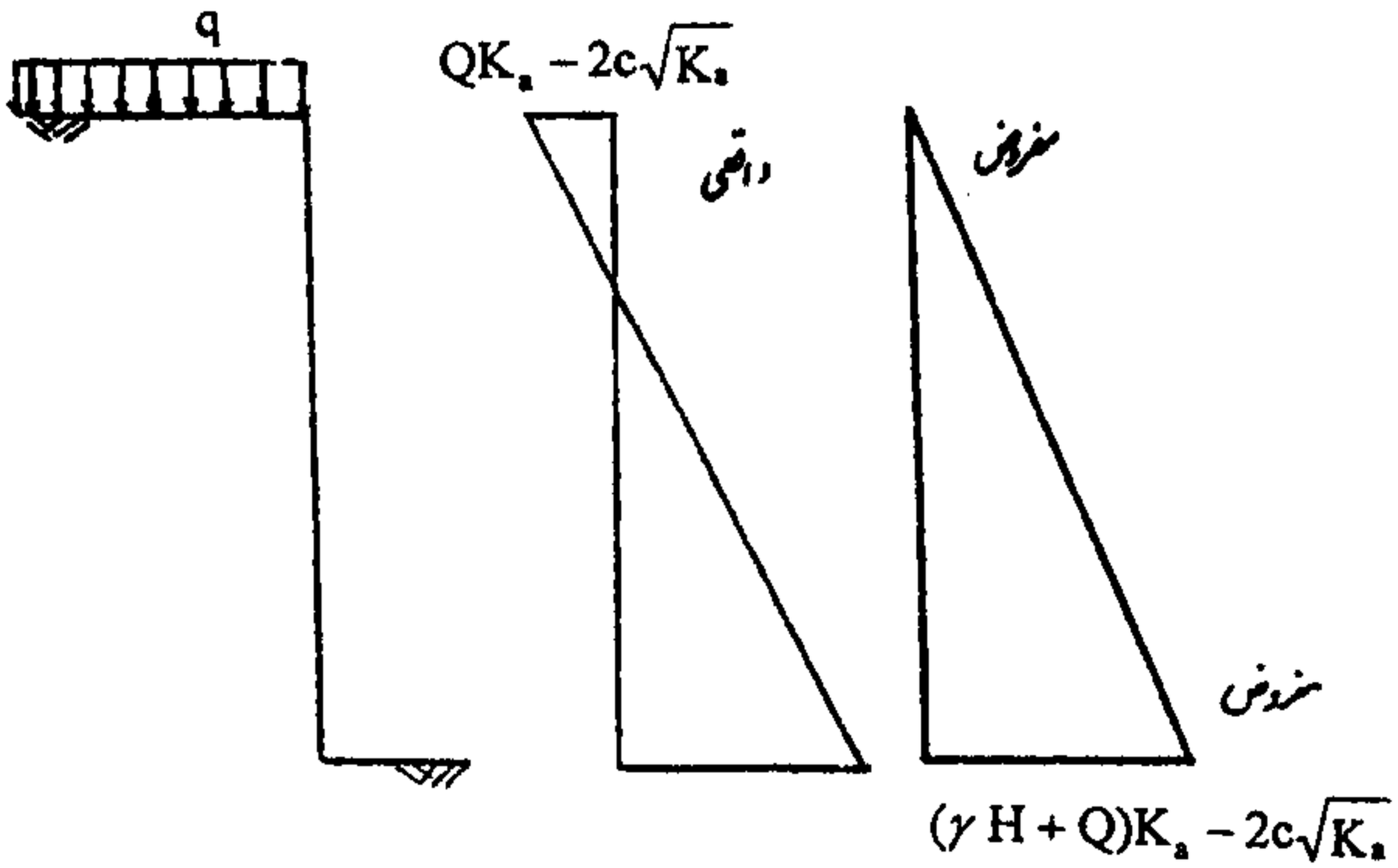
شکل ۲-۲- نمودار تغییرات σ_x در حالت $2c > Q\sqrt{K_a}$

از آنجا که در بسیاری از مواقع، بخش فوقانی خاک از نوع خاک دستی است، و نیز ممکن است در بعضی از خاکها مقاومت چسبندگی کاهش یافته یا از بین برود، و همچنین درجهت ضریب اطمینان، منحنی مفروض در محاسبات را مطابق شکل ۲-۳، با فرض صفر بودن تنش در $h=0$ در نظر می گیرند.

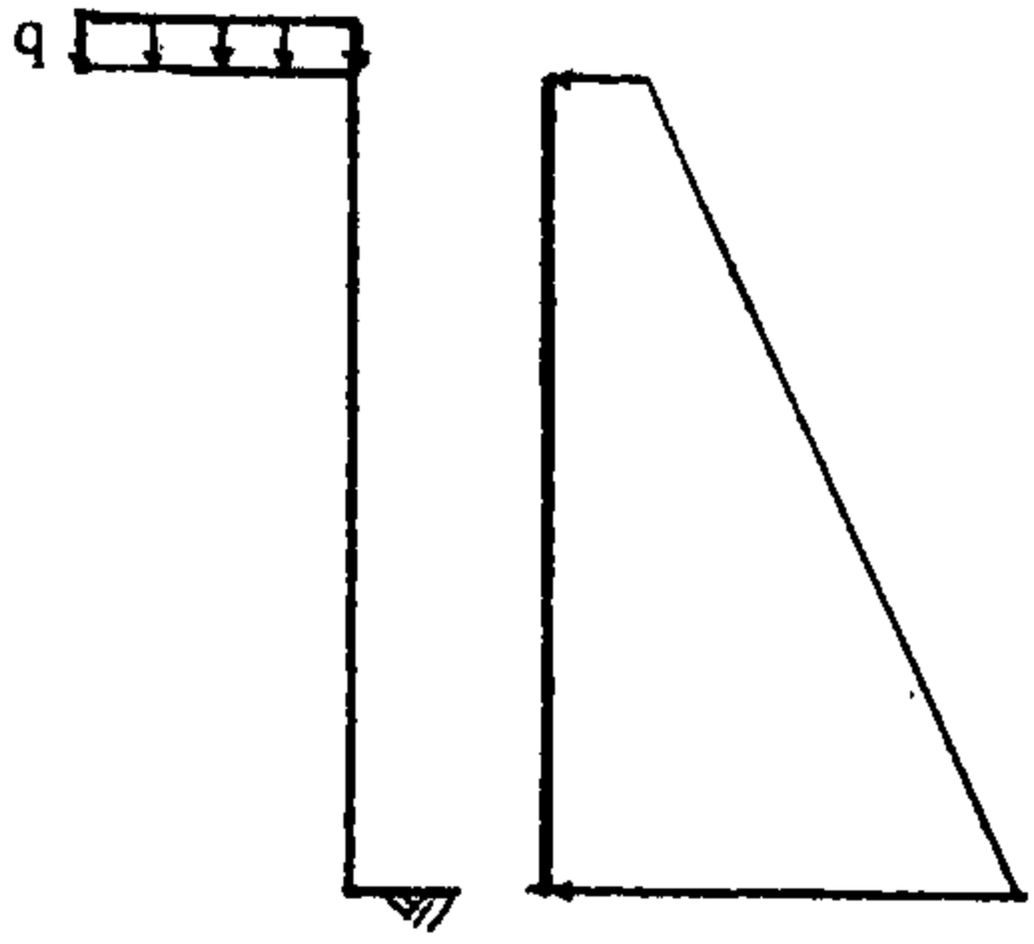
البته همانگونه که بعداً خواهیم دید، از منحنی واقعی مبتنی بر فرمول (۱) برای تعیین عمق پایدار گود استفاده می کنیم.

۲) $2c < Q\sqrt{K_a}$. در این حالت، مطابق شکل ۲-۴، تنش σ_x در تمامی عمق گودبرداری مثبت است.

در حالت خاص که $2c = Q\sqrt{K_a}$، مطابق شکل ۲-۴، σ_x در $h=0$ برابر با صفر است و مقدار آن در تمامی عمقهای پایین تر از سطح زمین مثبت خواهد بود.



شکل ۲-۳- منحنی های واقعی و مفروض تغییرات σ_x در حالت $2c > Q\sqrt{K_a}$



شکل ۲-۴- منحنی تغییرات σ_x در حالت $2c < Q\sqrt{K_a}$

۳۲ ـــــــ

در نتیجه، با توجه به معادلهٔ (۲-۳)، و با اعمال ضریب اطمینان (FS) خـواهیم داشت:

$$H_s = \left[\frac{4c}{\gamma\sqrt{K_a}} - \frac{2Q}{\gamma}\right] \times \frac{1}{FS} \qquad (۷-۲)$$

برای محاسبهٔ عمق پایدار گود سازه های نگهبان، ضریب اطمینان FS برابـر بـا ۲/۶۷ در نظر گرفته شده است، لذا نهایتاً پس از ساده کردن خواهیم داشت:

$$H_s = \frac{1.5c}{\gamma\sqrt{K_a}} - \frac{0.75Q}{\gamma} \qquad (۸-۲)$$

اگر عمق گود کمتر از عمق پایدار گود باشـد، نیـازی بـه اجـرای سـازهٔ نگهبـان نیست.

۲-۵- طراحی شمع برای تحمّل نیروی کششی

حداکثر نیرویی که یک شمع به صورت کششی می تواند تحمل کنـد، از رابطـهٔ زیر به دست می آید:

$$T_u = P_s + W \qquad (۹-۲)$$

در این رابطه:

T_u = مقدار نیروی کششی ای که یک شمع می تواند تحمل کند.

P_s = نیروی اصطکاک در شمع

۳۴ ـــــــ

δ= زاویهٔ اصطکاک بین خاک و بتن، که آن را برابر با ϕ اختیار می کنیم.

بنابراین:

$$P_s = (c + 1.75\,\gamma\, L_p . \tan\phi)(\pi D_p)(L_p) \qquad (۱۳-۲)$$

در شمع‌های پاشنه‌دار می‌توان از روابط دقیق‌تری نیز استفاده کرد.

۲-۵-۲- محاسبهٔ W

وزن شمع، W، به صورت زیر محاسبه می شود:

در شمعهای بدون پاشنه:

$$W = \gamma_c \times \frac{\pi D^2}{4} \times (L_p) \qquad (۱۴-۲)$$

در شمعهای پاشنه دار:

(۱۵-۲)

$$W = \gamma_c \times \frac{\pi D'^2}{4} \times h_1 + \gamma_s \times \frac{\pi D'^2}{4} \times h_2$$
$$+ (\gamma_c - \gamma_s) \times \frac{\pi}{12}(D^2 + D'^2 + DD') \times h_2$$
$$+ \gamma_s \times \frac{\pi D'^2}{4} \times (L_p^{\bullet} - h_1 - h_2) + (\gamma_c - \gamma_s) \times \frac{\pi D^2}{4} \times (L_p^{\bullet} - h_1 - h_2)$$

در این روابط:

γ_c = وزن مخصوص بتن، برحسب t/m^2

D= قطر شمع بدون پاشنه یا قسمت میلهٔ شمع پاشنه‌دار (عموماً برابر با ۰/۸ متر)، برحسب متر

D'= قطر پاشنهٔ شمع پاشنه دار (عموماً برابر با ۱/۸ متر)، برحسب متر

L_p = طول شمع بدون پاشنه، برحسب متر

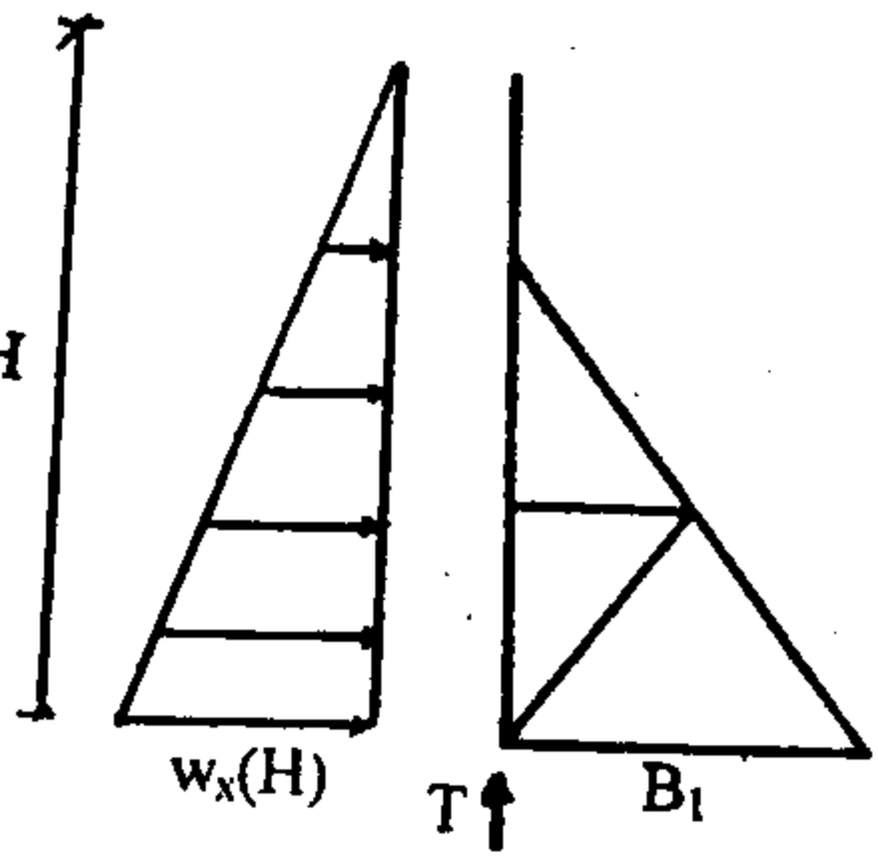
L_p * = طول کل شمع پاشنه دار، برحسب متر

h_1 = ارتفاع قسمت استوانه‌ای پاشنه، در شمع‌های پاشنه‌دار، برحسب متر

h_2 =ارتفاع قسمت مخروط ناقص، در شمع‌های پاشنه‌دار، برحسب متر

۲-۶- محاسبهٔ نیروی کششی عضو قائم خرپا

همانگونه که دیدیم نیروی وارد بر واحد طول خرپا W(X) از رابطهٔ (۲-۵) به دست می آید. توزیع نیروی جانبی وارد بر خرپا بر اثر رانش خاک به یکی از دو صورت شکلهایِ ۲-۲ و ۲-۴ است که ما در محاسبات برای سهولت، مطابق شکل ۲-۳، آن را به صورت مثلثی در نظر می گیریم. بنابراین، مطابق شکل ۲-۵ می توانیم بنویسیم:



شکل۲-۵- نیروی کششی وارد بر عضو قائم خرپا

$$\text{نیروی محرک} = \frac{w_x(H)\times H}{2}$$

$$\text{بازوی محرک} = \frac{H}{3}$$

T= نیروی مقاوم

B_1 = بازوی محرک

$$\frac{w_x(H)\times H}{2}\times\frac{H}{3} = T\times B_1 \quad \Rightarrow \quad T = w_x(H)\times\frac{H^2}{6B_1}. \qquad (۱۶-۲)$$

با استفاده از رابطهٔ (۲-۵) خواهیم داشت:

$$T = [(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}]\times\frac{LH^2}{6B_1} \qquad (۱۷-۲)$$

۲-۷- محاسبهٔ حداقل طول لازم برای شمع

همانگونه که دیدیم:

$$T_u = P_s + W \qquad (۲-۹- \text{مکرر})$$

$$T = [(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}]\times\frac{LH^2}{6B_1} \qquad (۲-۱۷-\text{مکرر})$$

$$P_s = (c + 1.75\gamma L_p.\tan\phi)(\pi D_p)(L_p) \qquad (۲-۱۳-\text{مکرر})$$

$$W = \gamma_c \times \frac{\pi D_p^{\ 2}}{4} \times (L_p) \qquad (۲-۱۴ و ۲-۱۵ مکرر)$$

ضریب اطمینان، FS، را در این حالت برابر با ۳ در نظر مـی گیـریم. در نتیجـه می‌توانیم بنویسیم:

$$3\left[(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right] \times \frac{LH^2}{6B_1}$$

$$= (c + 1.75\gamma L_p . \tan\phi)(\pi D_p)(L_p) + \gamma_c \times \frac{\pi D_p^{\ 2}}{4} \times L_p \qquad (۲-۱۸)$$

$$\Rightarrow$$

$$(1.75\gamma . \tan\phi . \pi . D_p)L_p^{\ 2} + (c . \pi . D_p + \frac{\gamma_c . \pi . D_p^{\ 2}}{4})L_p$$

$$-3\left[(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right] \times \frac{LH^2}{6B_1} = 0 \qquad (۲-۱۹)$$

از حل این رابطه برحسب L_p، حداقل L_p لازم را به دست خواهیم آورد.

۲-۸- طراحی پی از نظر بار قائم وارد بر آن

۲-۸-۱- تعیین ظرفیت باربری خاک زیر پی (q_{ult})

برای تعیین ظرفیت باربری خاک زیر پی (q_{ult}) از فرمول ترزاقی استفاده می کنیم:

$$q_{uk} = cN_cS_c + \bar{q}N_q + 0.5\gamma B_fN_\gamma S_\gamma \qquad (۲۰-۲)$$

در این رابطه:

S_c و S_γ= ضرایب شکل، که از جدول ۲-۱ به دست می آیند.

جدول ۲-۱- مقادیر ضرایب شکل S_c و S_γ

شکل پی / ضریب	نواری	دایره ای	مربعی
S_c	۱/۰	۱/۳	۱/۳
S_γ	۱/۰	۰/۶	۰/۸

N_c ، N_q و N_γ= ضرایب ظرفیت باربری، که به ϕ (زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک) بستگی دارند و مقادیر آنها از جدول ۲-۲ به دست می آید.

c= مقاومت چسبندگی خاک، برحسب t/m^2

$\bar{q}$= تنش قائم در تراز کف پی، برحسب t/m^2، که به صورت زیر محاسبه می شود:

الف) در صورتی که در طول زمان بهره برداری خاک کنار پی برداشته نشود و D_1 عمق کارگذاری پی باشد:

$$\bar{q} = \gamma D_1 \qquad (۲۱-۲)$$

γ = وزن مخصوص خاک

ب) در صورتی که در طول زمان بهره برداری، خاک اطراف پی برداشته شـود و D_2 ضخامت پی باشد:

جدول ۲-۲- مقادیر ضرایب ظرفیت باربری N_c، N_q و N_γ

ϕ	N_q	N_c	N_γ	ϕ	N_q	N_c	N_γ
۰/۰	۱/۰	۵/۷	۰/۰	-	-	-	-
۱/۰	۱/۱	۶/۰	۰/۱	۲۱/۰	۸/۳	۱۸/۹	۵/۸
۲/۰	۱/۲	۶/۳	۰/۲	۲۲/۰	۹/۲	۲۰/۳	۶/۶
۳/۰	۱/۳	۶/۶	۰/۳	۲۳/۰	۱۰/۲	۲۱/۷	۷/۶
۴/۰	۱/۵	۷/۰	۰/۴	۲۴/۰	۱۱/۴	۲۳/۴	۸/۶
۵/۰	۱/۶	۷/۳	۰/۵	۲۵/۰	۱۲/۷	۲۵/۱	۹/۷
۶/۰	۱/۸	۷/۷	۰/۶	۲۶/۰	۱۴/۲	۲۷/۱	۱۱/۳
۷/۰	۲/۰	۸/۲	۰/۸	۲۷/۰	۱۵/۹	۲۹/۲	۱۳/۲
۸/۰	۲/۲	۸/۶	۰/۹	۲۸/۰	۱۷/۸	۳۱/۶	۱۵/۱
۹/۰	۲/۴	۹/۱	۱/۱	۲۹/۰	۲۰/۰	۳۴/۲	۱۷/۳
۱۰/۰	۲/۷	۹/۶	۱/۲	۳۰/۰	۲۲/۵	۳۷/۲	۱۹/۷
۱۱/۰	۳/۰	۱۰/۲	۱/۵	۳۱/۰	۲۵/۳	۴۰/۴	۲۳/۲
۱۲/۰	۳/۳	۱۰/۸	۱/۷	۳۲/۰	۲۸/۵	۴۴/۰	۲۷/۱
۱۳/۰	۳/۶	۱۱/۴	۲/۰	۳۳/۰	۳۲/۲	۴۸/۱	۳۱/۳
۱۴/۰	۴/۰	۱۲/۱	۲/۲	۳۴/۰	۳۶/۵	۵۲/۶	۳۶/۰
۱۵/۰	۴/۴	۱۲/۹	۲/۵	۳۵/۰	۴۱/۴	۵۷/۸	۴۲/۴
۱۶/۰	۴/۹	۱۳/۷	۲/۹	۳۶/۰	۴۷/۲	۶۳/۵	۵۱/۷
۱۷/۰	۵/۵	۱۴/۶	۳/۴	۳۷/۰	۵۳/۸	۷۰/۱	۶۲/۰
۱۸/۰	۶/۰	۱۵/۵	۳/۹	۳۸/۰	۶۱/۵	۷۷/۵	۷۳/۵
۱۹/۰	۶/۷	۱۶/۶	۴/۴	۳۹/۰	۷۰/۶	۸۶/۰	۸۶/۲
۲۰/۰	۷/۴	۱۷/۷	۵/۰	۴۰/۰	۸۱/۳	۹۵/۷	۱۰۰/۴

γ= وزن مخصوص خاک، برحسب t/m^3

B_f= بُعد کوچکتر پی، برحسب m

$$\bar{q} = \gamma D_2 \qquad (۲۲-۲)$$

در سازه های نگهبان خرپایی مورد نظر داریم:

۱) از آنجا که پی این سازه ها را مربعی در نظر می گیریم، پس B_f همان بُعد پی در پلان است. همچنین با توجه به جدول ۲-۱ برای پی مربعی داریم:

$$S_c = ۱/۳$$

$$S_\gamma = ۰/۸$$

۲) ضریب اطمینان، FS، در این حالت را برابر با ۳ در نظر می گیریم، لذا تنش مجاز خاک زیر فونداسیون برابر خواهد بود با:

$$q_a = \frac{q_{ult}}{FS} = \frac{q_{ult}}{3} = \frac{\left(1.3cN_c + \bar{q}N_q + 0.5 \times 0.8B_f N_\gamma\right)}{3} = \frac{1}{3}\left(1.3cN_c + \bar{q}N_q + 0.4B_f N_\gamma\right) \qquad (۲۳-۲)$$

۳) از آنجا که پی در سطح اجرا می شود لذا می توانیم اینگونه در نظر بگیریم که خاک اطراف پی برداشته شده است. در نتیجه می توانیم بنویسیم:

$$\bar{q} = \gamma B \qquad (۲۴-۲)$$

$$q_a = \frac{1}{3}\left(1.3\, cN_c + \gamma BN_q + 0.4\, B_f N_\gamma\right) \qquad (۲۵-۲)$$

۴۲ ـــــــ

$$\frac{P_v}{B_f^2} \leq q_a \qquad (۲۷-۲)$$

$$\Rightarrow (B_f)_{min} = \sqrt{\frac{P_v}{q_a}} \qquad (۲۸-۲)$$

با جایگذاری مقادیر P_v و q_a از روابط (۲۶) و (۲۵) در رابطه (۲۸) خواهیم داشت:

$$(B_f)_{min} = \sqrt{\frac{\left[(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right]LH^2}{\frac{1}{3}\left(1.3cN_c + \gamma BN_q + 0.4B_f N_\gamma\right)}} \qquad (۲۹-۲)$$

$$(B_f)_{min} = \sqrt{\frac{\left[(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right]LH^2}{B_1\left(2.6N_c + 2\gamma BN_q' + 0.8B_f N_\gamma\right)}} \qquad (۳۰-۲)$$

۲-۹- کنترل سازهٔ نگهبان از نظر لغزش

پایداری سازهٔ نگهبان در برابر لغزش از موارد مهمی است که حتماً باید کنترل شود.

عامل محرک، همان نیروی رانشی خاک است. عامل مقاوم شامل نیروی ناشی از شمع و فونداسیون و نیز نیروی ناشی از مقاومت برشی خاک و اصطکاک خاک است.

۲-۹-۱- نیروی محرک (F_a)[1]

برای محاسبهٔ این نیرو از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم:

$$F_a = \left[(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right]L\frac{H^2}{2} \qquad (۳۱-۲)$$

در این رابطه:

γ = وزن مخصوص خاک، برحسب t/m^3

H= ارتفاع گود، برحسب m

Q= بربار وارد بر سطح افقی مجاور گود، برحسب t/m^2

K_a = ضریب رانش محرک خاک، که از رابطهٔ (۲-۲) به دست می آید.

c= مقاومت چسبندگی خاک، برحسب t/m^2

L= فاصلهٔ بین خرپاها

۲-۹-۲- نیروی مقاوم (F_p)[2]

این نیرو را از رابطهٔ زیر محاسبه می کنیم:

$$F_p = (c + \tan\delta)(\Sigma A) + K_p\gamma\frac{L_p}{2}D_p + K_p\gamma\frac{B_f B^2}{2} \qquad (۳۲-۲)$$

در این رابطه:

c= مقاومت چسبندگی خاک، برحسب t/m^2

δ= زاویهٔ اصطکاک بین خاک و بتن، که برابر با ϕ در نظر گرفته می شود.

1.active force
1.passive force

ΣA = مجموع سطوح در تماس با خاک، برحسب m^2

K_p = ضریب رانش مقاوم خاک، که طبق نظریهٔ رانکین از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

γ = وزن مخصوص خاک، برحسب t/m^3

L_p = طول شمع، که در شمعهای بدون پاشنه با L_p و در شمعهای پاشنه دار با L_p * نشان داده می شود.

D_p = قطر شمع، که معمولاً در شمعهای بدون پاشنه برابر با ۰/۸ متر و در پاشنهٔ شمعهای پاشنه دار برابر با ۱/۸ متر در نظر گرفته می شود.

B_f = بُعد پی مربعی در پلان، برحسب m

B= ضخامت پی، برحسب m

ضریب اطمینان در برابر لغزش، N_s، معمولاً در حدود ۲-۱/۲ در نظر گرفته می شود. به دلیل موقتی بودن سازهٔ نگهبان می توانیم حداقل مقدار آن را برابر با ۱/۲۵ در نظر بگیریم.

لذا:

$$N_s = \frac{F_p}{F_a} \geq 1.25 \qquad \Rightarrow$$

در نتیجه برای پایداری سازهٔ نگهبان در برابر لغزش، باید رابطهٔ زیر برقرار باشد:

$$\frac{\left[(c+\tan\delta)(\Sigma A)+K_p\gamma\frac{L_p}{2}D_p+K_p\gamma\frac{B_fB^2}{2}\right]}{\left[(\gamma H+Q)K_a-2c\sqrt{K_a}\right]\frac{LH^2}{2}}\geq 1.25 \qquad (۳۳-۲)$$

۲-۱۰- اندرکنش خاک و سازه[1]

برای آنکه بتوانیم رفتار متقابل خاک و سازه را مورد ارزیابی دقیق تری قرار دهیم و میزان تغییر مکانها را با دقت بیشتری بررسی کنیم، می توانیم در محل تماس سازه با خاک اثر خاک را به صورت فنر مدل کنیم. سختی این فنر گسترده، K_s، را می توانیم از رابطهٔ زیر محاسبه کنیم:

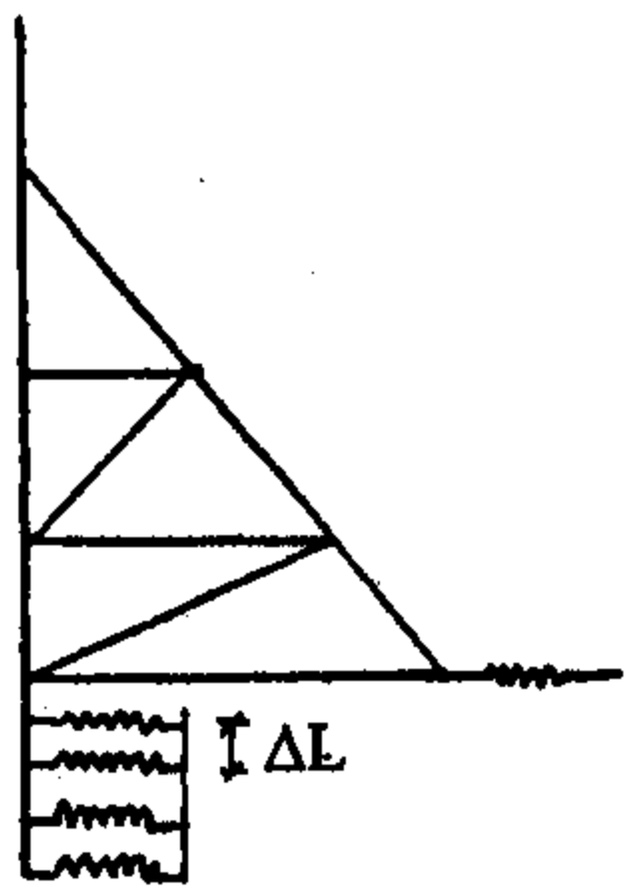
$$K_s = 40q_{ult} \qquad (t/m) \qquad (۳۴-۲)$$

در این رابطه q_{ult} حداکثر ظرفیت باربری خاک، برحسب t/m^2، در ترازی است که خاک در آنجا به صورت فنر مدل می شود. q_{ult} را می توانیم از رابطهٔ (۲-۲۰) محاسبه کنیم. به منظور بالا بردن دقت، می توانیم شمع را به چند قسمت تقسیم کرده و هر قسمت را با یک فنر مدل نماییم. در این صورت، اگر فاصلهٔ بین این فنرها را مطابق با شکل ۲-۷، ΔL بنامیم و D_p نیز قطر شمع باشد، در آن صورت می توانیم سختی فنر در هر بخش از شمع، یعنی k_s، را از رابطهٔ زیر محاسبه کنیم:

1.Soil-structure interaction

$$k_s = \dot{K}_s . \Delta L . D_p \qquad (t/m) \qquad (۳۵-۲)$$

در این رابطه ΔL و D_p برحسب m می باشند.



شکل ۲-۷- مدل اندرکنش خاک و سازه

۲-۱۱- تأثیر آب

سطح آب زیرزمینی در اکثر شهرها و در بیشتر پروژه های گودبرداری پایین است، ولی در هر حال، آب در صورت وجود، تأثیر مهمی بر روی گودبرداری و سازهٔ نگهبان خواهد داشت.

وجود آب موجب آن می شود که مشخصات و پارامترهای مشخصهٔ فیزیکی و مکانیکی خاک تغییر بیابد و لذا این امر را می باید در کارهای آزمایشگاهی و نیز در محاسبات در نظر بگیریم. آزمایشها را در این حالت باید بر روی نمونه های اشباع و در شرایط تند انجام دهیم. از سوی دیگر، در صورتی که بخشی از عمق گود در شرایط اشباع قرار گیرد، فشار هیدرواستاتیکی ناشی از تراوش آب را نیز باید در

محاسبات در نظر بگیریم. ولی از آنجا که در صورت برخورد با آب، عملیات گودبرداری را به صورت مرحله به مرحله انجام می دهیم، و نیز در جدارهٔ گود از الوار استفاده می کنیم، لذا در بسیاری از مواقع می توانیم خاک را زهکشی شده فرض کرده و فشار هیدرواستاتیکی ناشی از تراوش آب را در نظر نگیریم.

در هر حال، در این شرایط لازم است از روشهای زهکشی مناسب، ازجمله حفر چاهکهای زهکشی، برای جمع آوری و تخلیهٔ سریع آب محیط استفاده کنیم.

۲-۱۲- شمع‌های پاشنه‌دار

همانگونه که در مباحث قبلی مشاهده کردیم، بر اثر رانش خاک، عضو قائم خرپا و در نتیجه شمع پای آن تمایل به بیرون آمدن از خاک دارد. در بند ۲-۵ دیدیم که نیروی اصطکاک و وزن شمع با نیروی وارد بر آن مقابله می‌کنند. در صورتی که نیروی وارد بر شمع زیاد باشد لازم است طول شمع را بلند در نظر بگیریم. روش دیگر در این گونه مواقع آن است که از شمع پاشنه‌دار استفاده کنیم. شمع پاشنه‌دار، مطابق با شکل های صفحات ۲۷۹ و ۲۸۵ شامل یک استوانهٔ تحتانی، یک مخروط ناقص میانی و یک استوانهٔ فوقانی است. در این حالت رفتار گسیختگی خاک به صورتی است که به طور متعارف به صورت یک مخروط ناقص گسیخته می‌شود. در جهت اطمینان می‌توان فرض کرد که خاک به صورت استوانه‌ای به قطر مؤثر برابر با قطر پاشنه گسیخته می‌شود.

فصل سوم

طراحی و اجرای سازه های نگهبان خرپایی

۳-۱- سازه های نگهبان خرپایی

بنا به دلایلی که در فصل اول گفتیم، در بسیاری از مواقع روش خرپایی در گودبرداری های داخل شهر مناسب تر، ساده تر، اجرایی تر و اقتصادی تر از سایر روشها است. در این فصل از کتاب، روش اجرای سازه های نگهبان خرپایی و نیز روش محاسبهٔ این سازه ها به کمک منحنی های کمک طراحی را ارائه می کنیم.

۳-۲- اقدامات و مطالعات و بررسیهای لازم قبل از شروع عملیات گودبرداری و در حین آن

۱) اخذ مجوزهای لازم از ادارات و سازمانهای ذیربط نظیر شهرداری، شرکت گاز، شرکت آب و فاضلاب، شرکت توزیع برق و نظایر آن

۲) اعلام مراتب اجرای کار به نزدیکترین ایستگاه آتش نشانی و خدمات ایمنی

۳) انجام مطالعات ژئوتکنیکی کافی قبلی

۴) بررسی و مطالعهٔ تأسیسات زیرزمینی احتمالی در محل

۵) بررسی و مطالعهٔ چاههای آب و فاضلاب و قنوات، اعم از متروکه و دایـر، در محل

۶) بازرسی ساختمانهای مجاور گود؛ دستورات لازم برای تخلیهٔ آب اسـتخرها و کالاهای انبارها، به ویژه کالاهای سنگین یا قابل اشتعال، در صورت لزوم

۷) آماده کردن کلیهٔ تجهیزات و لوازم و دستگاههای مـورد نیـاز بـرای اجـرای عملیات گودبرداری

۸) آموزش نیروهای انسانی مورد نیـاز، و نیـز بـه کـارگیری نیروهـای انـسانی آموزش دیده و با تجربه

۹) برنامه ریزی و زمان بندی کارهای اجرایی متناسـب بـا شـرایط کـار و نیـز اوضاع جوی و فصل

۱۰) نصب موانع حفاظتی لازم در محلهایی که احتمال سقوط وجود دارد.

۱۱) تأمین روشنایی لازم در محل گودبرداری

۱۲) نصب علائم اخطاردهندهٔ مورد نیاز در محل گـود و نزدیکـی آن، در صـورت لزوم

۱۳) تهویهٔ گازها و گرد و غبار درون چاهها با وسایل و تجهیزات مناسب

۱۴) نصب وسایل بالابر و وینچ های مورد نیاز، به صورتی محکم و اصولی

۱۵) اجتناب از تجهیز کارگـاه و احـداث محلهـای اسـتراحت کـارگران و دفـاتر کارگاه در پای گودها و نیز در لبهٔ آنها

۱۶) مطالعهٔ نقشهٔ ساختمانهای مجاور

۱۷) بررسی وجود باغچه در مجاور گود

۱۸) برنامه ریزی و انجام اقدامات لازم برای بیمهٔ انسانها و اموال واقـع در محـل گودبرداری و ساختمانهای مجاور

۱۹) اجتناب از تخلیهٔ مصالح ساختمانی، نخاله های ساختمانی، و خاکهای مـازاد گودبرداری در لبهٔ گود

۲۰) انتخاب مجریان و مهندسان ناظر ذیصلاح

۲۱) پایش[1] ساختمانها و معابر مجاور، قبل از گودبرداری و در حـین آن، توسـط مهندسان ذیصلاح

۲۲) اقدامات لازم برای جلوگیری از ریزش و جریـان آب هـای حاصـل از بـارش باران یا آبهای تحت الارضی در بدنه و لبهٔ گود

۳-۳- روش اجرای سازه های نگهبان خرپایی

۳-۳-۱- اجرای صورت بندی کلی خرپاها

پیش از این، در بند ۱-۲-۷ فصل اول، صورت بندی کلی سازهٔ نگهبان خرپـایی و روش اجرای آن را تا حدودی شرح دادیم. در اینجا نکات تکمیلی و مشروح تـری را در این زمینه ارائه می کنیم.

مراحل مختلـف اجرایـی سـازه هـای نگهبـان خرپـایی در شـکلهای ۳-۱-۱ تـا ۳-۱-۸ نشان داده شده اند. این مراحل به شرح زیر می باشند:

۱) حفر چاههایی در امتداد اعضای قائم هریک از خرپاها؛ طول این چاهها برابر با عمق گود به اضافهٔ طول شمع، یعنی $(H+L_p)$، است. قطـر محاسـباتی در نظر گرفته شده برای چاهها برابر با ۸۰ سانتیمتر است که به دلیل بـتن

1.monitoring

۵۲ ـــــــ

۵) در این مرحله، مطابق نقشه های اجرایی، عضو مایل را از سویی به ورق کف ستون فونداسیون سازهٔ نگهبان و از سوی دیگر به عضو قائم خرپا متصل می کنیم.

۶) در این مرحله، خاک قسمت مثلثی محصور بین عضو قائم، عضو مایل، و اولین عضو افقی خرپا (یعنی عضو افقی فوقانی آن) را در سرتاسر طول دیواره برمی داریم. سپس عضو افقی مزبور را از سویی به عضو قائم و از سوی دیگر به عضو مایل متصل می کنیم.

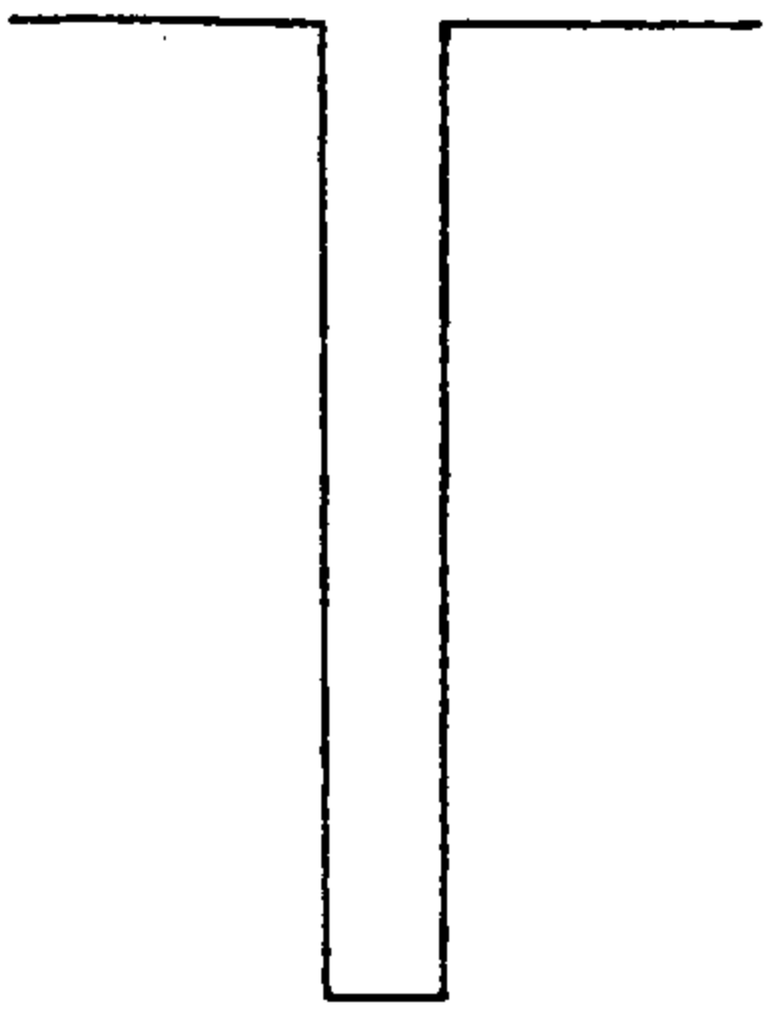
۷) در گام بعد، خاک محصور بین عضو افقی فوقانی و عضو افقی زیر آن و اعضای قائم و مایل را در سرتاسر طول دیواره برمی داریم و اعضای قطری و افقی دوم را نصب می کنیم.

۸) درگام (یا گامهای) بعد، عملیات خاکبرداری و نصب اعضای افقی و قطری را مرحله به مرحله اجرا می کنیم تا در نهایت خرپا اجرا شود.

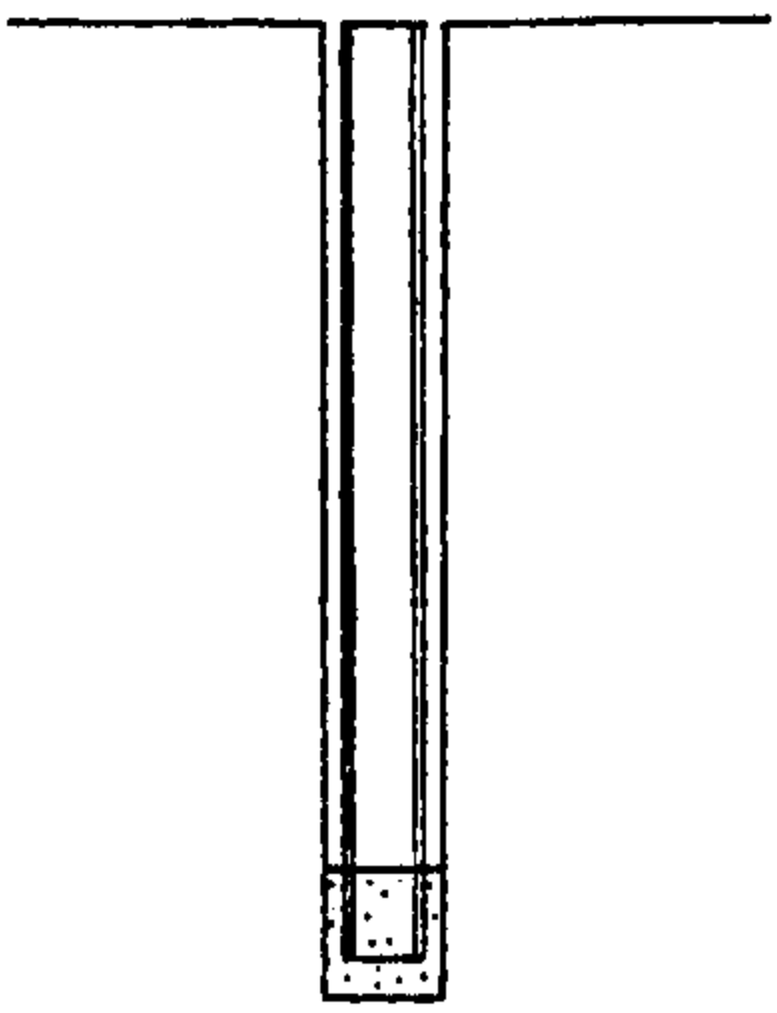
۳-۳-۲- سایر موارد و نکات اجرایی خرپاها

۱) بین شمع و فونداسیون هریک از خرپاها، بین شمعهای مجاور هم، و بین فونداسیون های مجاور از شناژهای افقی استفاده می کنیم. جزئیات این شناژها در فصل ششم: نقشه های جزئیات، نشان داده شده است.

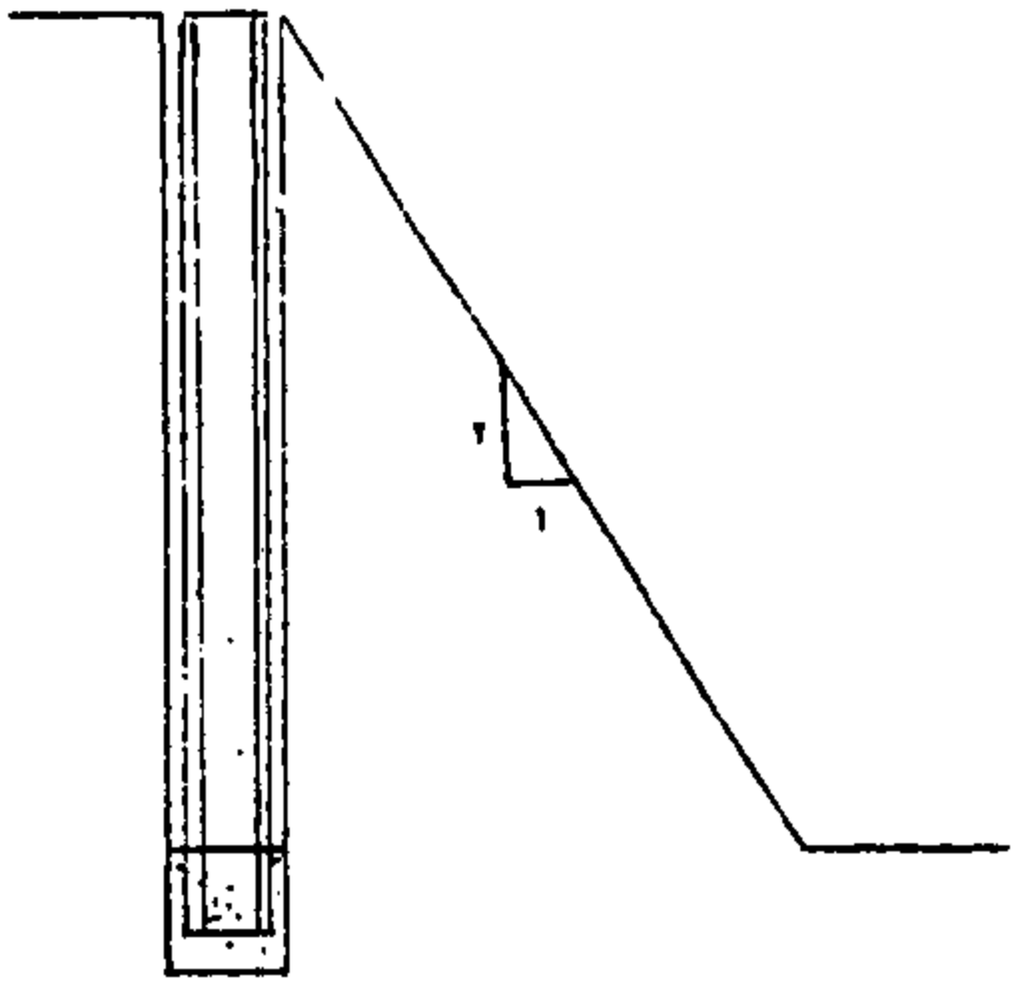
۲) رقوم بالای فونداسیون و بالای شمع خرپاها با هم یکسان است و برابر با رقوم کف فونداسیون سازهٔ ساختمان اصلی در دست احداث می باشد.



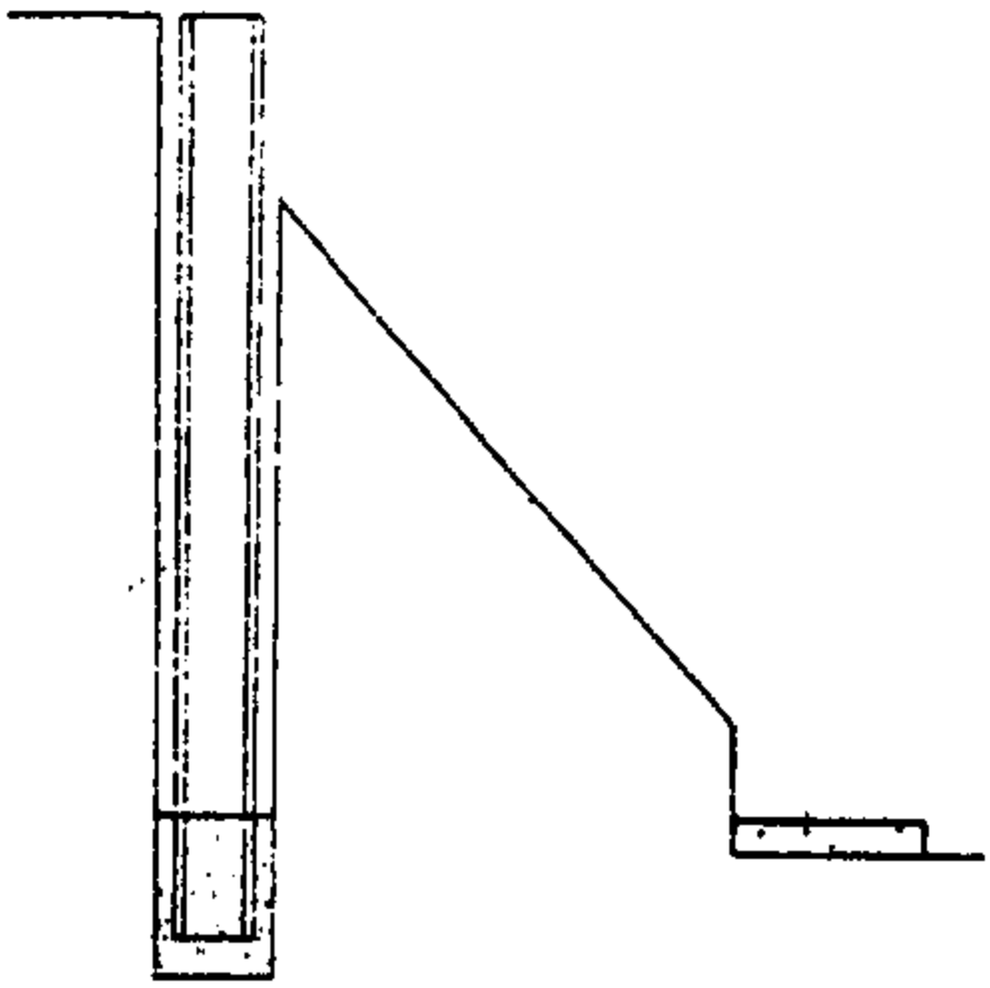
شکل ۳-۱-۱- مرحلهٔ اول اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی: حفر چاه



شکل ۳-۱-۲- مرحلهٔ دوم اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی: نصب عضو قائم و اجرای شمع

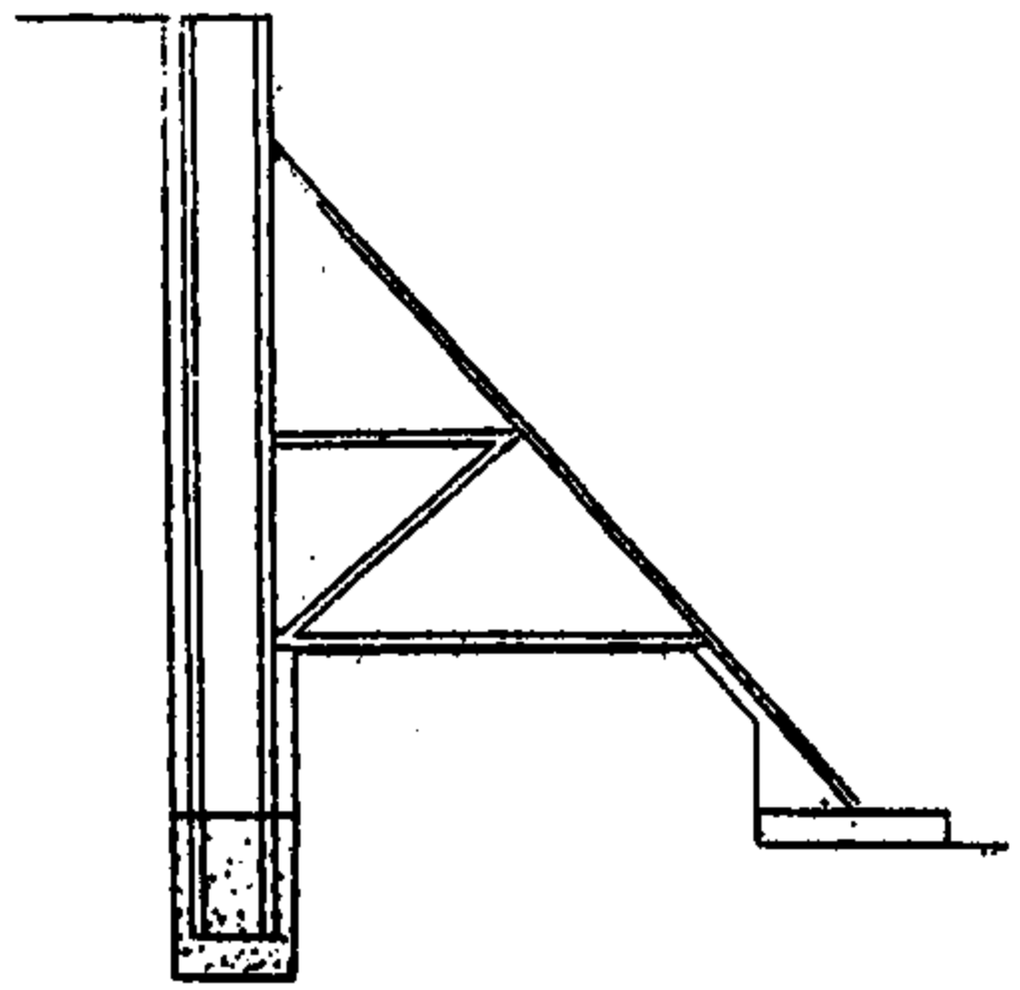


شکل ۳-۱-۳- مرحلهٔ سوم اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی:.گودبرداری با شیب پایدار

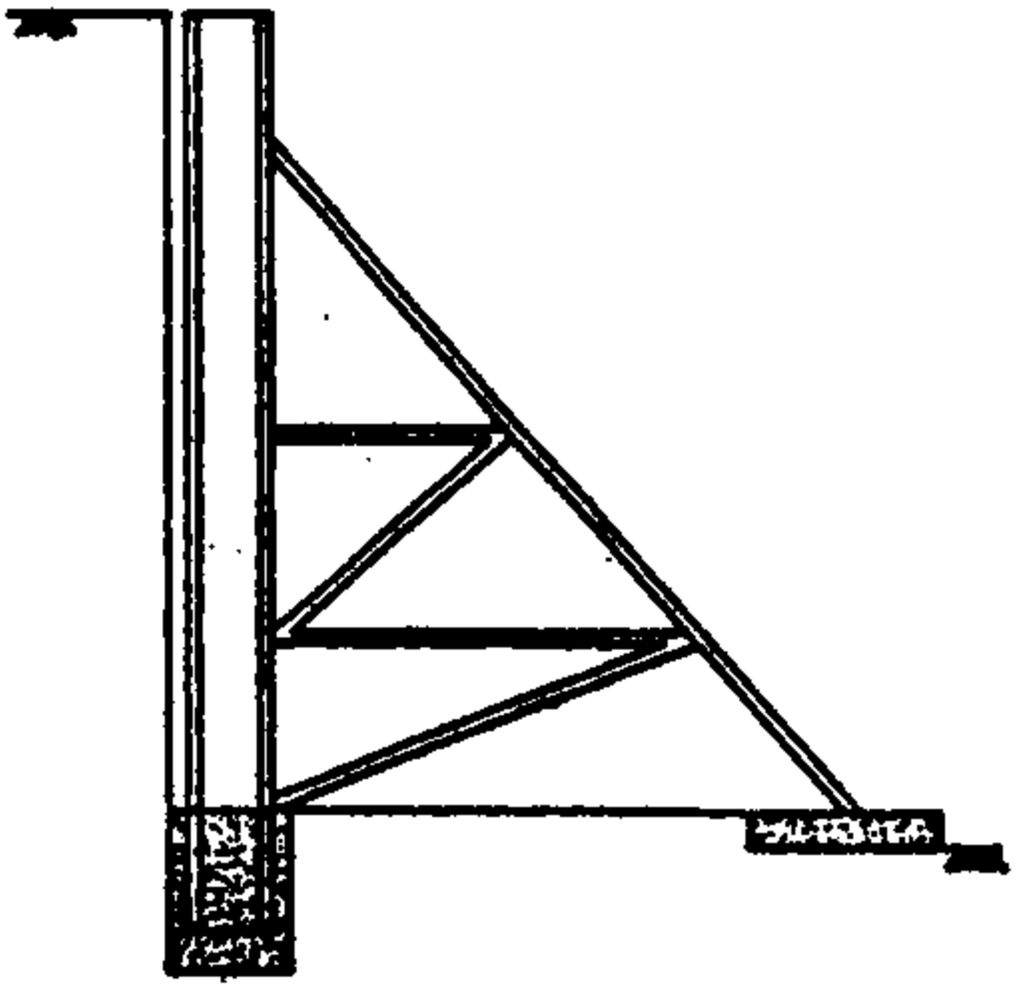


شکل ۳-۱-۴- مرحلهٔ چهارم اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی: .اجرای فونداسیون پای عضو مایل

۵۶ ـــــــ



شکل ۳-۱-۷- مرحلهٔ هفتم اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی: نصب ردیف بعدی عضوهای افقی و قطری



شکل ۳-۱-۲- مرحلهٔ هشتم اجرای یک سازهٔ نگهبان خرپایی: تکمیل اجرای خرپا

۳) در صورت لزوم به منظور جلوگیری از ریزش خاک، به موازات پیشرفت عملیات گودبرداری، بین هر دو خرپای مجاور و به محاذات خاک دیواره، از الوارهای چوبی، تیرهای گرد چوبی، پانلهای پیش ساختهٔ بتنی، ورقهای فلزی همراه با پشت بندهای سخت کنندهٔ آن، و نظایر آنها استفاده می کنیم. استفاده از این اجزای سازه ای برای حفاظت خاک، به ویژه در خاکهای سست یا متوسط، اکیداً توصیه می شود.

۴) برای تأمین صلبیت جانبی سیستم سازه ای متشکل از کلّ خرپاها، و به منظور به حداقل رسانیدن طول کمانش اعضای قائم و مایل خرپاها، بین هر دو خرپای مجاور را مهاربندی می کنیم.

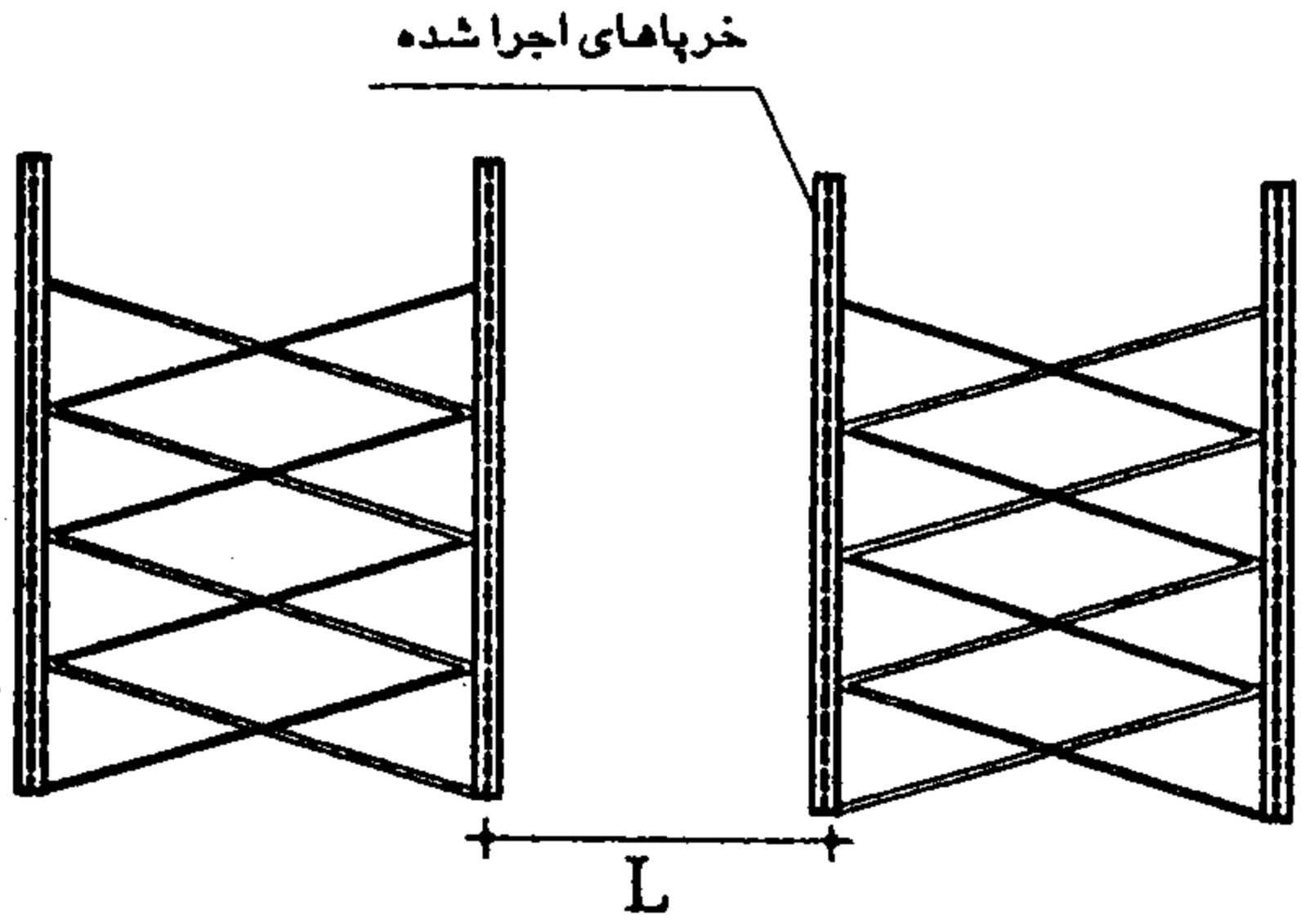
این مهاربندی ها به صورت یک دهانه در میان اجرا می شوند و از سویی بین گره های اعضای قائم و از سوی دیگر بین گره های اعضای مایل خرپا، مطابق شکل ۳-۲ صورت می گیرد.

نوع پروفیل های اعضای مهاربندی در بخش نقشه های جزئیات اجرایی ارائه شده است.

۵) در صورت لزوم می توانیم برای جلوگیری از ریزش خاک به درون چاه، پس از نصب عضو قائم، داخل چاه را با ملات ضعیف پر کنیم.

۶) عملیات حفر چاه را باید با رعایت ضوابط اصول ایمنی و فنی مربوطه انجام دهیم.

۷) بین عضو قائم و دیوارهٔ گود را باید با ملات، بتن و نظایر آن پر کنیم یا آنکه از المانهای سازه ای مناسبی در آنجا استفاده کنیم، به گونه ای که بار ناشی از رانش دیواره به صورت مناسبی به خرپا منتقل شود.



شکل ۳-۲- مهاربندی اعضای قائم، و اعضای مایل خرپا

۳-۴- بتن ریزی شمعها و فونداسیون ها

مقاومت مشخصهٔ بتن مصرفی برای شمعها و فونداسیون ها حداقل از نوع C25 است، یعنی مقاومت فشاری نمونهٔ استوانه ای ۲۸ روزهٔ آن باید حداقل ۲۵ مگاپاسکال باشد.

درمورد بتن مصرفی در شمعها و اجرای آن، باید به موارد زیر نیز توجه داشته باشیم:

۱) بتن باید به گونه ای در چاهک و شمع ریخته شود که احتمال جداشدگی اجزای بتن وجود نداشته باشد. استفاده از قیف و لوله، شوتهای سقوط و نظایر آن در این خصوص مناسب است.

۲) اسلامپ بتن مصرفی باید در حدود ۱۵۰ میلیمتر باشد. استفاده از مواد روان کننده در این بتن ها مطلوب است.

۳) حداقل عیار بتن مصرفی ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب بتن است، مگر آنکه مطالعات، استفاده از بتن های با عیار کمتر را تأیید نمایند.

۳-۵- طراحی تخته های چوبی حفاظ خاک

همانگونه که در بند ۳-۳-۲ دیدیم در صورت لزوم برای جلوگیری از ریزش خاک، به موازات پیشرفت عملیات گودبرداری، بین دو خرپای مجاور و به محاذات خاک دیواره، از تخته های چوبی و نظایر آن استفاده می کنیم. در صورت استفاده از تخته های چوبی باید با اتّصال پروفیلهای ناودانی، نبشی و سایر پروفیل های نظیر به عضو قائم، محل مناسبی برای نصب تخته ها در نظر بگیریم. این تخته ها به تدریج، با پیشرفت کار از بالا در محل مناسب قرار داده شده و بتدریج به پایین تر فرستاده می شود و تخته های بعدی مجدداً از بالا در مسیر مزبور وارد می شود.

همانگونه که قبلاً در بند ۲-۲ دیدیم، در عمقی از گود به فاصلهٔ h از بالای آن، تنش فشاری افقی وارد بر هر المان خاک از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$\sigma_x = (\gamma h + Q)K_a - 2c\sqrt{K_a} \qquad (۲-۱ \text{ مکرر})$$

حال تخته ای را در نظر می گیریم که ضخامت آن t و ارتفاع آن (در راستای قائم) b است و در بین دو خرپا به فاصلهٔ L، به صورتی که گفته شد، قرار داده شده است. بار وارد بر واحد طول این تخته برابر است با:

$$q = \sigma_x \times b \times l$$

حداکثر لنگر ناشی از این بار نیز برابر خواهد بود با:

$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{\sigma_x \times b \times L^2}{8}$$

اساس مقطع این تخته در برابر خمش مزبور از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$S = \frac{bt^2}{6}$$

در نتیجه، حداکثر تنش ناشی از خمش در تختهٔ مزبور برابر خواهد بود با:

$$\sigma_h = \frac{M}{S} = \frac{\frac{\sigma_x bL^2}{8}}{\frac{bt^2}{6}} = \frac{3\sigma_x L^2}{4t^2}$$

این تنش نباید از تنش مجاز چوب، یعنی $70kg/cm^2$ بیشتر باشد:

$$\frac{3\sigma_x L^2}{4t^2} \leq (70kg/cm^2 = 700 \ \ t/m^2)$$

در نتیجه:

$$t^2 \geq \frac{3}{2800}\sigma_x L^2$$

اگر به جای σ_x، مقدار آن را از روابط (۲-۱) و (۲-۲) فصل دوم قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$t^2 \geq \frac{3}{2800} \times \left[(\gamma h + Q)\, tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2c\, tg\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \right] \times L^2$$

لذا:

$$t_{min} = \frac{L}{30.55} \sqrt{(\gamma h + Q)\, tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2c\, tg\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)}$$

در رابطهٔ اخیر:

t_{min} = حداقل ضخامت لازم برای تخته، در عمق h، برحسب m

γ= وزن مخصوص خاک، برحسب t/m^2

Q= سربار وارد بر بالای خاک کنار گود، برحسب t/m^2

ϕ= زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک، برحسب درجه

L= فاصلهٔ بین خرپاها، برحسب m

۳-۶- پارامترهای طراحی سازه های نگهبان خرپایی

۱) ارتفاع گود، H : این ارتفاع در آن قسمت از جداره های گود که در مجاورت زمینها یا معابر مجاور قرار گرفته اند، از کف معبر تا زیر شالودهٔ سازهٔ در دست ساخت در زمین مورد نظر در نظر گرفته می شود. در صورتی که جدارهٔ گود در مجاورت یک ساختمان باشد، ارتفاع گود را از زیر

شالودهٔ ساختمان مجاور تا زیر شالودهٔ ساختمان در دست احداث در نظر می گیریم.

۲) سربار مجاور گود، Q : این سربار می تواند ناشی از توقف یا تردد وسایل نقلیه در معابر مجاور، مصالح و تجهیزات قرار داده شده در زمینهای مجاور، بارهای زنده و مردهٔ ناشی از ساختمانهای مجاور، بخش شیبدار زمین مجاور در زمینهای شیبدار مجاور گود، و نظایر آن باشد.

۳) فاصلهٔ بین خرپاها، L : نحوهٔ چیدمان خرپاها عموماً باید به گونه ای باشد که فونداسیون های ساختمانهای اصلی در دست احداث، بین این خرپاها قرار گیرد. حدود مناسب و متعارف L در حدود ۳ تا ۵ متر است.

۴) مشخصات مکانیکی خاک: پارامترهای مکانیکی خاک که بر رانش خاک جدارهٔ گودبرداری تأثیر می گذارند، عبارتند از: مقاومت چسبندگی خاک (c)، زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک (ϕ)، و وزن مخصوص یا دانسیتهٔ خاک (γ)

تعیین مشخصات مکانیکی خاک با دقت کافی، به هر صورت، فقط از طریق انجام آزمایشهای مربوطه میسر است و تعیین آنها از طریق مشاهدات چشمی یا تجربهٔ قبلی اساساً مناسب نیست و گاهی اوقات می تواند بسیار گمراه کننده و غیر واقعی نیز باشد. توضیحات مذکور در بند ۳-۷ می تواند زوایای بیشتری از این واقعیت را روشن سازد.

۶۴ ـــــــ

بررسی‌های کارگاهی، آزمایش های آزمایشگاهی و تحلیل ها و پردازش های فنی جانشین ارقام تخمینی و فرضی شده اند.

از مهمترین آیین نامه های ساختمانی که در این زمینه مقادیری را ارائه کرده اند می توان آیین نامه های زیر را نام برد: آیین نامهٔ ساختمانی یکنواخت (UBC)[1]، آیین نامهٔ ساختمانی شیکاگو، آیین نامهٔ ساختمانی آتلانتا، آیین نامهٔ ساختمانی نیویورک، آیین نامهٔ ساختمانی BOCA [2]، آیین نامهٔ ساختمانی سازمان ملی آتش نشانی ایالات متحده، و آیین نامهٔ ساختمانی انگلستان BS (قبلاً CP).

در جدول ۳-۱ مقادیر پیشنهادی این آیین نامه ها ارائه شده اند. همانگونه که مشاهده می شود علی رغم تقسیم بندی بسیار ریز خاکهای مختلف مقادیری که برای مقاومت مجاز آنها ارائه شده است بسیار متفاوت است و این خود دلیل بسیار مهمی برای عدم اعتبار کافی این مقادیر و نیز روش تعیین مقادیر مقاومت مجاز خاک و مشخصات مکانیکی آن بر مبنای مشاهدات چشمی است. در هر حال باید توجه داشت که مسئولیت استفادهٔ احتمالی از این مقادیر و به کارگیری آنها به جای انجام آزمایشها و مطالعات و بررسی های ژئوتکنیک لازم بر عهدهٔ استفاده کننده، به ویژه مهندسان محاسب و ژئوتکنیک است.

در مورد مقادیر مذکور در جدول ۳-۱، یادآوری نکات زیر ضروری به نظر می‌رسد.

---

1. Uniform Building Code
2. Building Officials and Code Administrators International, Inc

۱) در تمامی آیین نامه های ساختمانی مذکور در جدول ۳-۱، مستقیماً مقاومت مجاز خاک داده شده است و ظرفیت نهایی باربذیری خاک مشخص نگردیده است.

۲) تاریخهای ذکر شده در مقابل هریک از آیین‌نامه‌های ساختمانی یا ناشی از در دسترس بودن آیین‌نامهٔ آن سال است یا اینکه تا کنون دیگر تجدید چاپ نشده یا تغییری نکرده‌اند و یا این داده‌ها از آنها حذف شده است.

۳) مقادیر آیین نامه های ساختمانی ایالات متحده از lb/ft^2 به kg/cm^2 تبدیل شده است.

۴) در آیین نامهٔ ساختمانی آتلانتا، که از آیین نامه های محافظه کارانهٔ ایالات متحده است و همچنین در آیین نامهٔ ساختمانی انگلستان هیچگونه توصیه ای برای مقاومت مجاز انواع سنگها نشده است.

۵) در بعضی از آیین نامه ها، برای برخی از انواع خاکهایی که در جدول ۳-۱ آمده است، مقادیر پیشنهادی مقاومت مجاز ارائه نشده است. مثلاً برای شش گروه خاک های رسی، که آیین نامهٔ ساختمانی شیکاگو برای هریک از آنها مقداری را پیشنهاد کرده است، آیین نامهٔ سازمان آتش نشانی ایالات متحده فقط یک مقدار برای کلیهٔ آنها ($۱/۰ kg/cm^2$) و UBC دو مقدار ($۲/۰ kg/cm^2$ و $۱/۰$) و آیین نامه های آتلانتا و نیویورک هر یک سه مقدار را ارائه کرده اند. به علاوه مقایسهٔ ساده ای بین مقادیری که دو آیین نامهٔ آتلانتا و نیویورک برای سه نوع خاک رسی مشخص و معین پیشنهاد کرده اند نشان می دهد که این ارقام از ۱۰۰ تا ۲۶۶ درصد با یکدیگر اختلاف دارند. در همین خصوص ملاحظه می کنیم که برای انواع ماسه،

جدول ۳-۱- مقاومت مجاز تخمینی و خام خاکها، که برخی از آیین نامه های ساختمانی ارائه کرده اند (kg/cm^2)

ردیف	شرح انواع خاکها	UBC (۱۹۷۶)	آیین نامه سازمان ملی آتش نشانی ایالات متحده (۱۹۷۶)	آیین نامه ساختمانی شیکاگو (۱۹۸۶)	آیین نامه ساختمانی آتلانتا(۱) (۱۹۷۲)	آیین نامه ساختمانی نیویورک (۱۹۷۲)	آیین نامه ساختمانی BOCA (۱۹۸۴)	آیین نامه ساختمانی انگلستان (CP 2004) (۱۹۷۲)
۱	خاک رس بسیار سست و ضعیف	-	-	۰/۲۴	-	-	-	-
۲	خاک رس سست و ضعیف	۱/۰	۱/۰	۰/۷	۰/۵	۱/۰	۱/۵	<۰/۸
۳	خاک رس معمولی	-	-	۱/۲	-	-	-	۰/۸-۱/۵
۴	خاک رس یا سختی متوسط	۱/۰	۱/۰	۱/۷	۱/۰	۲/۰	-	-
۵	خاک رس سخت و محکم	-	-	۲/۲	۱/۵	۲/۹	۲/۰	۱/۵-۳/۰
۶	خاک رس سخت	۲/۰	-	۲/۹	-	-	-	۳/۰-۶/۰
۷	ماسهٔ تمیز و متراکم	-	-	۲/۴	۲/۹	۳/۹	۵/۹	<۳/۰ (۲)
۸	ماسهٔ متراکم یا ناخالصی لای	-	-	۱/۵	-	-	-	۱/۰-۳/۰
۹	ماسهٔ ریزدانه وسست	۲/۲	-	-	-	۲/۰	۲/۰	<۱/۰
۱۰	ماسه با دانه های درشت و سست یا مخلوط شن و ماسه و ماسه ریزدانه و سست	۲/۹	۱/۵-۲/۹	۰	-	۲/۹	۲/۹	>۳/۰
۱۱	شن با دانه های منفصل و متراکم	۲/۹	۰-	۲/۹	-	۳/۹	۲/۹	<۲/۰
۱۲	مخلوط شن و ماسهٔ متراکم	۲/۹	-	-	۳/۹	۵/۹	۵/۹	۲/۰-۶/۰ (۳)
۱۳	مخلوط شن و ماسهٔ سیمانی شده و یا مخلوط شن و ماسهٔ سنگ کوبه	-	۹/۸	۵/۹	-	۹/۸	۹/۸	<۶/۰ (۴)
۱۴	سنگ سست و نرم، سنگهای آبرفتی لایه ای (مانند شیل های سخت، ماسه سنگ ها و سنگهای سیلتی	۱۴/۷	۱۴/۷	-	-	۱۴/۷	۹/۸	-
۱۵	سنگهای لایه ای محکم مانند شیست ها و سنگ های لوح محکم و یکپارچه	-	-	-	-	۲۹/۳	-	-
۱۶	سنگ بستر (توده سخت و یکپارچهٔ کریستالی شده مانند گرانیت، گنایس، و سنگهای آذرین دیگر)	۹۵/۸	۹۵/۸	۹۵/۸	-	۹۷/۸	۹۷/۸	-

توضیحات:

(۱)- آیین نامه ساختمانی آتلانتا کاربرد مقاومت های مجاز پیشنهادی خاکهای خود را محدود به ساختمانهای کمتر از ۴ طبقه می کند.

(۲)- این نوع خاک نسبت به نشست تحکیمی درازمدت حساس است.

(۳) و (۴)- این ارقام به شرطی قابل استفاده است که عرض پی از یک متر کمتر نبوده و سطح آب زیرزمینی، حداقل به اندازهٔ عرض پی پایین تر از تراز پی باشد.

ضمناً یادآوری می گردد که مقادیر اعشاری پس از ممیز، ناشی از تبدیل واحدها از lb/ft^2 به $kg.cm^2$ است.

انواع شن، و مخلوطهای مختلف شن و ماسه، آیین نامهٔ UBC دو مقدار ۲/۲ و ۲/۹ (kg/cm^2) و آیین نامهٔ آتلانتا دو عدد ۲/۹ و ۳/۹ (kg/cm^2) را ارائه کرده اند، در صورتی که آیین نامه های ساختمانی نیویورک و BOCA و انگلستان مقادیر گسترده تر و متنوع تری را ارائه کرده اند، ضمن آنکه اختلاف فاحش بین آنها، ماهیت فرضی و خام و بسیار تقریبی بودن این مقادیر را مشخص می کند.

۶) به استثنای مقادیر هماهنگ و یکسانی که پنج آیین نامهٔ ساختمانی برای سنگهای بستر یکپارچه و سخت ارائه کرده اند (در حدود ۹۵/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)، کمتر هماهنگی و توافق معقولی بین مقادیر پیشنهادی آیین نامه های مختلف به ویژه در مورد انواع خاکها، دیده می شود.

۳-۷-۲- تخمین c و ϕ و γ خاکها

پارامترهای مقاومت چسبندگی (c)، زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک (ϕ) و وزن مخصوص آن (γ) را باید از طریق انجام مطالعات مکانیک خاک به دست آورد. در پروژه های ساختمانی، معمولاً همراه با انجام بررسی های محلی، حفر گمانه های آزمایشی، و نمونه برداری ها و انجام آزمایشهای در محل و آزمایشگاهی این مقادیر نیز همراه با سایر اطلاعات مورد نیاز برای پروژهٔ مورد نظر، به ویژه برای تعیین مقاومت مجاز خاکها و ظرفیت باربری پی ها، به دست می آیند.

در صورتی که به هر دلیل، قابل قبول یا غیر آن، این آزمایشها انجام نشوند مقادیر صرف c و ϕ و γ به تنهایی را می توان از طریق انجام آزمایشهای ساده تری نیز تعیین کرد.

علاوه بر آن، در جدول ۳-۲ نیز مقادیر تخمینی c و ϕ و γ انواع مختلف خاک ها ارائه شده است. در این مورد نیز باید توجه داشت که مسئولیت استفادهٔ احتمالی از این مقادیر و به کارگیری آنها به جای انجام آزمایشها و مطالعات و بررسیهای ژئوتکنیکی لازم برعهدهٔ استفادهٔ کننده از آنها است.

۳-۸- منحنی های کمک طرّاحی[1] و نقشه های اجرایی[2] سازه های نگهبان

در این کتاب، به منظور تسهیل و تسریع در انجام محاسبات و تهیهٔ نقشه های اجرایی، تعدادی منحنی کمک طرّاحی و جدول مبتنی بر اصول محاسباتی مذکور در فصل دوم تهیه شده است. همچنین نقشه های انواع مختلف سازه های نگهبان تهیه شده است. بدیهی است که برای یک ارتفاع گود مشخّص، مشخّصات سازهٔ نگهبان به سربار کنار گود، فاصلهٔ بین خرپاها، و مشخّصات مکانیکی خاک بستگی دارد. به منظور امکان پذیر شدن تهیهٔ نقشه های از پیش آماده شده، این سازه ها به ۳ نوع I و II و III محدود شده و نقشه های هریک از این انواع تهیه و ارائه شده است.

سازه هایی که نقشهٔ آنها تهیه و ارائه شده اند، بر اساس مقادیر خاصی از c و ϕ طراحی شده اند. به منظور آنکه بتوان از این سازه ها برای دامنهٔ وسیعی از مقادیر c و ϕ استفاده کرد، نتایج به دست آمده تعمیم داده شده اند.

1.design-aid charts
2.construction drawings

جدول ۳-۲- مقادیر تخمینی c و ϕ و γ خاکها

ردیف	نوع و گروه خاک	چسبندگی خاک c (kg/cm^2)	زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک ϕ (درجه)	وزن مخصوص ظاهری و موجود γ (gr/cm^3)
۱	شن شکسته، بدون ناخالصی، با تراکم کم	-	۴۰ تا ۴۳	۱/۶۵ تا ۱/۸۷
۲	شن و ماسه شکسته، بدون ناخالصی، با تراکم کم	-	۳۸ تا ۴۰	۱/۶۵ تا ۱/۷۵
۳	مخلوط شن و ماسهٔ طبیعی، بدون ناخالصی، با دانه بندی منظم و گسترده و تراکم متوسط	-	۳۴ تا ۳۷	۱/۷۲ تا ۱/۸۲
۴	مخلوط شن و ماسهٔ طبیعی با دانه بندی منظم و گسترده و تراکم متوسط، و با ۵ تا ۱۲ درصد ناخالصی سیلیسی و رسی	۰/۲۵ تا ۰/۵۰	۳۲ تا ۳۶	۱/۷۴ تا ۱/۸۴
۵	مخلوط شن و ماسهٔ طبیعی با تراکم متعارف (متوسط)، و با ناخالصی ۱۲ تا ۲۵ درصد لای و رس، و با دانه بندی نامنظم	۰/۴۰ تا ۰/۸۰	۳۰ تا ۳۲	۱/۶۸ تا ۱/۷۸
۶	ماسه با دانه بندی منظم و گسترده بدون ناخالصی، و با تراکم متوسط	-	۳۲ تا ۳۵	۱/۶۵ تا ۱/۷۵
۷	ماسه با دانه بندی متوسط و ریز، با ۵ تا ۱۲ درصد ناخالصی لای و رس، با تراکم متوسط، و با دانه بندی نامنظم	۰/۲۵ تا ۰/۵۰	۲۸ تا ۳۲	۱/۶۲ تا ۱/۷۲
۸	ماسه با تراکم متوسط، و مخلوط با لای	۰/۲۵ تا ۰/۷۰	۲۷ تا ۳۱	۱/۶۰ تا ۱/۷۰
۹	ماسه با تراکم متوسط، و مخلوط با لای و رس	۰/۲۵ تا ۰/۸۰	۲۵ تا ۳۰	۱/۵۸ تا ۱/۶۶
۱۰	لای بدون چسبندگی و بدون ناخالصی رسی، و با تراکم متوسط	۰/۱۰ تا ۰/۲۵	۲۶ تا ۲۸	۱/۶۰ تا ۱/۷۰
۱۱	مخلوط لای و رس، با ۵ تا ۱۲ درصد ناخالصی ماسه ای ریز، و با تراکم متوسط	۰/۲۵ تا ۰/۶۵	۲۲ تا ۲۴	۱/۵۸ تا ۱/۶۶
۱۲	مخلوط لای و رس، بدون ناخالصی ماسه ای، و با تراکم متوسط	۰/۵۰ تا ۱/۰۰	۱۸ تا ۲۲	۱/۵۶ تا ۱/۶۴
۱۳	رس با ناخالصی لای	۰/۵۰ تا ۱/۵۰	۱۲ تا ۱۸	۱/۵۴ تا ۱/۶۲
۱۴	رس	۰/۵۰ تا ۲/۵۰	۰ تا ۱۶	۱/۵۲ تا ۱/۶۲

بدین منظور، بسته به مورد، یک عامل طراحی[1] تعریف و در نظر گرفته شده و با ثابت قرار دادن آن، تغییرات c برحسب ϕ به دست آمده و سپس منحنی این تغییرات رسم شده است. می توان گفت که عامل طراحی، پارامتری است که طراحی بدان وابسته و براساس آن استوار می باشد.

۳-۹- مقادیر در نظر گرفته شده برای پارامترهای طراحی، در منحنی‌های کمک طراحی

در منحنی های کمک طراحی ارائه شده، مقادیر مشخصی برای پارامترهای طراحی در نظر گرفته شده است:

۱) ارتفاع گود یا سازه، H : ۴، ۷، ۱۰، ۱۳، و ۱۶ متر.

۲) فاصلهٔ بین خرپاها، L : ۳، ۴، و ۵ متر

۳) سربار کنار گود، Q : ۰، ۲، ۴، و ۶ تن بر متر مربع

در این خصوص توجه به موارد زیر لازم به نظر می رسد:

۱) در صورتی که H یا L یا Q در پروژهٔ مورد نظر ما، بین دو تا از اعداد نظیر در فوق قرار گیرد از منحنی مربوط به عدد بزرگتر استفاده می کنیم، وگرنه باید به جای استفاده از منحنی های کمک طراحی، با توجه به مبانی محاسباتی ارائه شده، سازهٔ نگهبان را خودمان محاسبه و طراحی کنیم.

۲) مقدار Q ناشی از ساختمان مجاور را باید با توجه به بارهای زنده و مردهٔ وارد بر هر طبقهٔ آن محاسبه کرده و این مقادیر را برای کلیهٔ سقفهای آن محاسبه کنیم.

3.design factor

می توانیم Q را در ساختمانها به ازای هر متر مربع هر سقف برابر با یک تن بر متر مربع در نظر بگیریم. در این صورت مقادیر۲، ۴، و ۶ تن بر متر مربع فوق نشاندهندهٔ ساختمان های مجاور ۲، ۴، و ۶ طبقه خواهند بود.

۳) Q=0 نشان دهندهٔ آن است که مقدار Q ناچیز و قابل صرفنظر کردن است. Q=0 الزاماً به معنای آن نیست که در مجاور گود زمین یا معبر وجود دارد. همچنین برای زمین یا معبر مجاور گود، الزاماً Q=0 نیست، بلکه باید آن را با قضاوت مهندسی و نیز در صورت لزوم و امکان با استفاده از آیین نامه های مربوطه تخمین بزنیم.

۳-۱۰- منحنی کمک طراحی تعیین نوع سازهٔ نگهبان

عامل طراحی این نوع منحنی ها، شدت تنش در پای گود است. این عامل طراحی در تهیهٔ این منحنی ها ثابت قرار داده شده است. عوامل مؤثر بر میزان تنش وارده عبارتند از: ارتفاع سازه یا گود H ، فواصل بین خرپاها L ، و میزان سربار کنار گود Q.

همانگونه که دیدیم نیروی وارد بر واحد طول خرپا، $w_x(h)$، از رابطهٔ (۲-۵) به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$w_x(h) = [(\gamma H + Q)K_a - 2c\sqrt{Ka}]\ L \qquad (۲-۵ - مکرر)$$

به عنوان مثال، فرض کنیم که می خواهیم انواع منحنی های کمک طراحی نوع سازه را برای H=16m به دست بیاوریم. ابتدا به ازای H=16m و برای مقادیر مشخصی از Q و L و c و ϕ و نیز مقدار متناسبی از γ، مقدار $w_x(h)$ را به دست

آورده و آن را بار طراحی w_d می نامیم. مثلاً مقـادیر Q و L و c و ϕ را بـه ترتیـب برابر با صفر، ۵متر، $2t/m^2$، و 35° در نظر می گیریم. این مقـادیر بـر سـازهٔ نگهبـان ۱۶متری نوع I منطبق است. γ را نیز برابر با $1/8\ t/m^3$ فرض می کنیم:

$$w_d = \left[(2\times 16+0)\times \tan^2\left(45-\frac{35}{2}\right)-2\times 2\times\sqrt{\tan^2\left(45-\frac{35}{2}\right)}\right]\times 5$$
$$= 28.61 \qquad t/m$$

حال در رابطهٔ (۵) به جای $w_x(h)$ مقـدار w_d=۲۸/۶ را قـرار داده و آن را بـه صورت زیر در می آوریم:

$$28.6 = \left[(1.8\times 16+Q)K_a - 2c\sqrt{K_a}\right]L$$
$$\Rightarrow \qquad c = \left[\frac{(28.8+Q)K_a - \frac{28.61}{L}}{2\sqrt{K_a}}\right]$$

$$\Rightarrow \qquad c = \frac{\left[(28.8+Q)\times \tan^2\left(45-\frac{\phi}{2}\right)-\frac{28.61}{L}\right]}{2\tan\left(45-\frac{\phi}{2}\right)}$$

به ازای مقادیر مفروض Q و L می توانیم نمودار c را برحسب ϕ رسم کنـیم. از آنجا که سازهٔ نگهبان مبنای طراحی، ۱۶ متری نـوع I بـود، لـذا بـرای هـر نقطـه از

منحنی تغییرات c برحسب ϕ فوق الذکر نیز می توانیم از سازهٔ نگهبان ۱۶ متری نوع I استفاده کنیم.

۳-۱۱- منحنی کمک طراحی تعیین ابعاد فونداسیون در پلان (B_f)

مطابق آنچه که تا اینجا گفته شده می توانیم در رابطهٔ (۲-۲۸) مقادیر خاصی را برای (B_f) در نظر گرفته و آن را $(B_f)_d$ بنامیم.

۳-۱۲- منحنی کمک طراحی تعیین طول شمع (L_p)

مطابق آنچه که گفته شد، حداقل طول شمع را می توانیم از رابطهٔ (۲-۱۹) به دست بیاوریم. اگر در این رابطه، مقادیر مشخص و متعارفی برای طول شمع در نظر بگیریم و آن را $(L_p)_d$ بنامیم، و به جای K_a نیز برحسب ϕ قرار دهیم، می توانیم رابطهٔ c برحسب ϕ را به صورت زیر بنویسیم:

$$c = \frac{3(\gamma H + Q)\times \tan^2\left(45-\frac{\phi}{2}\right)\times\frac{LH^2}{6B_1} - \frac{\pi D_p}{4}(L_p)_d\gamma_c - \pi D_p(L_p)_d}{\pi D_p(L_p)_d + 3\frac{LH^2}{6B_1}\times\tan\left(45-\frac{\phi}{2}\right)}$$

اگر منحنی تغییرات c برحسب ϕ را با استفاده از رابطهٔ اخیر، به ازای مقادیر مشخصی از H و L و Q و $(L_p)_d$ رسم کنیم، می توانیم برای هریک از نقاط این منحنی، با همان مقادیر H و L و Q، طول شمع را برابر با $(L_p)_d$ مزبور در نظر بگیریم.

۳-۱۳- برچیدن سازهٔ نگهبان

سازهٔ نگهبان را زمانی می توان برچید که بخشی از سازهٔ در دست احداث، که بتواند رانش خاک را تحمل کند، ساخته شده باشد. این سازه می تواند دیوار حایل سازه، و یا تمام یا بخشی از قاب ساختمان باشد. در صورتی که قرار باشد تمام یا بخشی از قاب ساختمان در دست احداث جایگزین سازهٔ نگهبان بشود، باید در هنگام طراحی ساختمان این امر را مد نظر قرار داده و قاب را برای بارهای مزبور نیز طراحی کنیم.

فصل چهارم

نمودارهای کمک طراحی و نحوهٔ استفاده از آنها

۴-۱- انواع نمودارهای کمک طراحی

نمودارهای کمک طراحی، که در این فصل بررسی می شوند، به سه نوع تقسیم می شوند:

۱) نمودارهای تعیین نوع سازهٔ نگهبان

۲) نمودارهای تعیین ابعاد پی در پلان

۳) نمودارهای تعیین نوع و طول شمع

۴-۲- نمودارهای انتخاب نوع سازهٔ نگهبان

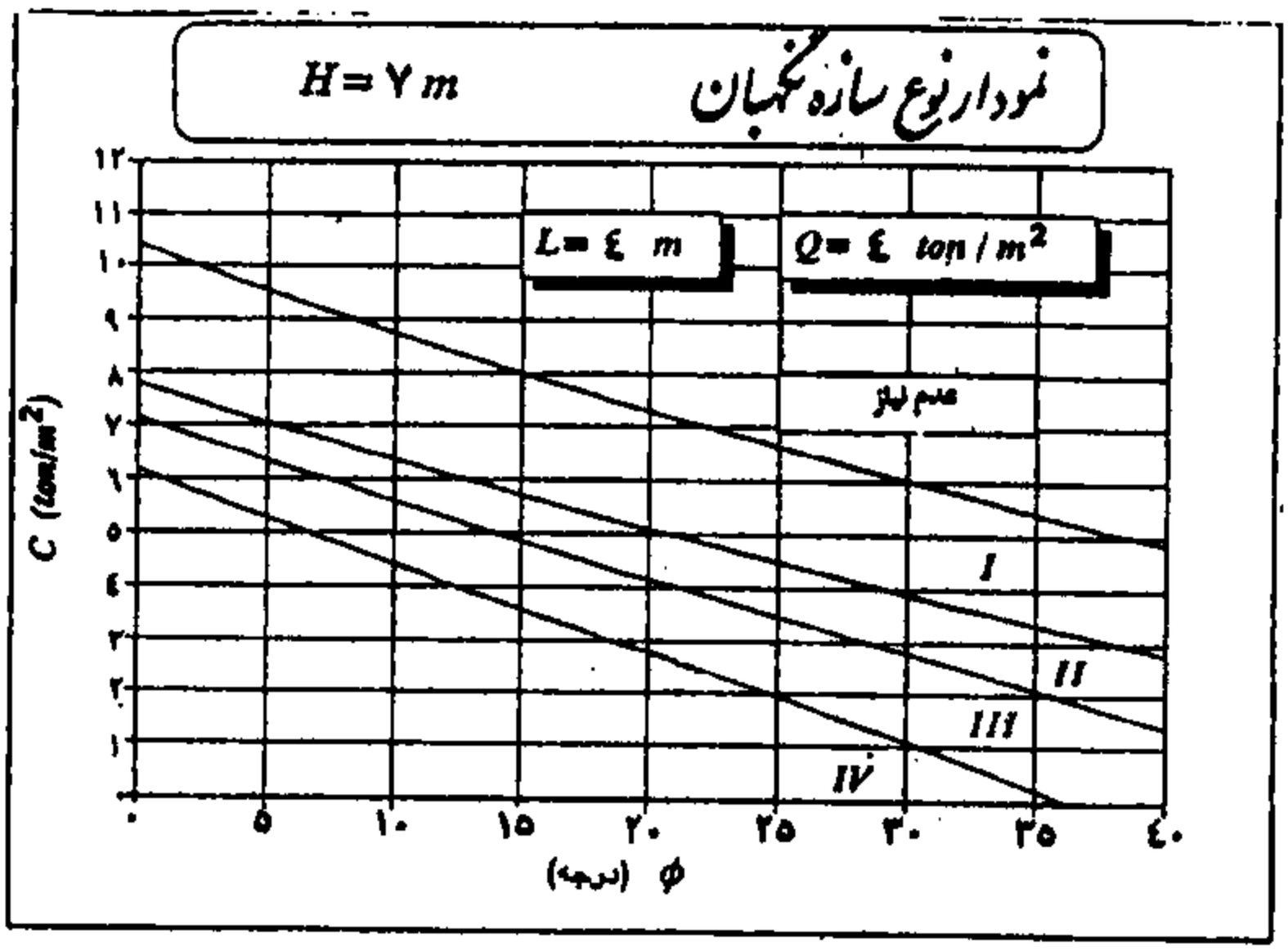
برای یک گود به عمق معین، نوع سازهٔ نگهبان به جنس خاک، سربار وارد بر کنار گود، و فاصلهٔ بین خرپاها بستگی دارد. در فصل پنجم این کتاب، نقشه های سازه های نگهبان نیز ارائه شده است.

نقشه های ارائه شده برای هریک از عمق های گود، H برابر با ۴، ۷، ۱۰، ۱۳، و ۱۶متر، در سه نوع I، II، و III می باشند.

نکتهٔ شایان ذکر آن است که در تمامی نمودارهای این فصل، مقادیر c برحسب t/m^2 درج شده اند. در صورتی که مقدار c خاک مورد نظر برحسب kg/cm^2 داده شده باشد باید عدد مربوطه را در ۱۰ ضرب کنیم تا مقدار آن برحسب t/m^2 به دست آید.

۴-۲-۱- نحوهٔ استفاده از نمودارهای انتخاب نوع سازهٔ نگهبان

این نمودارها برای همهٔ مقادیر مختلف و منتخب H ، L ، و Q در صفحات ۸۷ تا ۱۱۶ آورده شده اند. شکل ۴-۱ نمونه ای از این نمودارها را نشان می دهد. مراحل استفاده از این نمودارها به صورت زیر می باشد:



شکل ۴-۱- نمونه ای از نمودارهای انتخاب نوع سازهٔ نگهبان

۱) بسته به مقادیر H، L و Q در طرح مورد نظر ما، نمودار مربوط به آن را انتخاب می کنیم.

۲) ϕ را بر روی محور افقی و c را بر روی محور قائم مشخص می کنیم. از این نقاط خطوطی را به ترتیب عمود بر محورهای افقی و قائم رسم می کنیم. این دو خط یکدیگر را در یک نقطه قطع می کنند.

۳) اگر این نقطه در یکی از نواحی I یا II یا III مطابق شکل قرار گرفت، سازهٔ I، II یا III را انتخاب می کنیم.

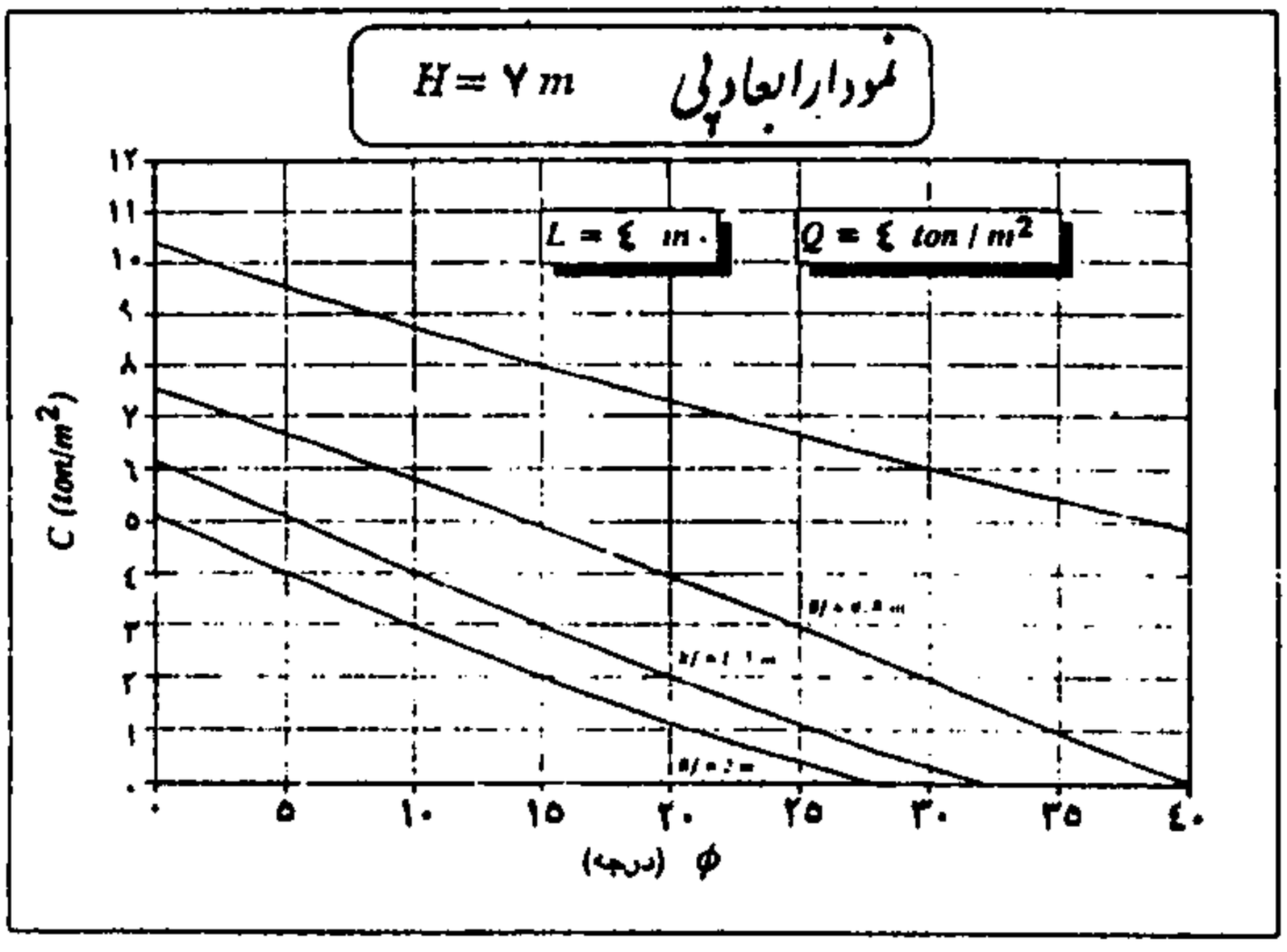
۴) اگر نقطهٔ مزبور در ناحیهٔ "عدم نیاز" قرار گرفت، معنای آن این است که گود پایدار است و نیازی به سازهٔ نگهبان ندارد.

۵) در صورتی که نقطهٔ مزبور در ناحیهٔ IV قرار گیرد، نشان دهندهٔ آن است که خاک بسیار ضعیف است و منحنی ها و نقشه های ارائه شده برای پاسخگویی به شرایط موجود کافی نیستند، و مطالعات ژئوتکنیکی گود و طراحی سازهٔ نگهبان باید به صورت خاص و بر اساس بررسیهای بیشتر محلی انجام شود. این نوع سازهٔ نگهبان را «سازهٔ نگهبان خاص» می نامیم.

شایان ذکر است که نقشه های سازه هایی که نوع آنها را با توجه به توضیحات مذکور در این بند تعیین می کنیم در فصل پنجم آورده شده‌اند. همچنین، نقشه های جزئیات مربوط به این نقشه ها در فصل ششم ارائه شده اند.

۴-۳- نمودارهای تعیین ابعاد پی در پلان، و نحوهٔ استفاده از آنها

این نمودارها برای همهٔ مقادیر مختلف و منتخب H، L و Q در صفحات ۱۱۸ تا ۱۴۷ آورده شده اند. پی هایی که در پای عضو مایل خرپا به کار می روند، در پلان به صورت مربعی به بعد B_i می باشند. شکل ۴-۲ نمونه ای از این نمودارها را نشان می دهد.



شکل ۴-۲- نمونه ای از نمودارهای تعیین ابعاد پی در پلان

همانگونه که در شکل ۴-۲ مشاهده می کنیم، بر روی این نمودار چهار تا منحنی رسم شده است که ما آنها را از بالا به پایین، منحنی های اول، دوم، سوم، و چهارم می نامیم. بر روی منحنی های دوم، سوم، و چهارم، سه تا عدد برای B_i نوشته شده است که در این شکل به ترتیب برابر با ۰/۸، ۱/۵، و ۲ متر است. خط

اول، مرز مربوط به عدم نیاز به سازهٔ نگهبان است که قبلاً در نمودارهـای مربـوط بـه تعیین نوع سازهٔ نگهبان نیز دیدیم. مقدار نوشته شده بر روی خط دوم، حداقل مقدار B_f را نشان می دهد که نباید عددی کمتر از آن را بـرای B_f انتخـاب کنـیم. خـط چهارم نیز مرزی را نشان می دهد که پایین تر از آن همان ناحیهٔ IV است کـه قـبلاً در نمودارهای مربوط به تعیین نوع سازهٔ نگهبان دیدیم.

مراحل استفاده از این نمودارها به صورت زیر می باشد:

۱) بسته به مقادیر H، L، و Q، نمودار مربوط را انتخاب می کنیم.

۲) ϕ را بر روی محور افقی و c را بر روی محور قائم مشخّص می کنیم. از ایـن نقاط خطوطی را به ترتیب عمود بر محورهای افقی و قائم رسم مـی کنـیم. این دو خط یکدیگر را در یک نقطه قطع می کنند.

۳) اگر این نقطه بر روی یکی از خطوط دوم، سـوم، یـا چهـارم بیفتـد، مقـدار عددی را که بر روی هریک از آن خطوط نوشته شده است، بـه عنـوان B_f انتخاب می کنیم.

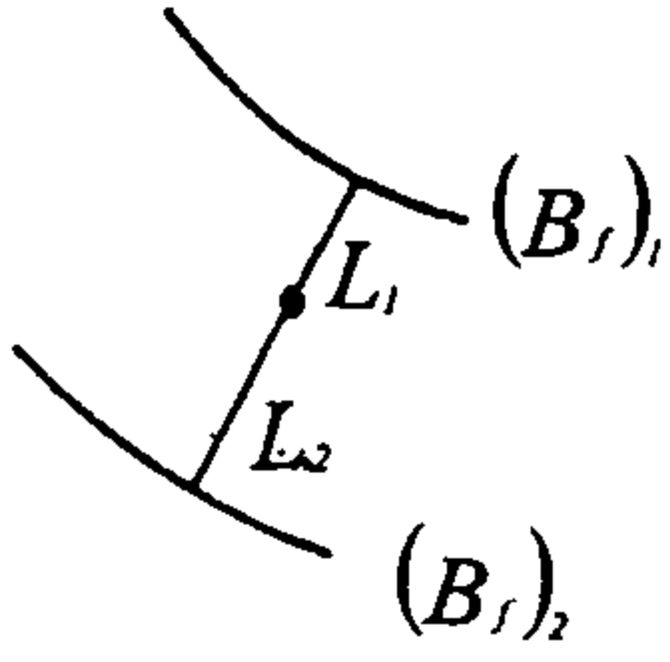
۴) اگر این نقطه در بالا دست خط دوم بیفتد، همان عدد نوشته شـده بـر روی خط دوم را به عنوان B_f انتخاب می کنیم.

۵) اگر نقطهٔ مزبور، در بین خطوط دوم و سوم بیفتد، باید B_f را با اسـتفاده از درون یابی خطی[1] مقادیر خطوط دوم و سوم به دسـت بیـاوریم. بـه همـین طریق اگر نقطهٔ مزبور در بین خطوط سوم و چهارم بیفتد، برای تعیین B_f از درون یابی مقادیر خطوط سوم و چهارم استفاده می کنیم.

1.linear interpolation

برای درون یابی خطی، با توجه به شکل ۴-۳، اگر نقطهٔ مورد نظر بین دو خط با مقادیر مشخّصهٔ $(B_f)_1$ و $(B_f)_2$ قرار گیرد، B_f مربوط به سازهٔ نگهبان مورد نظر را می توانیم از رابطهٔ زیر، که همان رابطهٔ درون یابی خطی است، به دست بیاوریم:

$$B_f = (B_f)_1 + \frac{L_1}{L_1 + L_2}\left[(B_f)_2 - (B_f)_1\right] \qquad (۱-۴)$$



شکل ۴-۳- درون یابی خطّی مقادیر B_f

۶) اگر نقطهٔ مزبور در پایین خط چهارم بیفتد، همانند ناحیهٔ IV نمودارهای تعیین نوع سازهٔ نگهبان، نمودارهای ارائه شده برای تعیین نوع سازهٔ نگهبان کافی نیستند و نباید از آنها استفاده کرد و در نتیجه باید مطالعات خاصی را برای این امر صورت دهیم.

۴-۴- نمودارهای تعیین نوع و طول شمع، و نحوهٔ استفاده از آنها

این نمودارها نیز برای مقادیر مختلف و منتخب H، L و Q در صفحات ۱۴۹ تا ۱۷۸ ارائه شده اند. شمع ها به یکی از دو صورت بدون پاشنه و پاشنه دار در نظر گرفته شده اند. طول شمع های بدون پاشنه با L_p، و طول شمع های پاشنه دار با L_p^* نشان داده شده اند.

شکل ۴-۴ نمونه ای از نمودارهای تعیین نوع و طول شمع را نشان می دهد. منحنی های روی نمودار را به ترتیب از بالا به پایین، اول تا چهارم می نامیم.

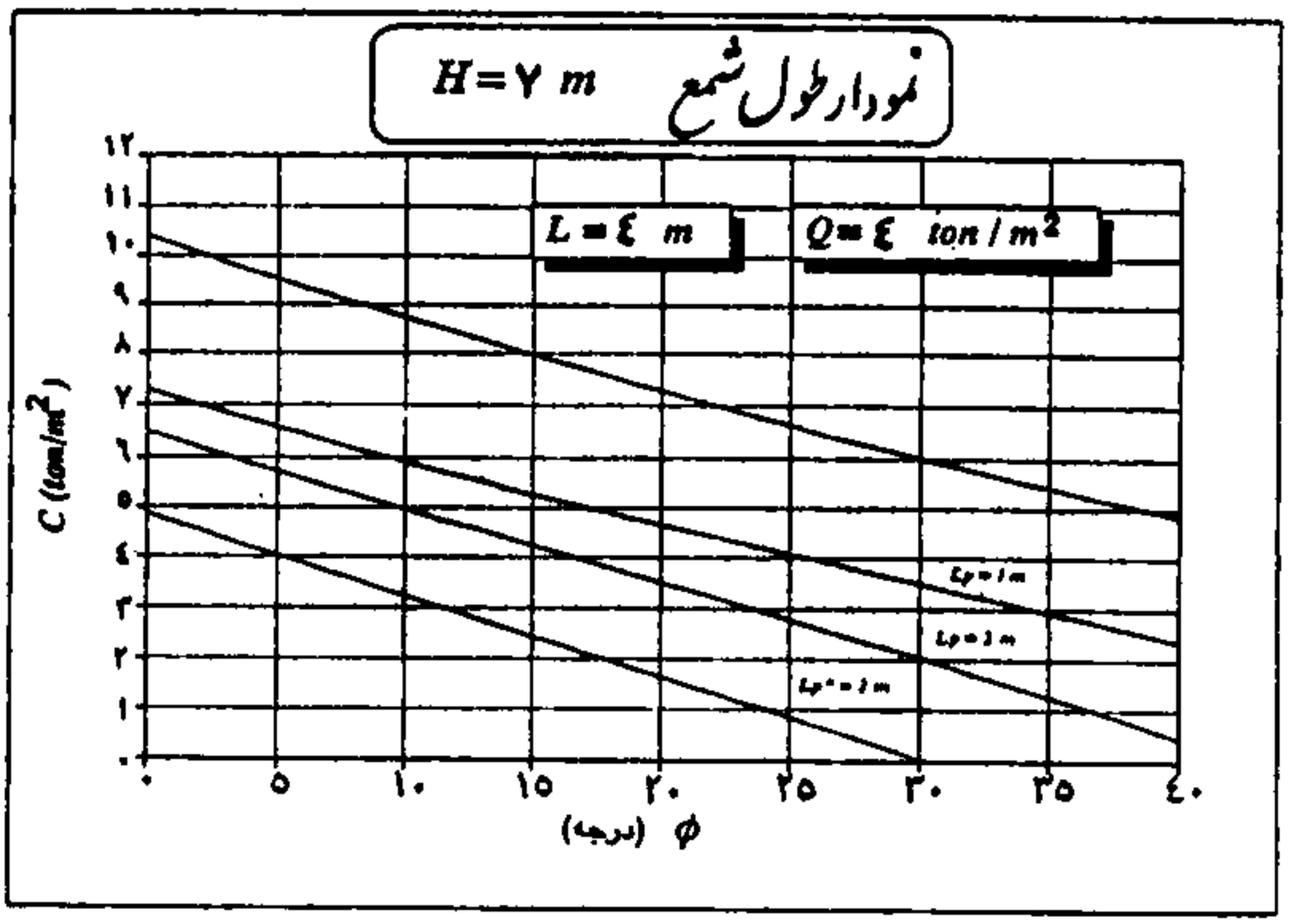
مراحل استفاده از این نمودارها به صورت زیر است:

۱) با توجه به مقادیر H، L و Q، نمودار مربوط را انتخاب می کنیم.

۲) ϕ را بر روی محور افقی و c را بر روی محور قائم مشخّص می کنیم. از این نقاط خطوطی را به ترتیب عمود بر محورهای افقی و قائم رسم می کنیم. این دو خط یکدیگر را در یک نقطه قطع می کنند.

۳) اگر این نقطه بر روی یکی از خطوط دوم، سوم، یا چهارم بیفتد، مقدار عددی را که بر روی هر یک از آن خطوط نوشته شده است، به عنوان L_p یا L_p^* (بسته به مورد) انتخاب می کنیم.

۴) اگر این نقطه در بالا دست خط دوم بیفتد، همان عدد نوشته شده بر روی خط دوم را به عنوان L_p یا L_p^* (بسته به مورد) انتخاب می کنیم.



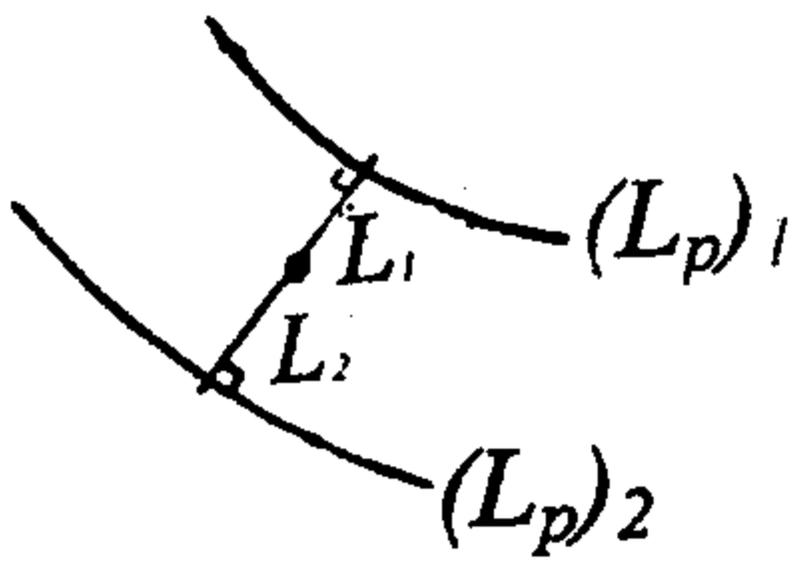
شکل ۴-۴- نمونه ای از نمودارهای تعیین نوع و طول شمع

۵) اگر نقطهٔ مزبور در بین خطوط دوم و سوم بیفتد و هر دو L_p یا هر دو L_p * باشند، باید L_p یا L_p * را (بسته به مورد) با استفاده از درون یابی خطی مقادیر خطوط دوم و سوم به دست بیاوریم. به همین طریق اگر نقطهٔ مزبور در بین خطوط سوم و چهارم بیفتد، برای تعیین L_p یا L_p *، از درون یابی مقادیر خطوط سوم و چهارم استفاده می کنیم.

برای درون یابی خطی، با توجه به شکل ۴-۵، اگر نقطهٔ مورد نظر بین دو خط با مقادیر مشخّصهٔ $(L_p)_1$ و $(L_p)_2$ قرار گیرد، L_p مربوط به سازهٔ نگهبان مورد نظر را می توانیم از رابطهٔ زیر، که همان رابطهٔ درون یابی خطی است، به دست بیاوریم:

$$L_p = (L_p)_1 + \frac{L_1}{L_1 + L_2}\left[(L_p)_2 - (L_p)_1\right] \qquad (۲-۴)$$

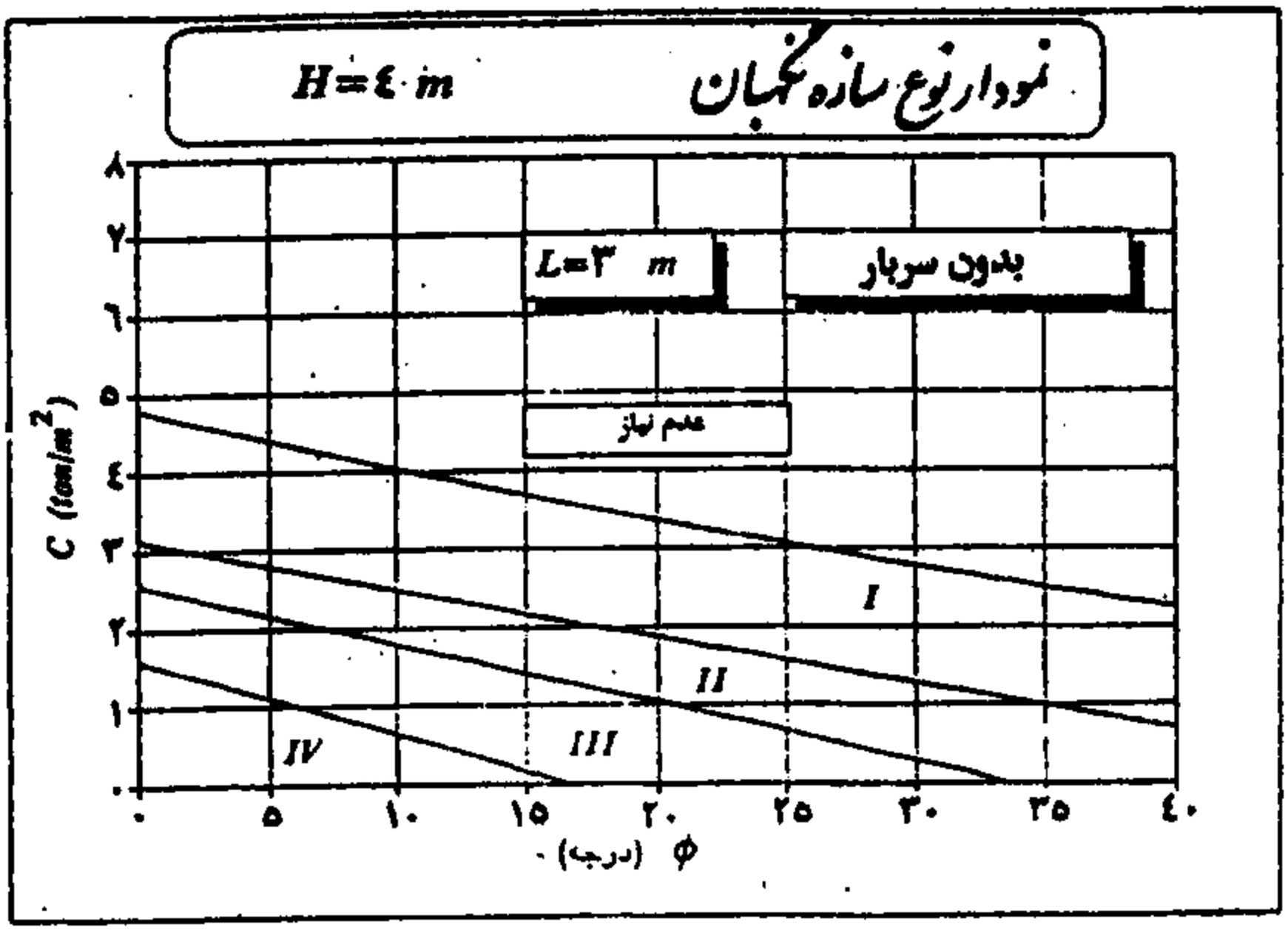
۶) در صورتی که نقطهٔ مزبور در بین خطوط دوم و سوم، یا سوم و چهارم بیفتد و یکی از آنها L_p و دیگری L_p * باشد، به دلیل تفاوت نوع این شمعها، L_p * را انتخاب می کنیم. البته در این حالت می توانیم با استفاده از روابط مذکور در فصل دوم، طول شمع مناسبی را برای سازهٔ نگهبان محاسبه و انتخاب کنیم.

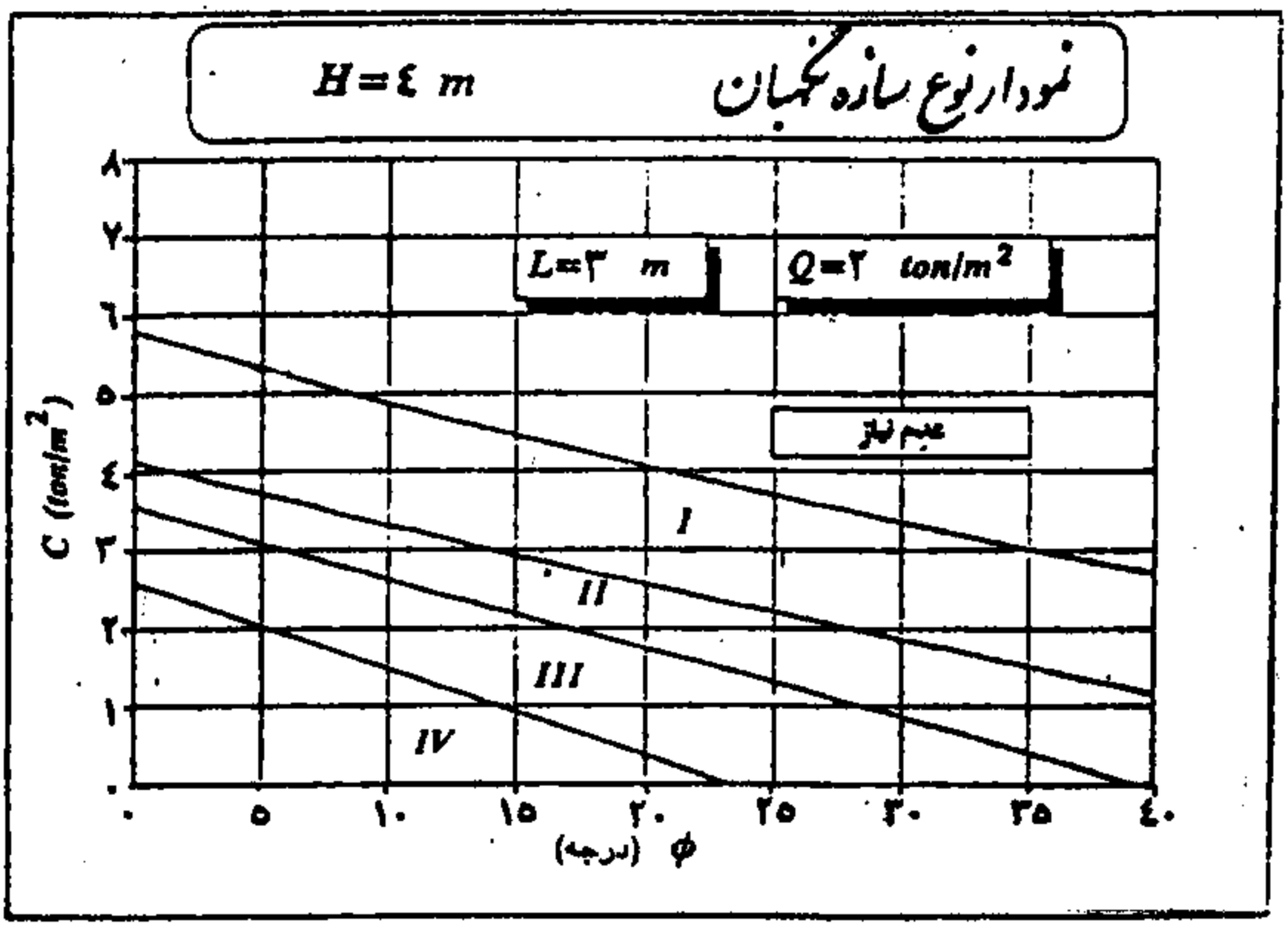


شکل ۴-۵- درون یابی خطی مقادیر L_p

نمودارهای کمک طرّاحی

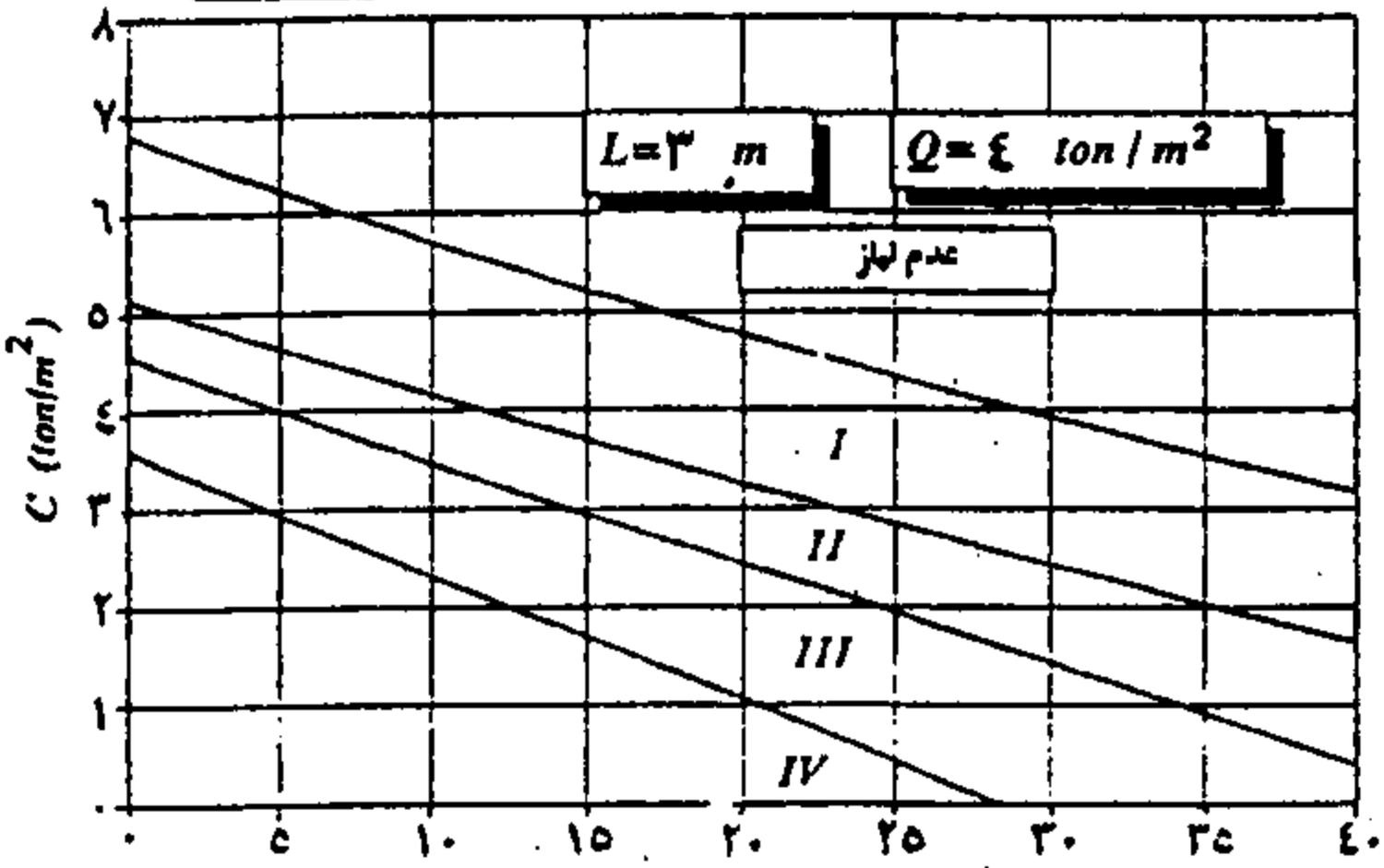
تعیین نوع سازهٔ نگهبان


نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L=٣ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
٠ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨


نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L=٣ m
Q=٢ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
٠ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨

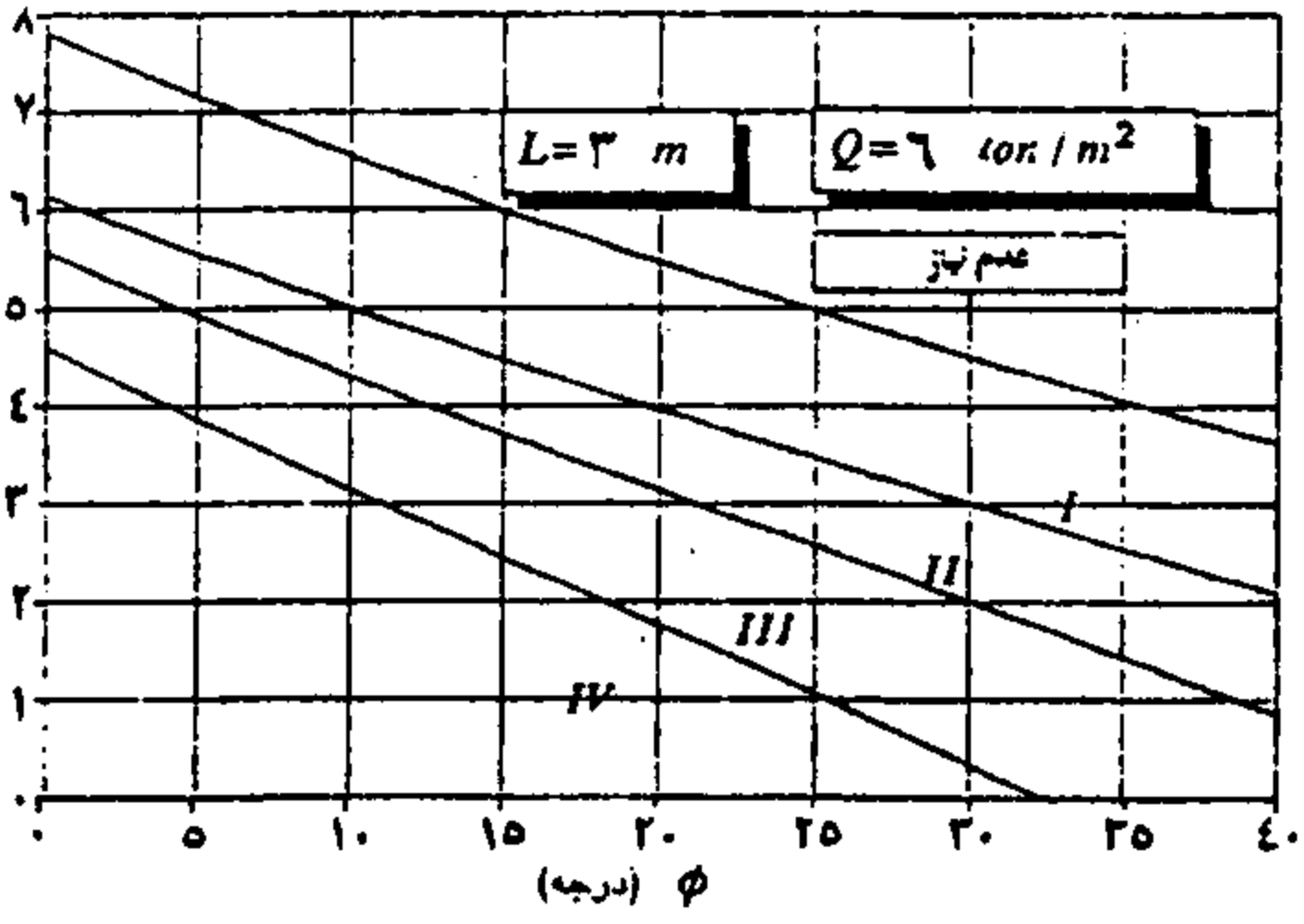
نمودار نوع سازه نگهبان

$H=٤\ m$

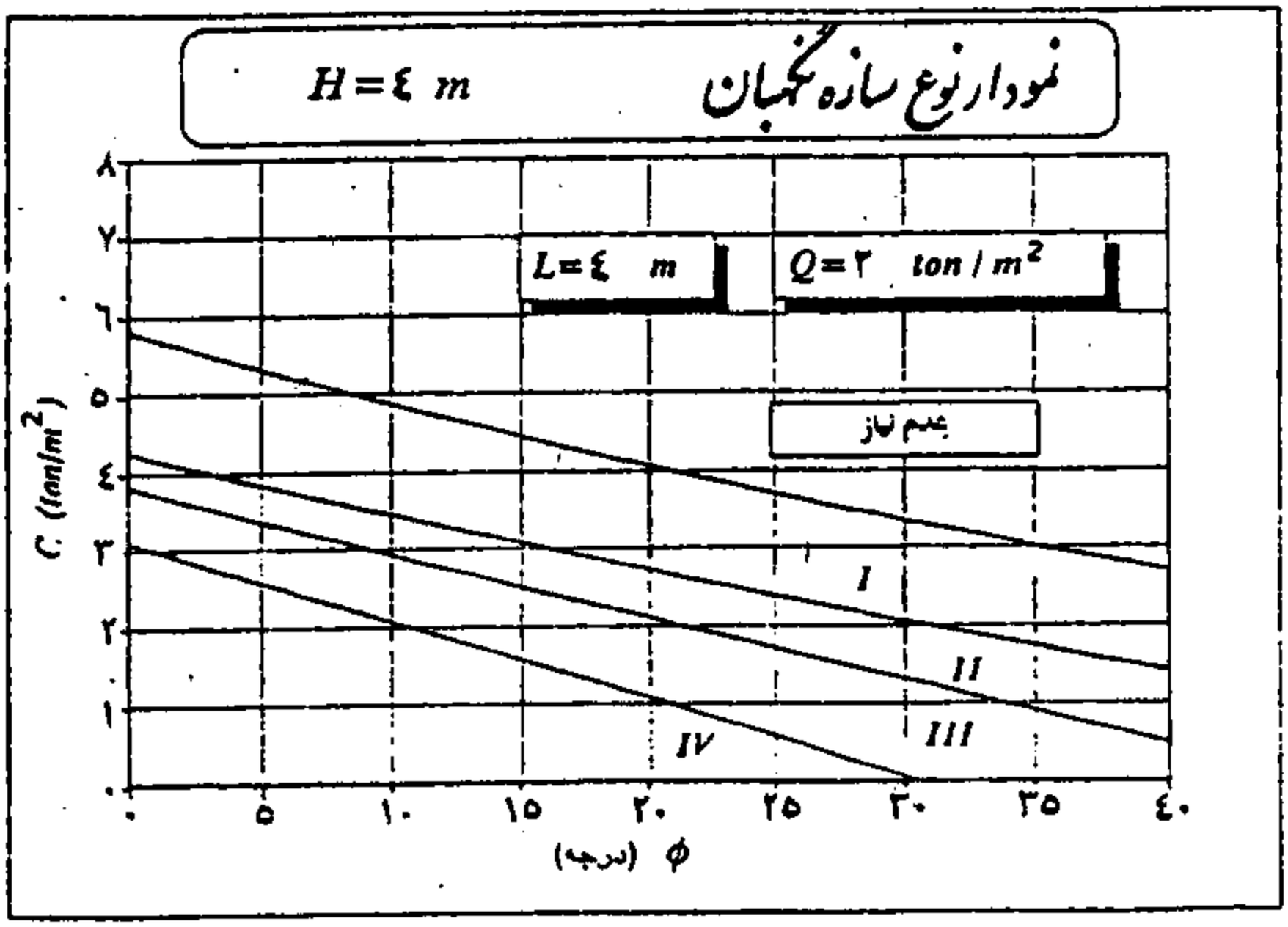


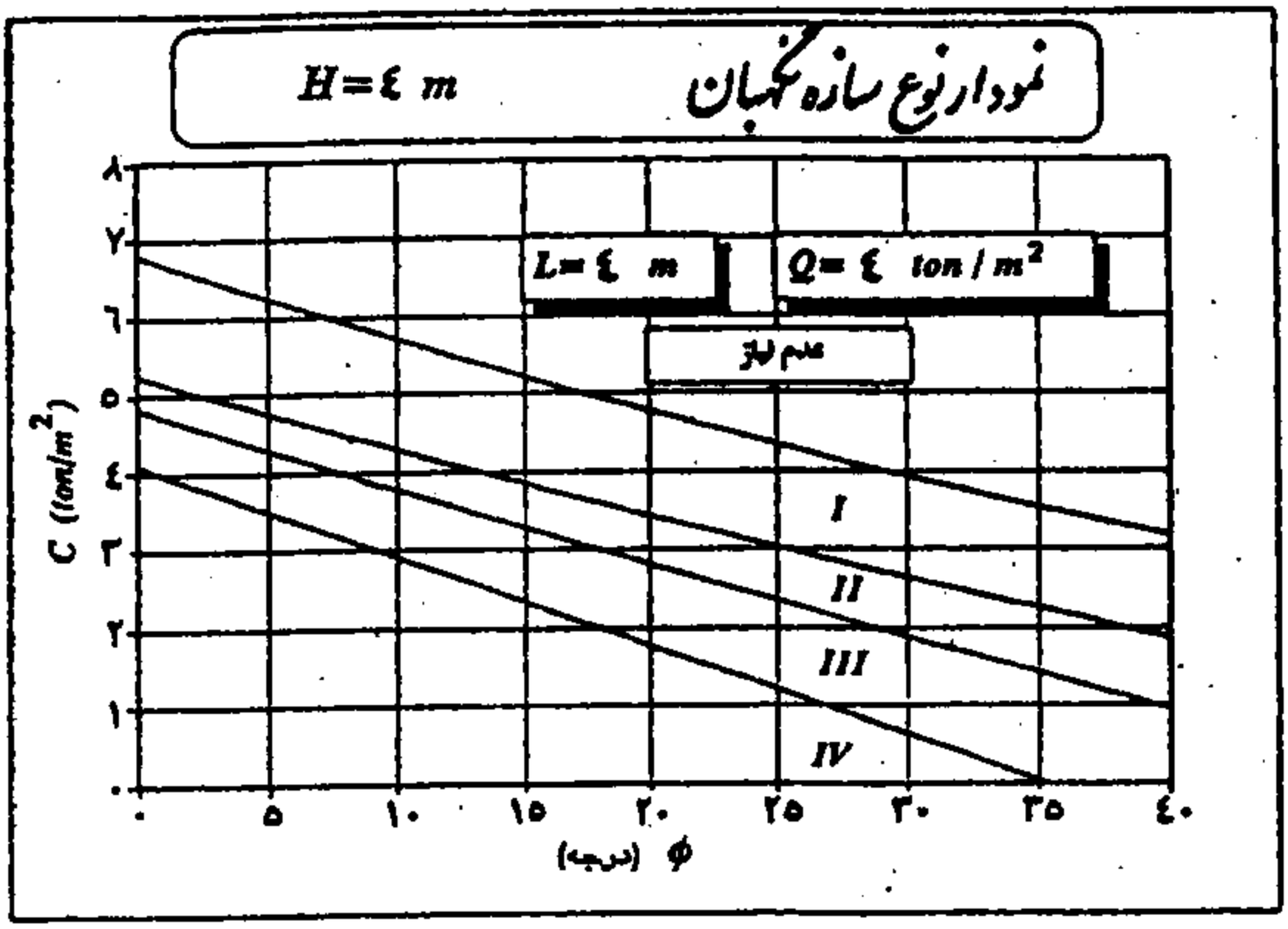
نمودار نوع سازه نگهبان

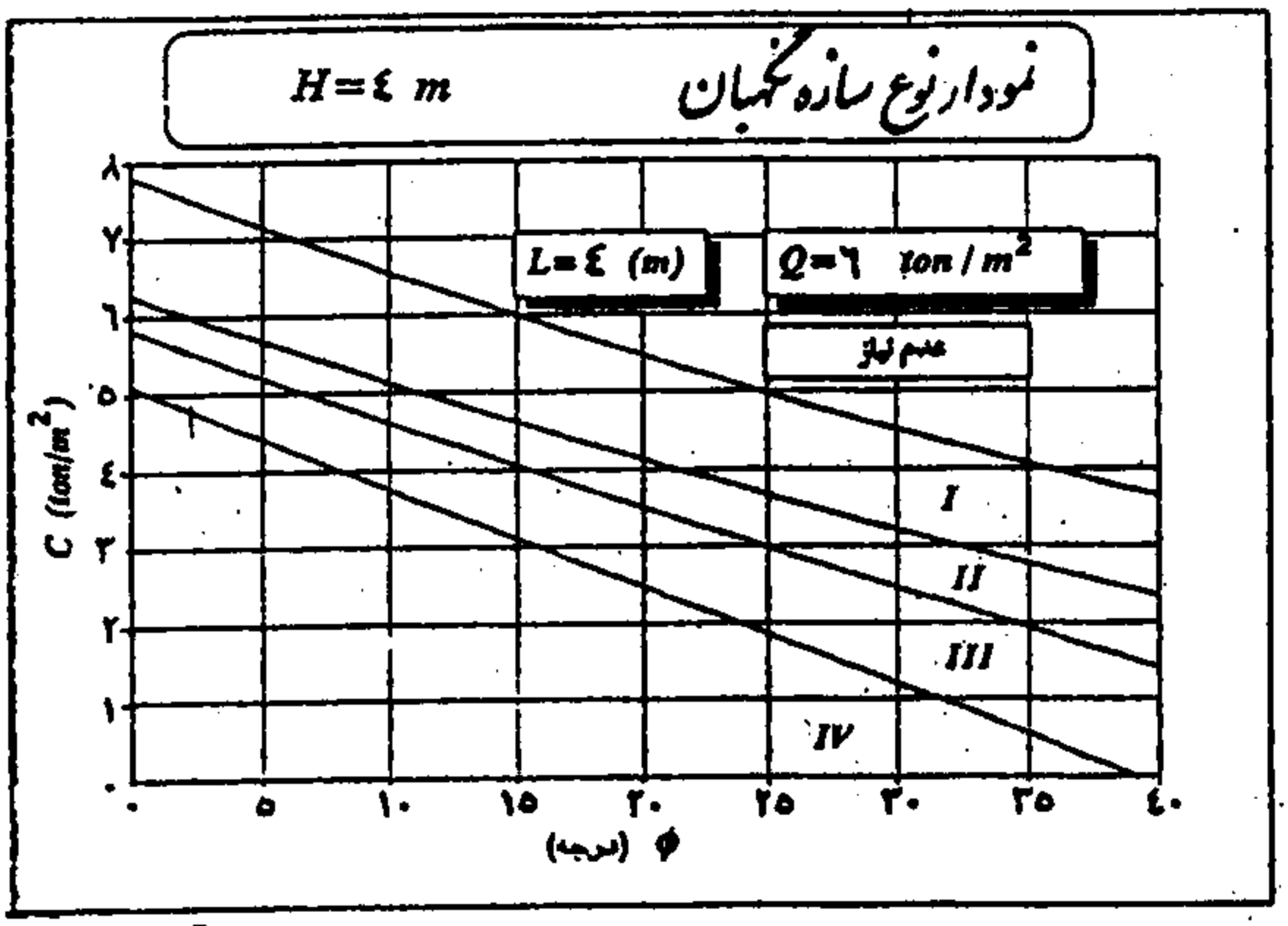
$H=٤\ m$

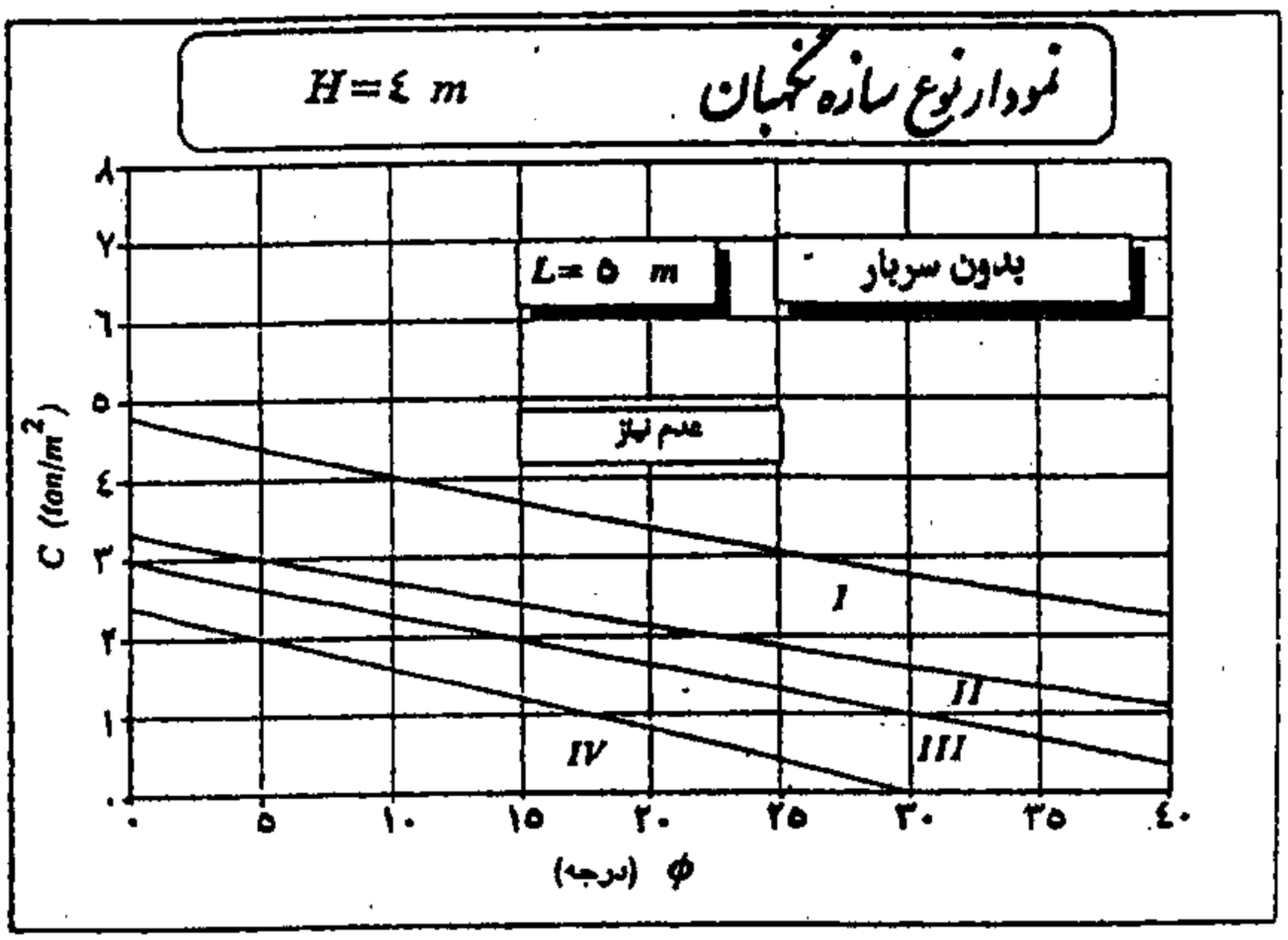


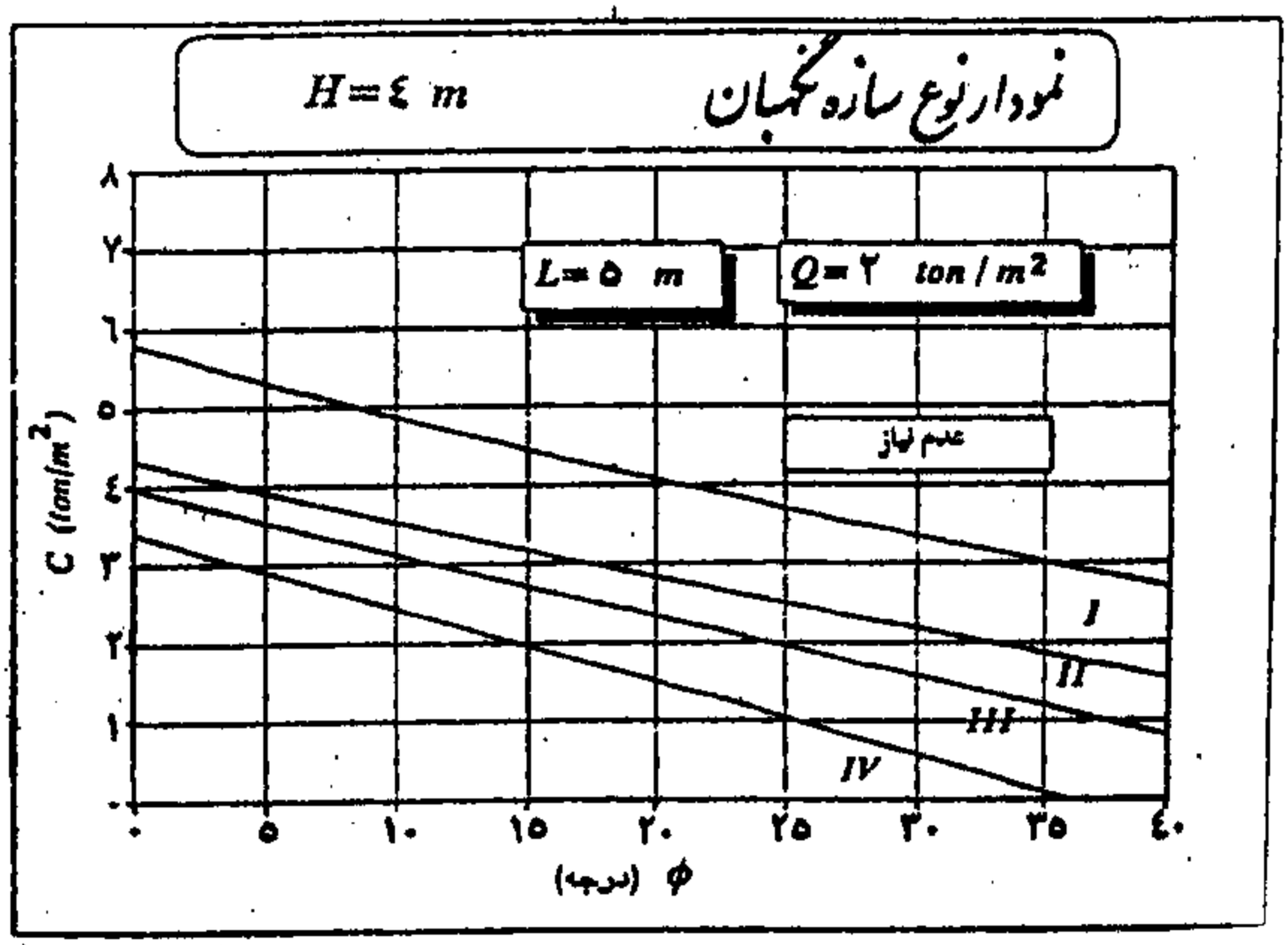
نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m.
L=٤ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

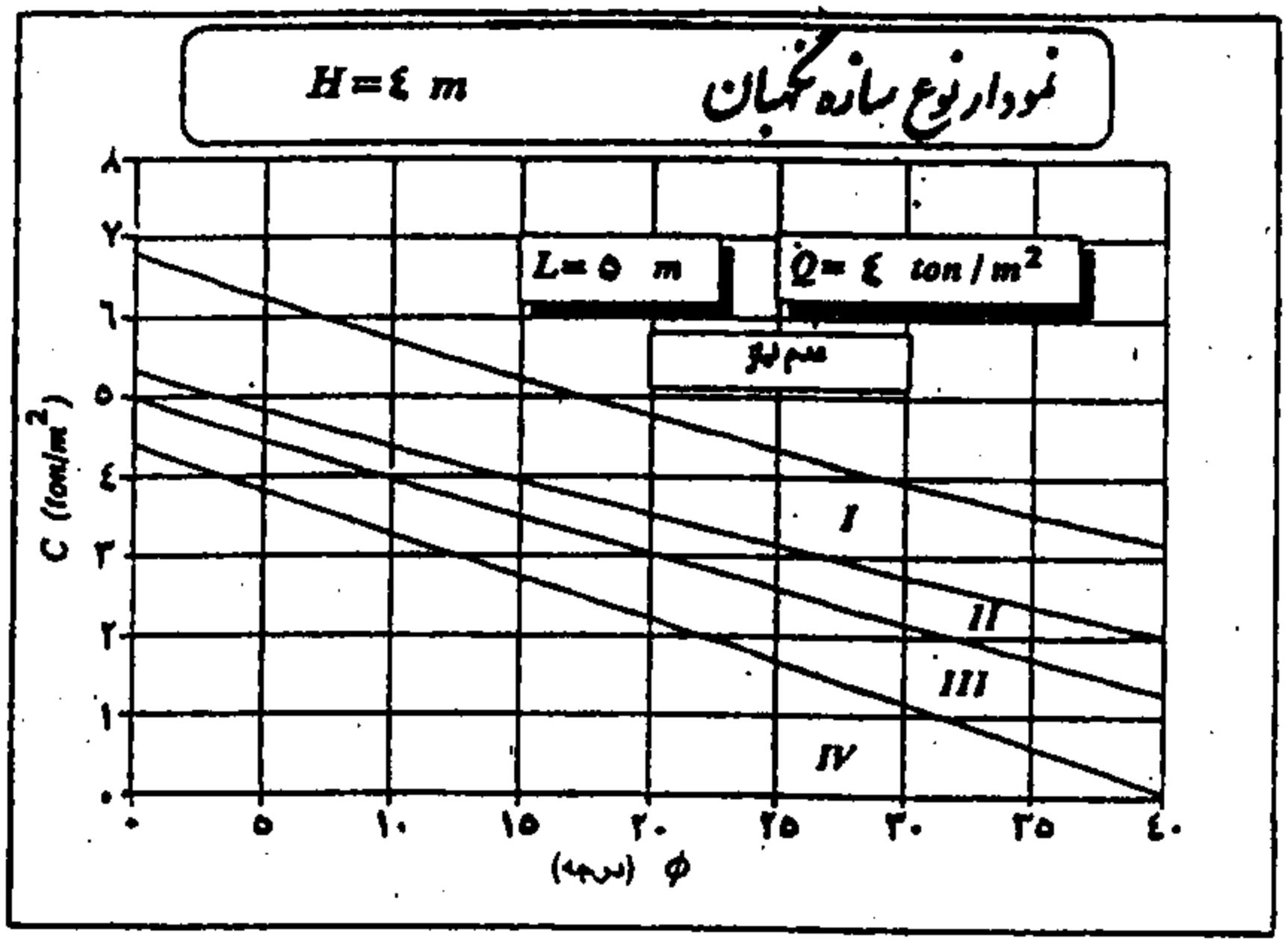

نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L=٤ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

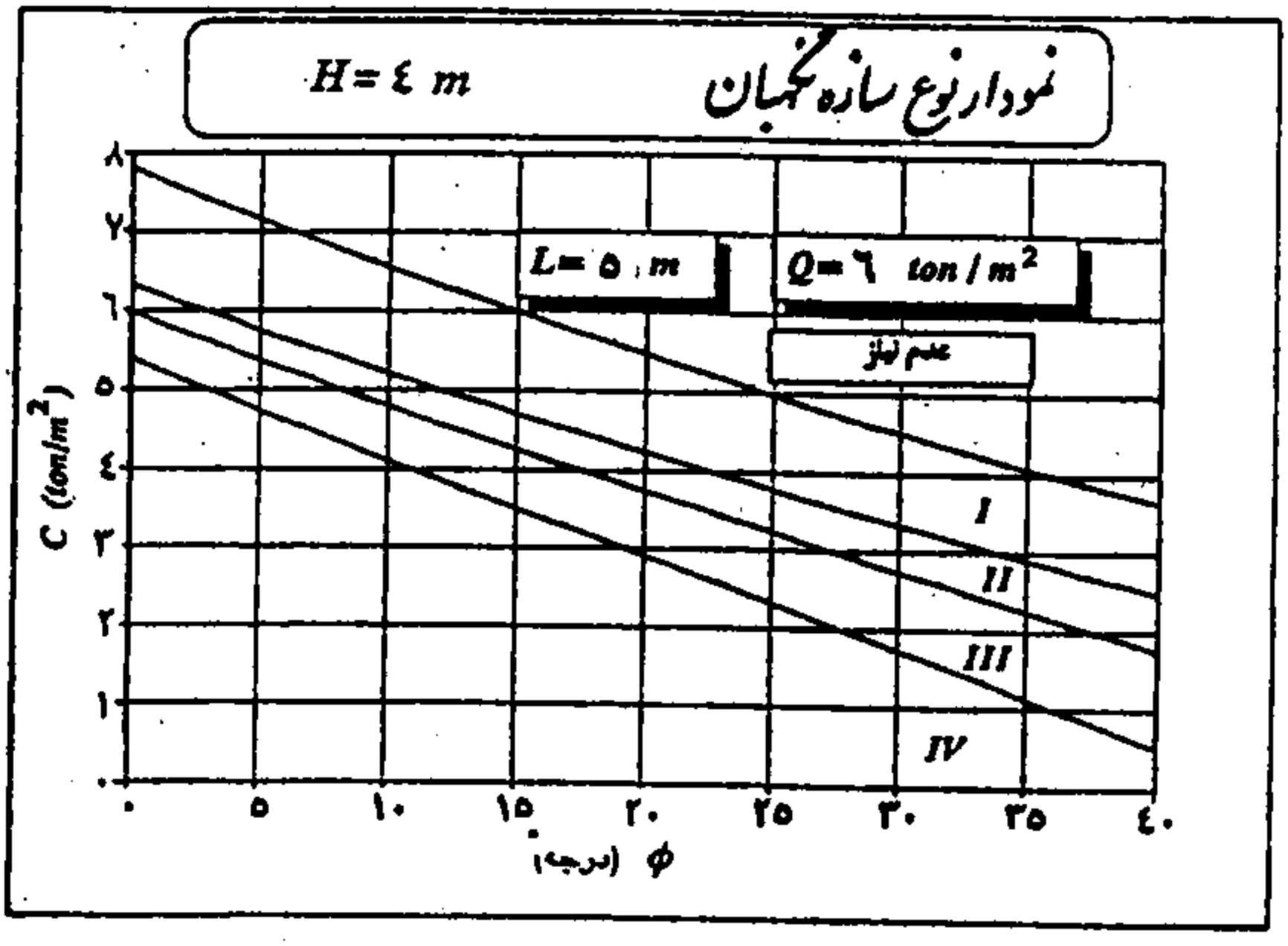

نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L=٤ m
Q=٤ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

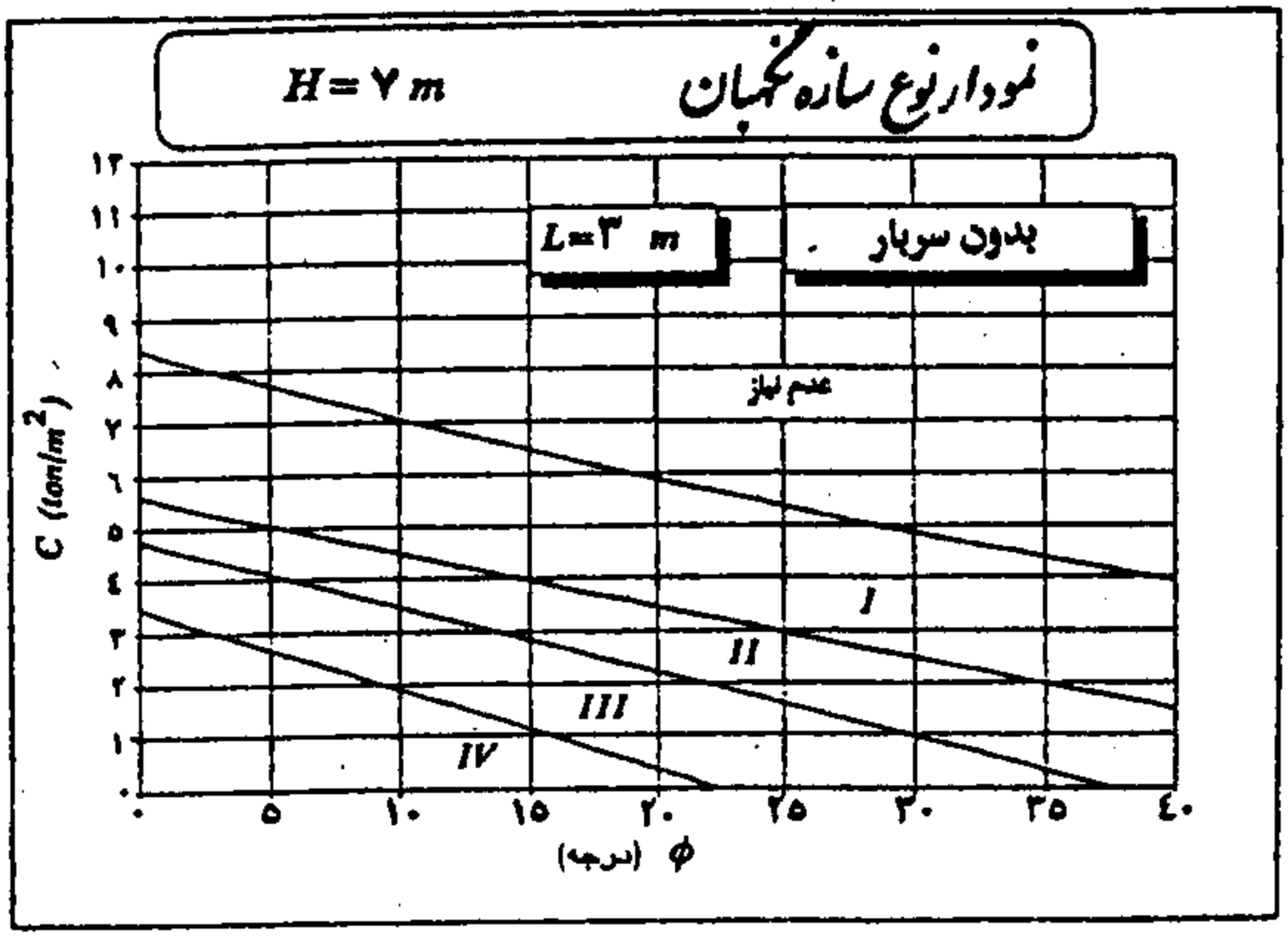

نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L=٤ (m)
Q=٦ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

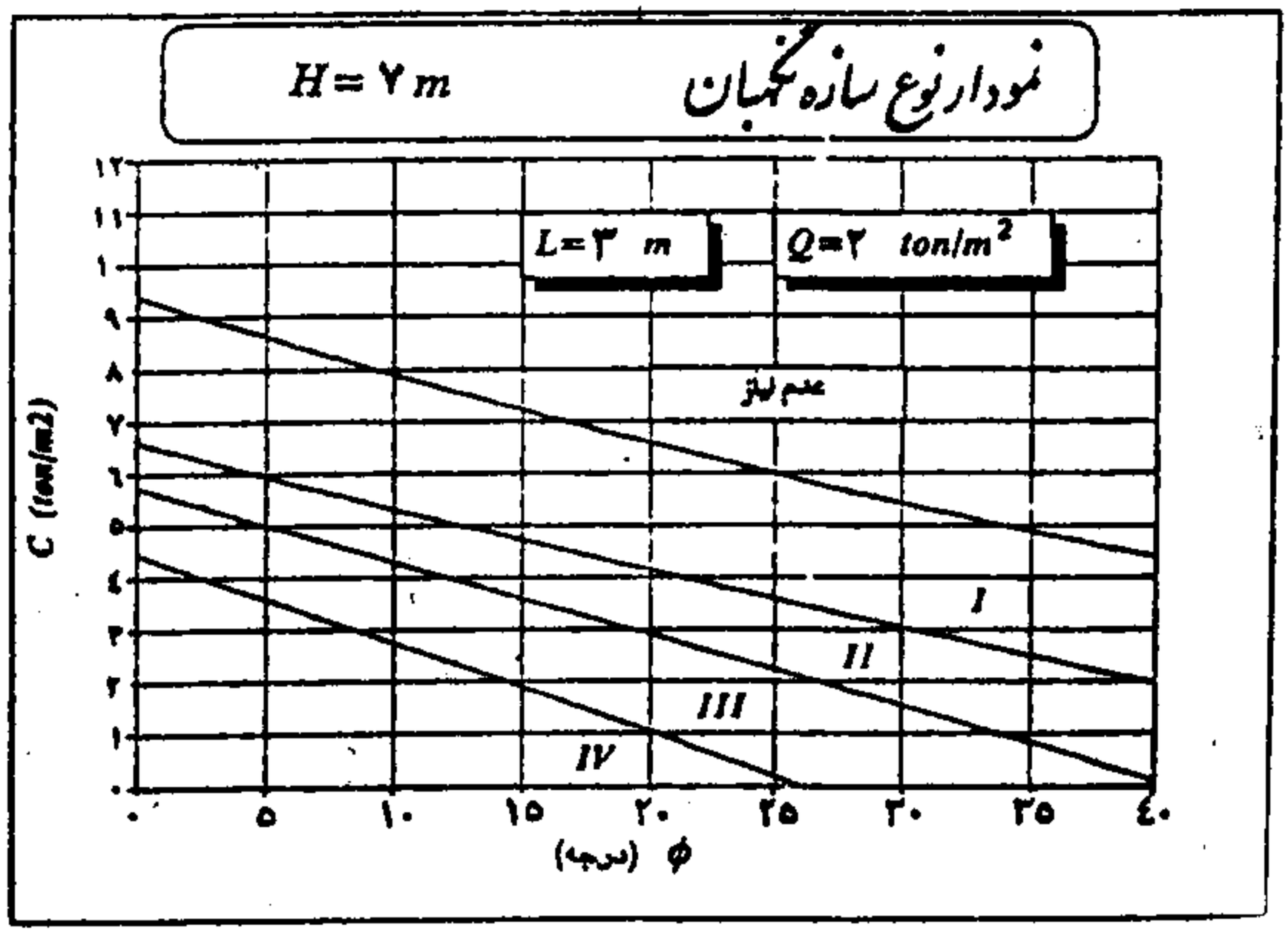

نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L= ٥ m
بدون سربار
عدم نیاز
C (ton/m²)
I
II
III
IV
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

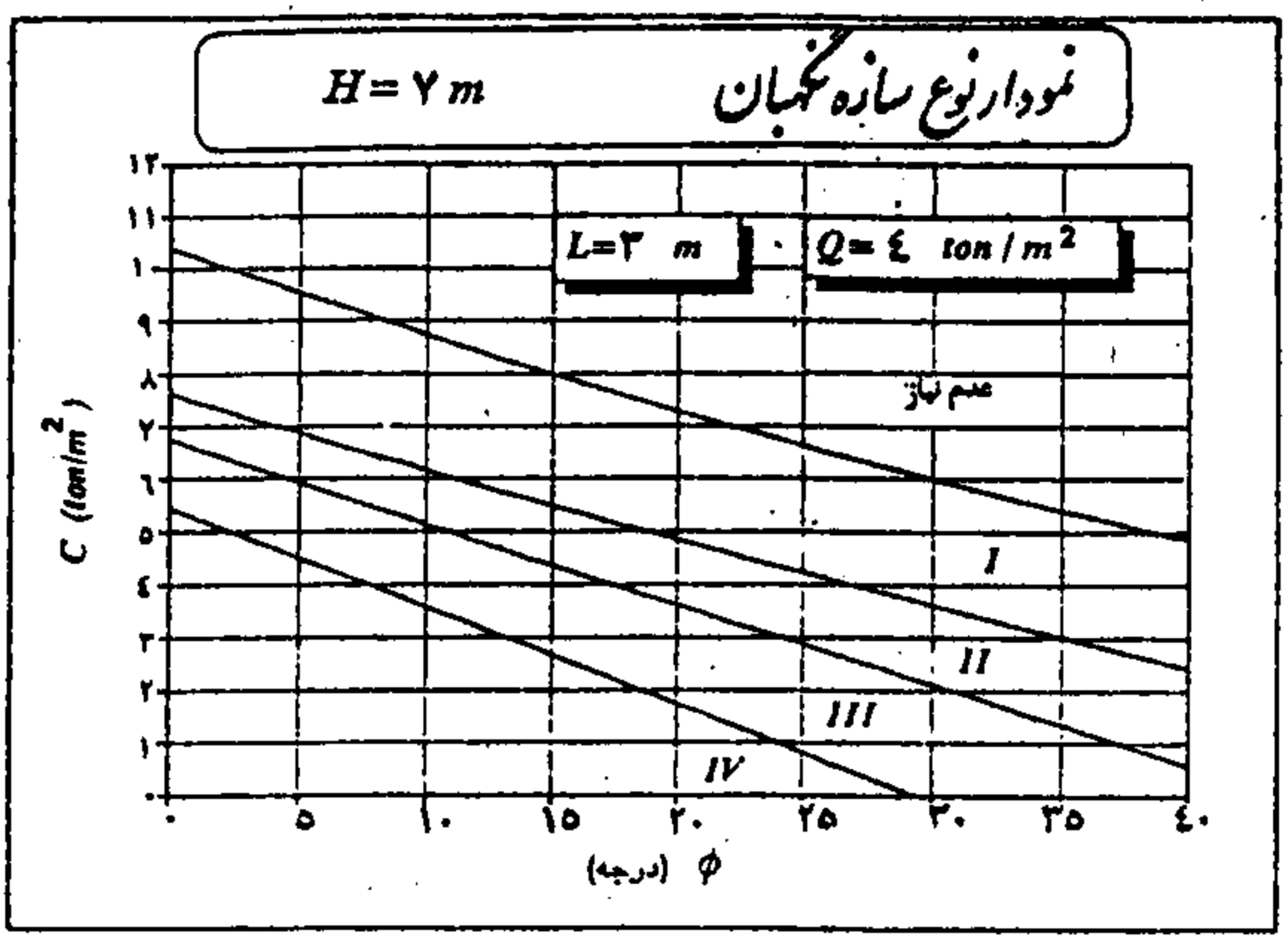

نمودار نوع سازه نگهبان
H=٤ m
L= ٥ m
Q= ٢ ton / m²
عدم نیاز
C (ton/m²)
I
II
III
IV
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

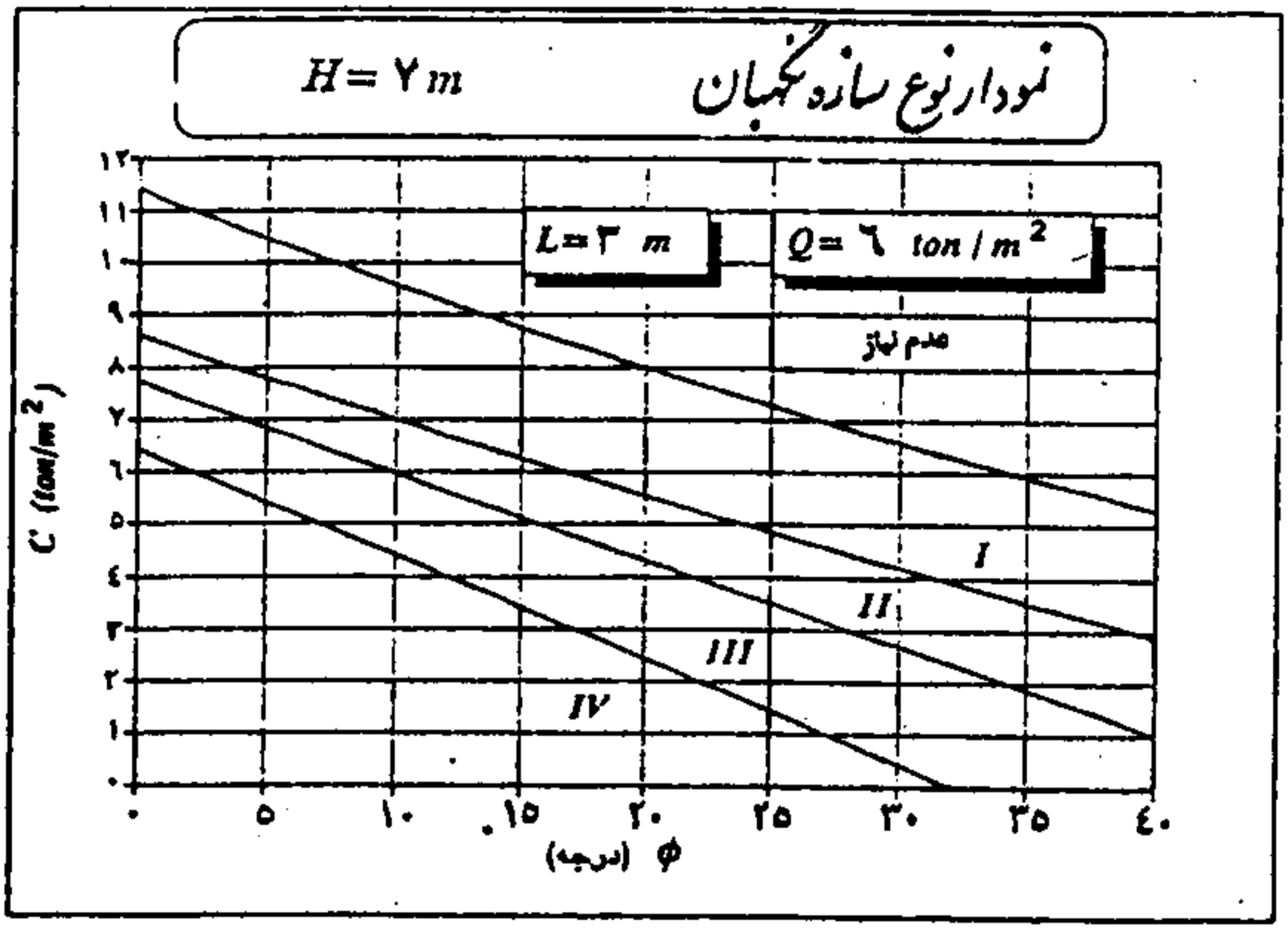

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ٤ m
L= ٥ m
Q= ٤ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
٠ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨

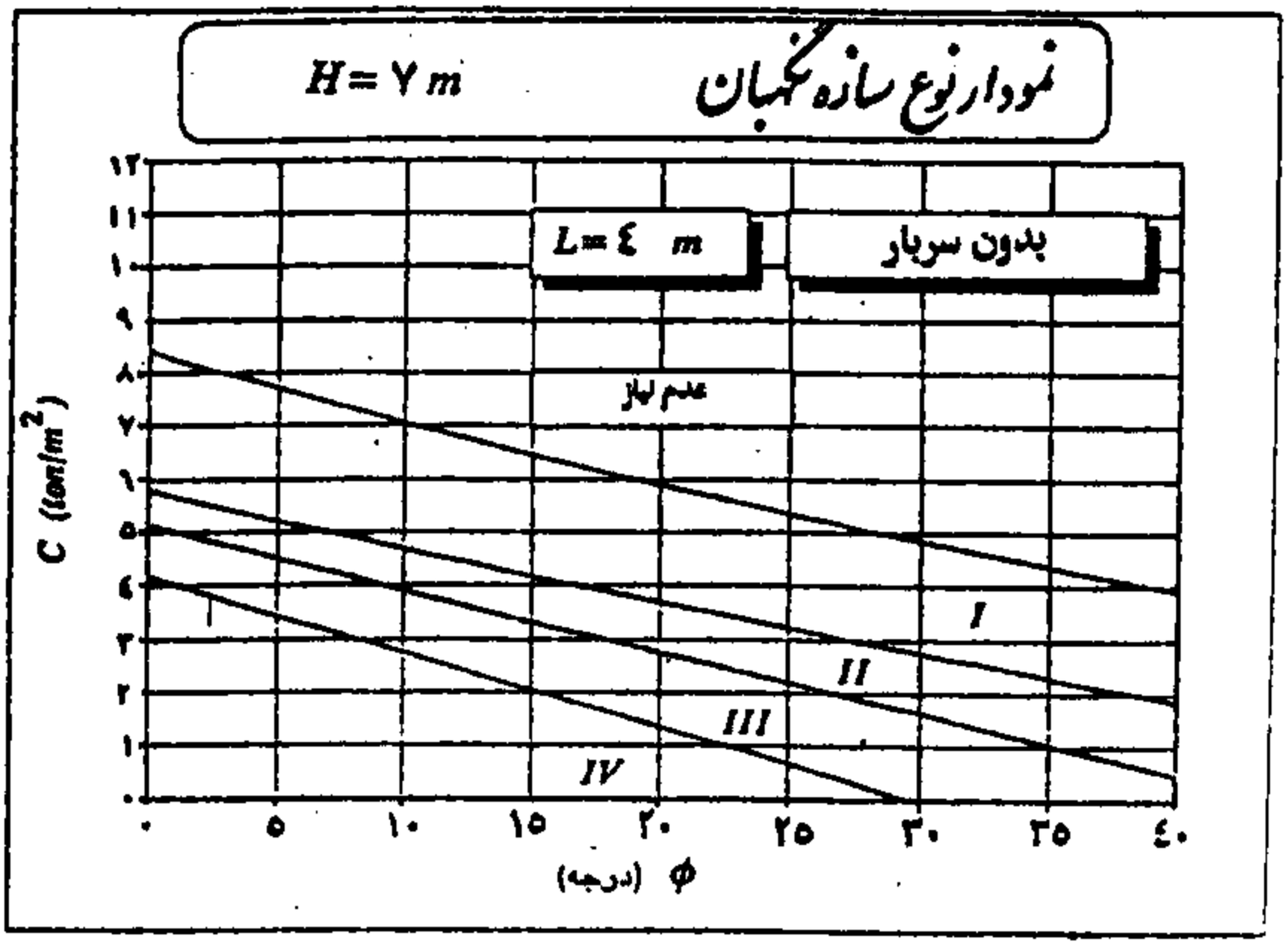

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ٤ m
L= ٥ m
Q= ٦ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
٠ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨

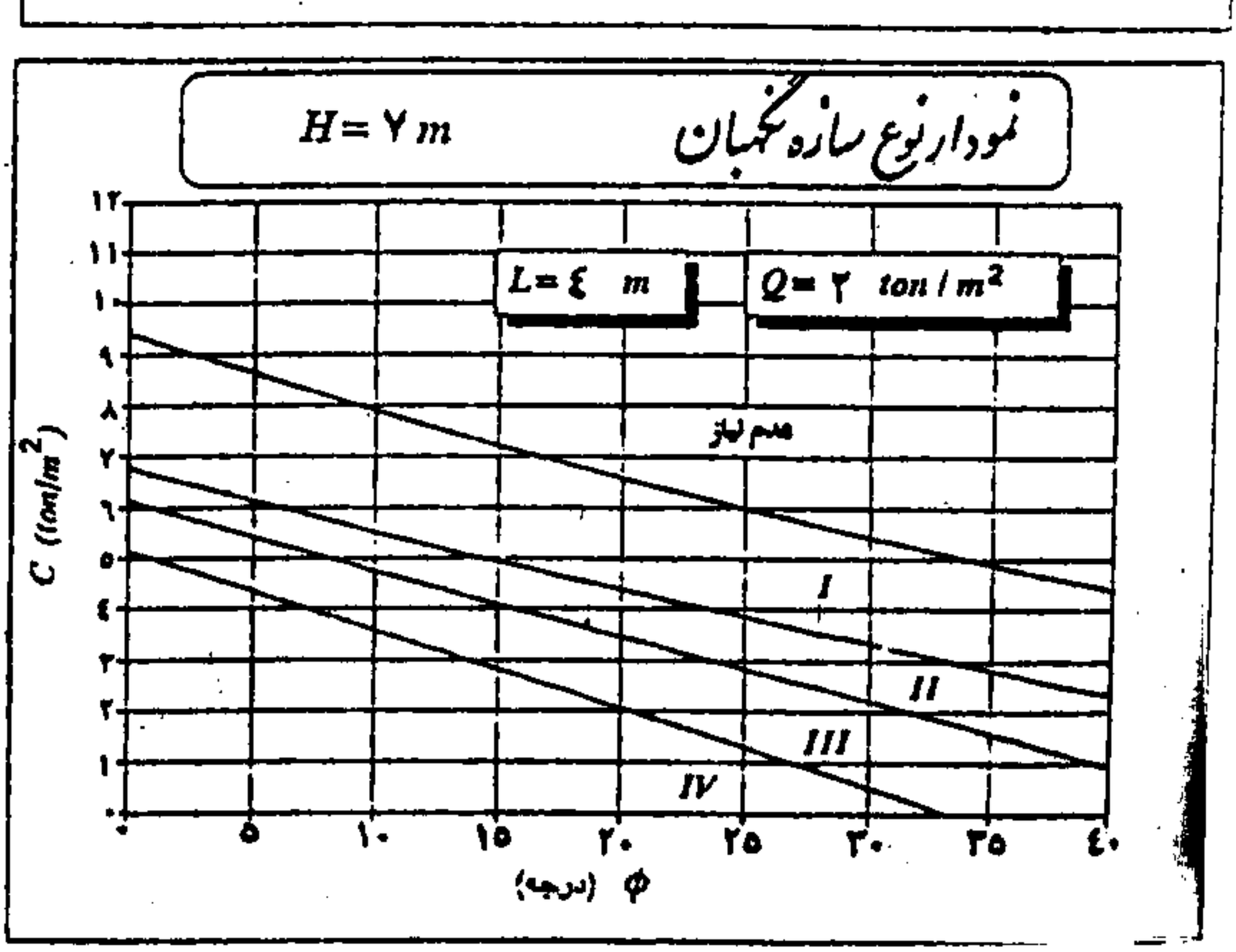

نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L=۳ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L=۳ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m2)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

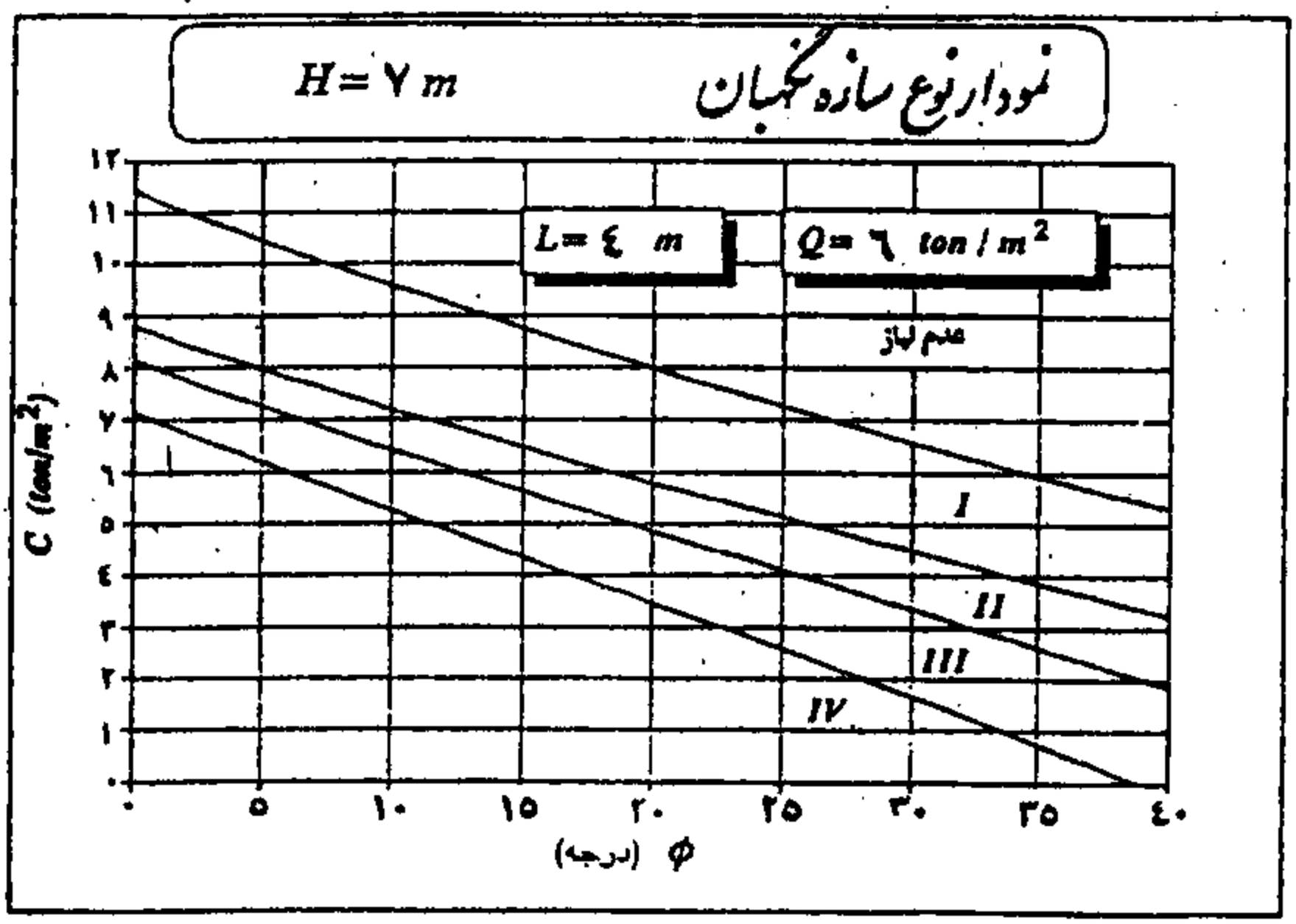

نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L=۳ m
Q= ٤ ton / m²
عدم تماز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L=۳ m
Q= ٦ ton / m²
عدم تماز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

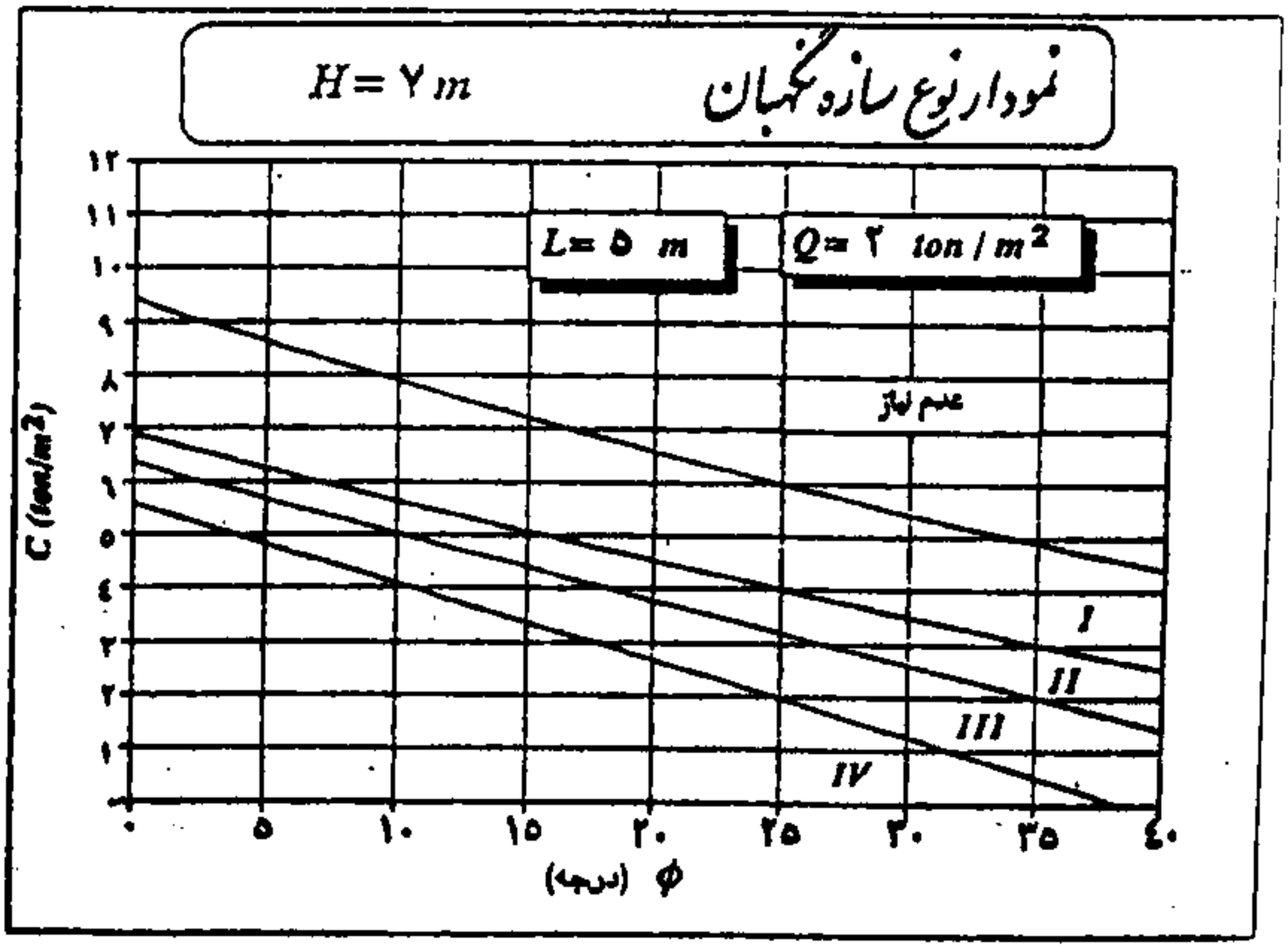

نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L = ٤ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L = ٤ m
Q = ۲ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

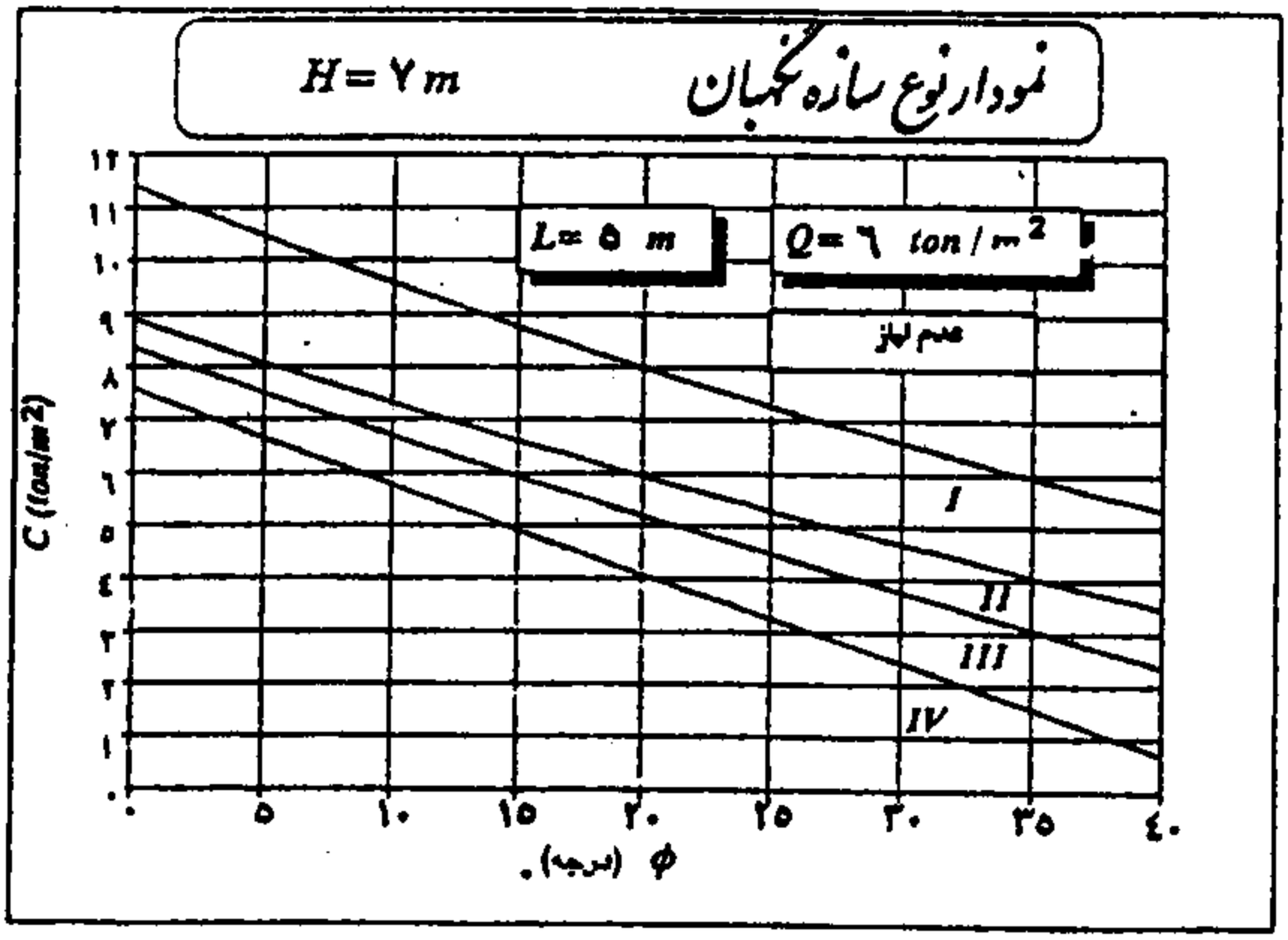
نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۱۲
۱۱
۱۰
۹
۸
۷
۶
۵
٤
۳
۲
۱
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

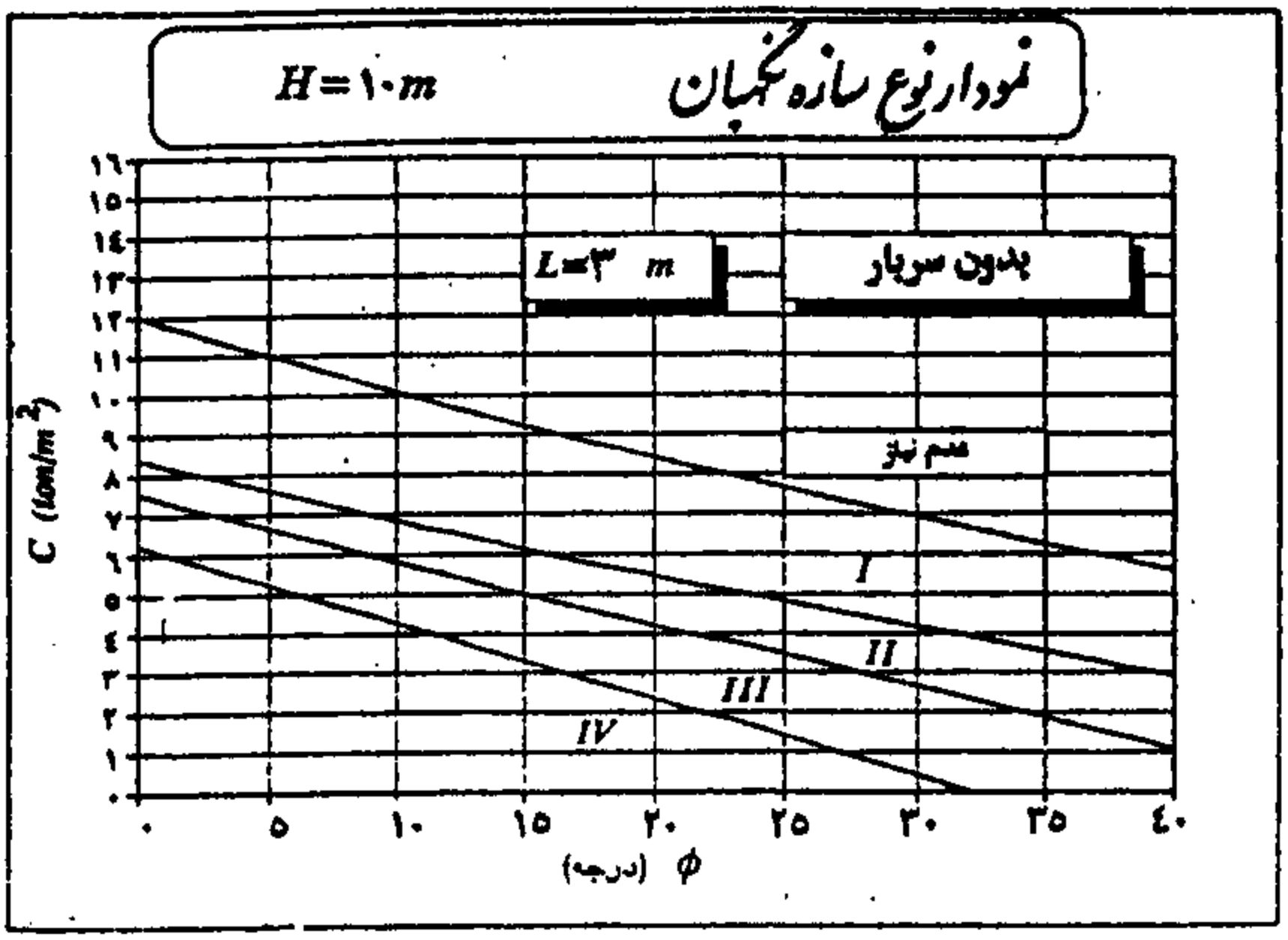

نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۱۲
۱۱
۱۰
۹
۸
۷
۶
۵
٤
۳
۲
۱
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

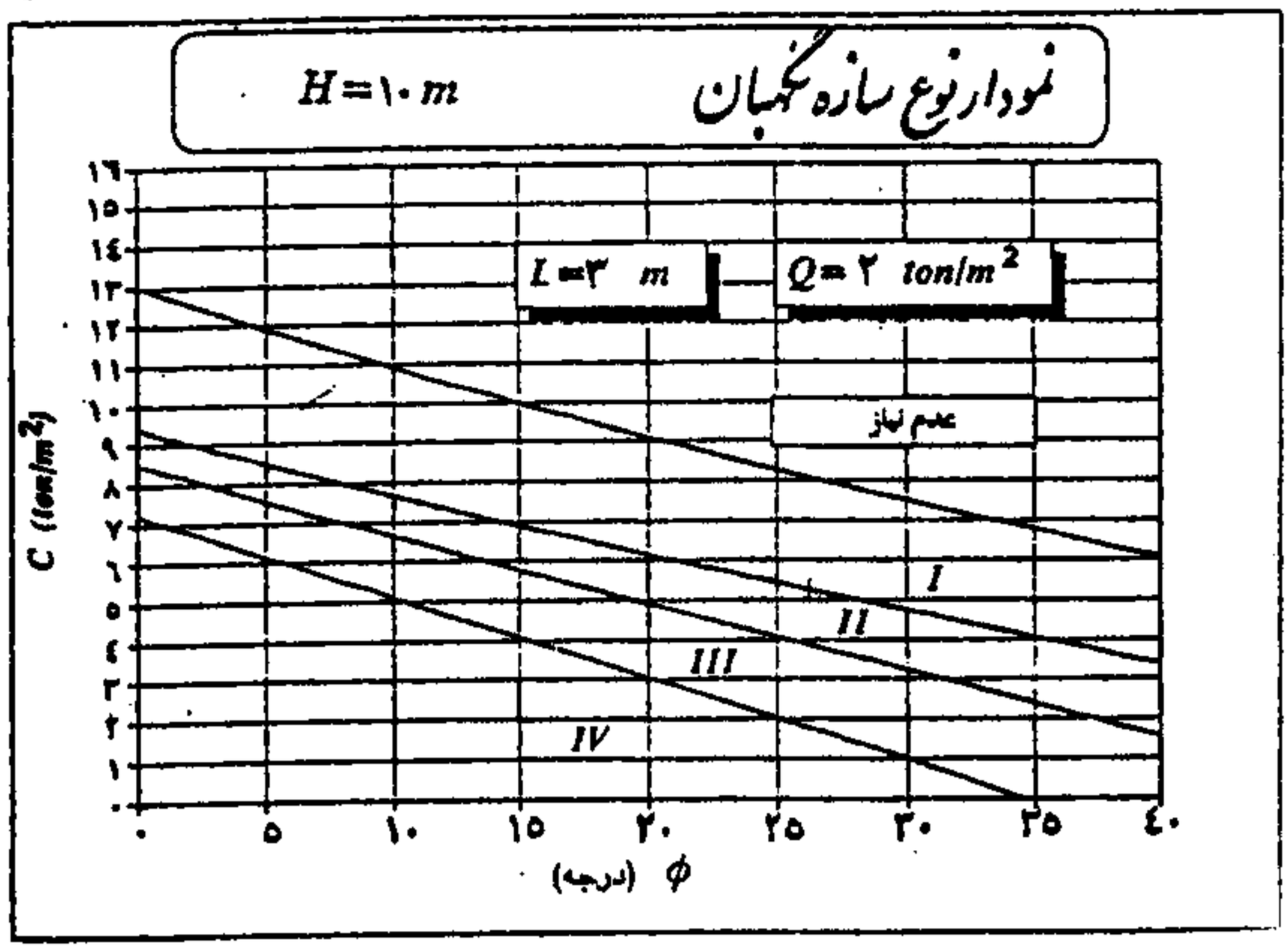
نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L= ۵ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

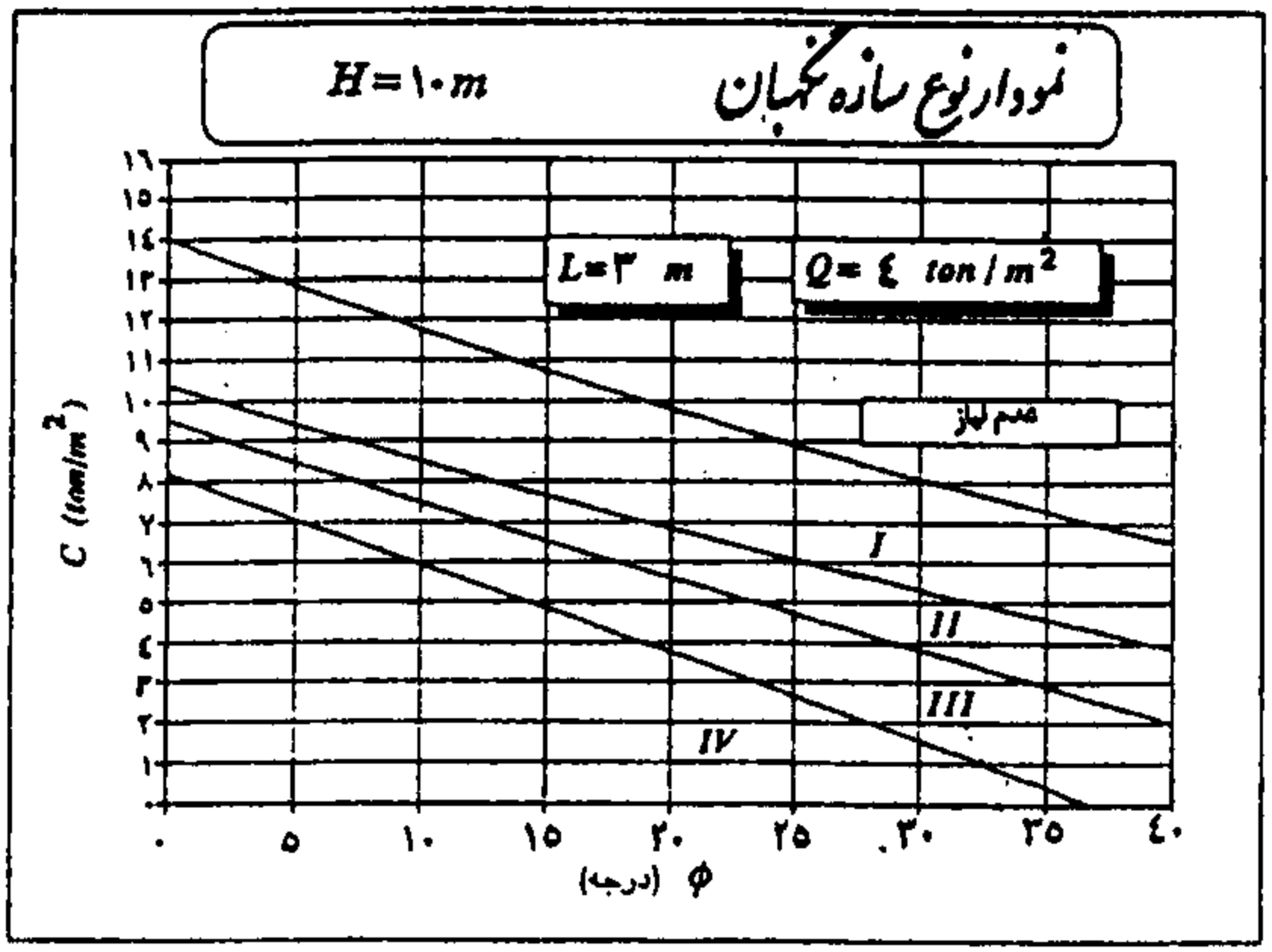

نمودار نوع سازه نگهبان
H = ۷ m
L= ۵ m
Q= ۲ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

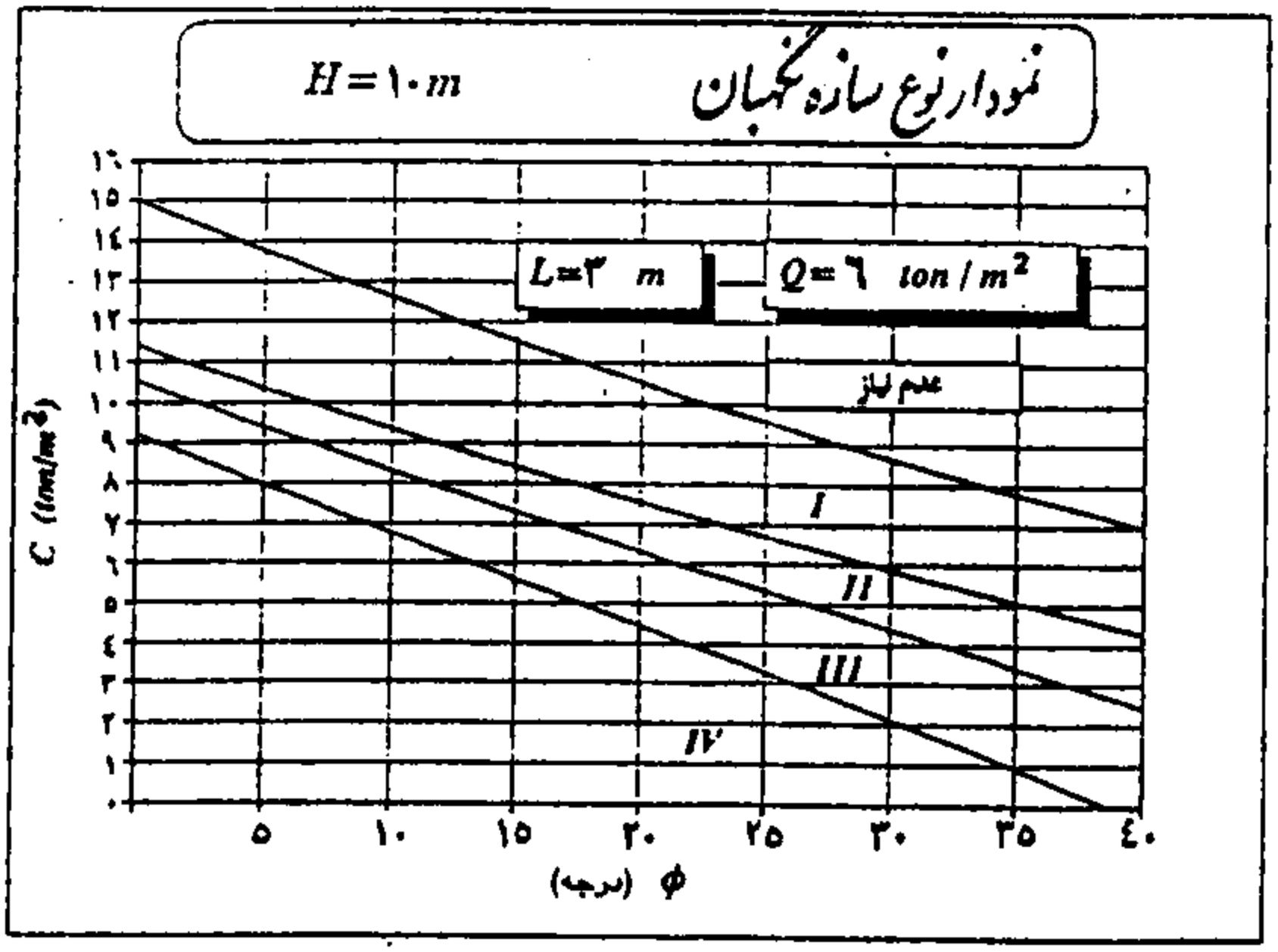
نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۷ m
L= ۵ m
Q= ٤ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۷ m
L= ۵ m
Q= ٦ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه).

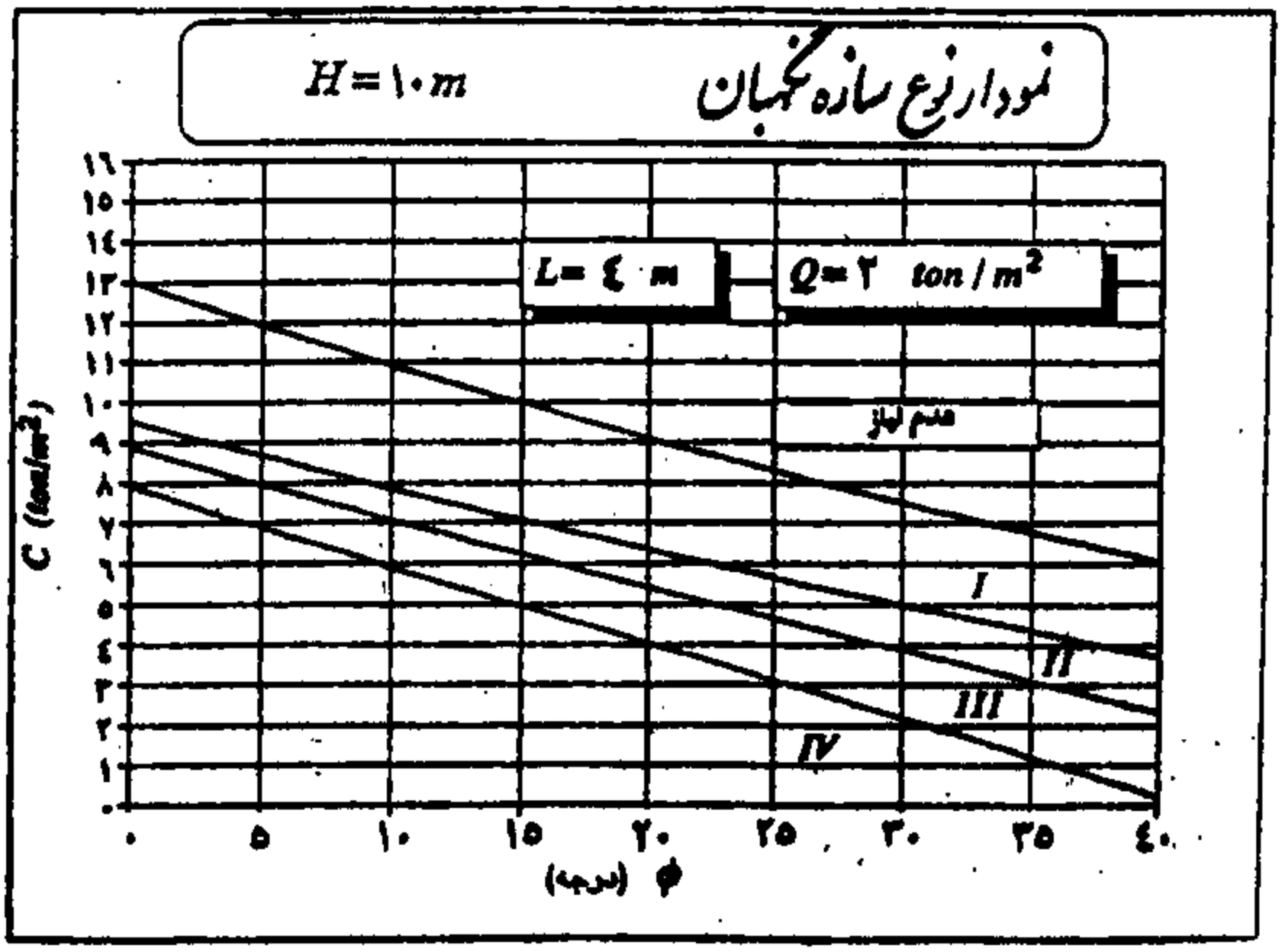

نمودار نوع سازه گنجبان
H=۱۰m
L=۳ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه گنجبان
H=۱۰m
L=۳ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

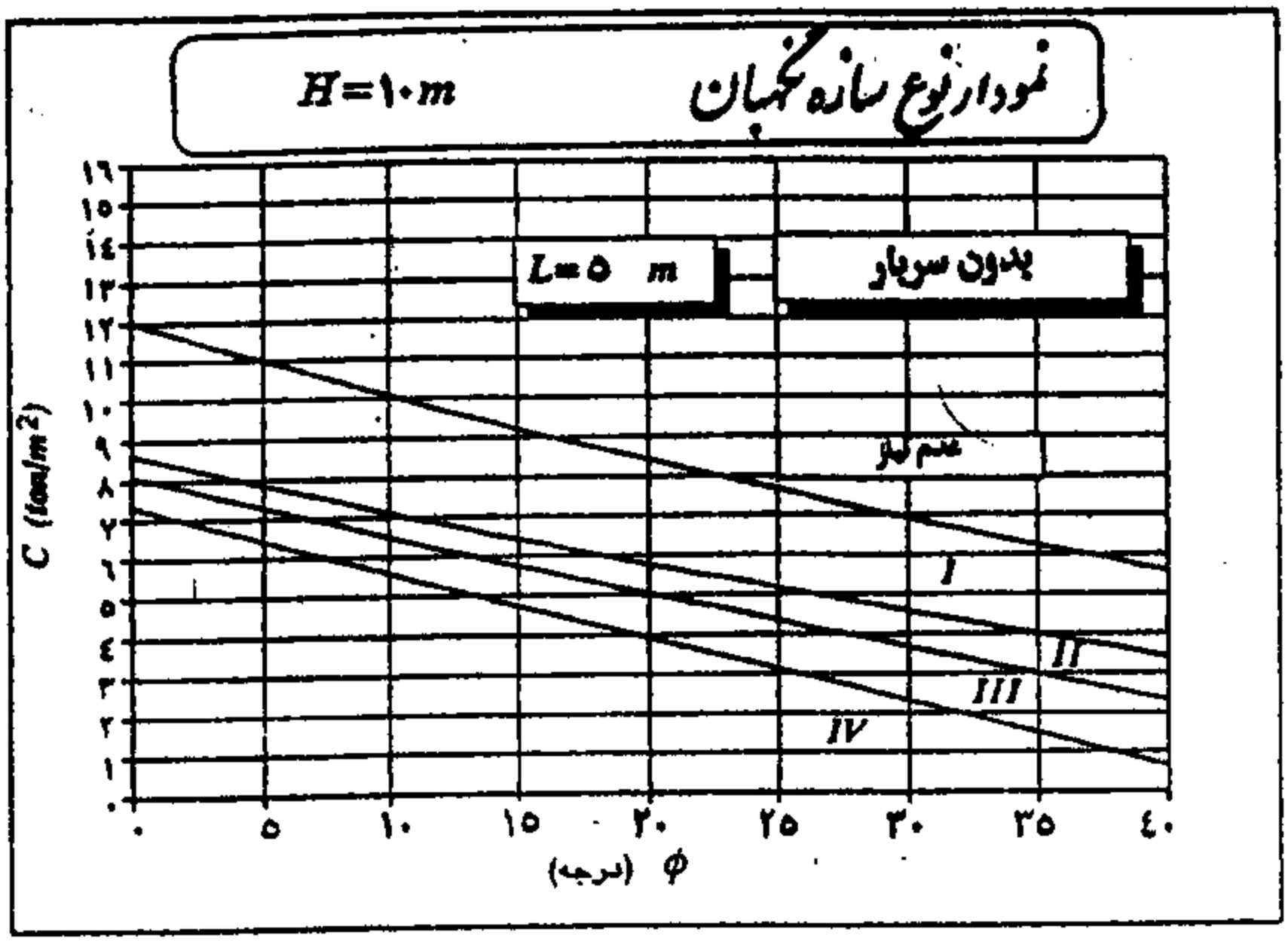

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۳ m
Q=٤ ton/m²
عدم لغزش
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

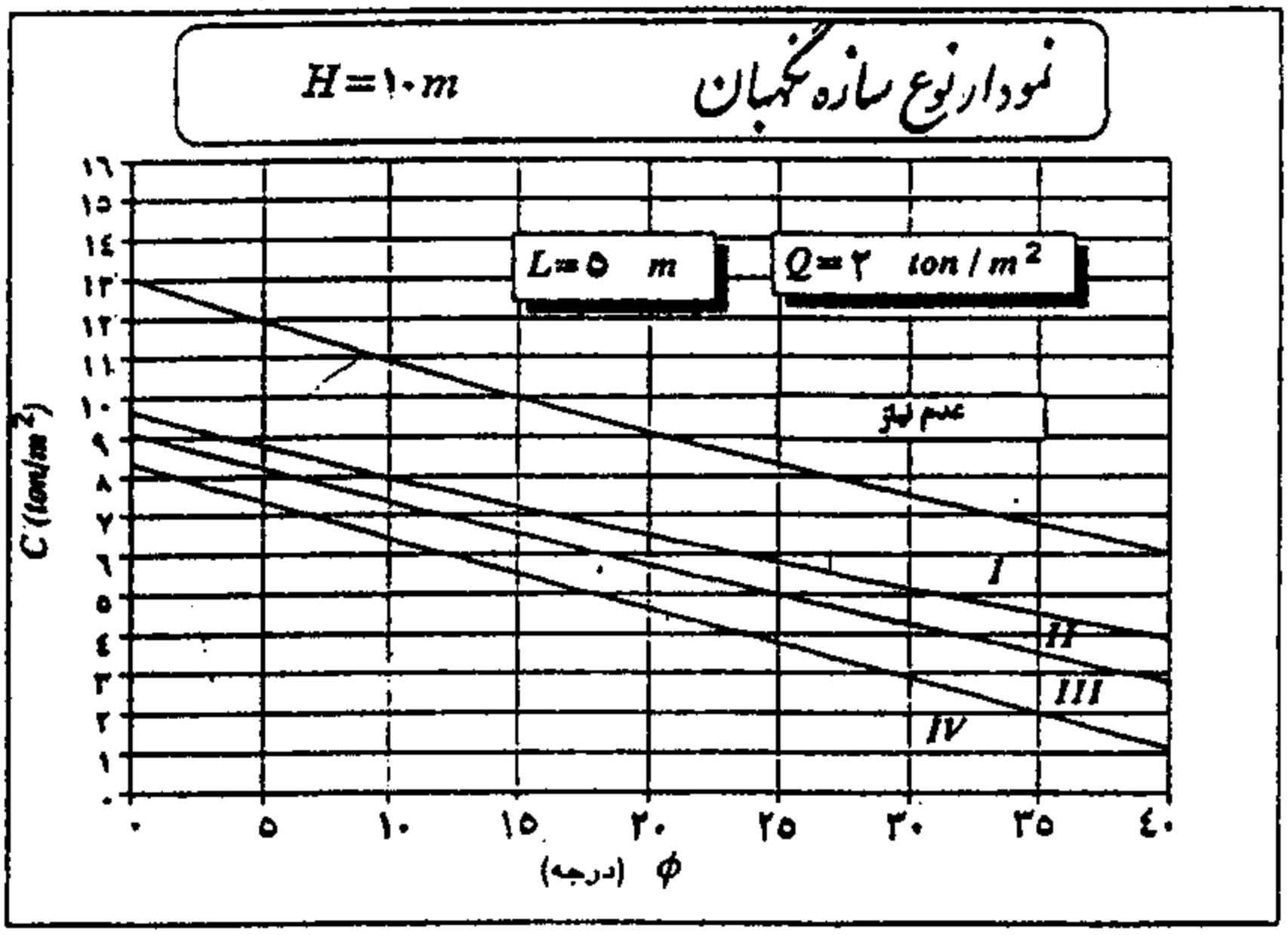

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۳ m
Q=٦ ton/m²
عدم لغزش
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

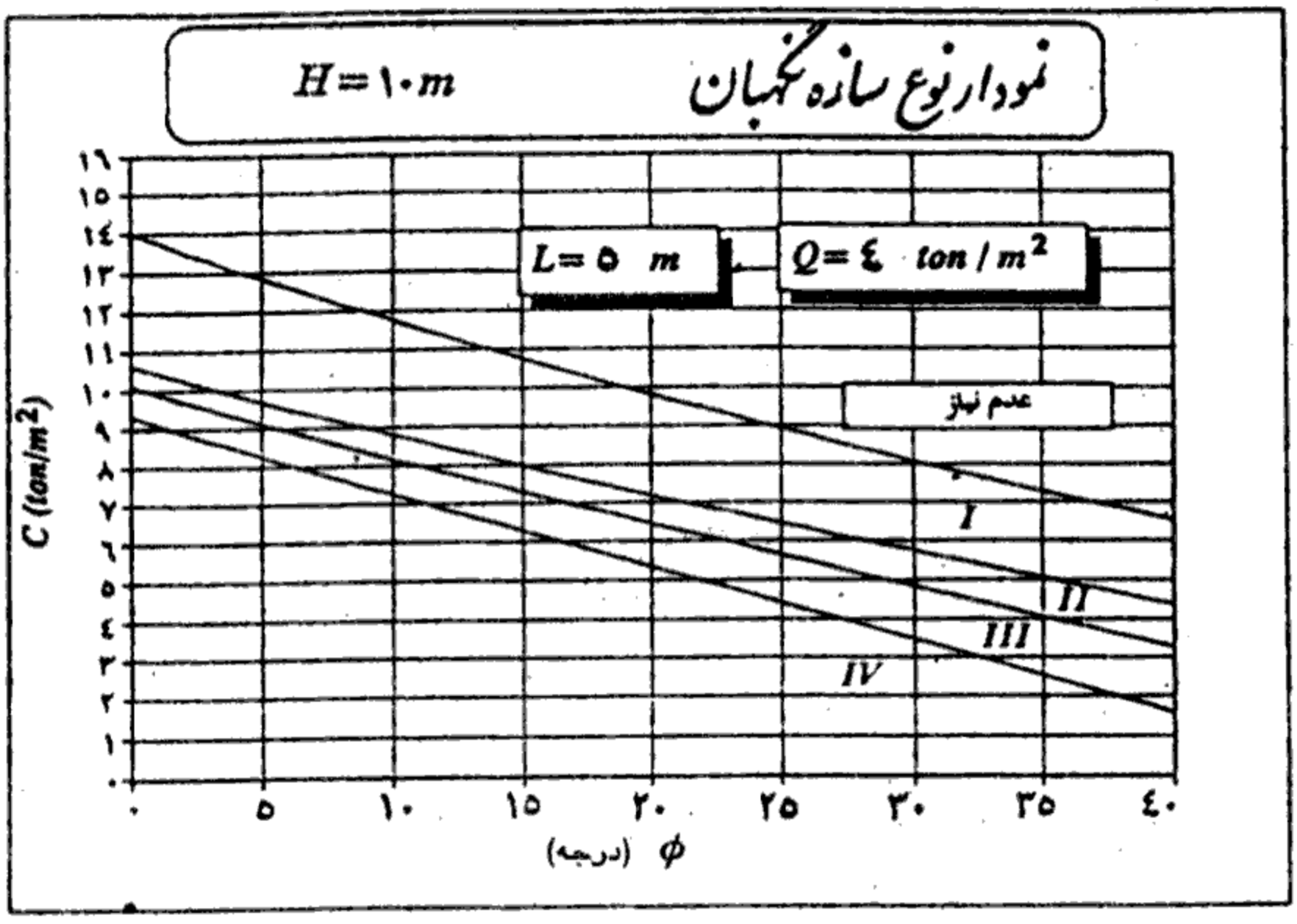
نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=٤ m
بدون سربار
مسلح
I
II
III
IV
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰

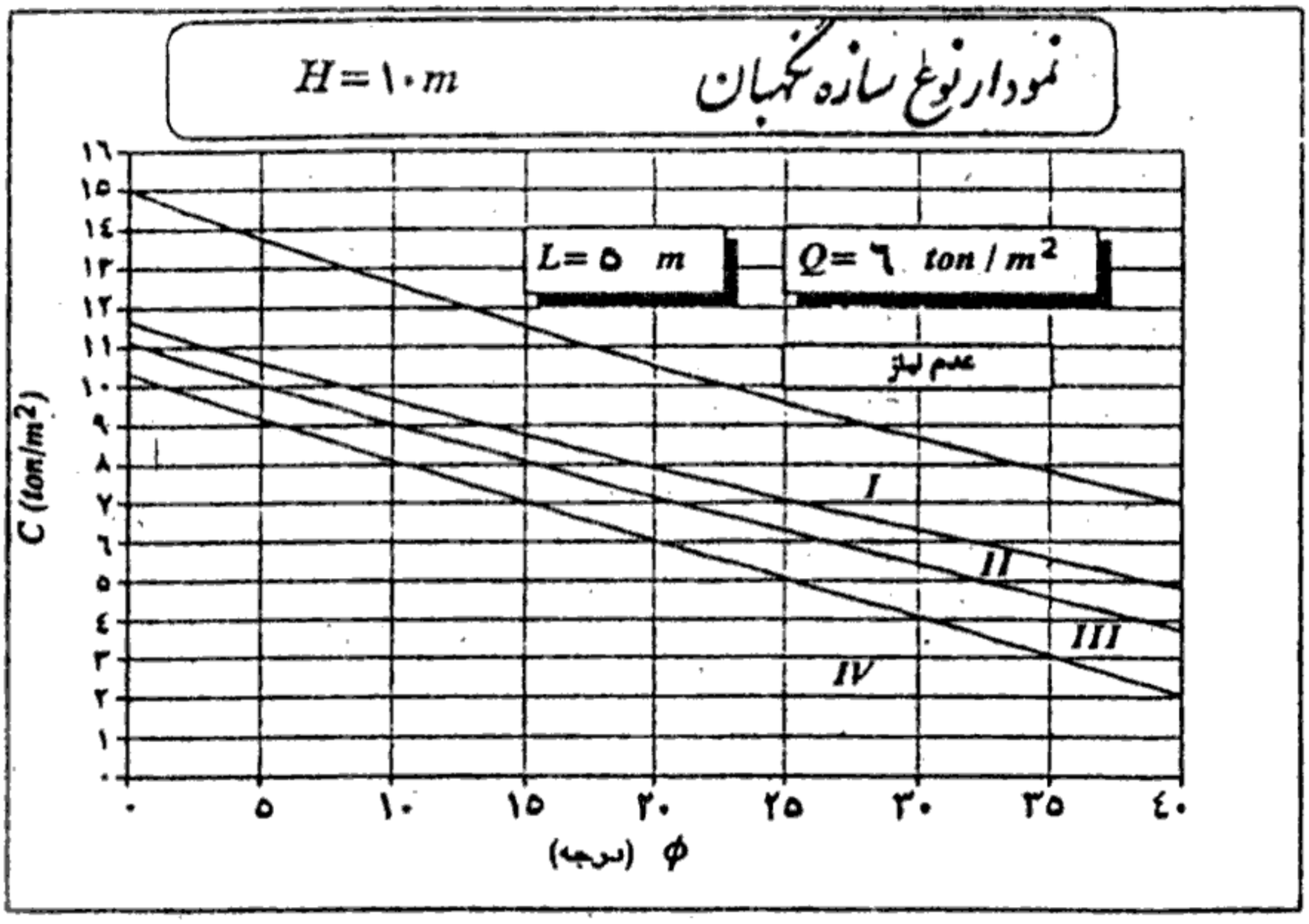

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=٤ m
Q=۲ ton/m²
مسلح
I
II
III
IV
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰

۱۰۲ ـــــــ

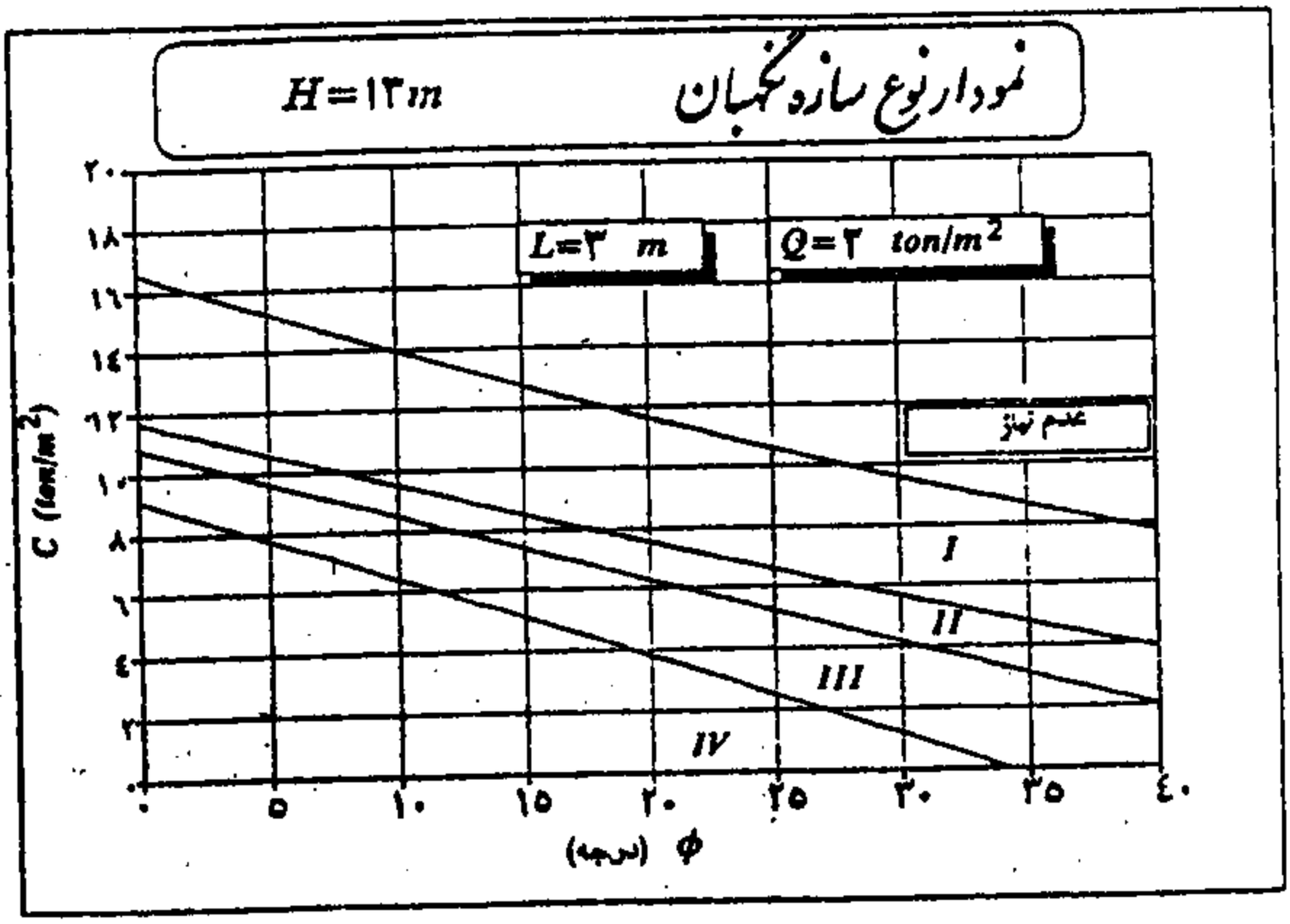

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۵ m
بدون سربار
عدم تماس
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

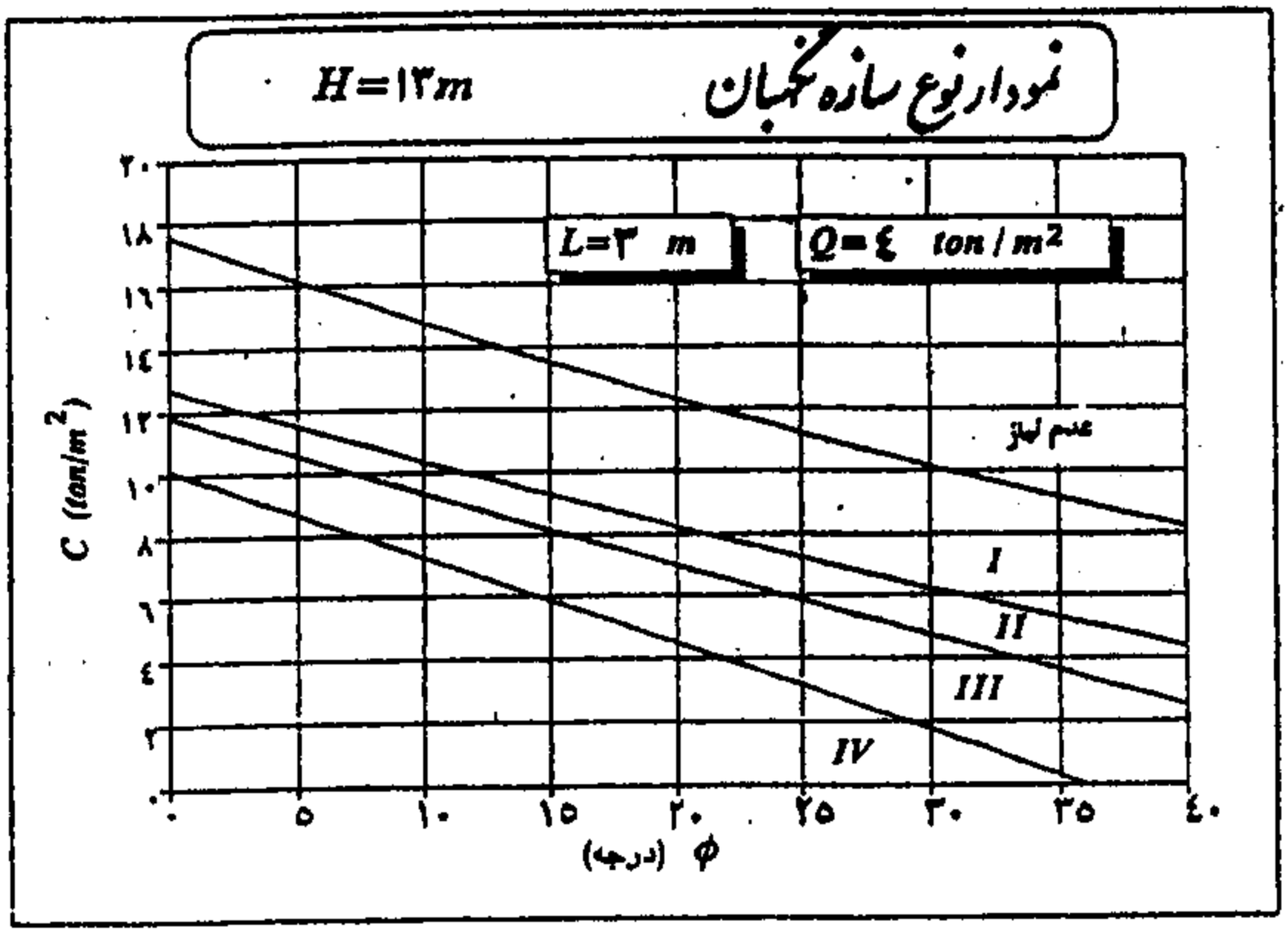

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۵ m
Q=۲ ton/m²
عدم تماس
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

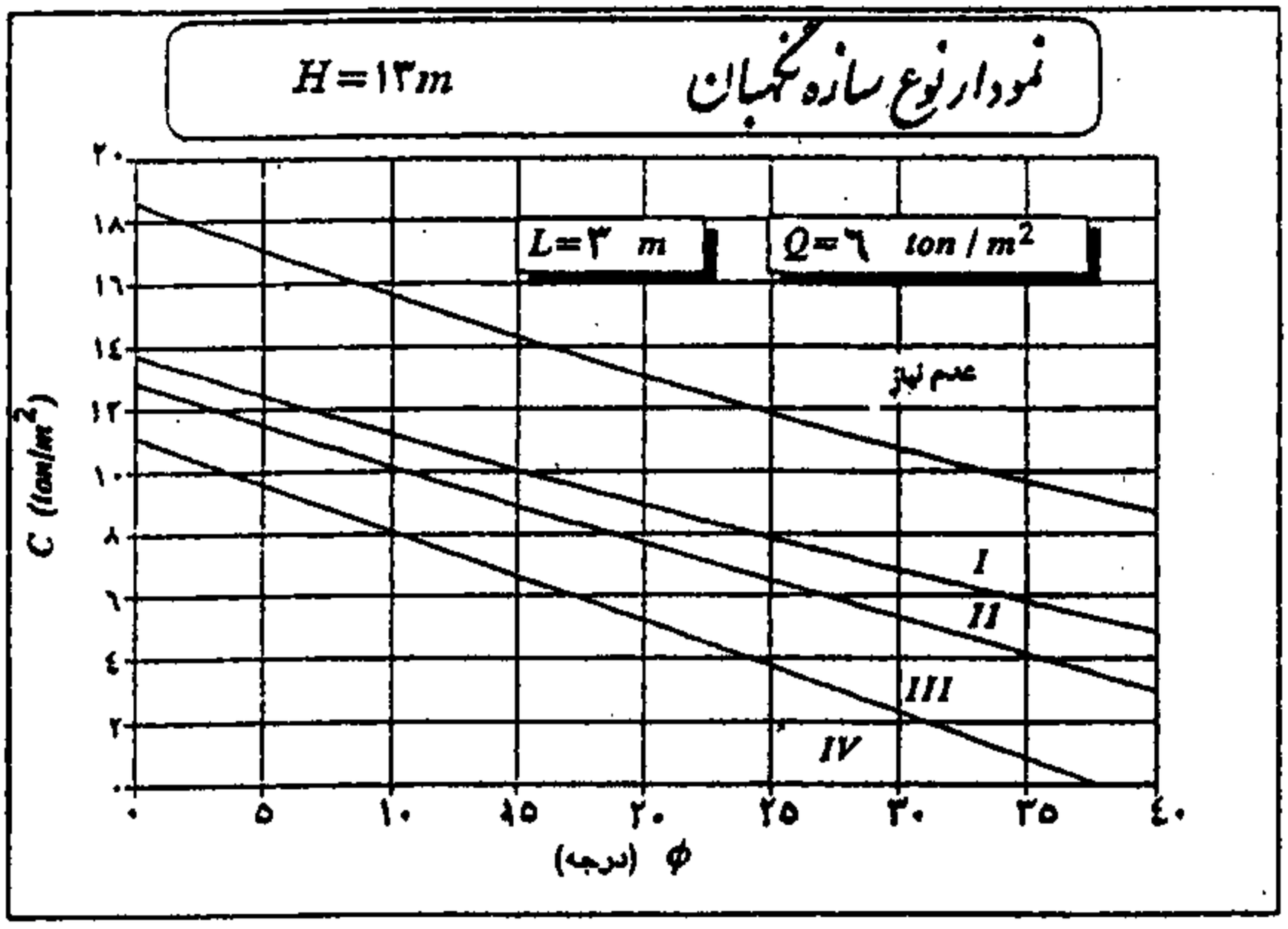

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۵ m
Q=٤ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۰m
L=۵ m
Q=٦ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۳ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰

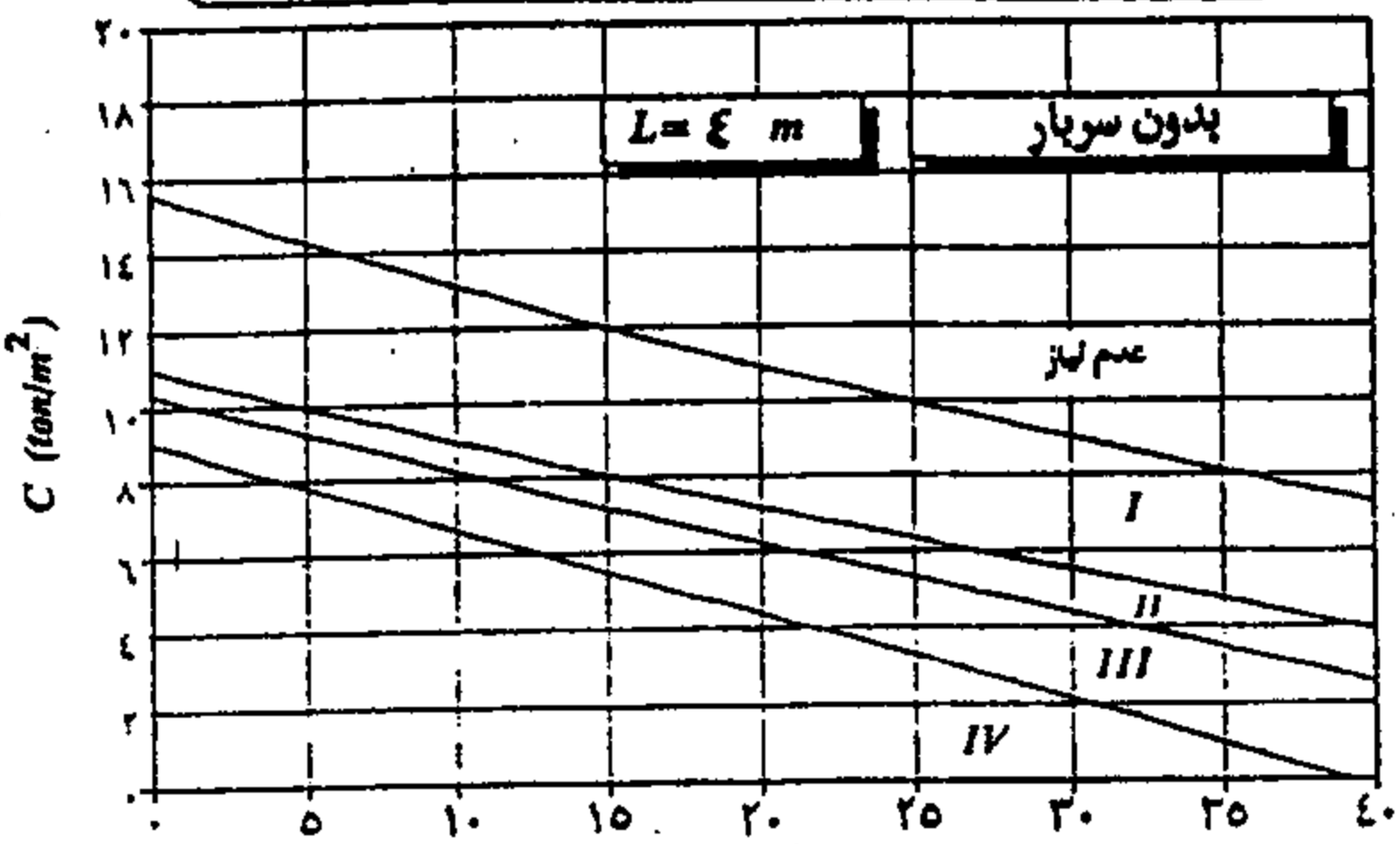

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۳ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰


نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۳ m
Q=٤ ton / m2
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m2)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۳ m
Q=٦ ton / m2
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m2)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

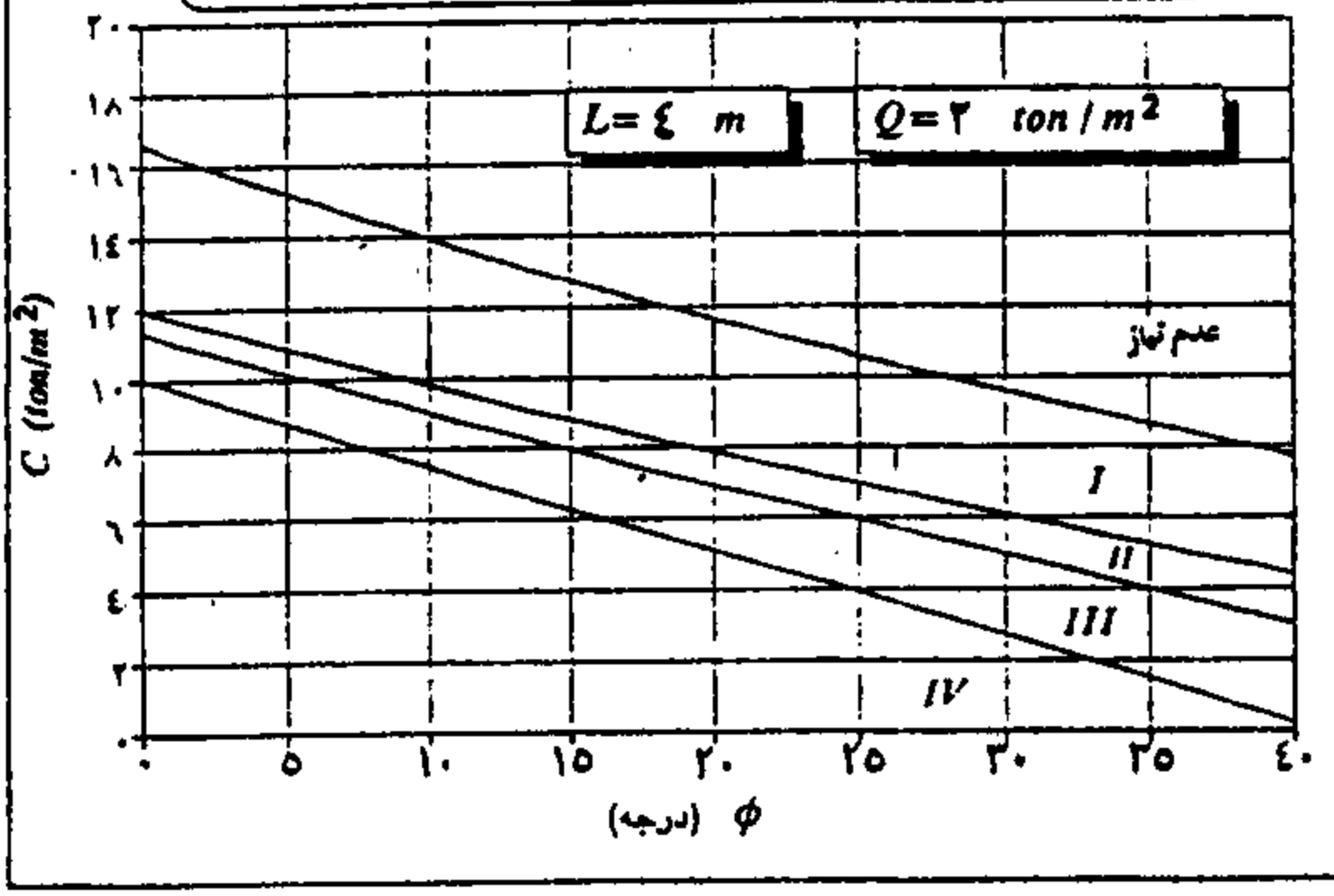
نمودار نوع سازه نگهبان

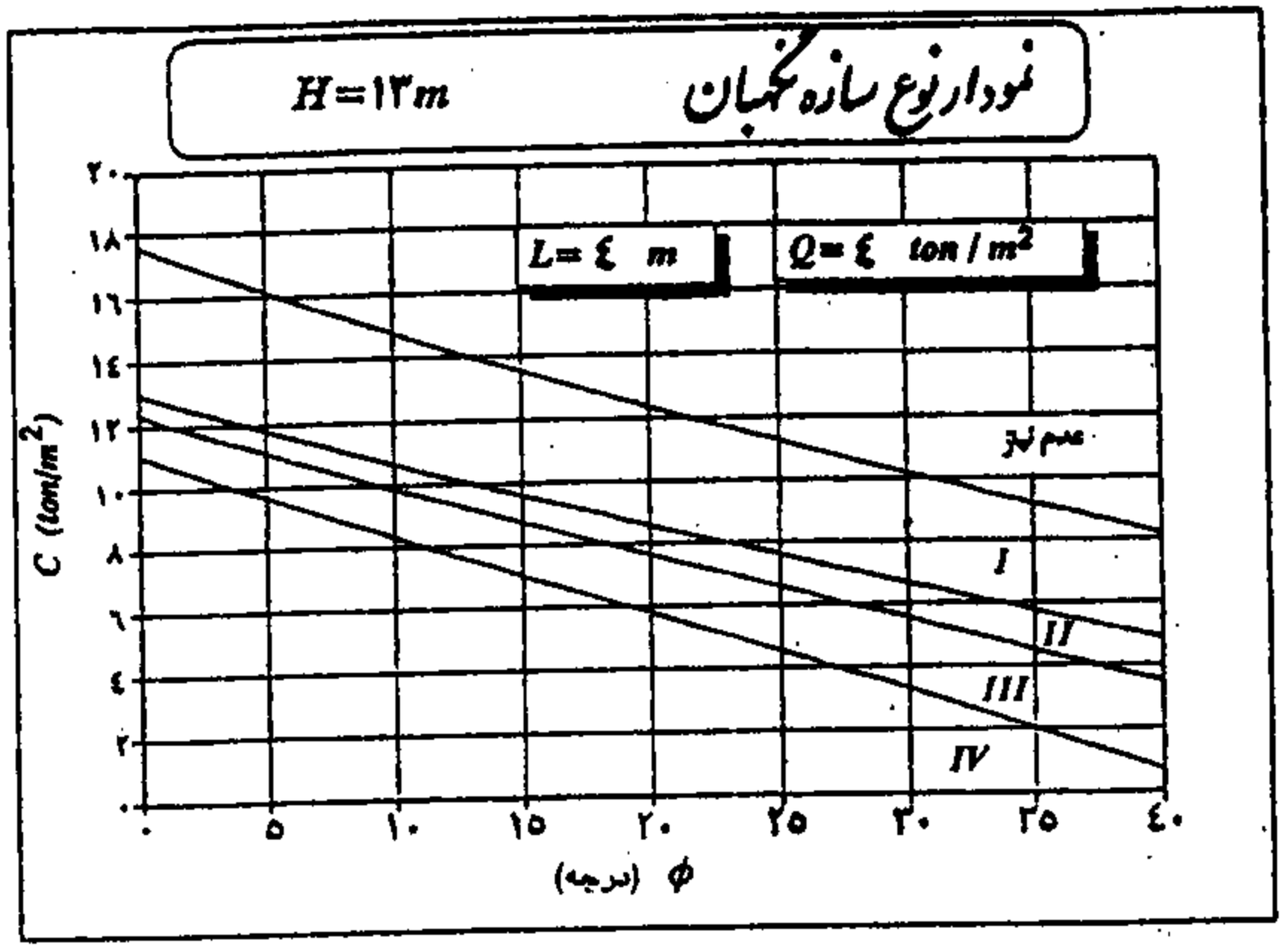
$H=۱۳m$

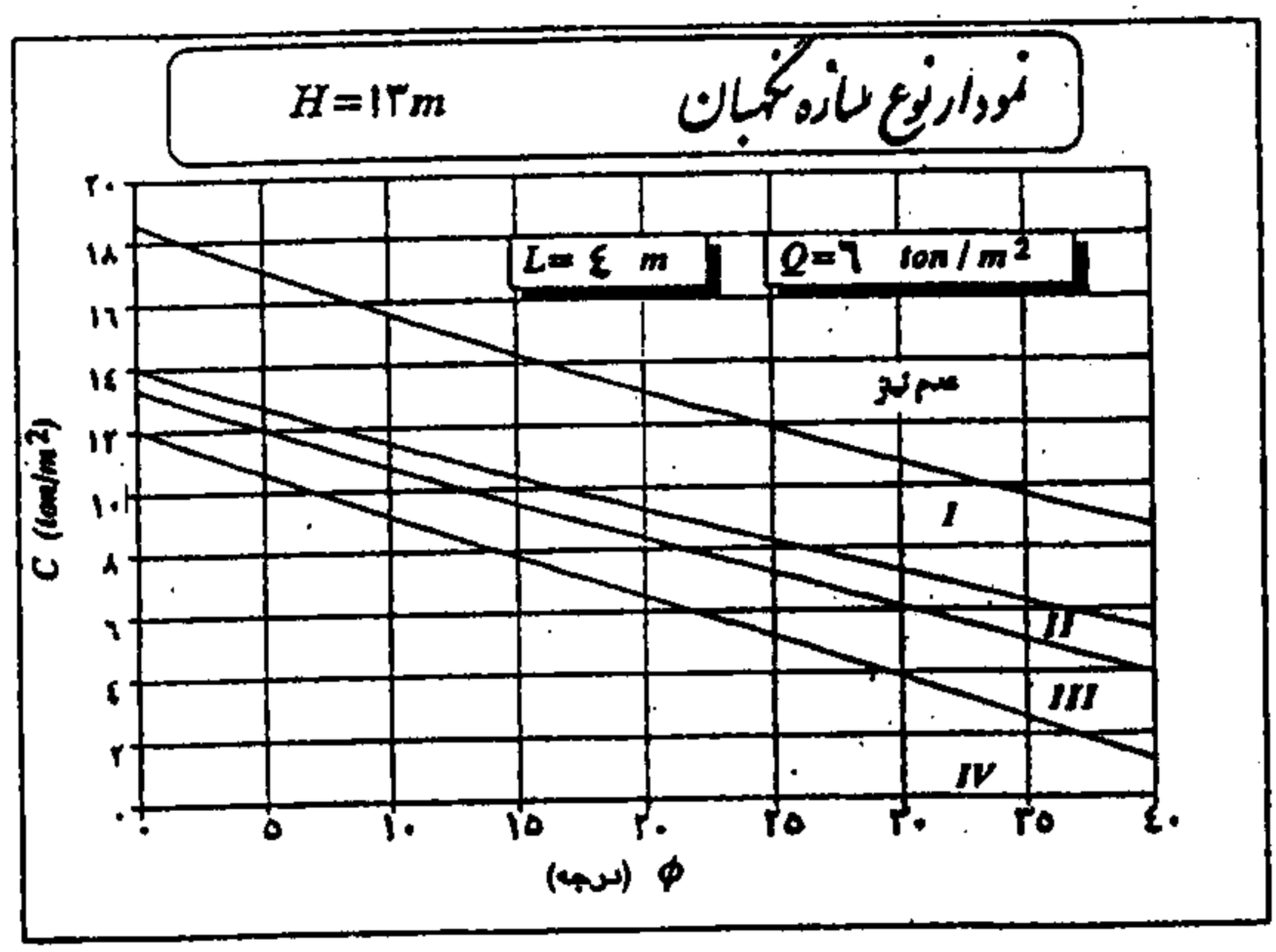


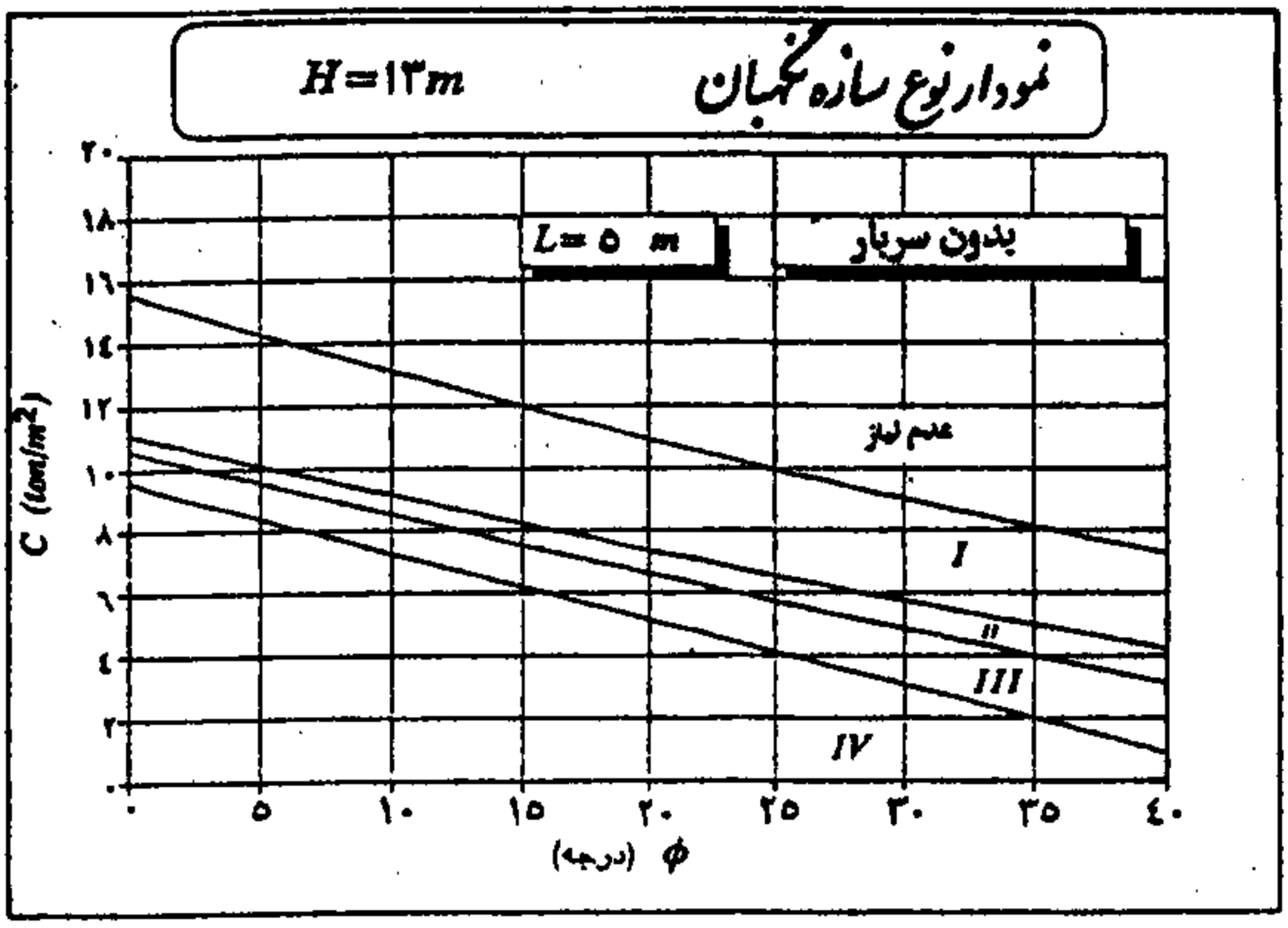
نمودار نوع سازه نگهبان

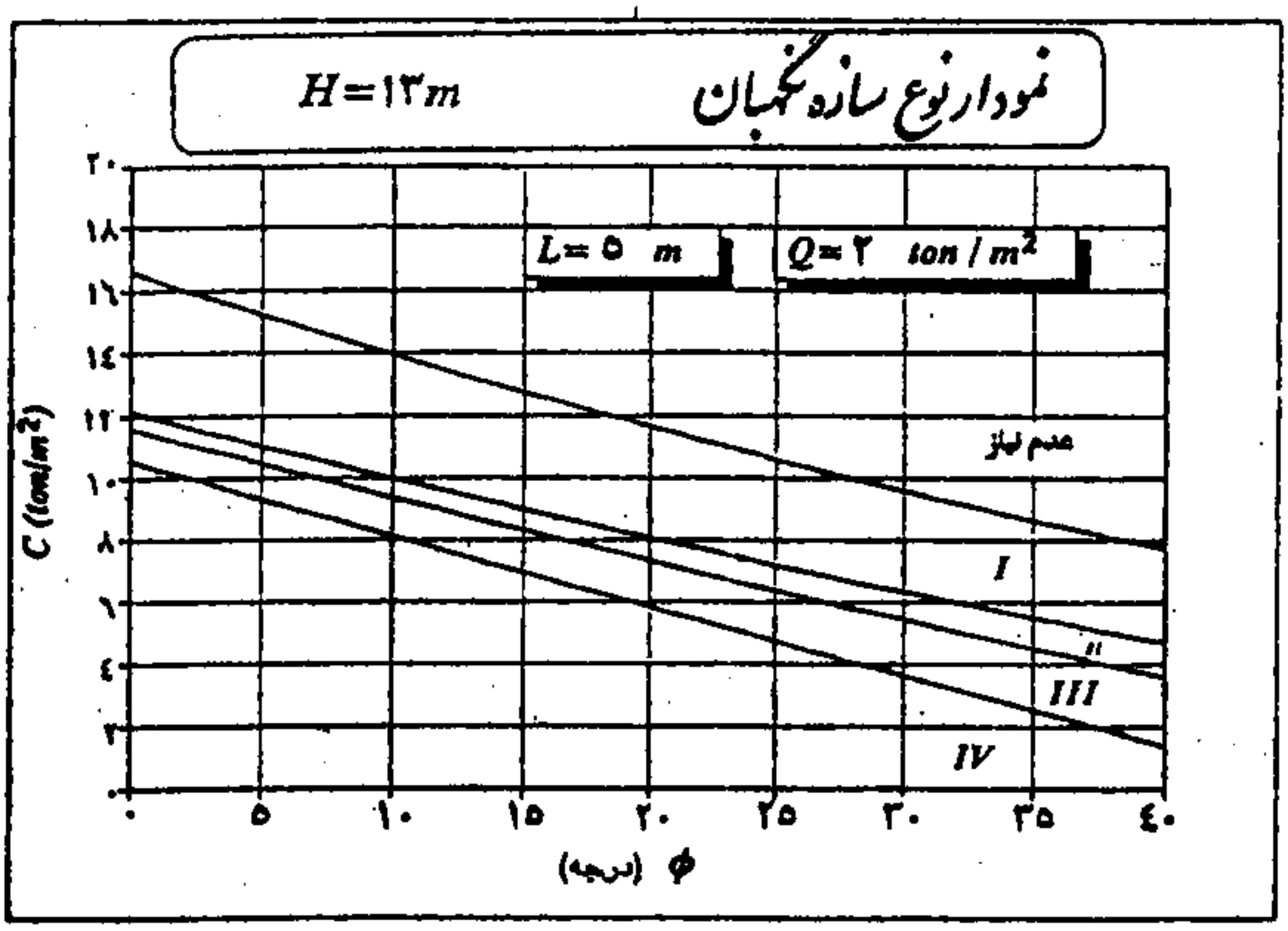
$H=۱۳m$



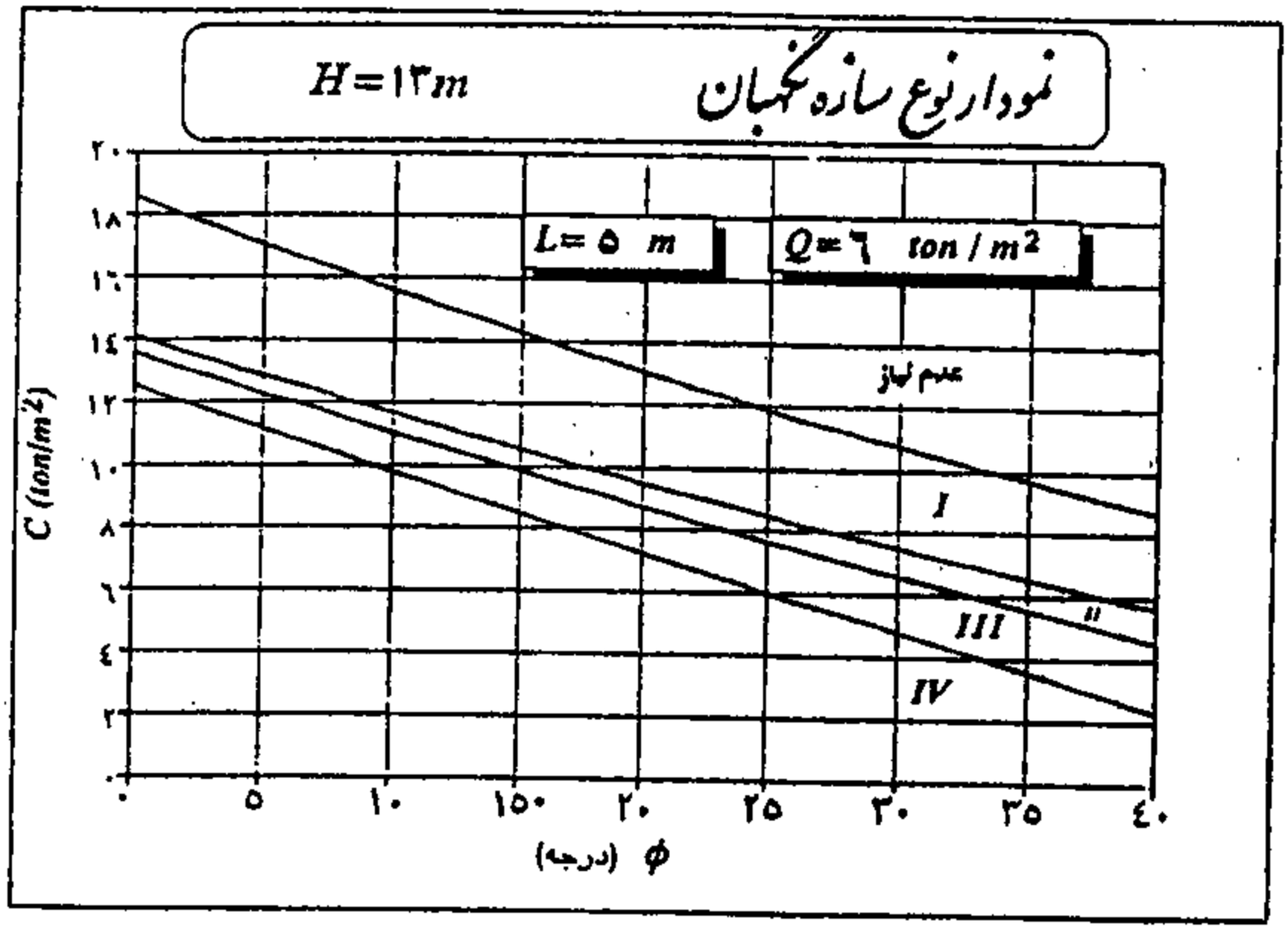

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L= ٤ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
٥
۱۰
۱٥
۲۰
۲٥
۳۰
۳٥
٤۰
ϕ (درجه)
عدم نیاز
I
II
III
IV


نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L= ٤ m
Q=٦ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
٥
۱۰
۱٥
۲۰
۲٥
۳۰
۳٥
٤۰
ϕ (درجه)
عدم نیاز
I
II
III
IV

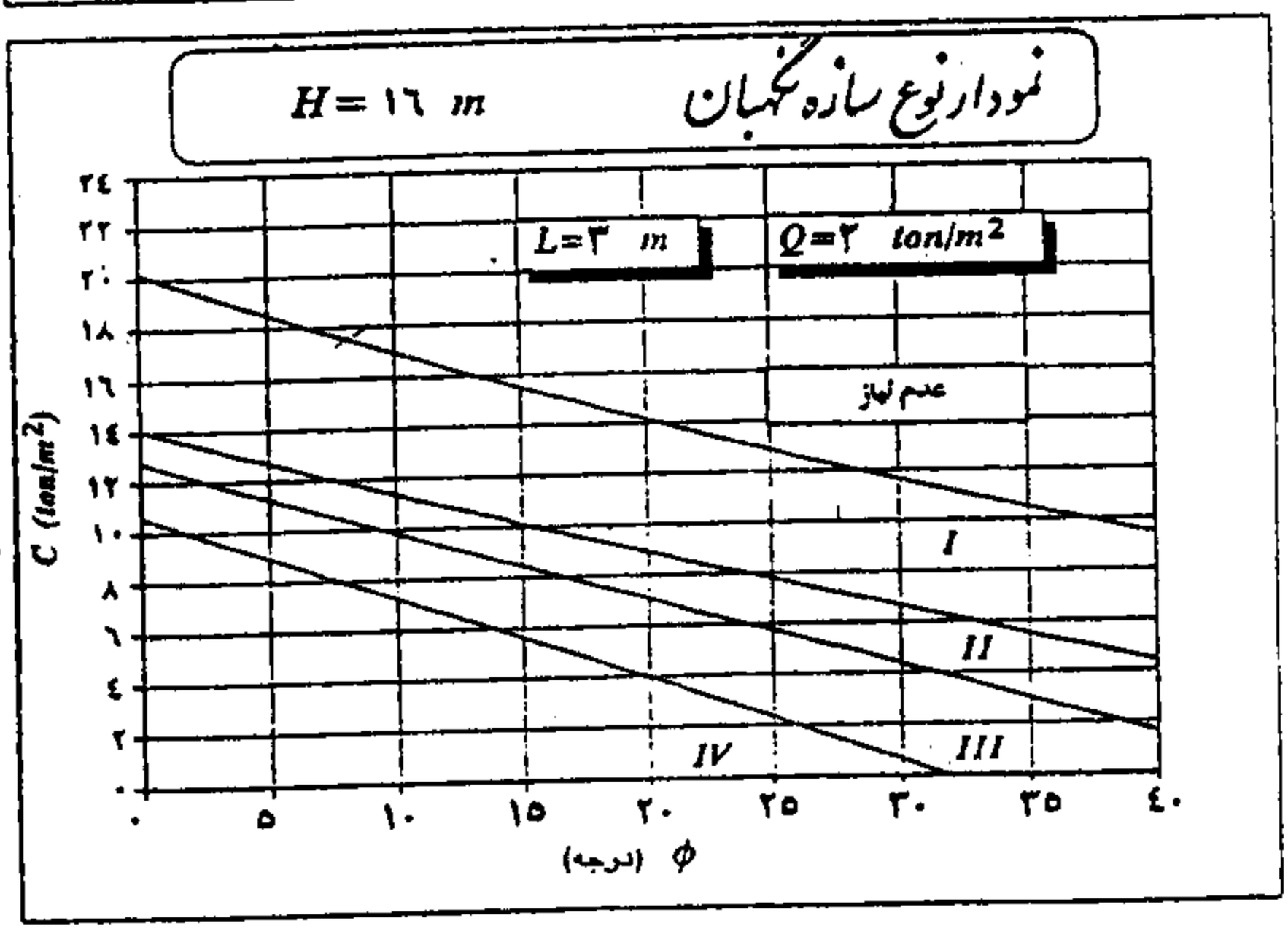

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L= ۵ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

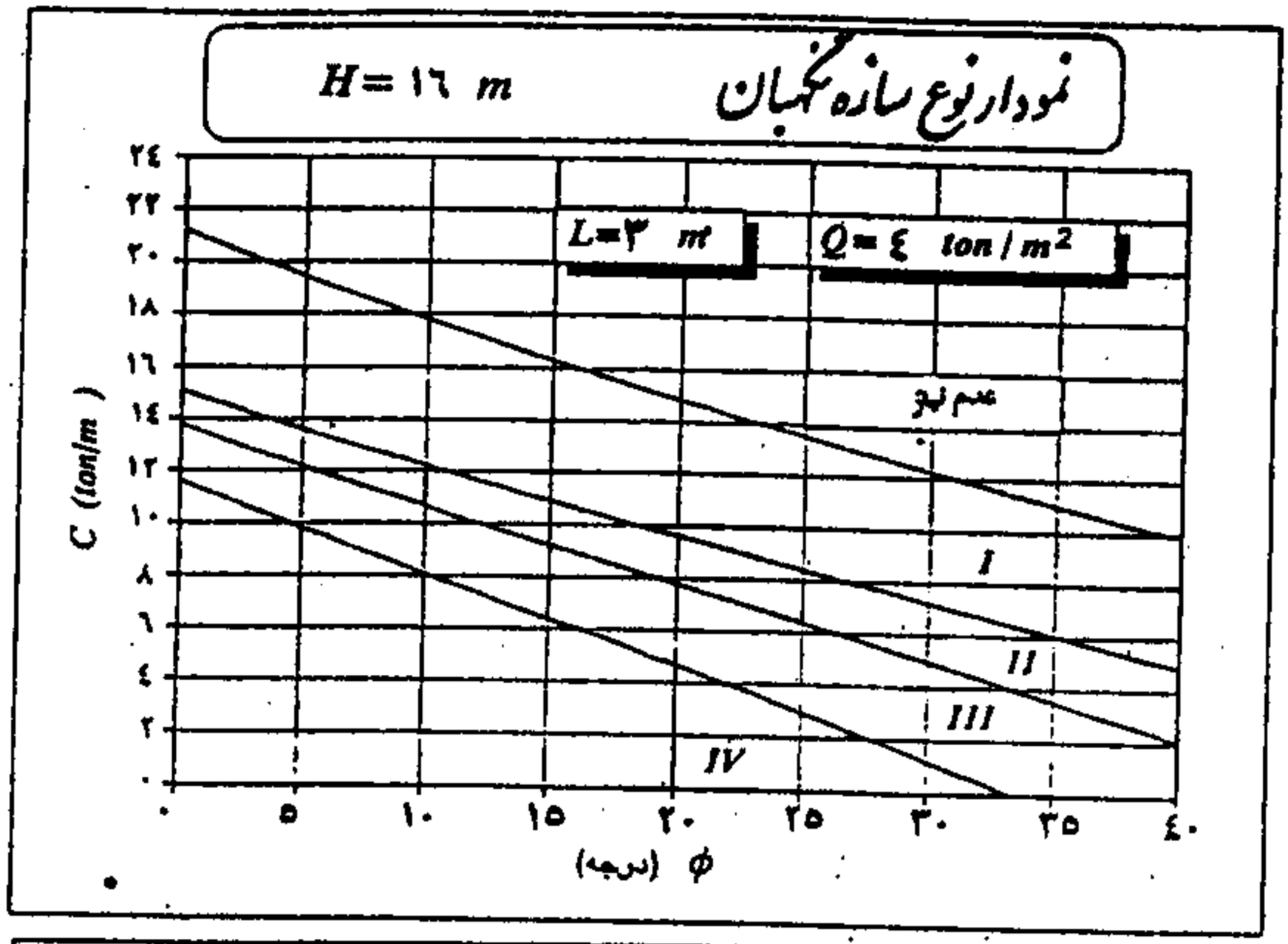

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L= ۵ m
Q= ۲ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

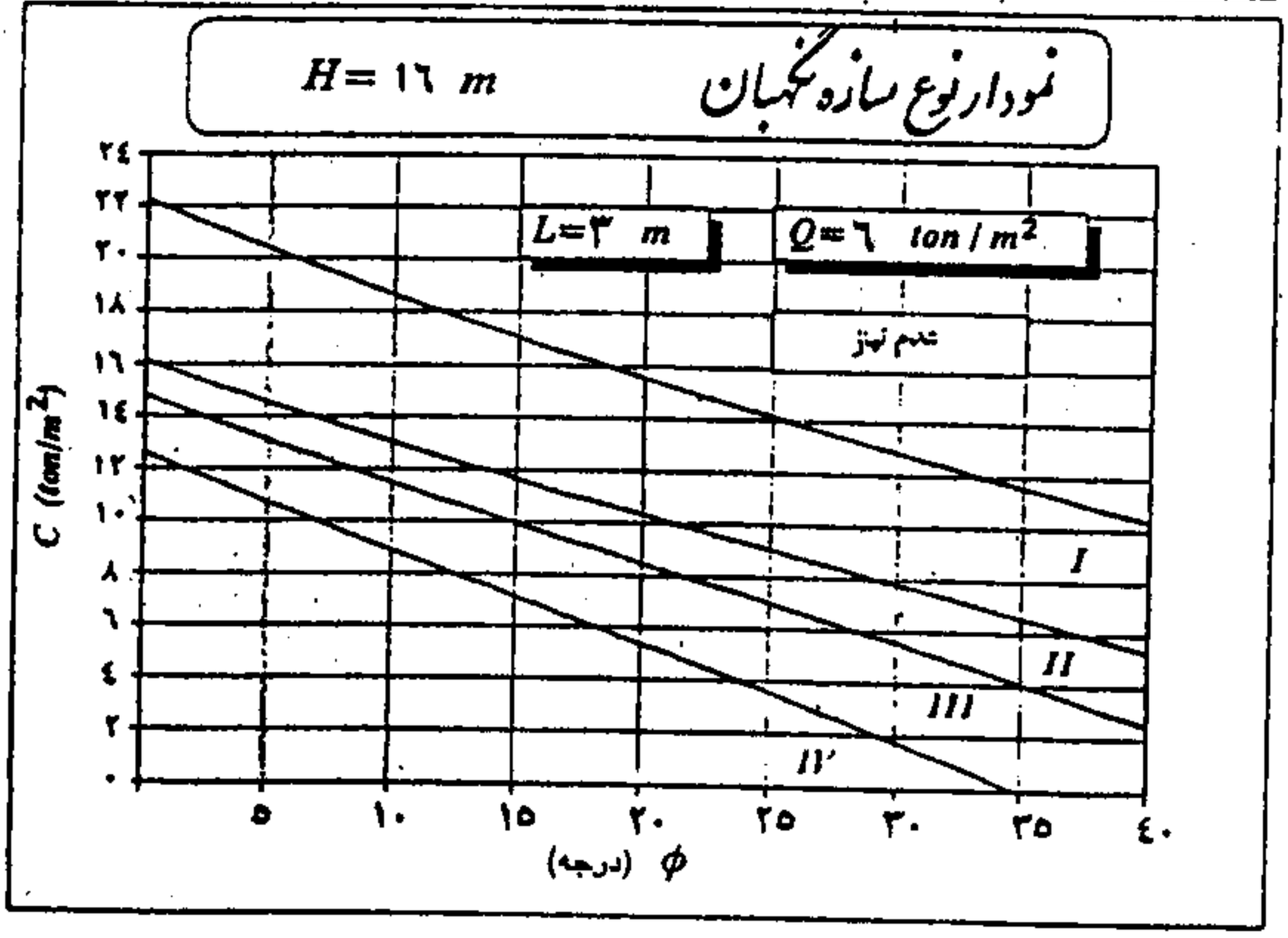
نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۵ m
Q=٤ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۲
٤
٦
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱٦
۱۸
۲۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

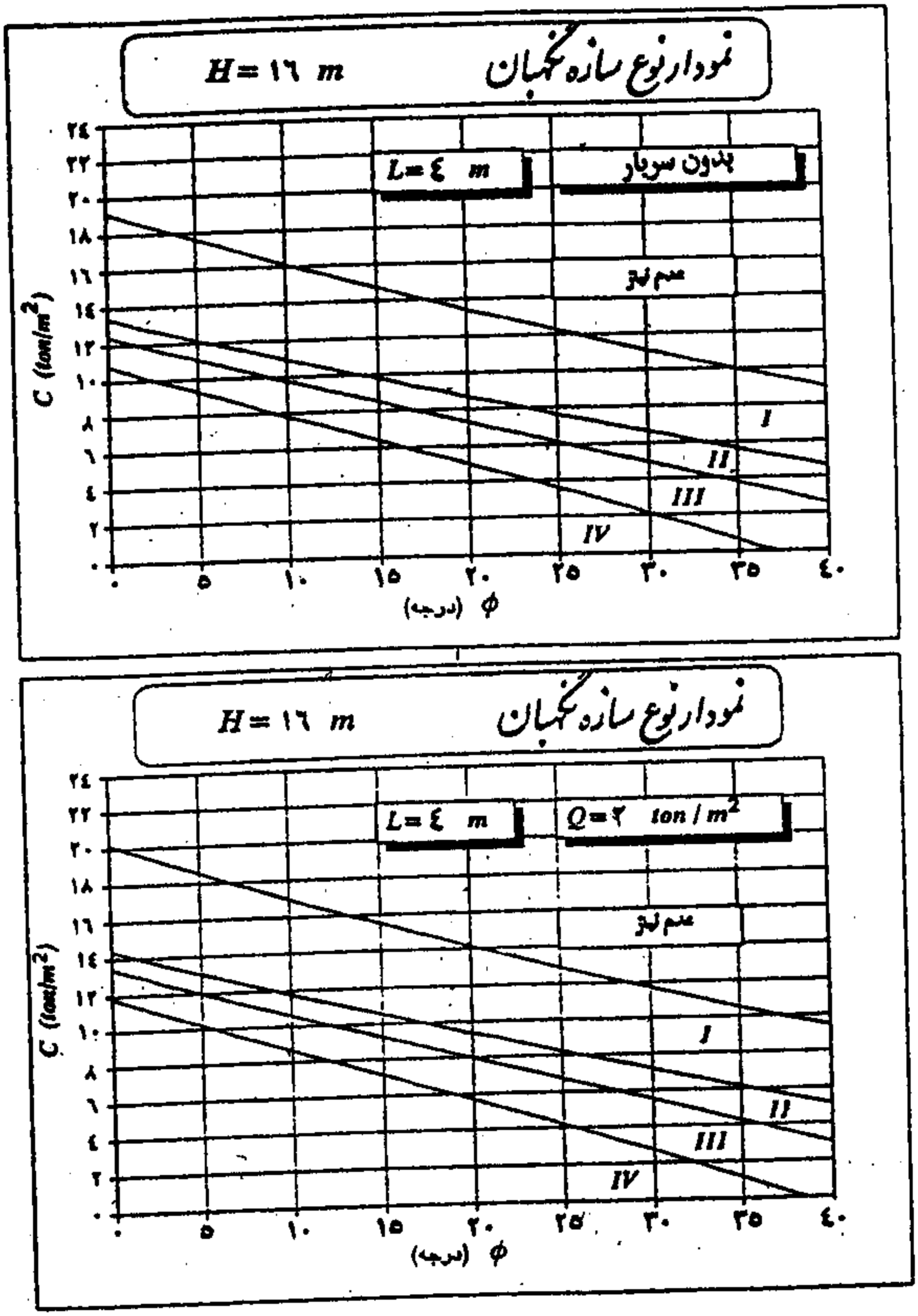

نمودار نوع سازه نگهبان
H=۱۳m
L=۵ m
Q=٦ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۲
٤
٦
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱٦
۱۸
۲۰
۵
۱۰
۱۵۰
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

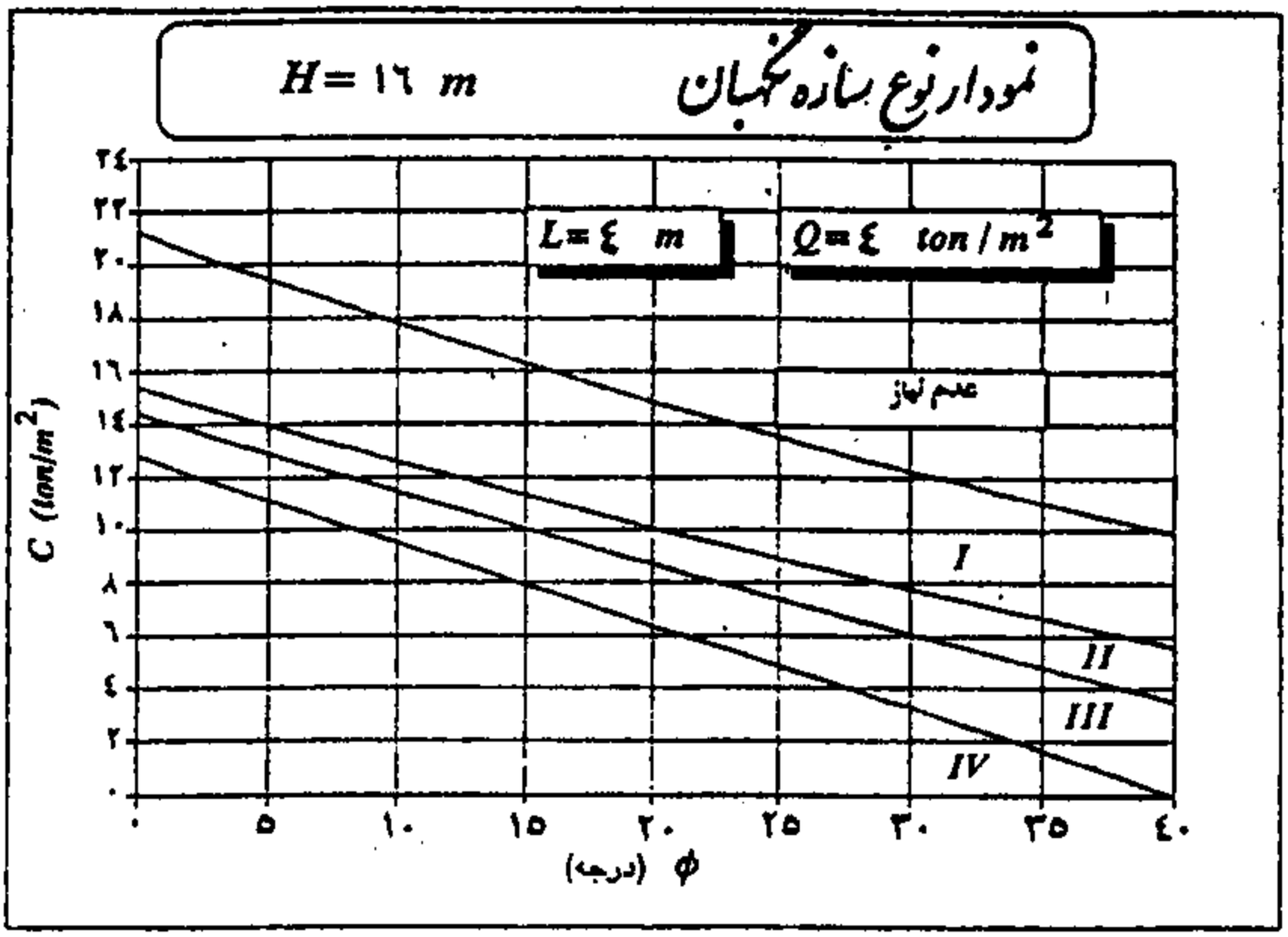
نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۳ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

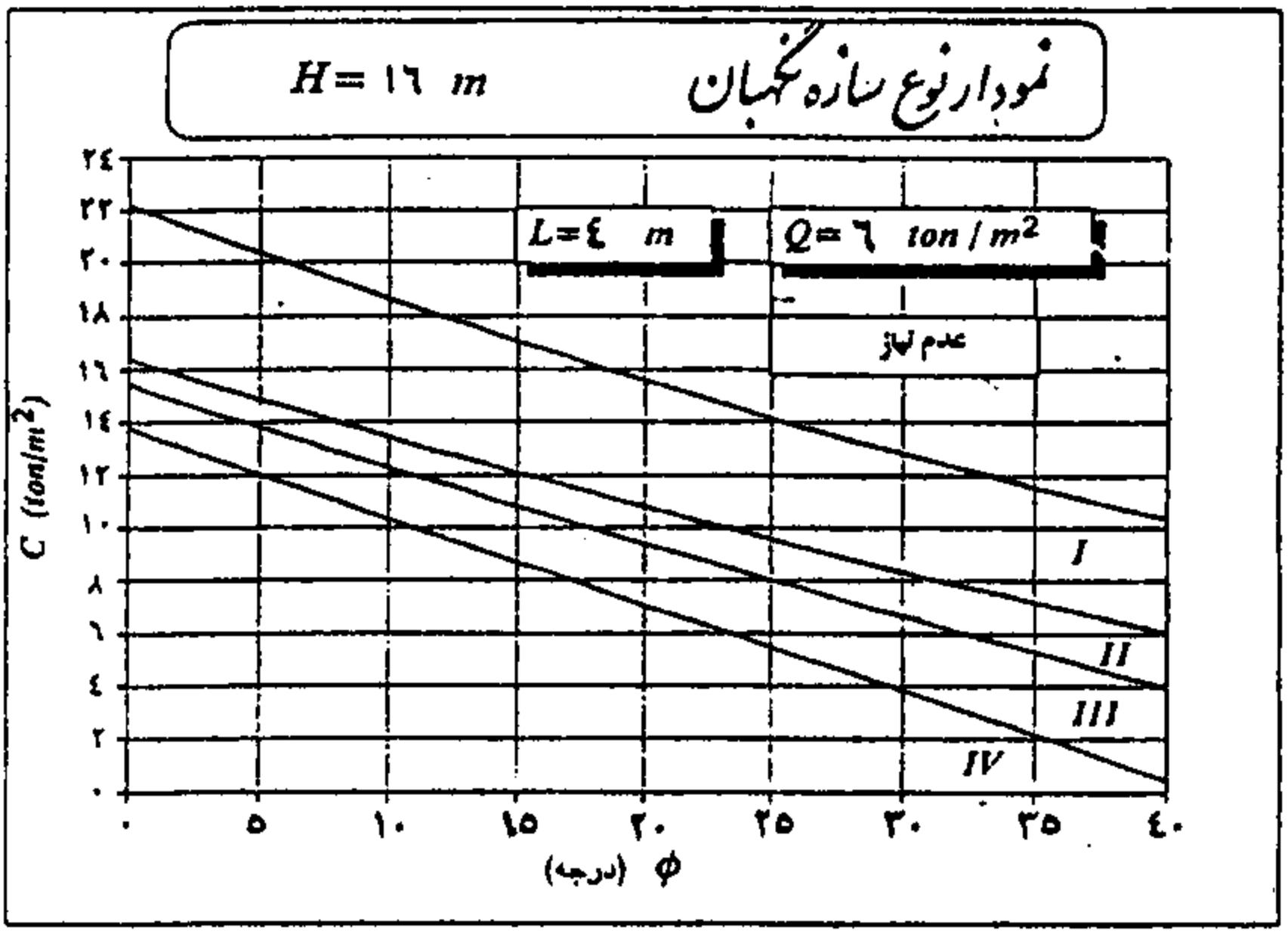

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۳ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۳ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m)
ϕ (درجه)
I
II
III
IV

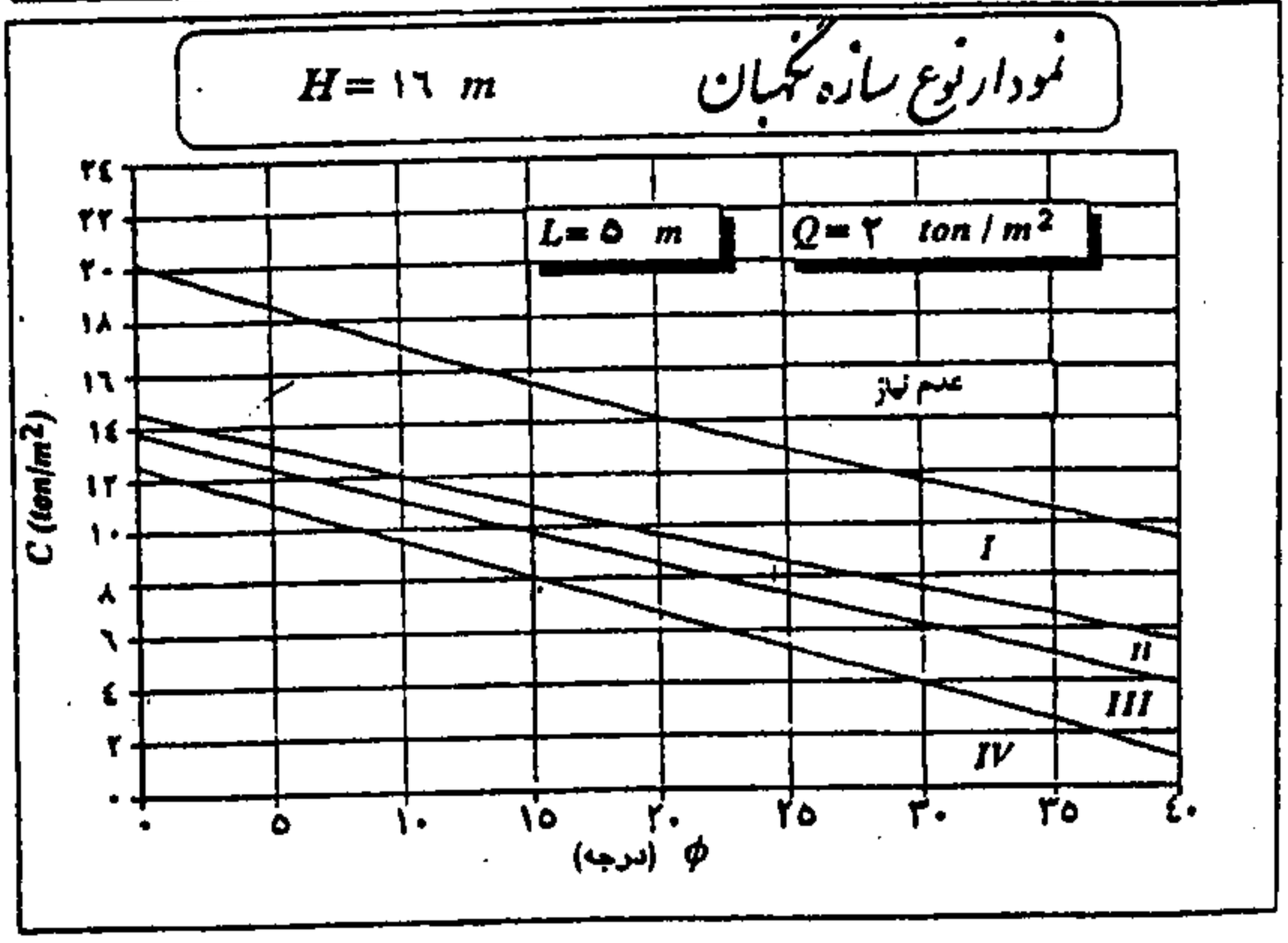

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۳ m
Q=٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
I
II
III
II'

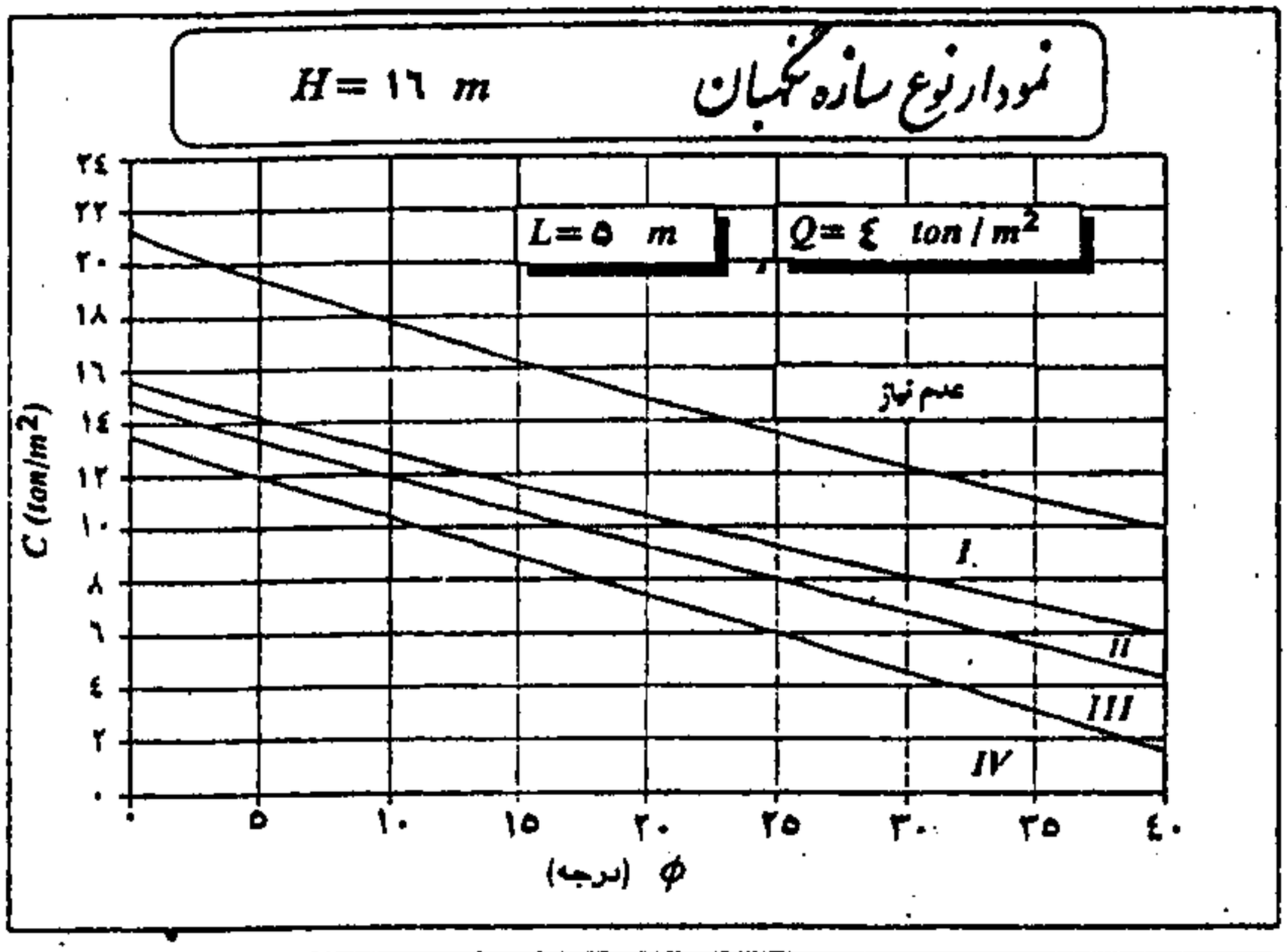

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L= ۴ m
بدون سربار
سم نوع
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴
نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L= ۴ m
Q= ۲ ton / m²
سم نوع
I
II
III
IV
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴

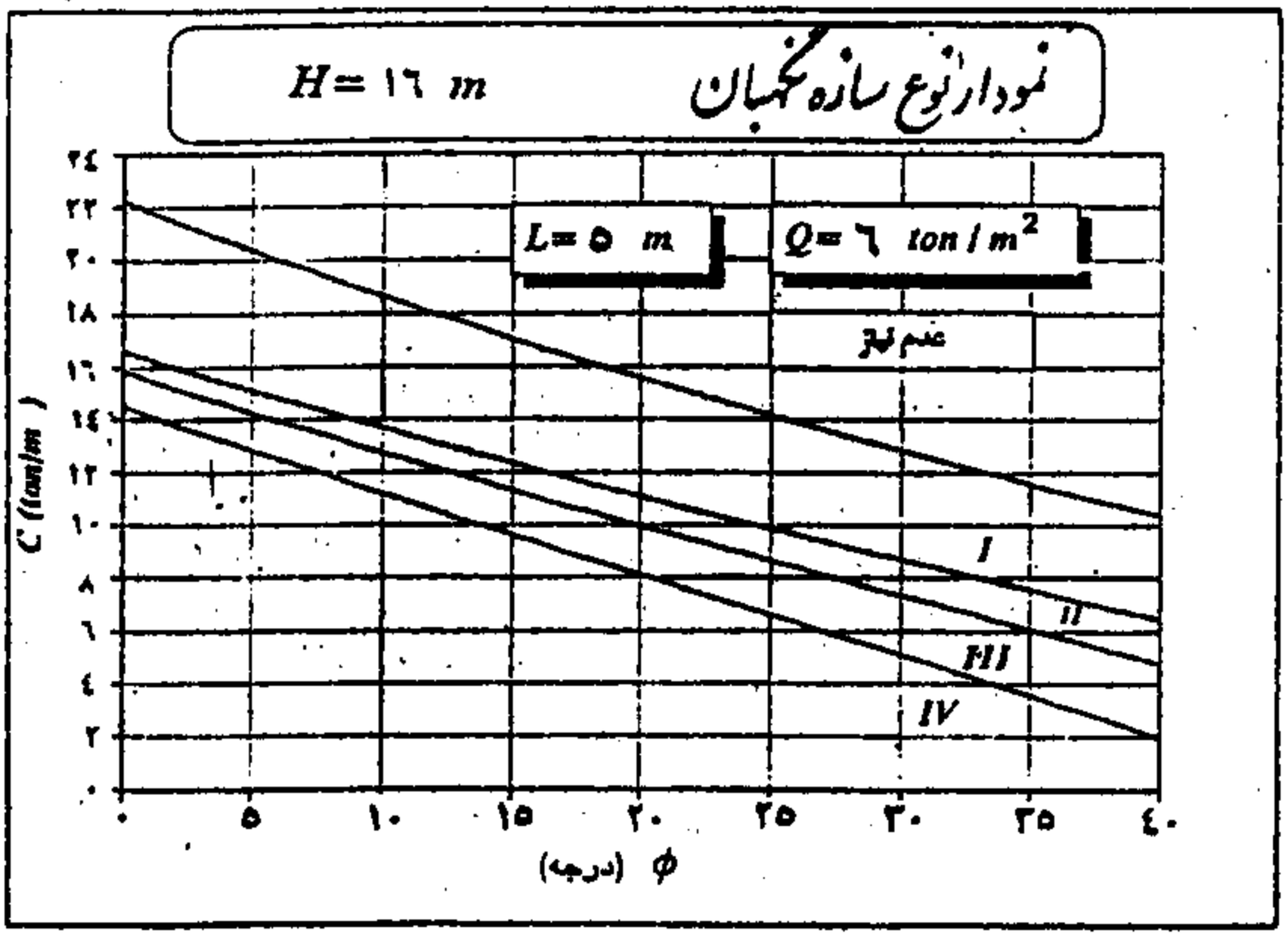

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۴ m
Q=۴ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۲۴
۲۲
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۴ m
Q=۶ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۲۴
۲۲
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۵ m
بدون سربار
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L=۵ m
Q=۲ ton/m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

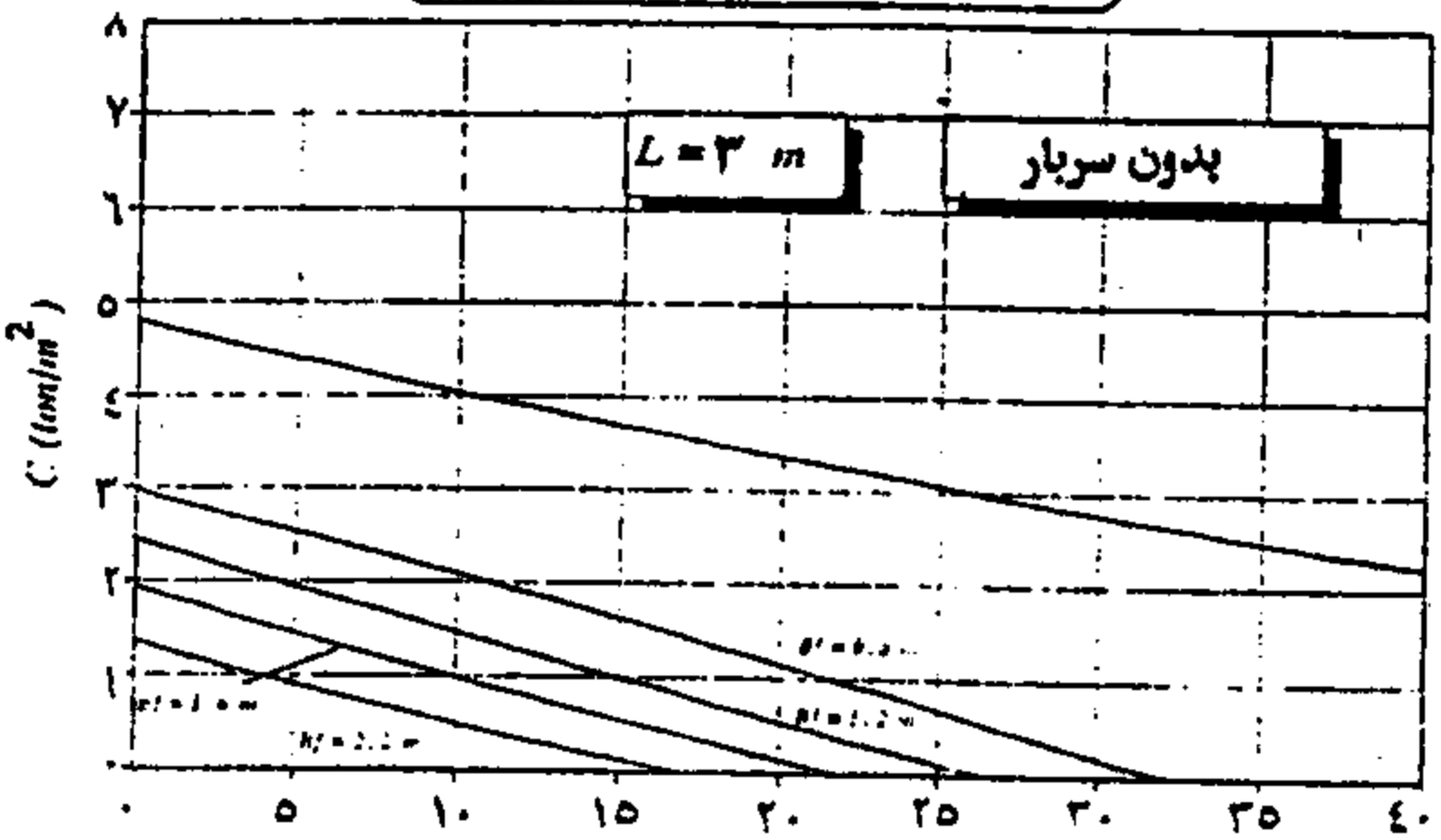

نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L= ۵ m
Q= ٤ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۲ ٤ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲٤
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار نوع سازه نگهبان
H= ۱۶ m
L= ۵ m
Q= ۶ ton / m²
عدم نیاز
I
II
III
IV
C (ton/m²)
۰ ۲ ٤ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲٤
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

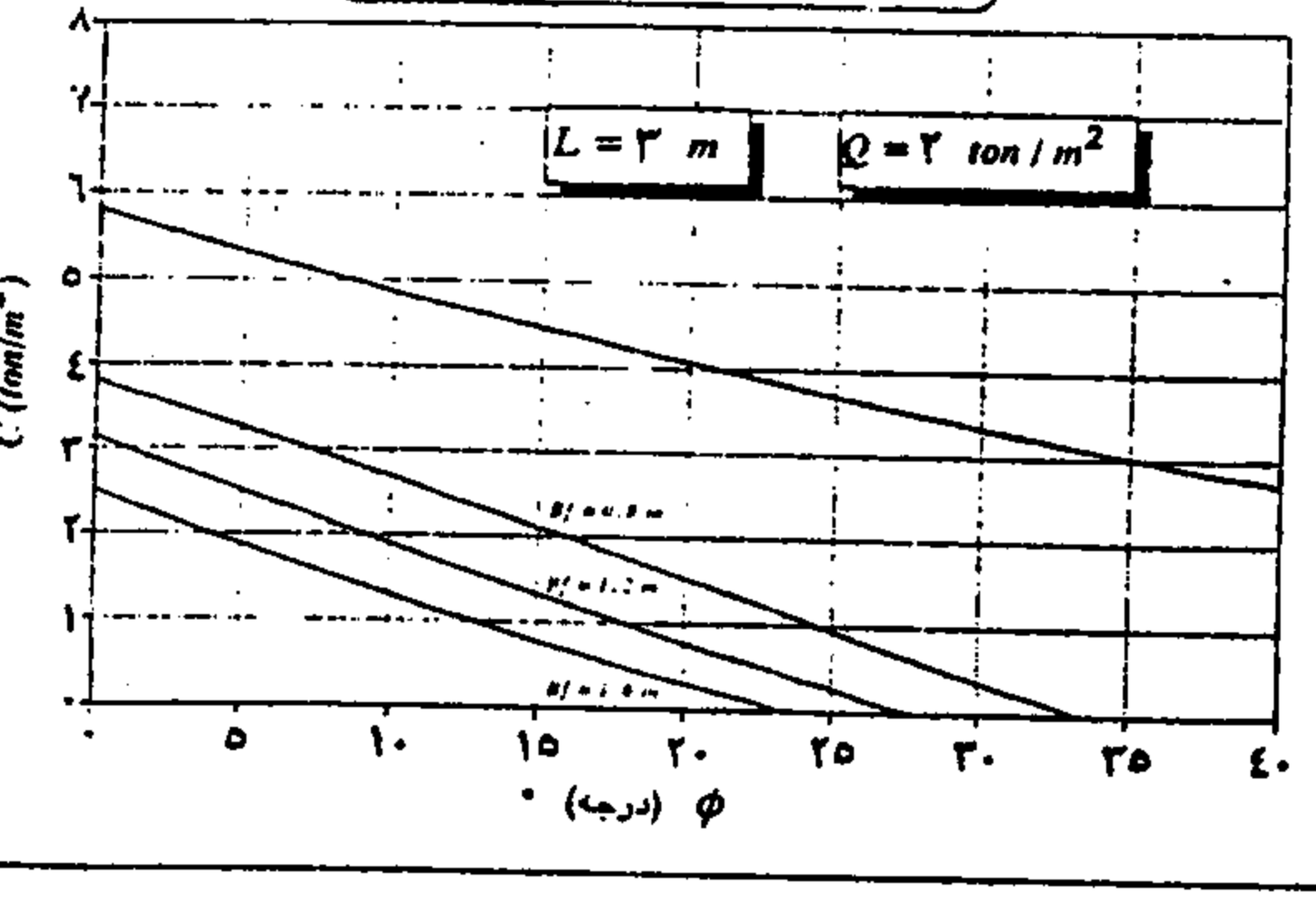
نمودارهای کمک طرّاحی

تعیین ابعاد پی در پلان

نمودار ابعادی $H = ٤\ m$



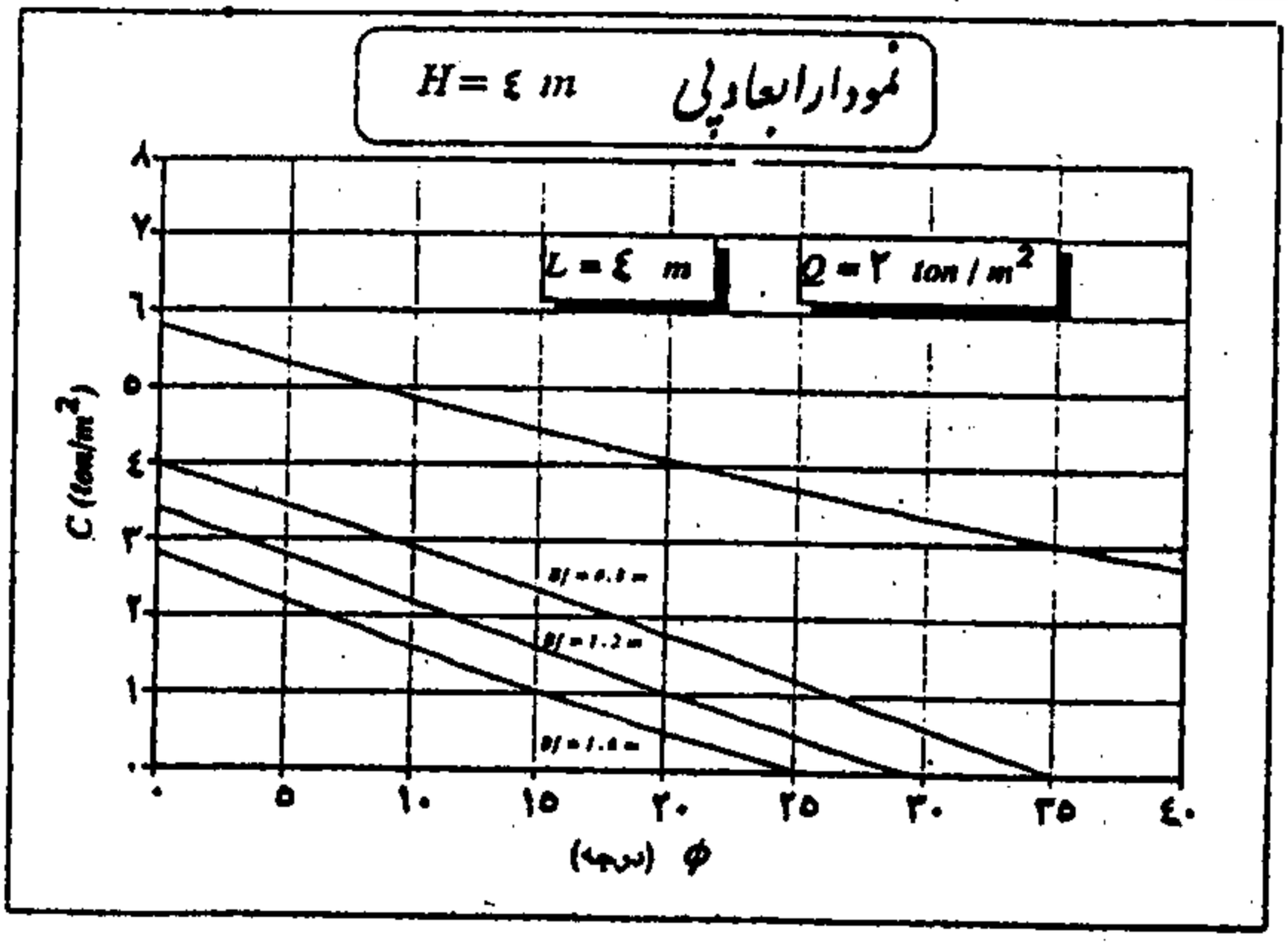
نمودار ابعادی $H = ٤\ m$



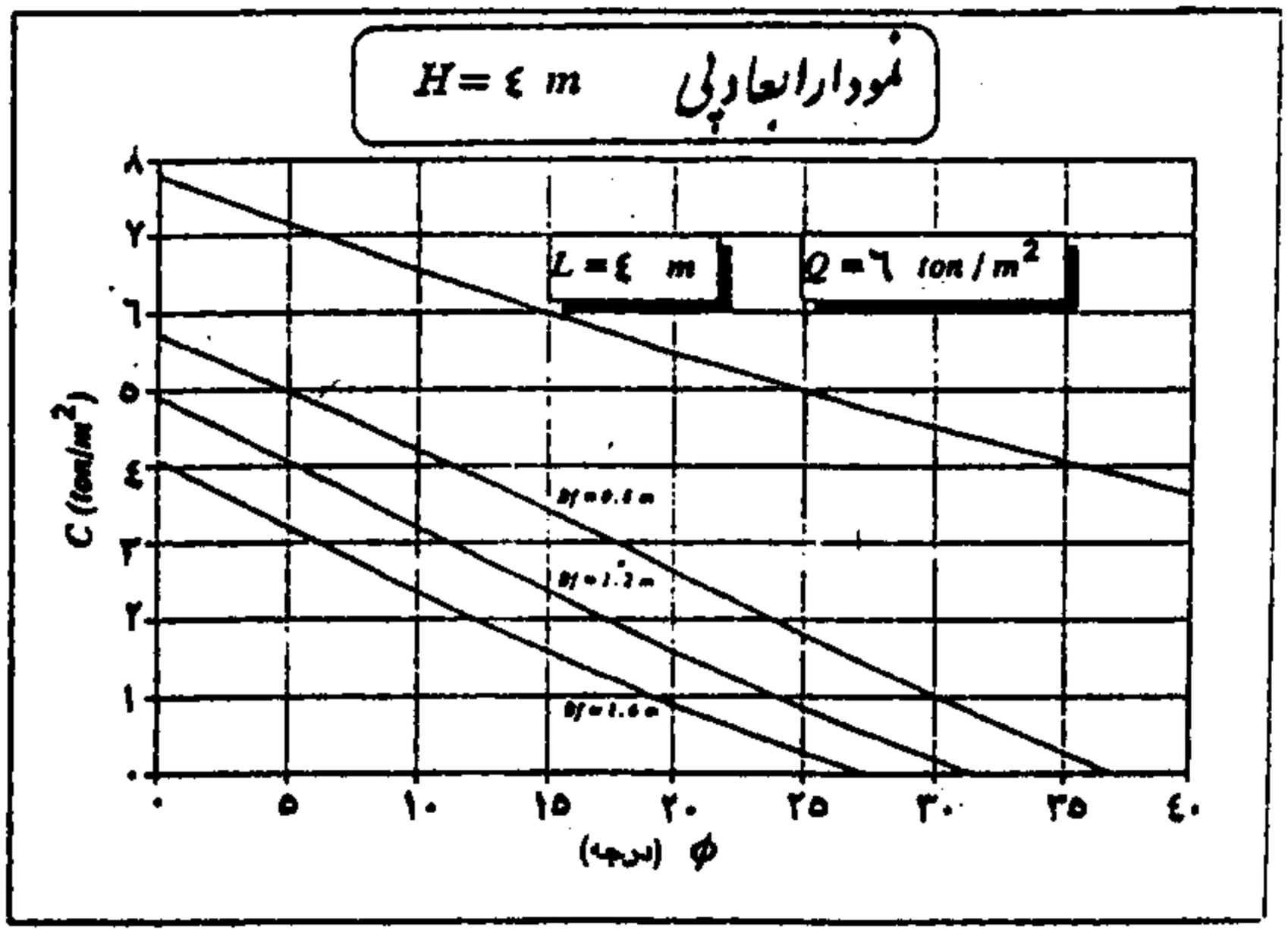
نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٣ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٣ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

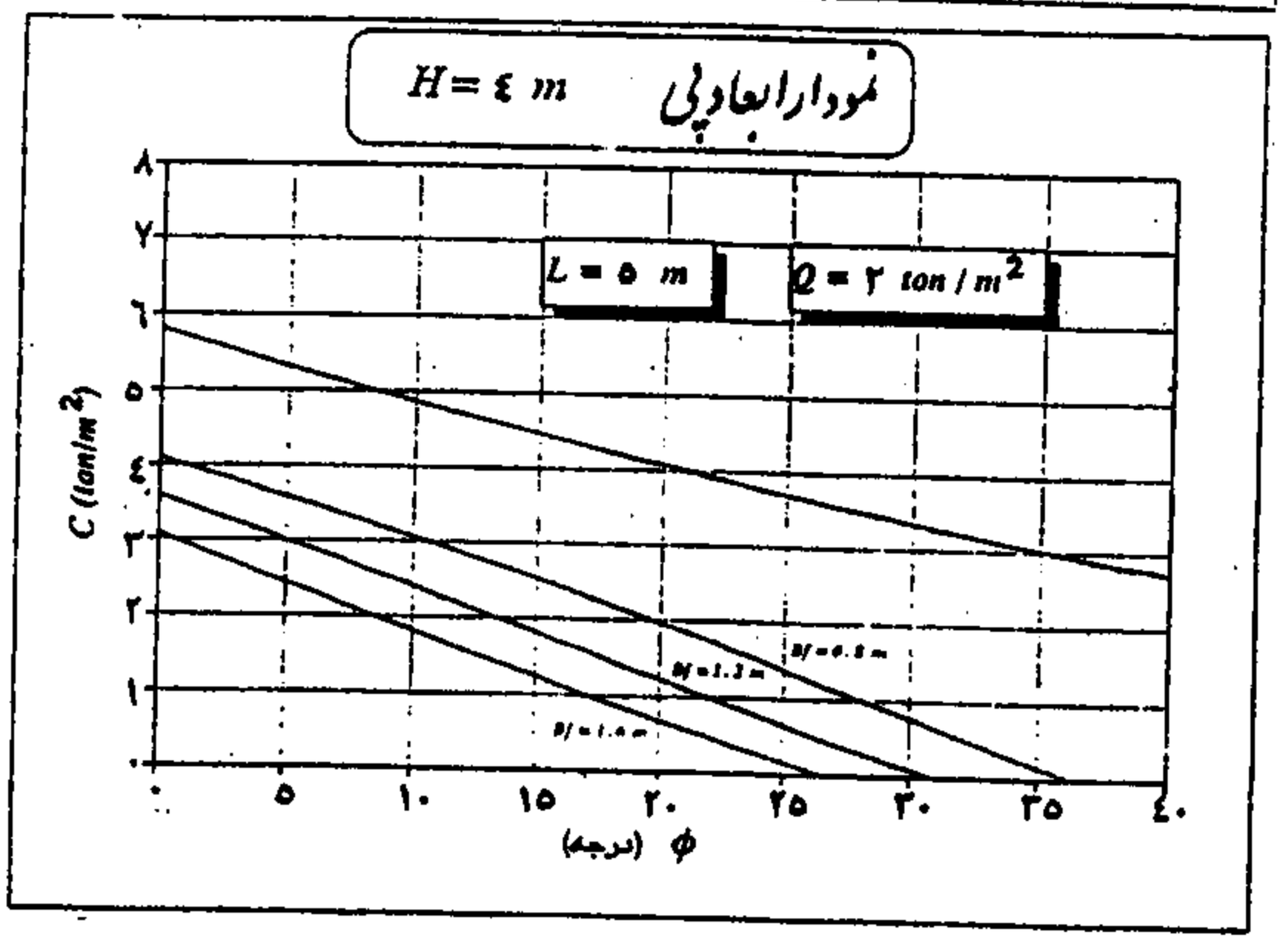
نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
Φ (درجه)
٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠


نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٤ m
Q = ٢ ton / m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠

نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = ٠.٥ m
B/ = ١.٠ m
B/ = ١.٥ m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
Φ (درجه)


نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = ٠.٥ m
B/ = ١.٠ m
B/ = ١.٥ m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
Φ (درجه)

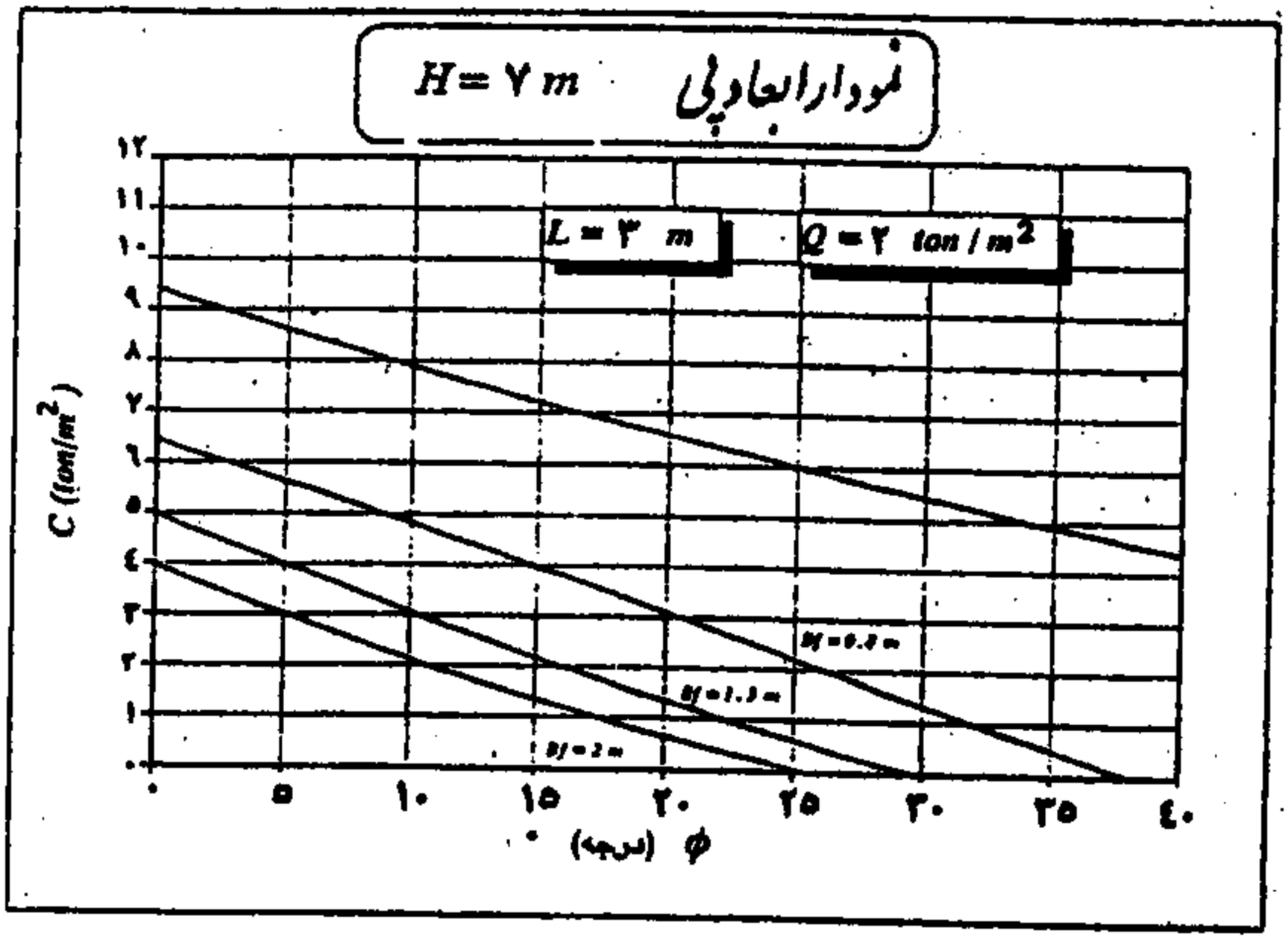
نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٥ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠


نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٢ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠

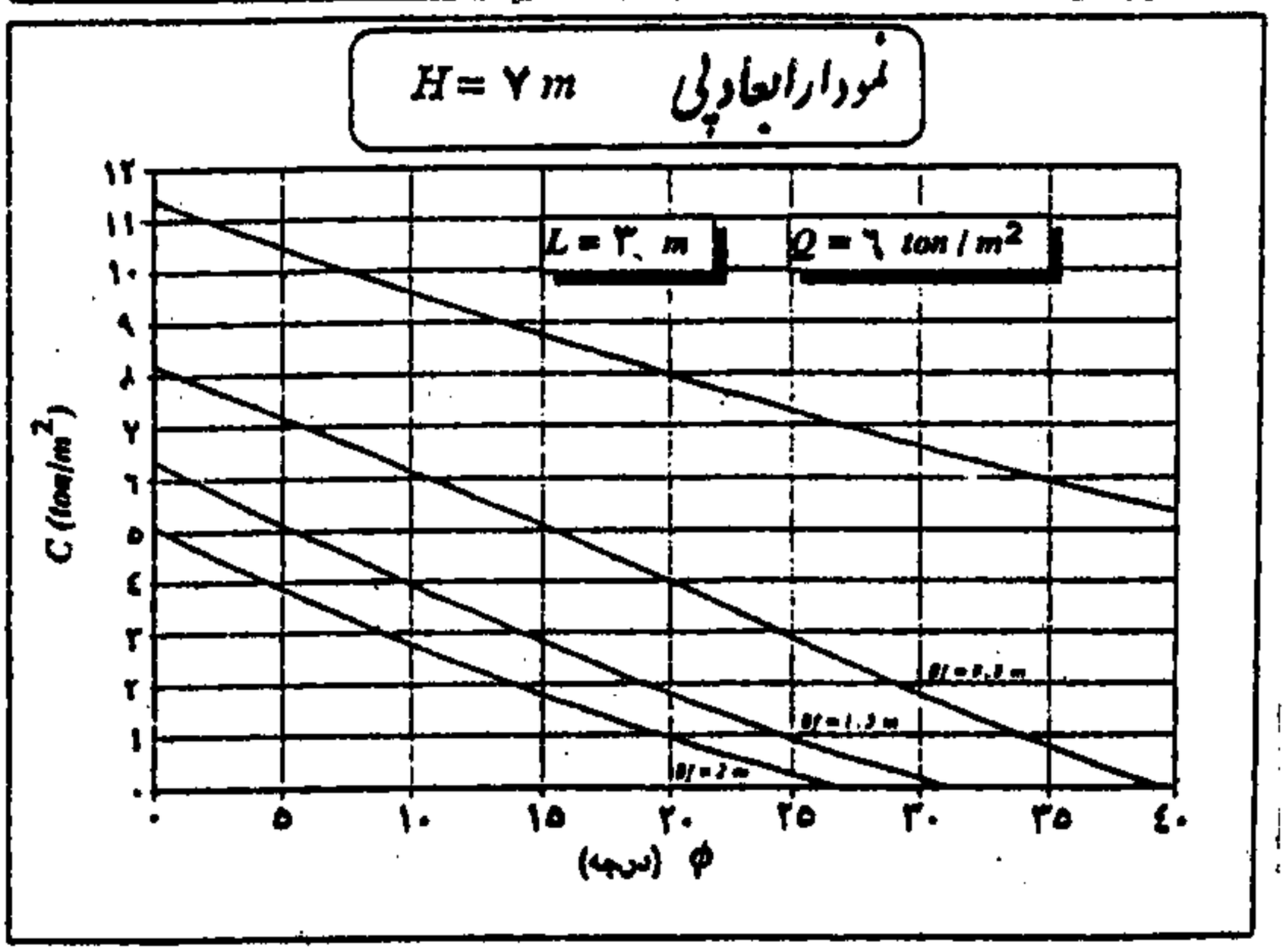
نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = 0.8 m
B/ = 1.2 m
B/ = 1.6 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

نمودار ابعادی
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = 0.8 m
B/ = 1.2 m
B/ = 1.6 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

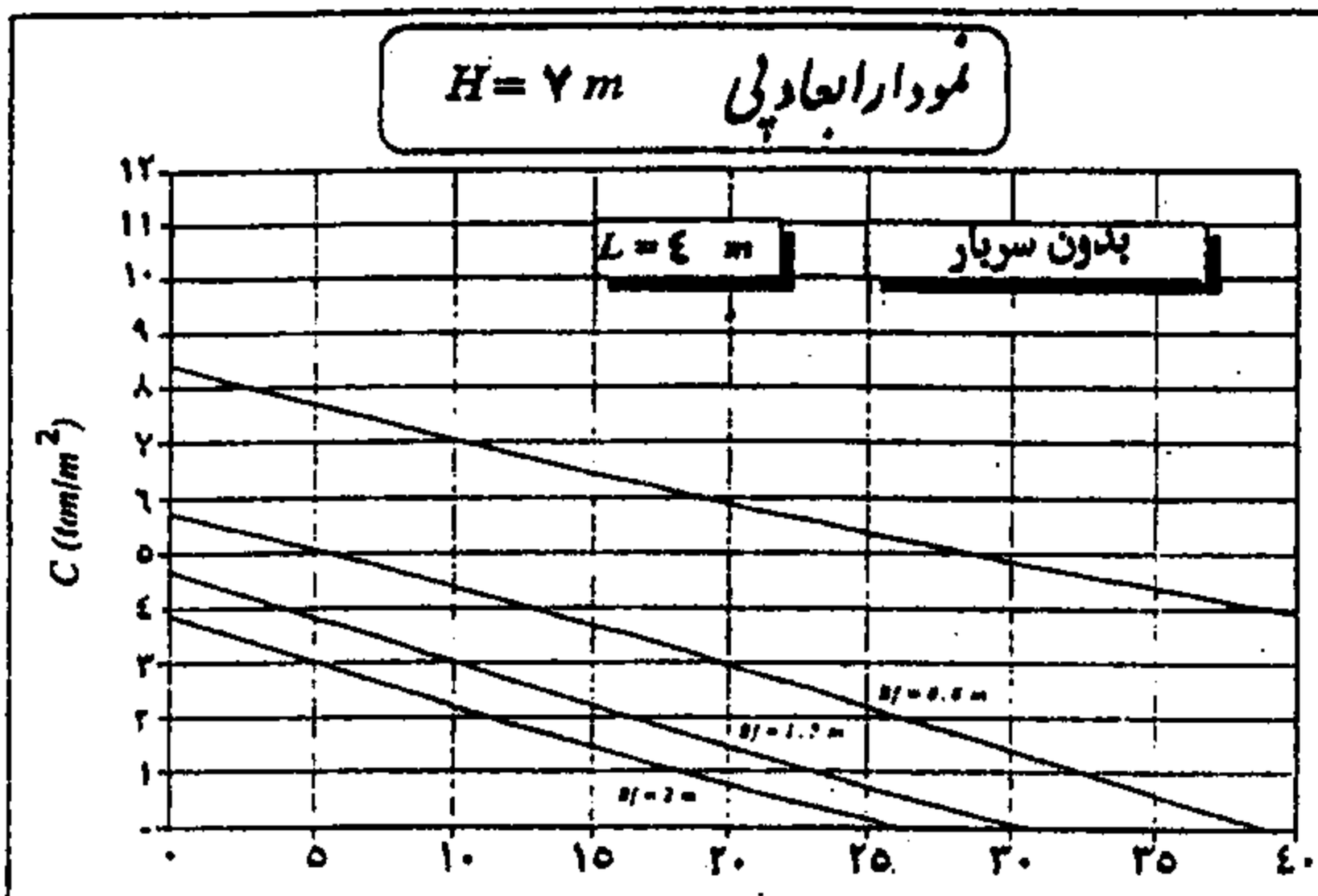
نمودار ابعادی
H= ۷ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۱۲
۱۱
۱۰
۹
۸
۷
۶
۵
۴
۳
۲
۱
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)


نمودار ابعادی
H= ۷ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۱۲
۱۱
۱۰
۹
۸
۷
۶
۵
۴
۳
۲
۱
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)

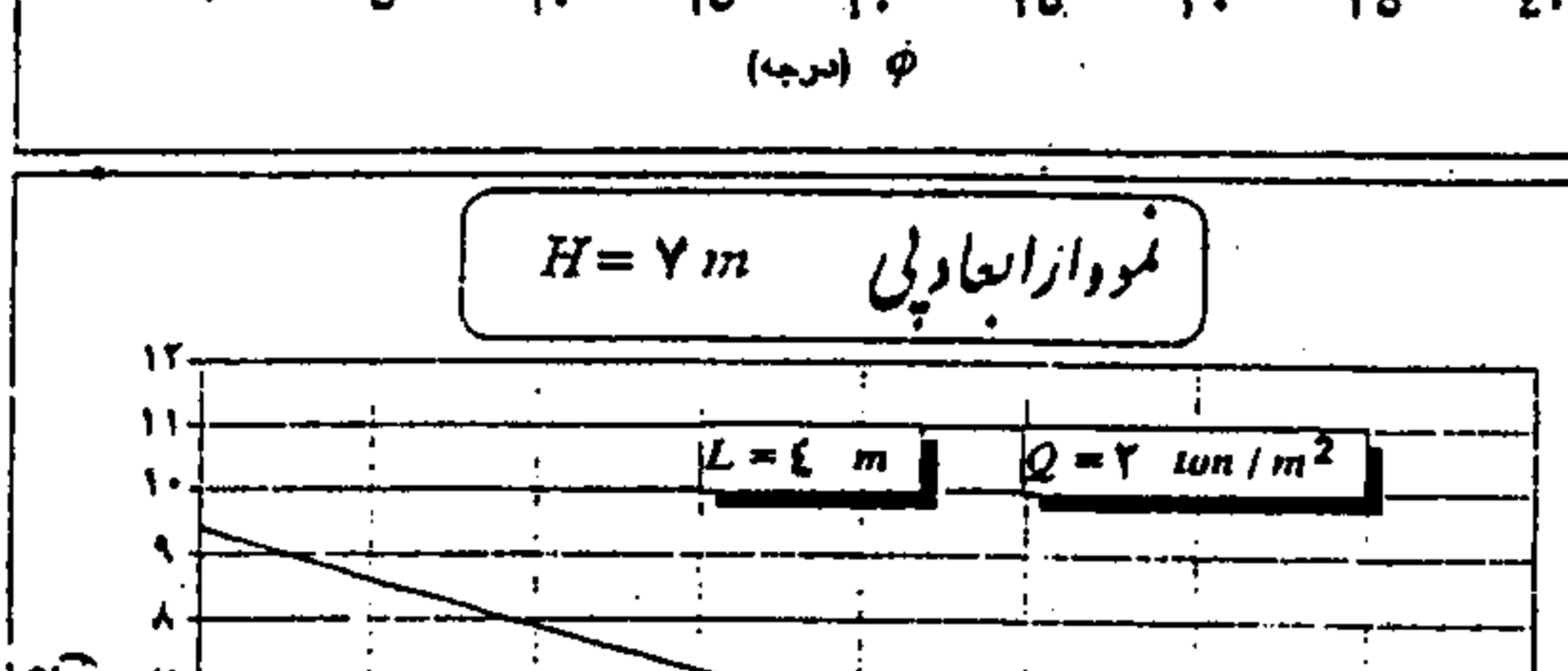
نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۳ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰


نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۳ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

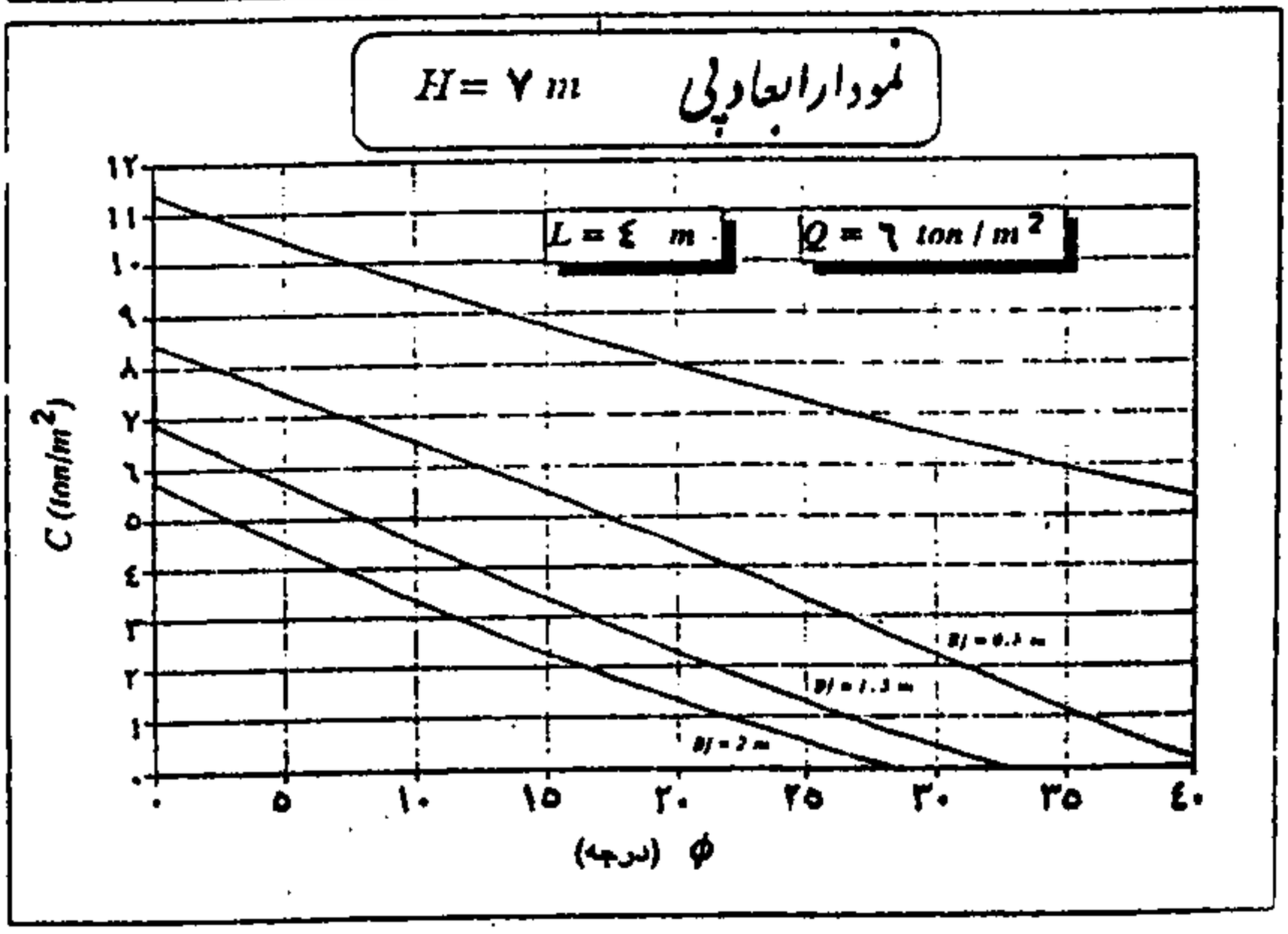
نمودار ابعادی $H = ۷\ m$



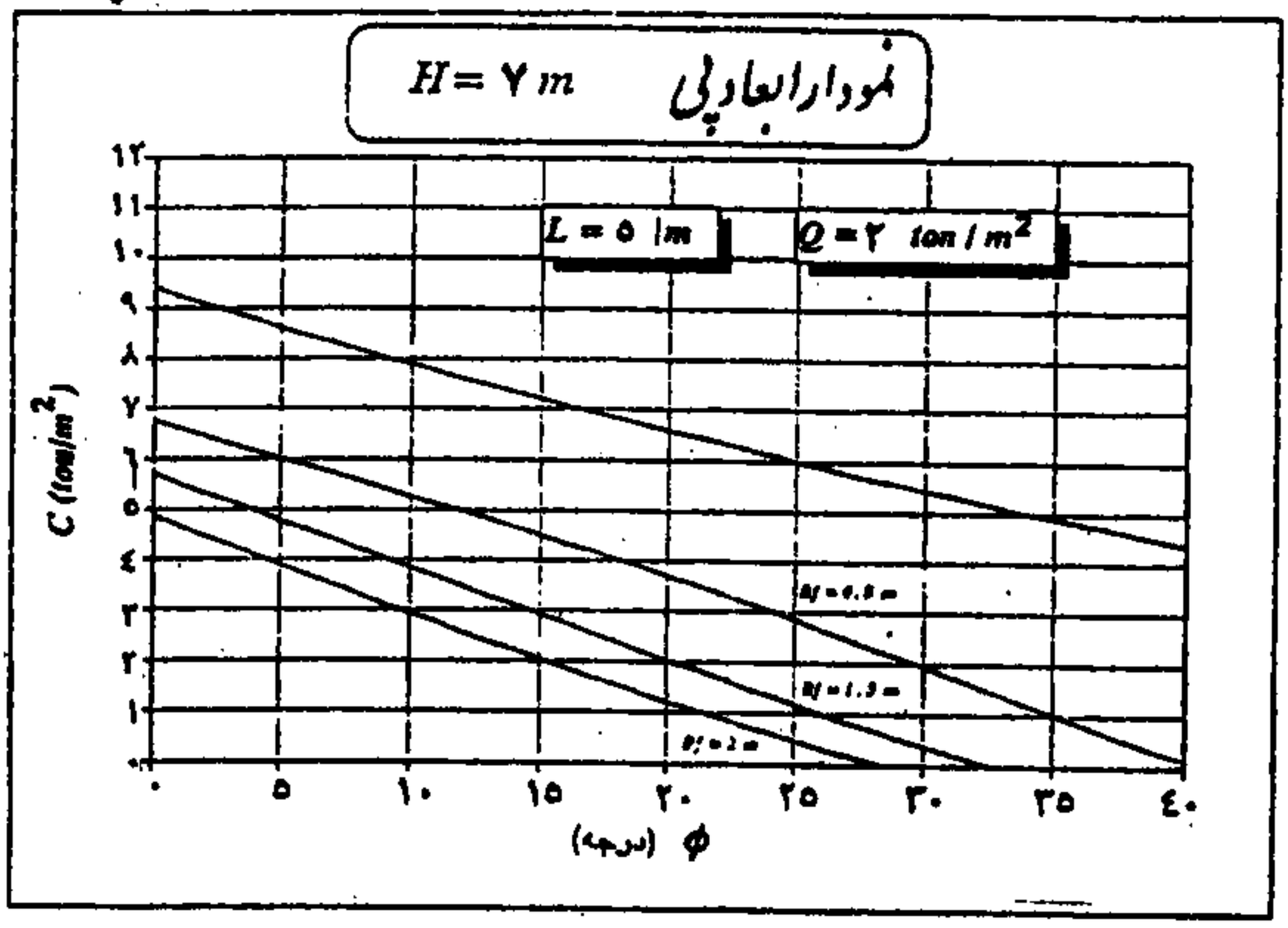
نمودار ابعادی $H = ۷\ m$



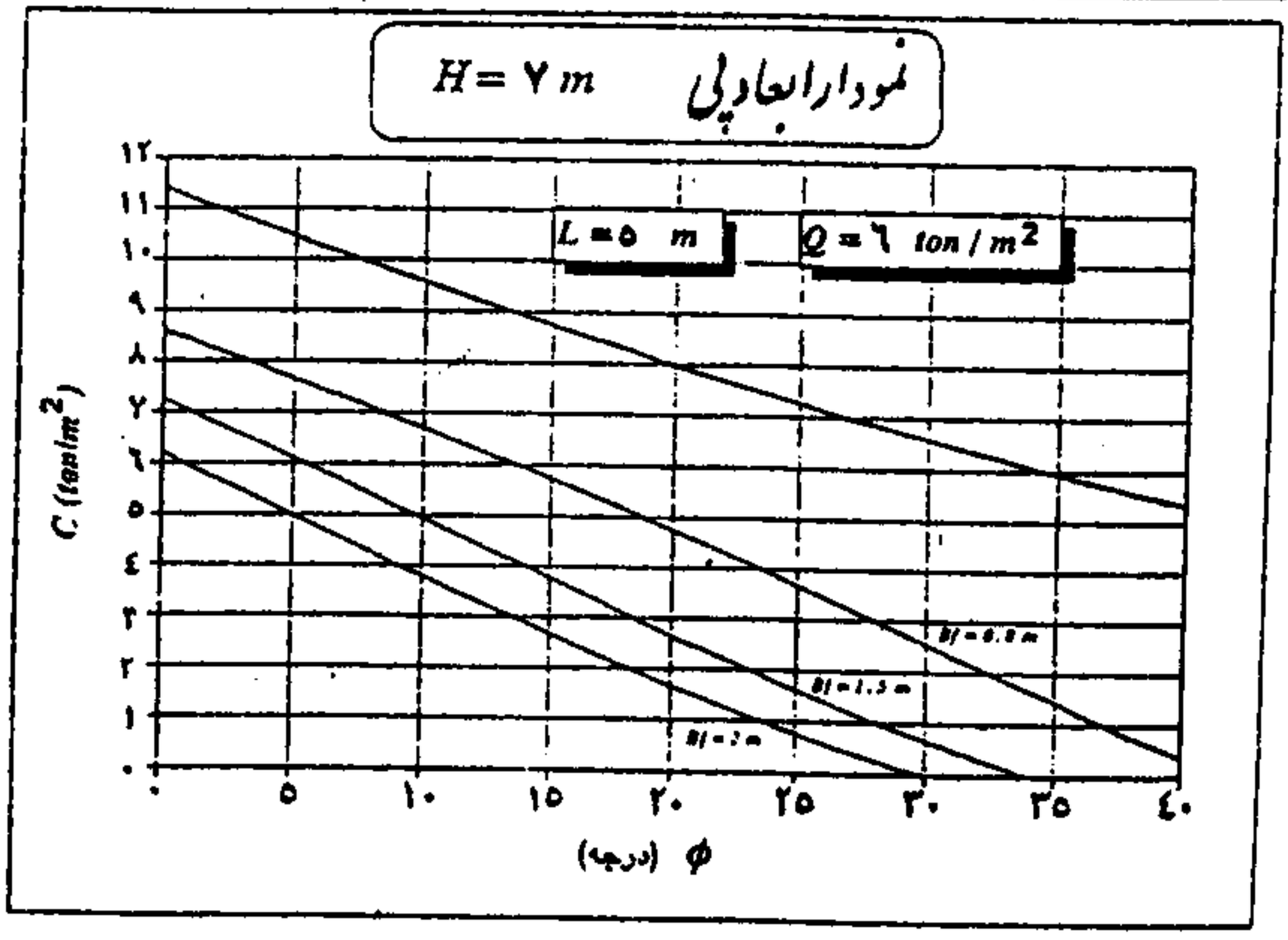
نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰


نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

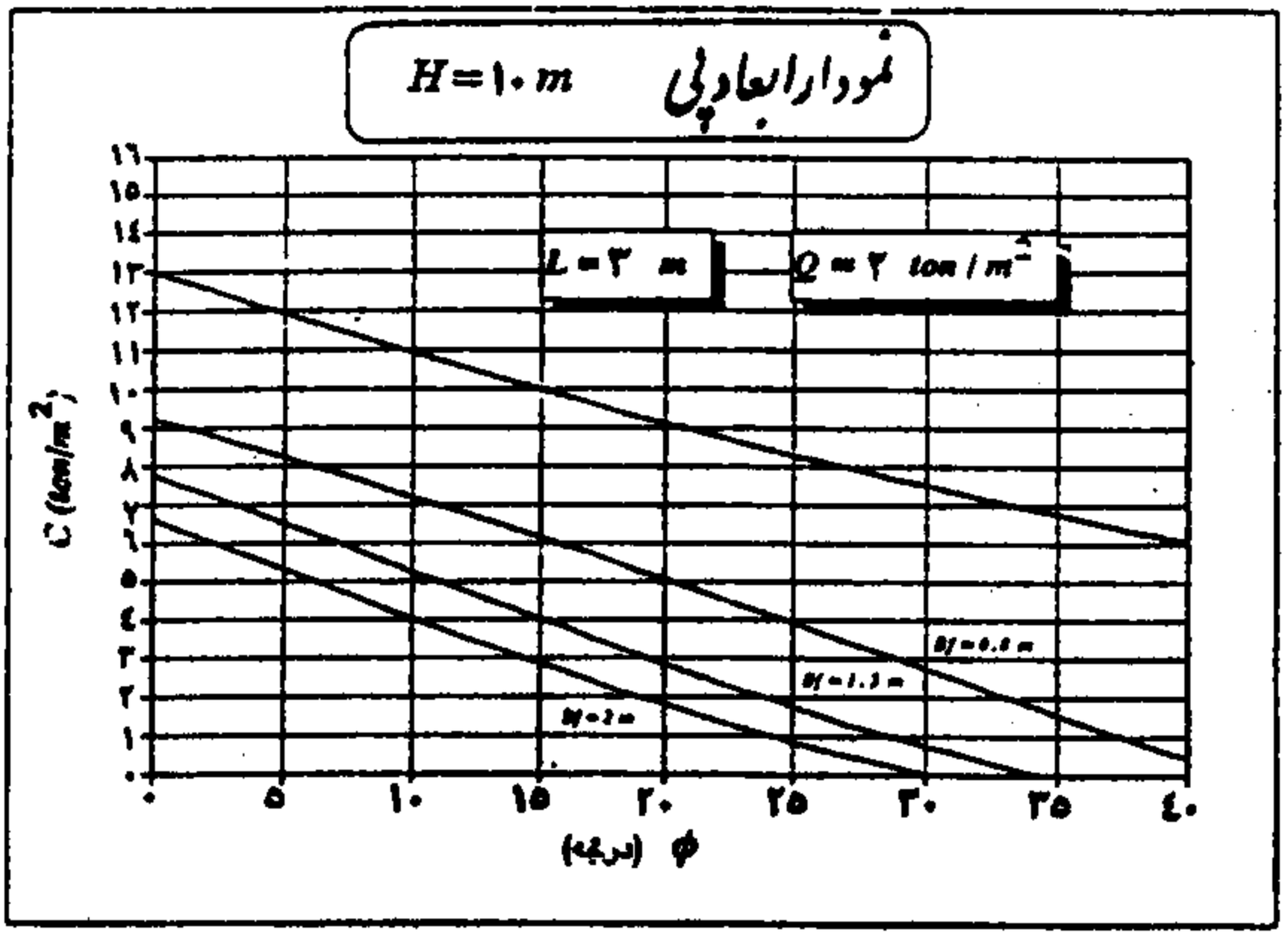
نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۵ m
بدون سربار
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰


نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۵ m
Q = ۲ ton/m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰

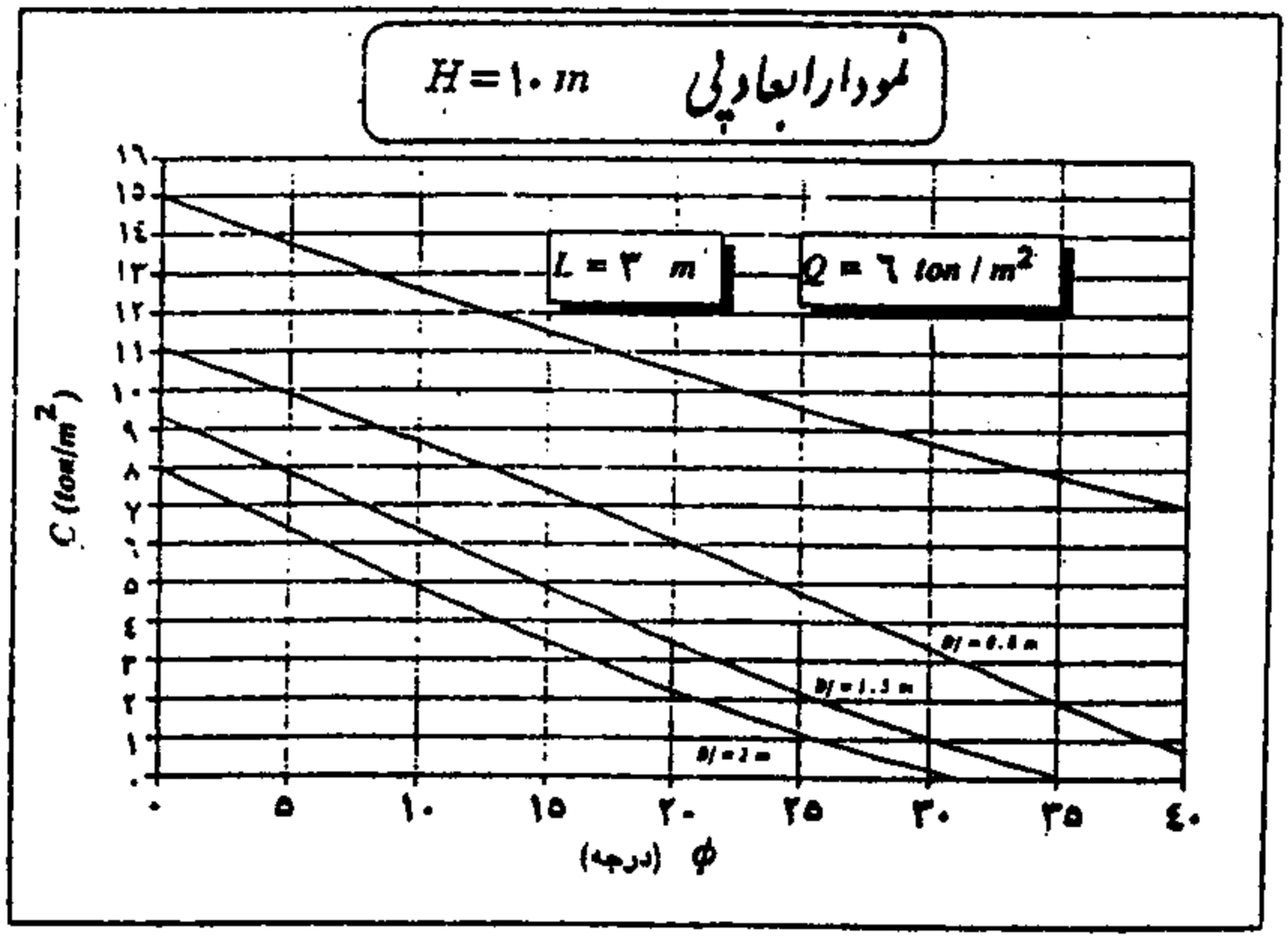
نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۵ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

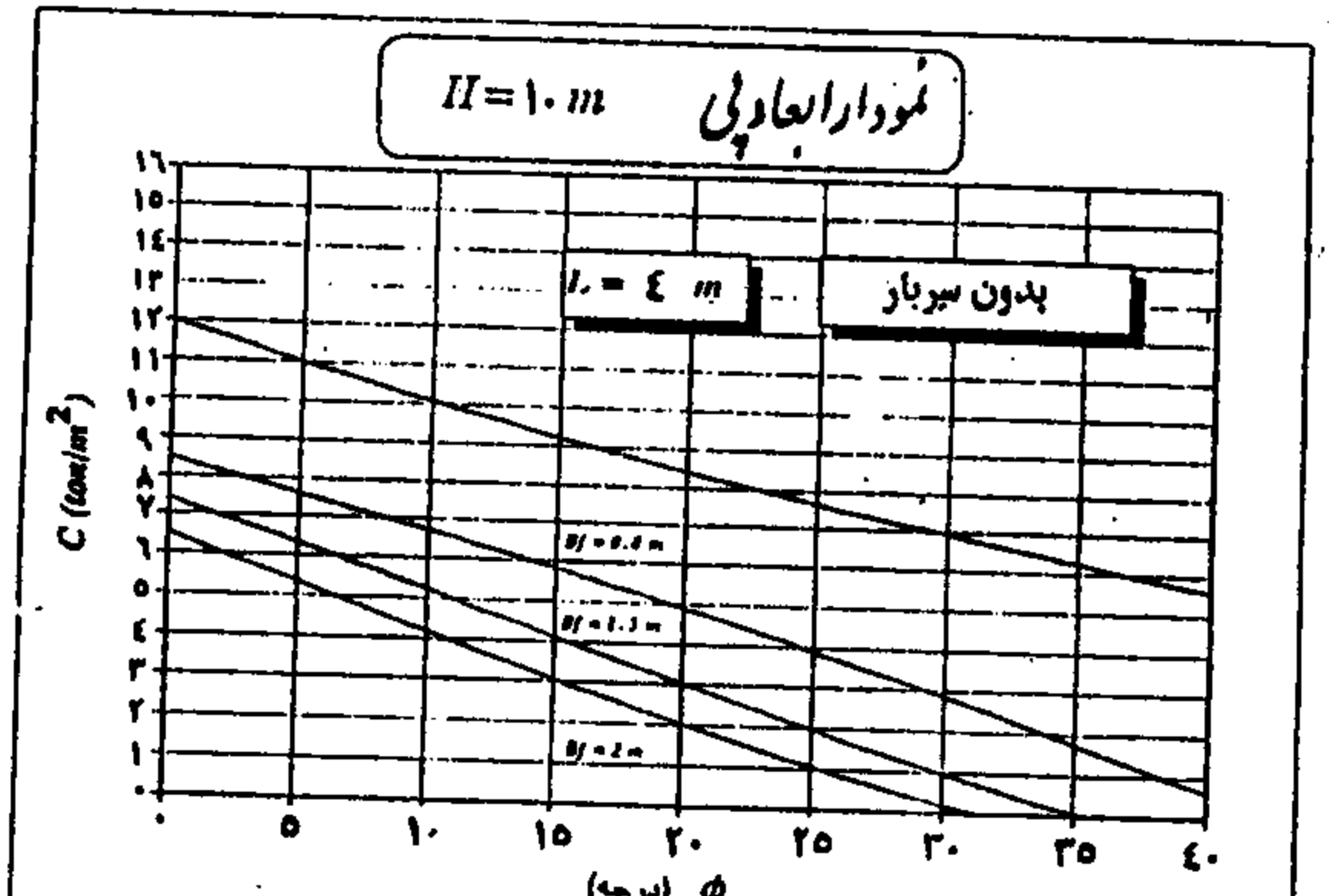

نمودار ابعادی
H = ۷ m
L = ۵ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

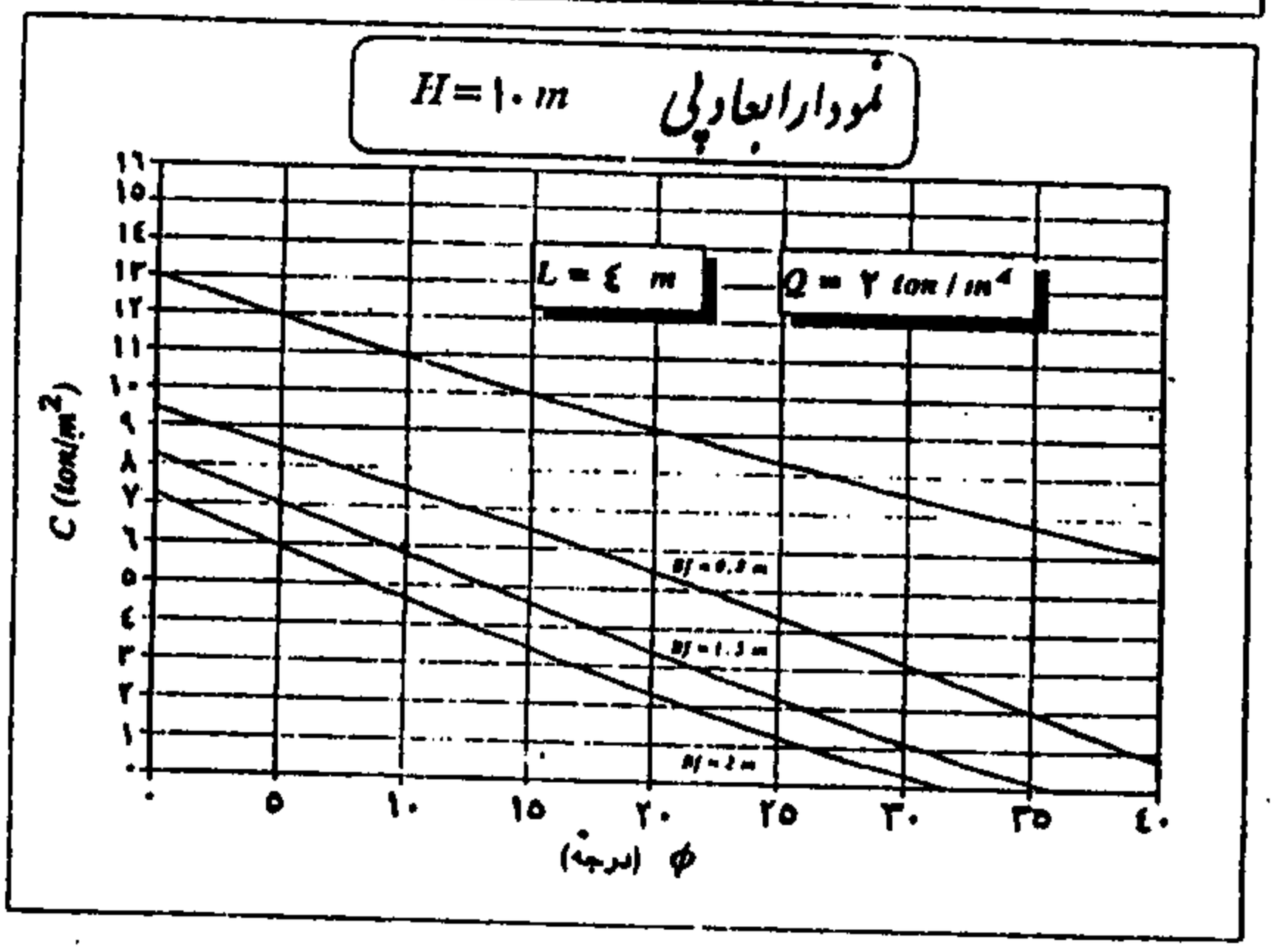
نمودار ابعادی H=۱۰ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰


نمودار ابعادی H=۱۰ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton/m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰

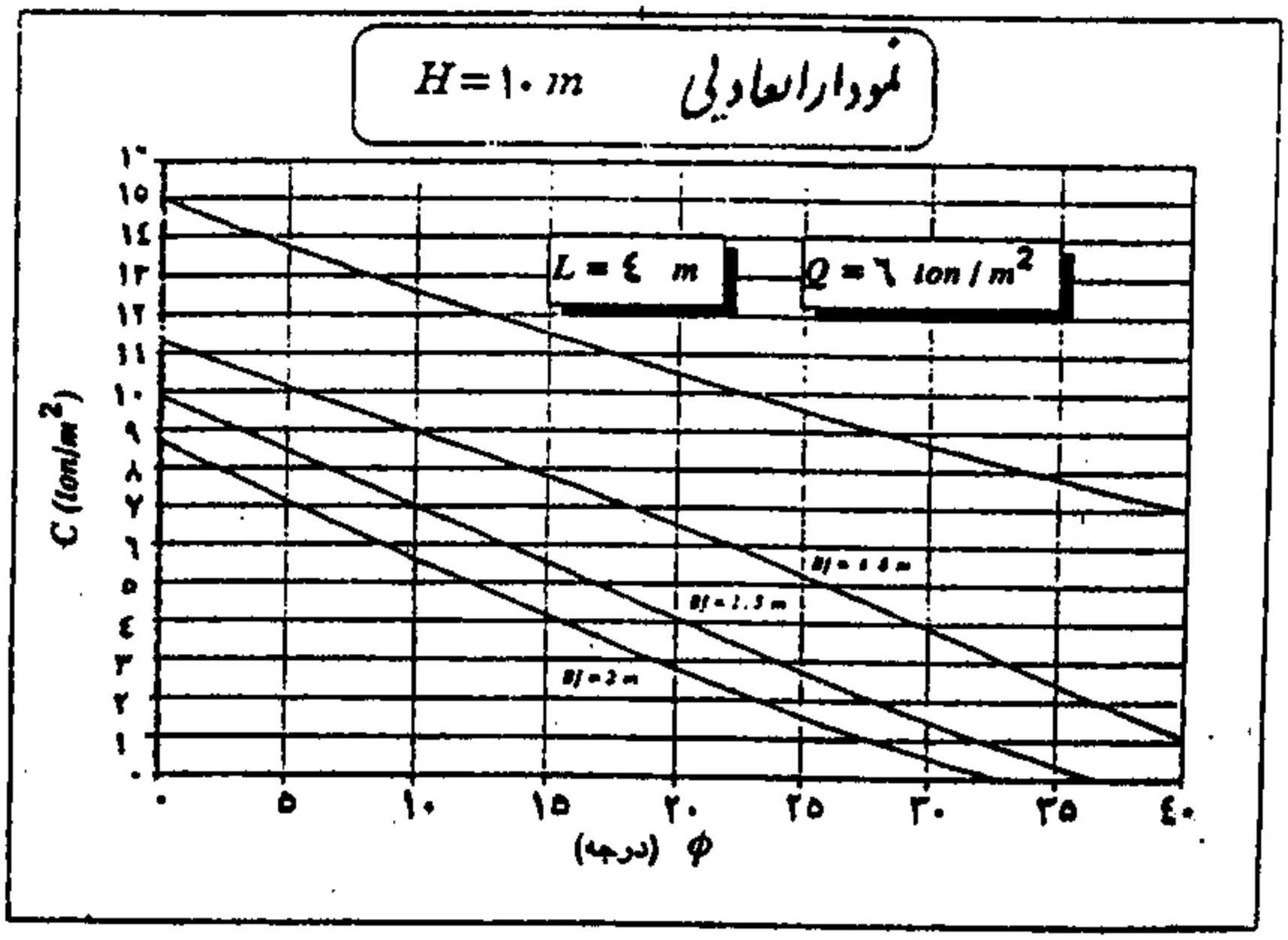
نمودار ابعادی
H=۱۰ m
L = ۳ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = ۰.۵ m
B/ = ۱.۵ m
B/ = ۳ m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار ابعادی
H=۱۰ m
L = ۳ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
B/ = ۰.۵ m
B/ = ۱.۵ m
B/ = ۳ m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

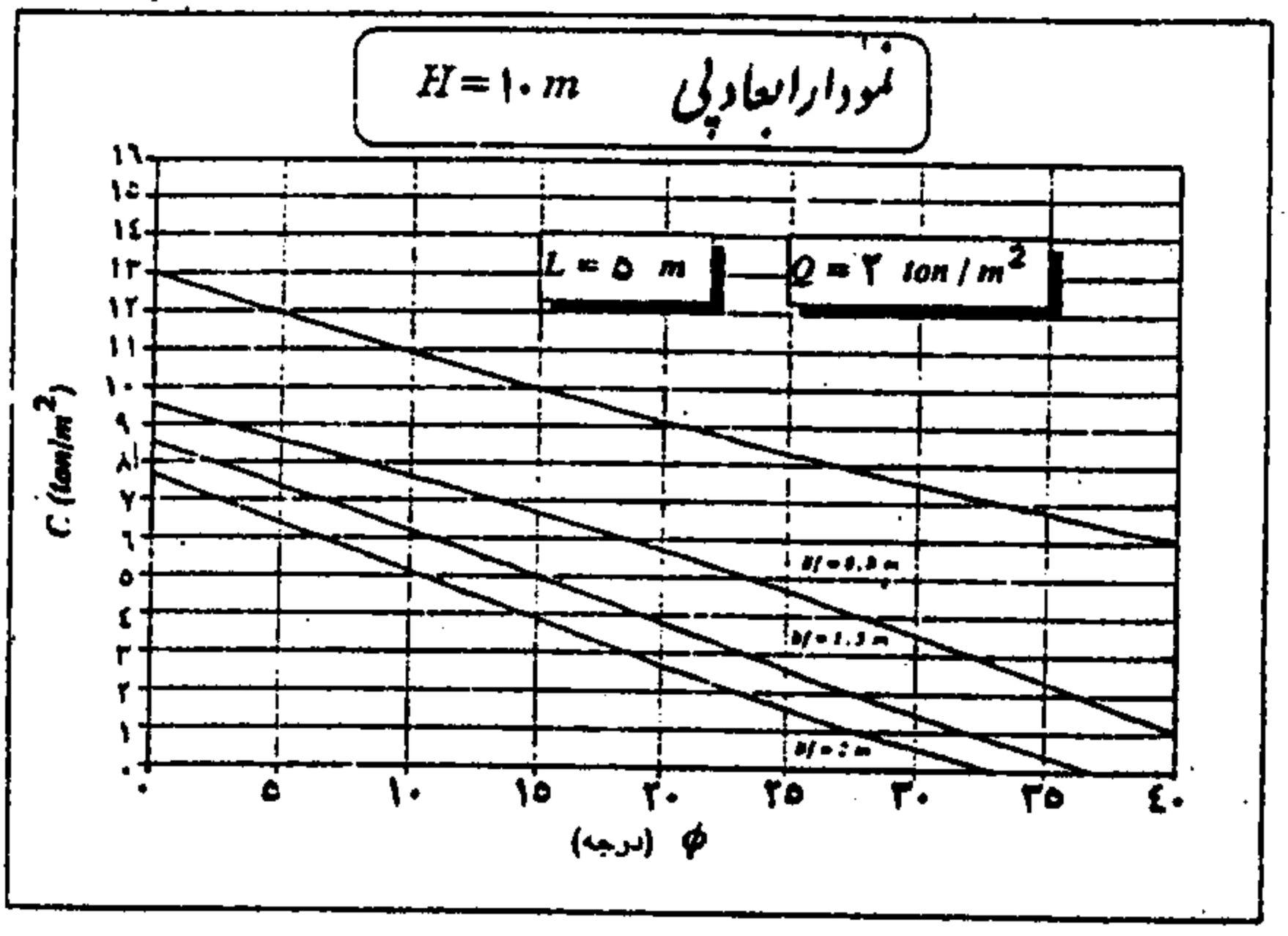

نمودار ابعادی H=۱۰ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰


نمودار ابعادی H=۱۰ m
L = ٤ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

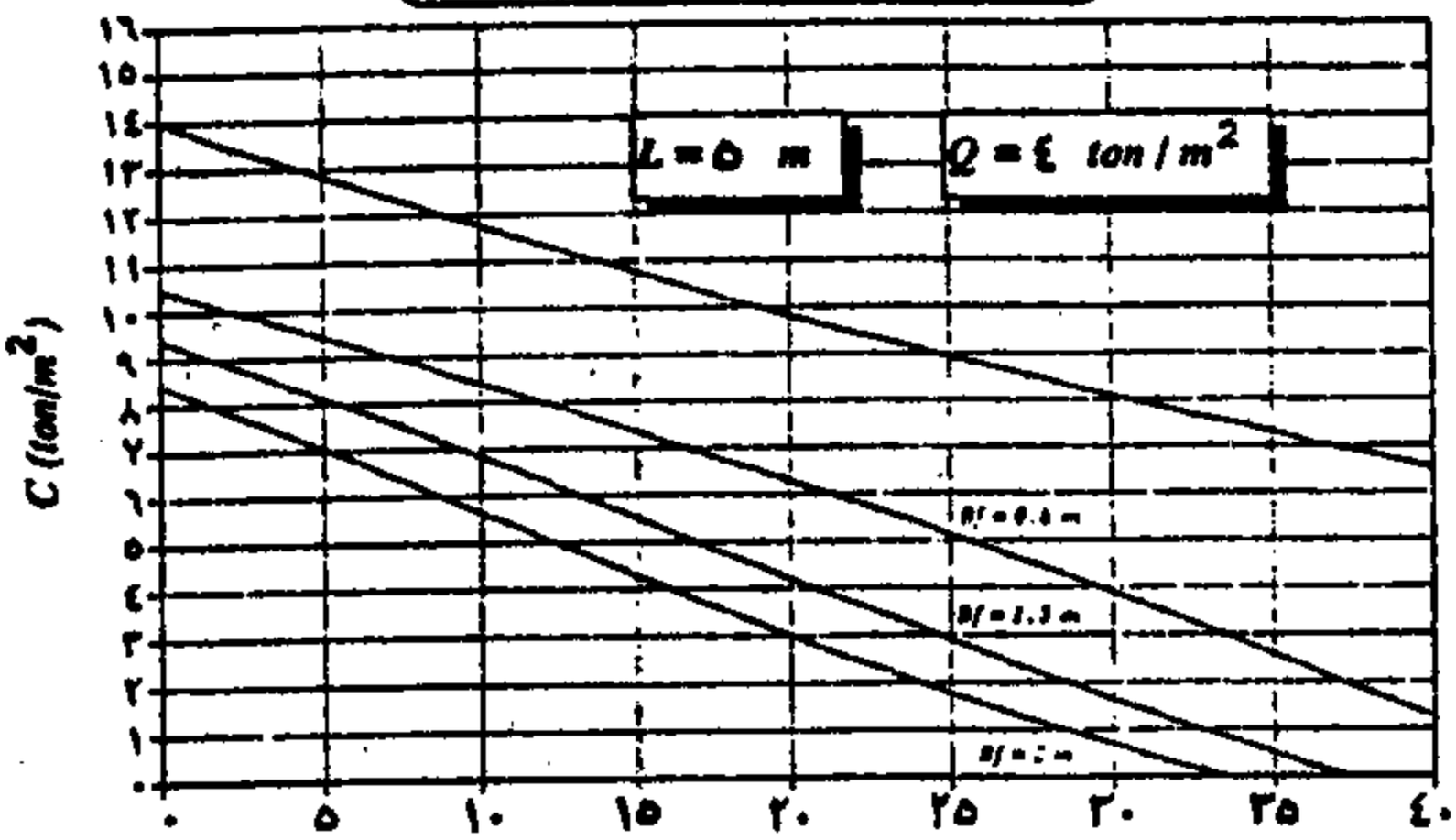
نمودار ابعادی
H = ۱۰ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 0.5 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
Φ (درجه)


نمودار ابعادی
H = ۱۰ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 0.5 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
Φ (درجه)

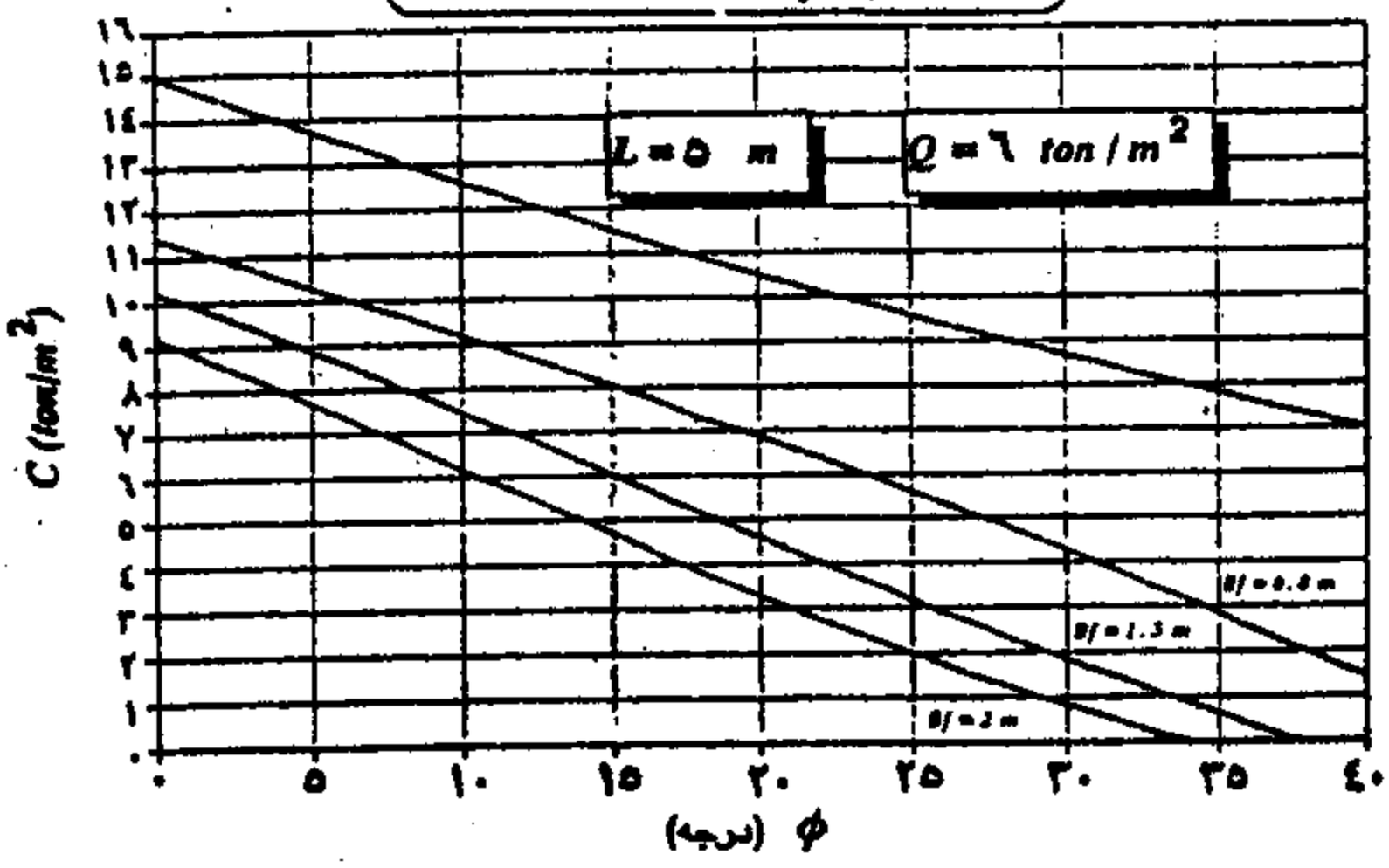
نمودار ابعادی
H=۱۰ m
L = ۵ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)

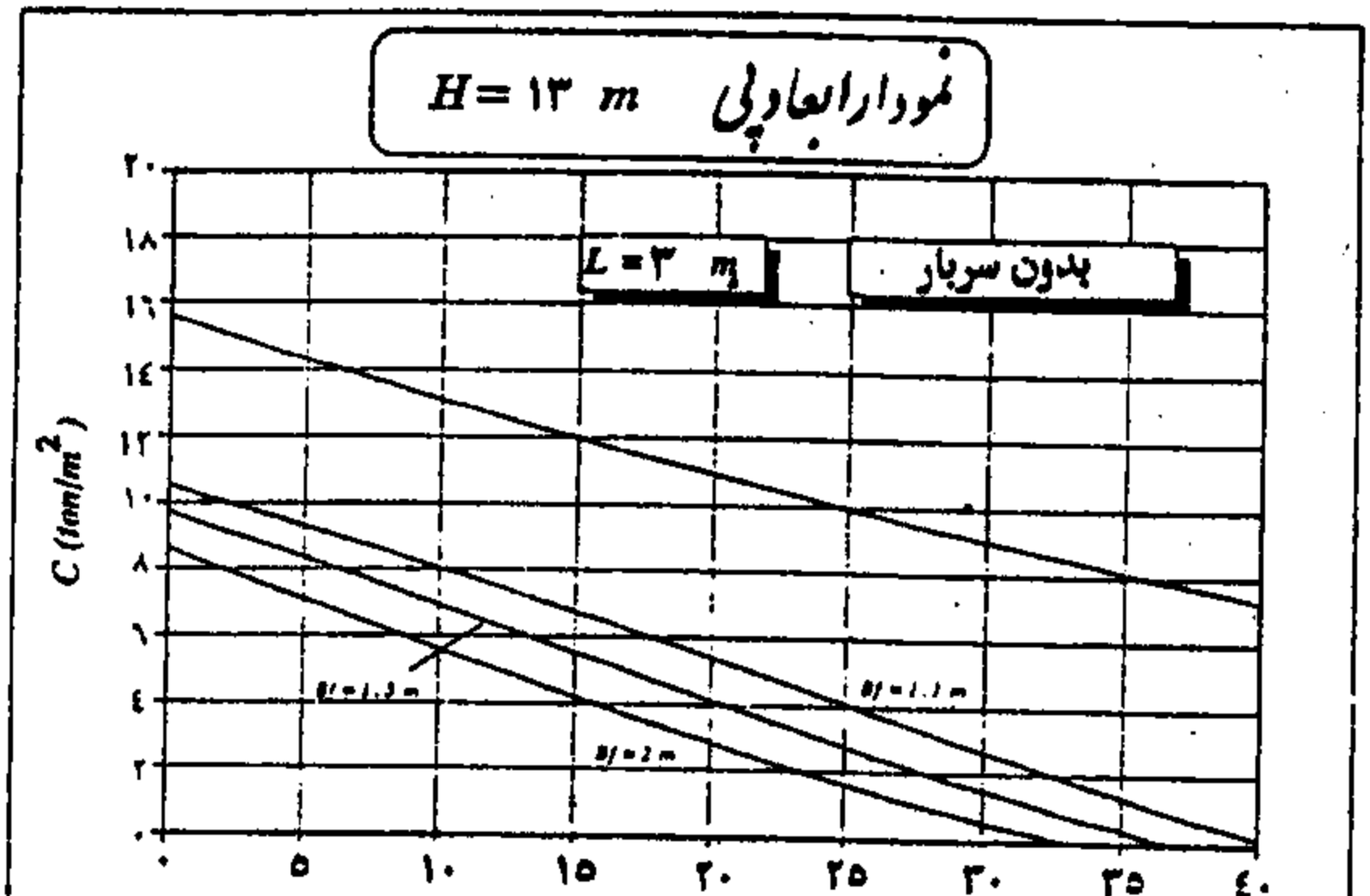

نمودار ابعادی
H=۱۰ m
L = ۵ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)

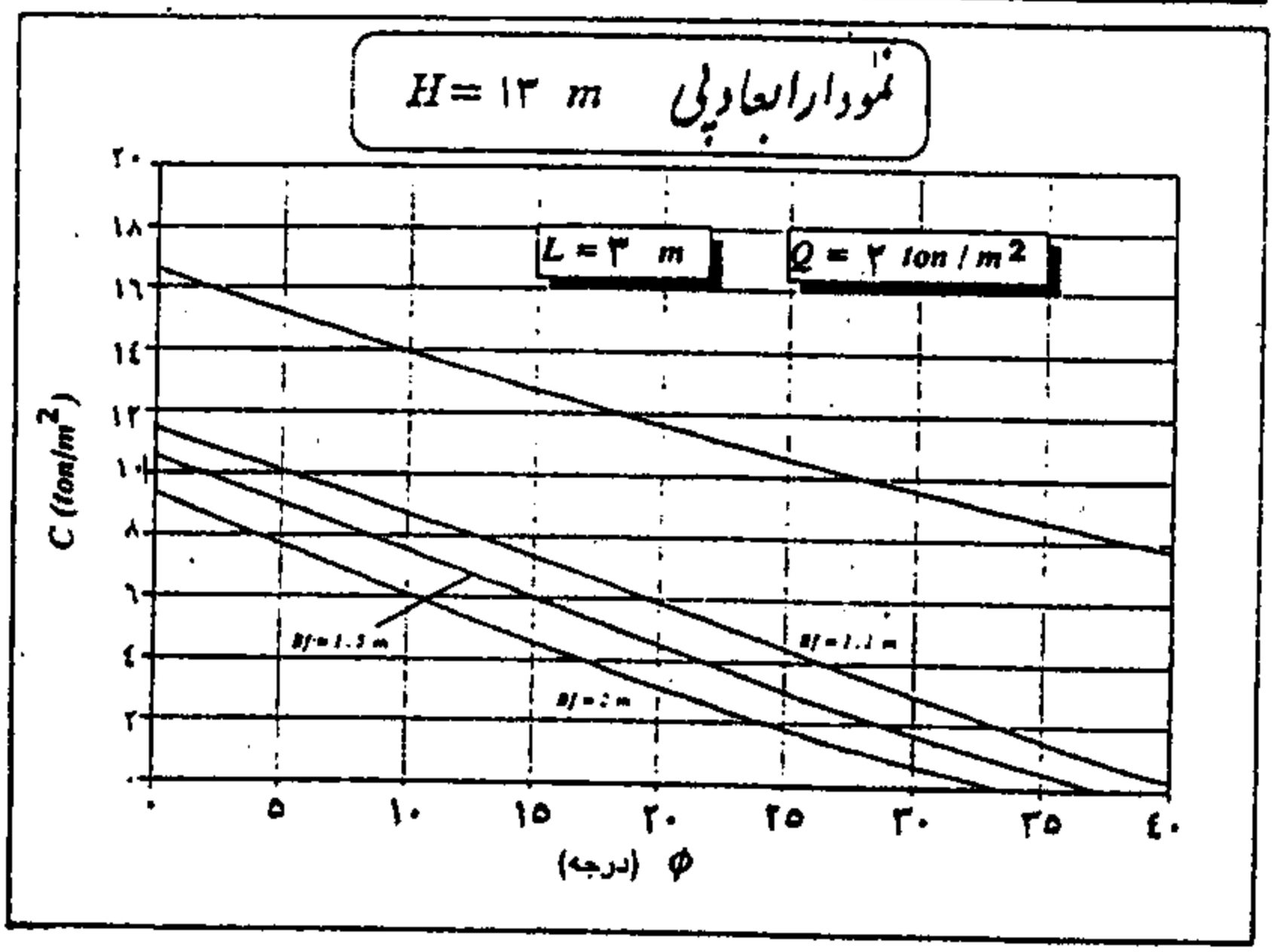
نمودار ابعادی $H=10\,m$

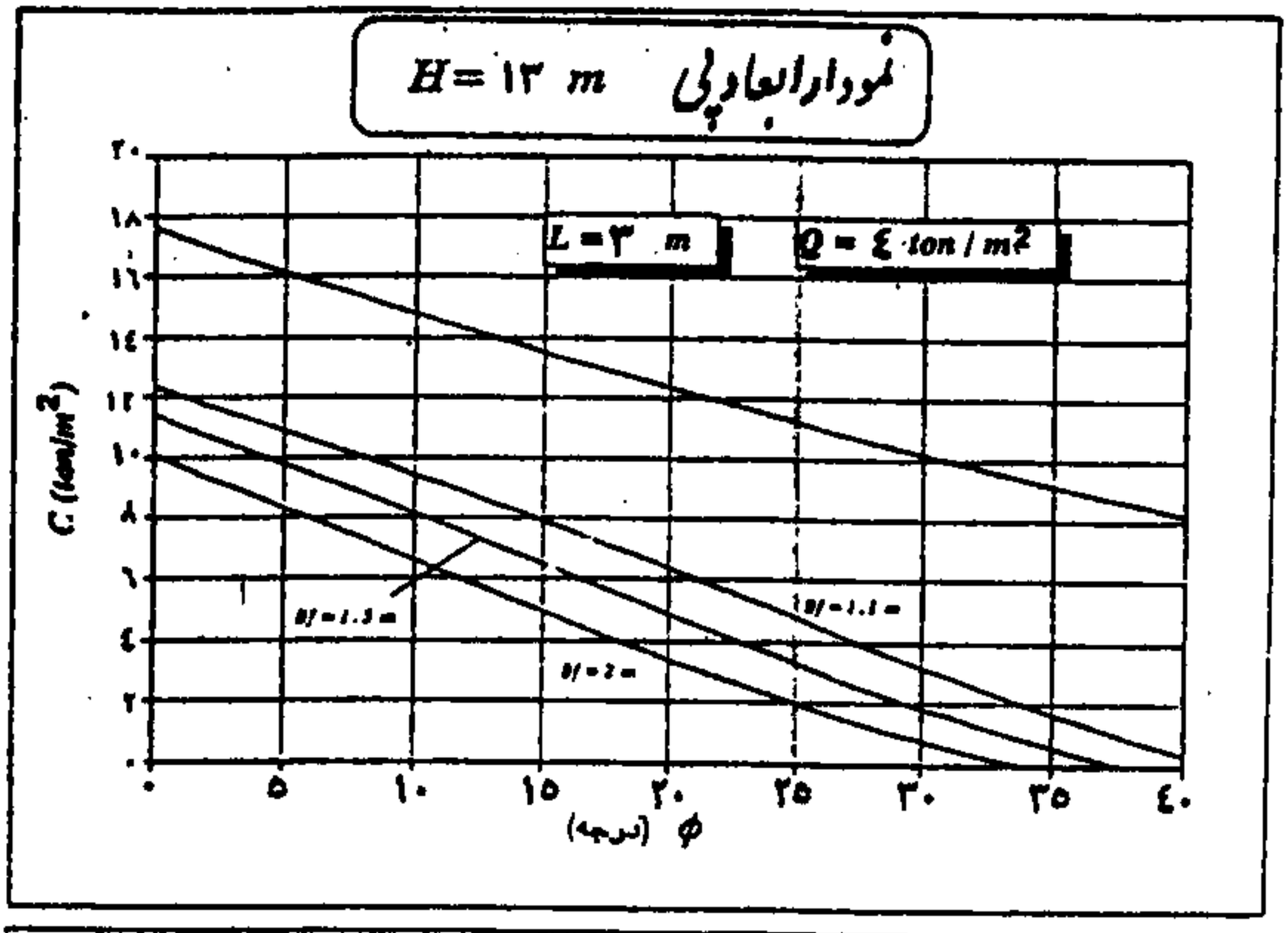


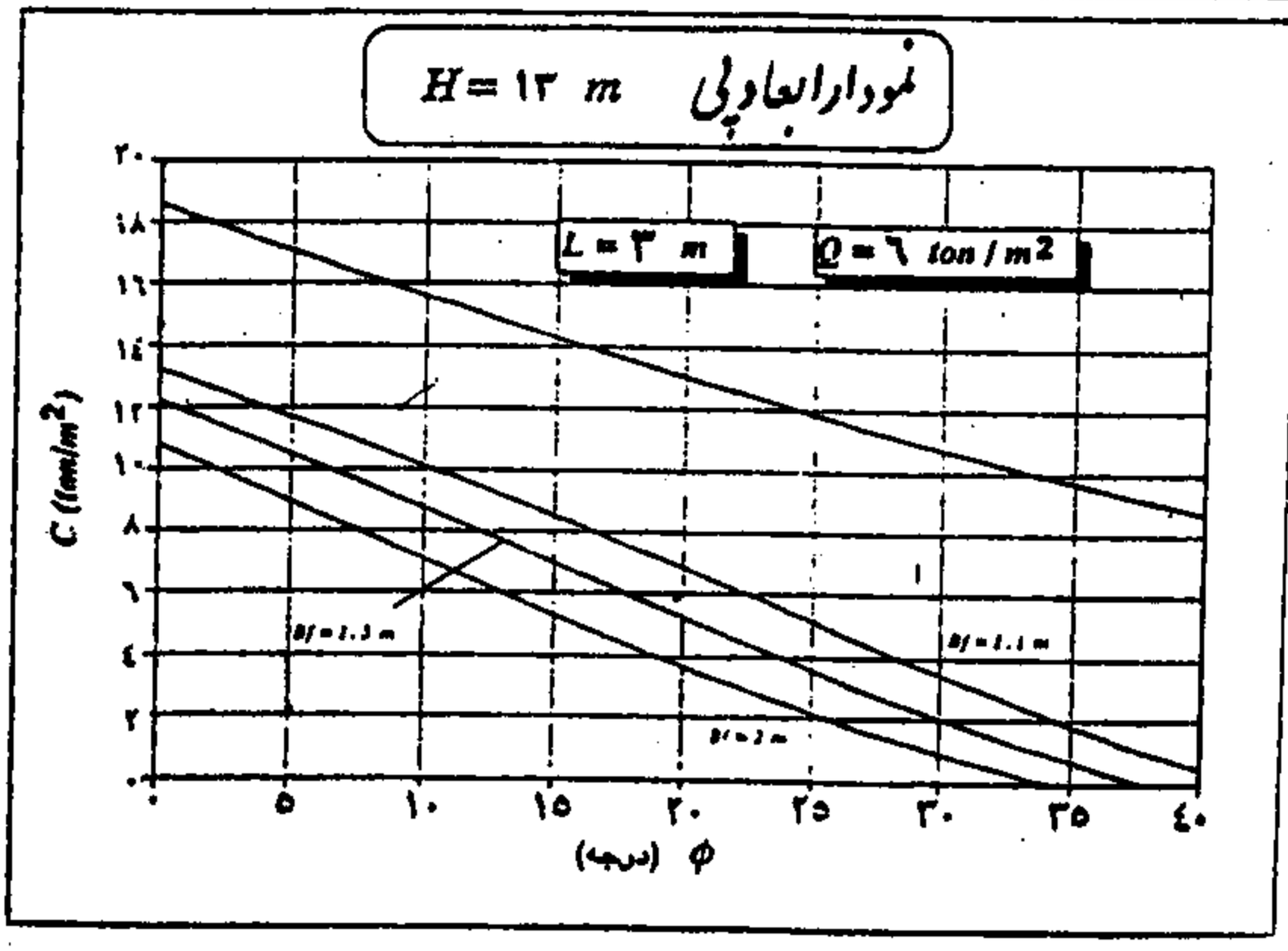
نمودار ابعادی $H=10\,m$



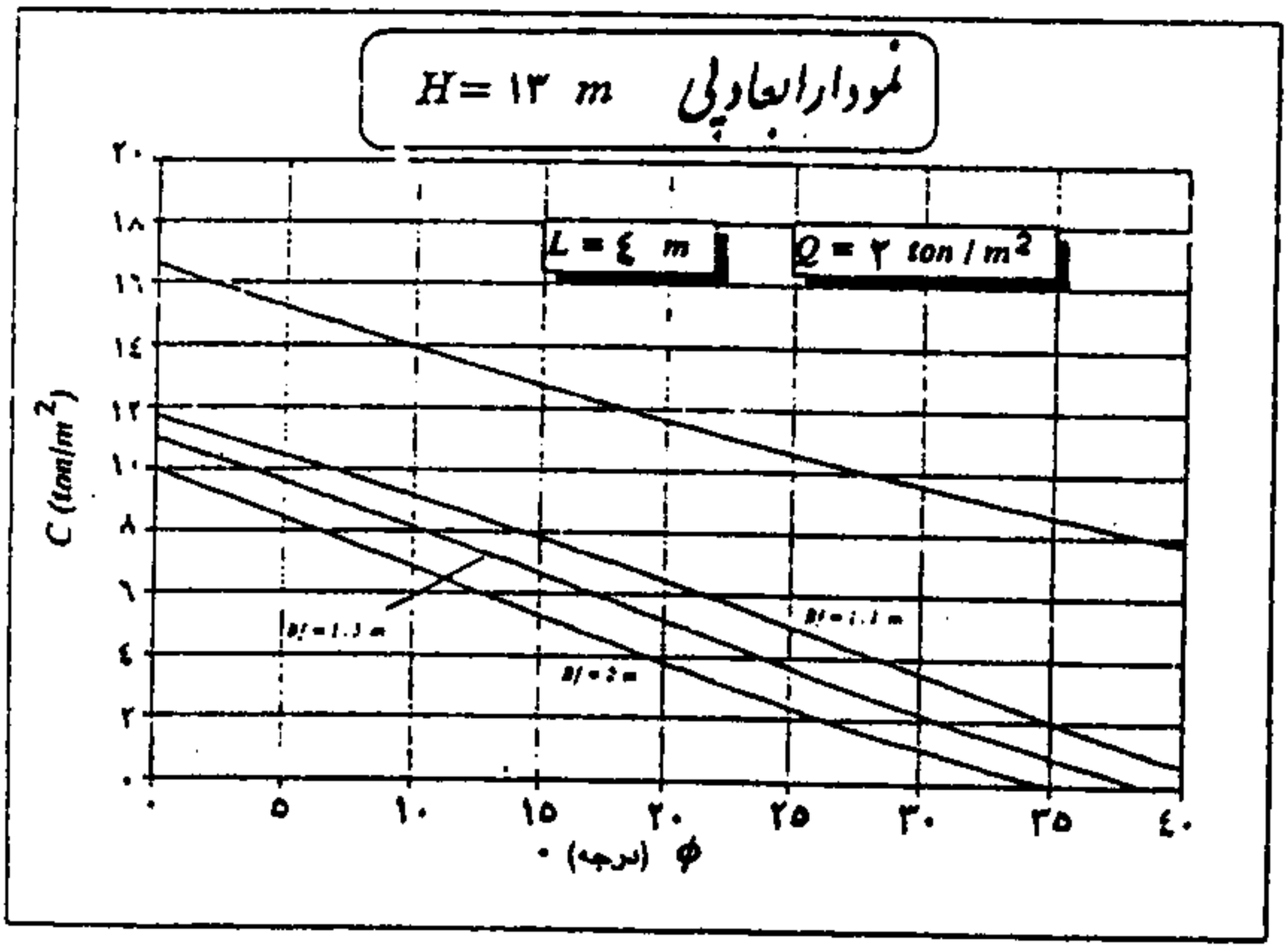

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)


نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)

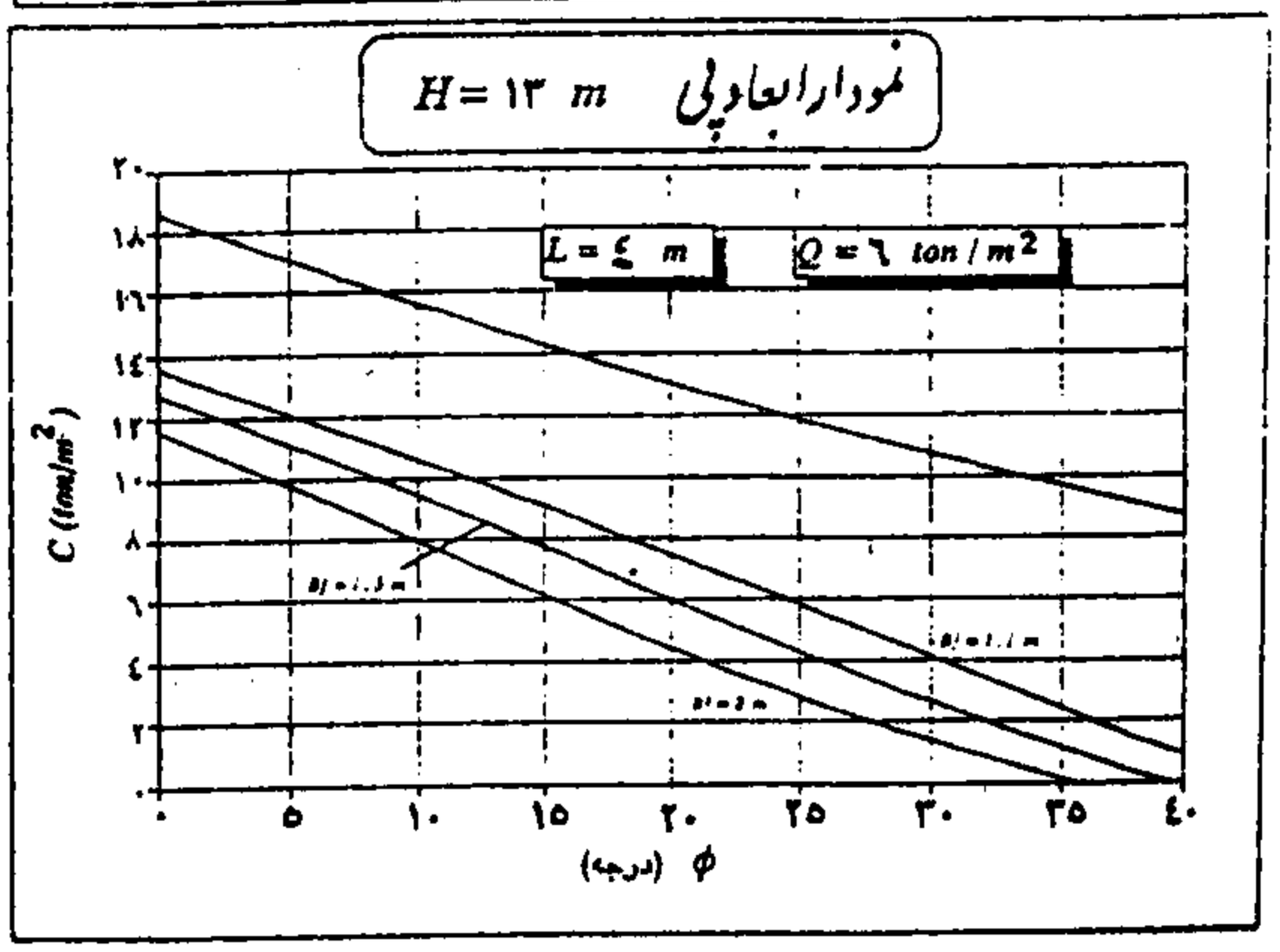

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۳ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
B/H = ۱.۱
B/H = ۱.۳
B/H = ۲
۰
۲
٤
٦
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱٦
۱۸
۲۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)

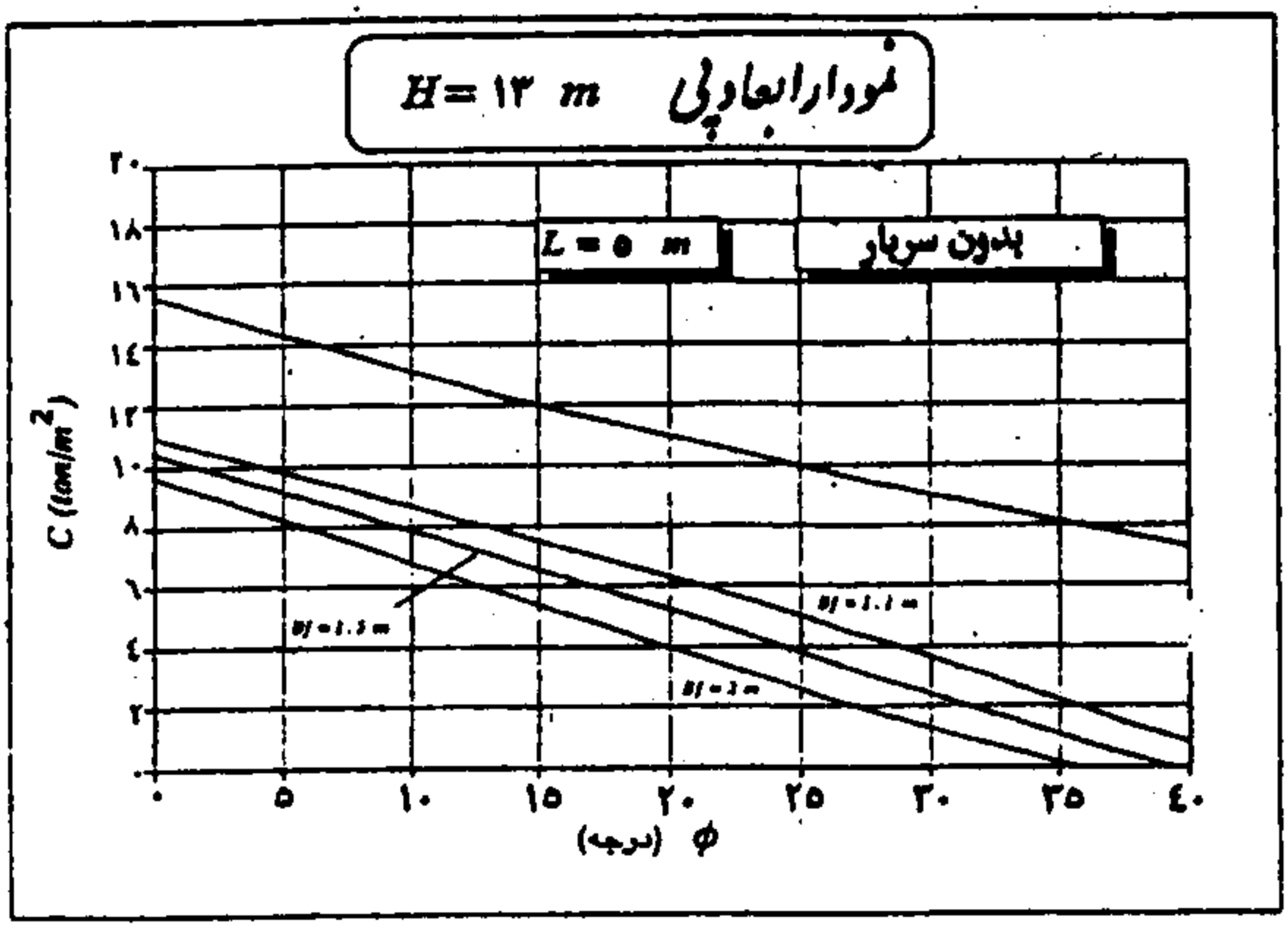

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۳ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
B/H = ۱.۱
B/H = ۱.۳
B/H = ۲
۰
۲
٤
٦
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱٦
۱۸
۲۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)

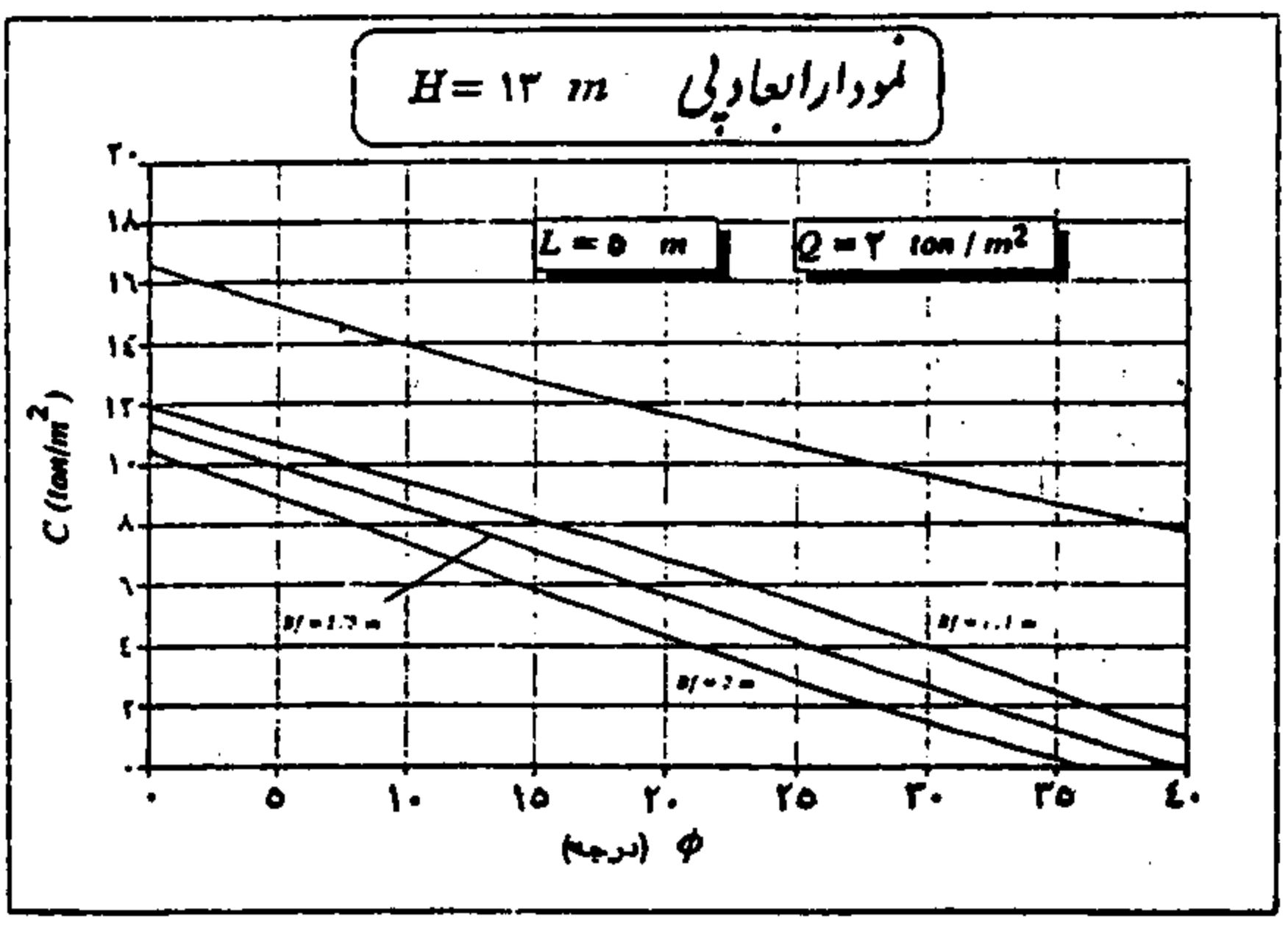
نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

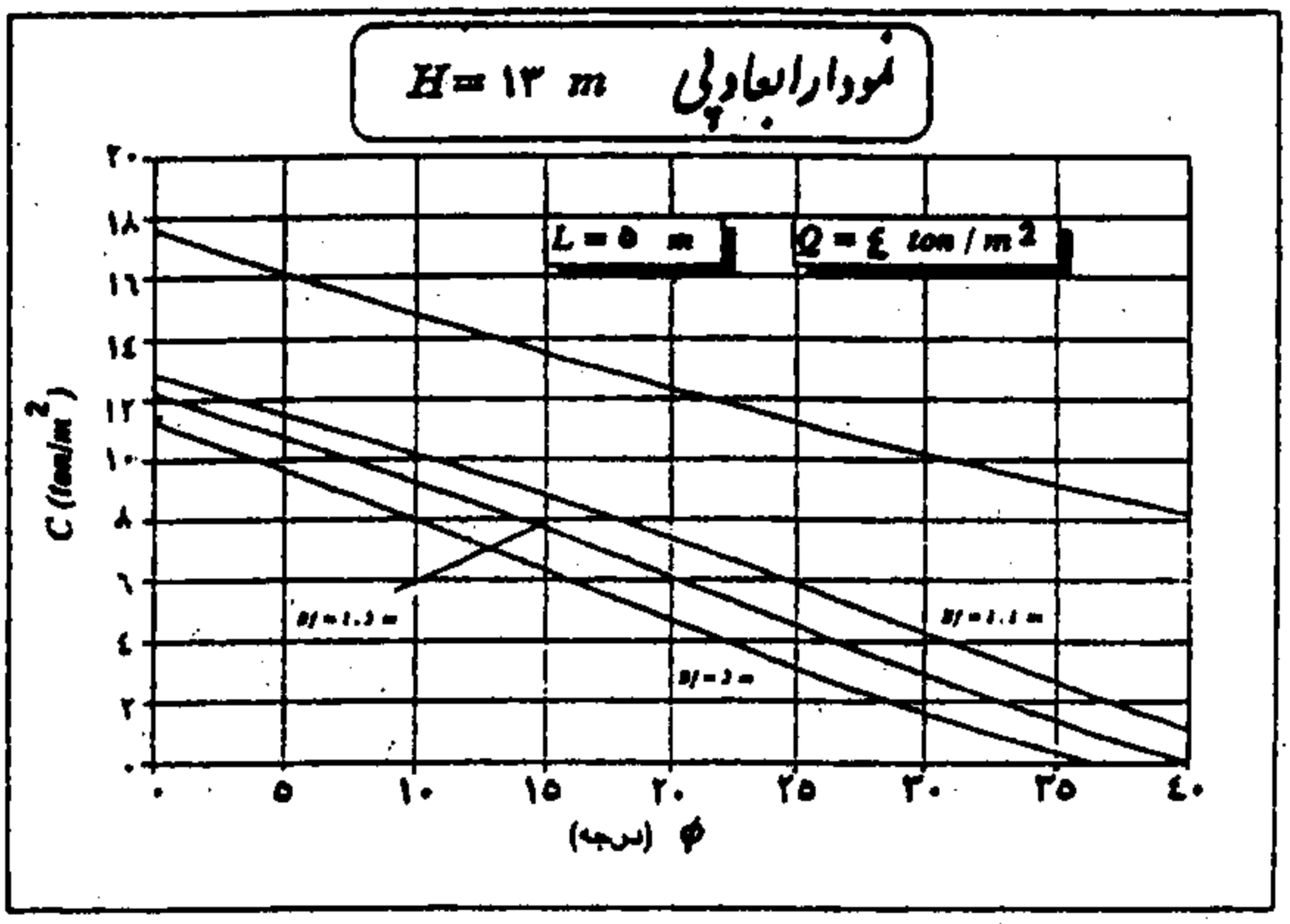

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ٤ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

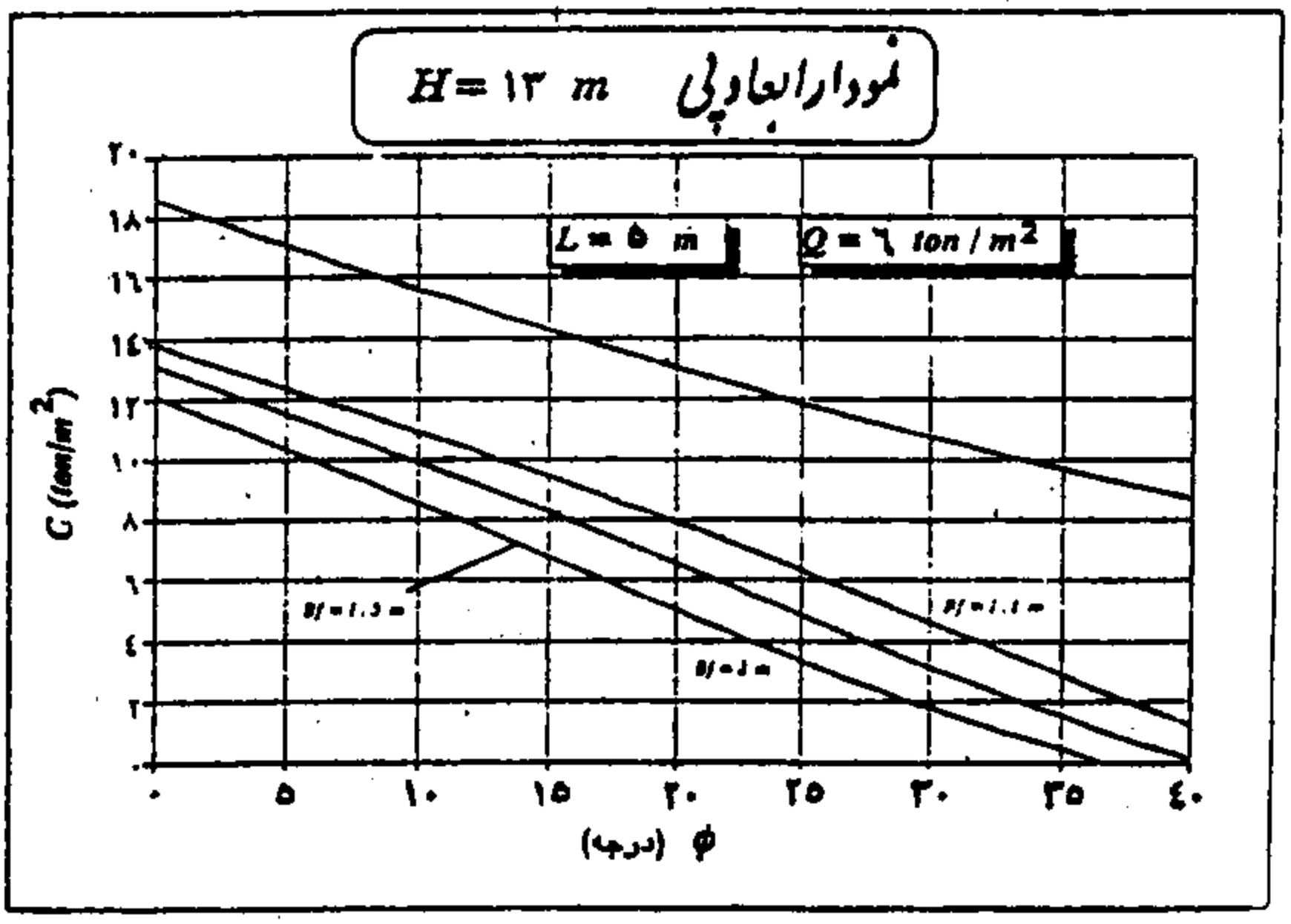
نمودار ابعاد پی H= ۱۲ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
Φ (درجه)

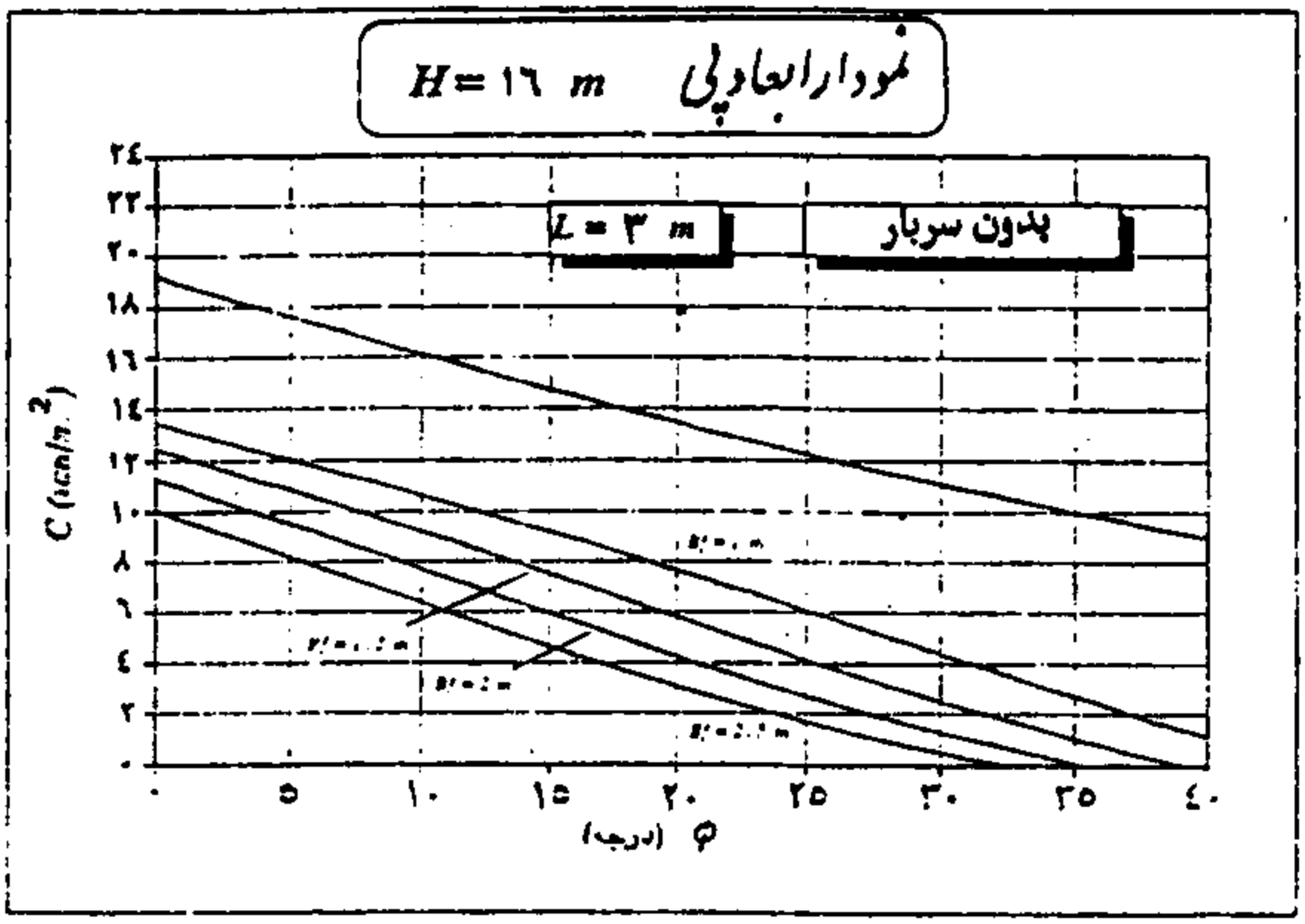

نمودار ابعاد پی H= ۱۲ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
Φ (درجه)

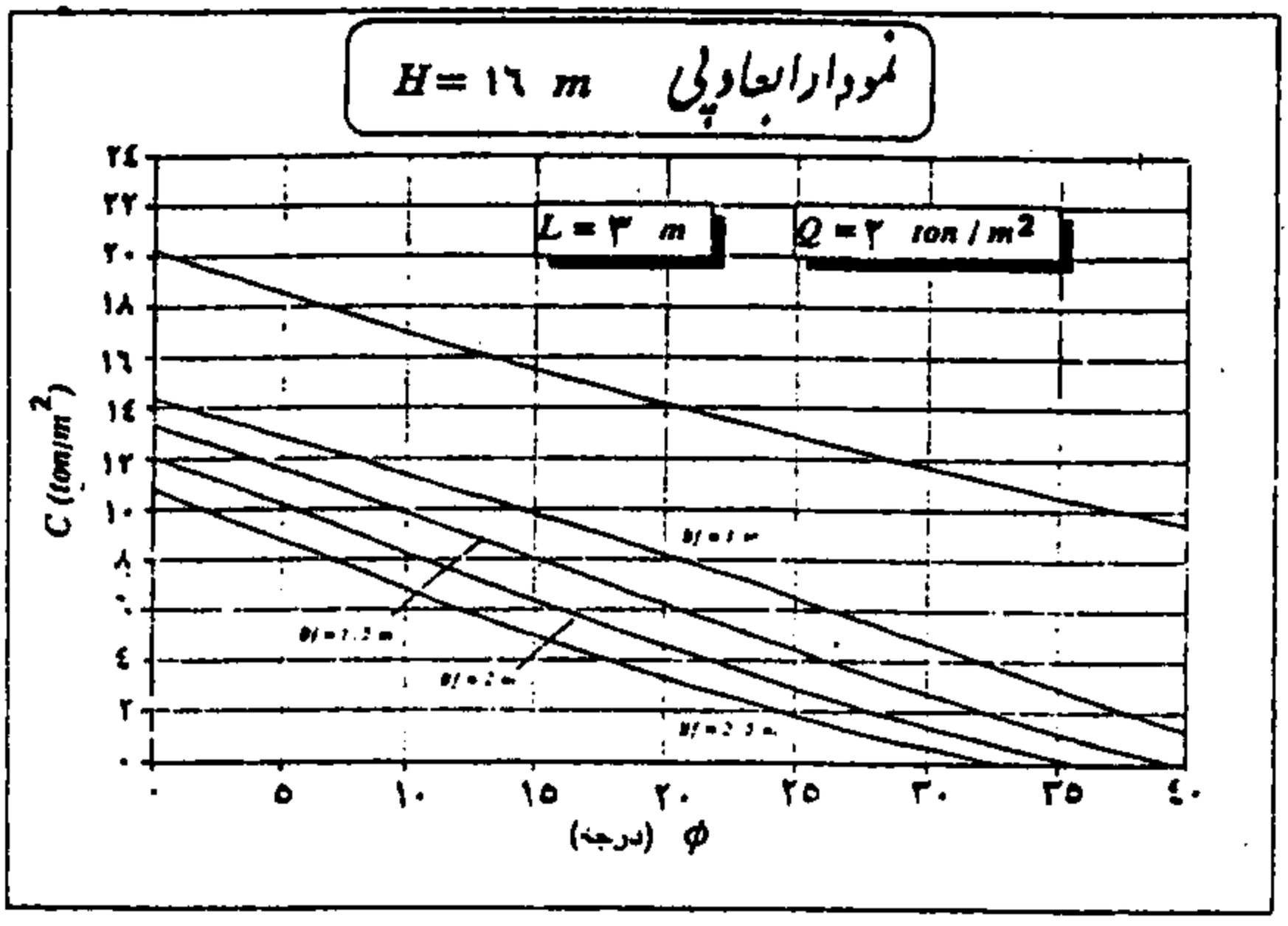

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۵ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)

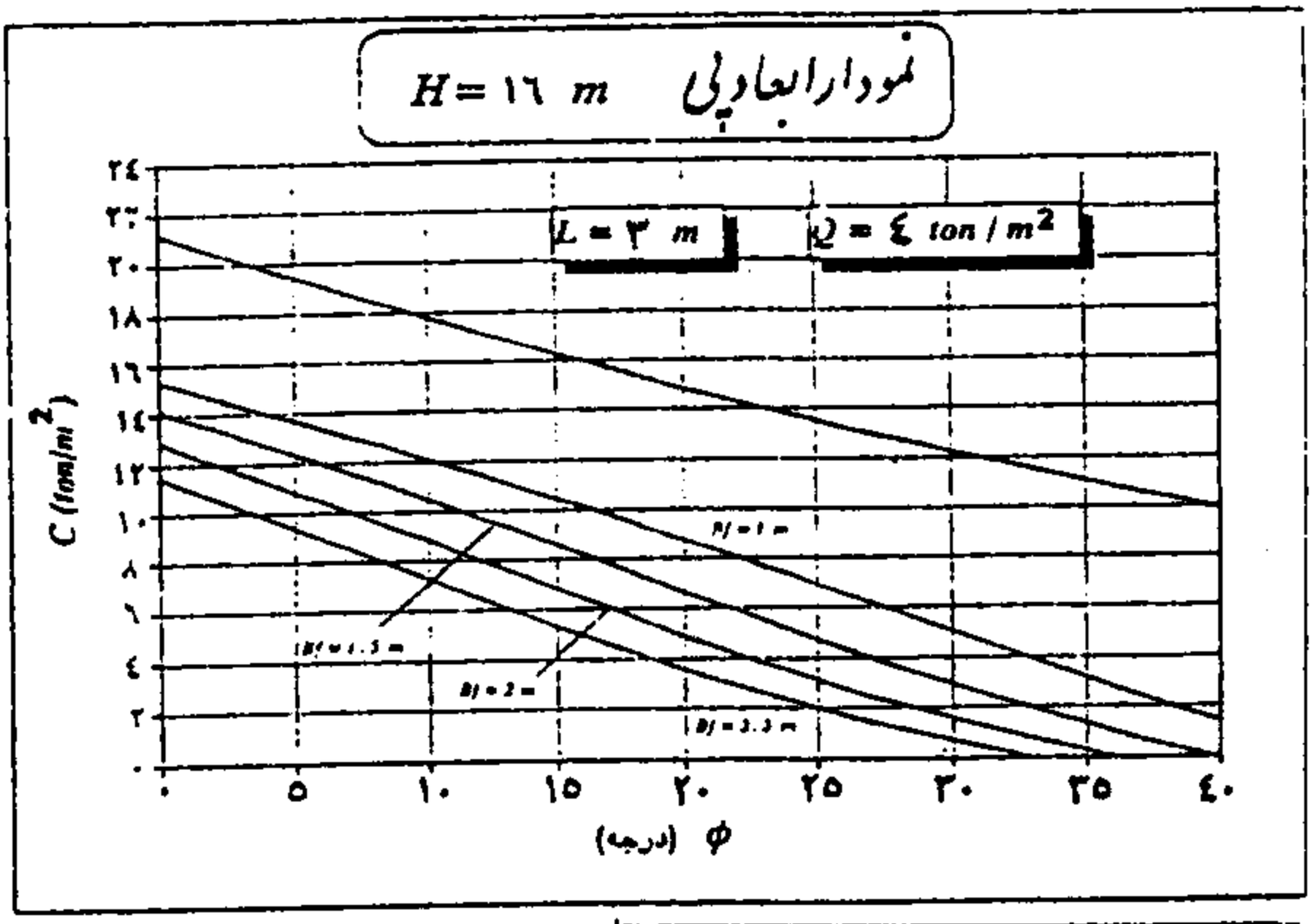

نمودار ابعادی H= ۱۳ m
L = ۵ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
ϕ (درجه)

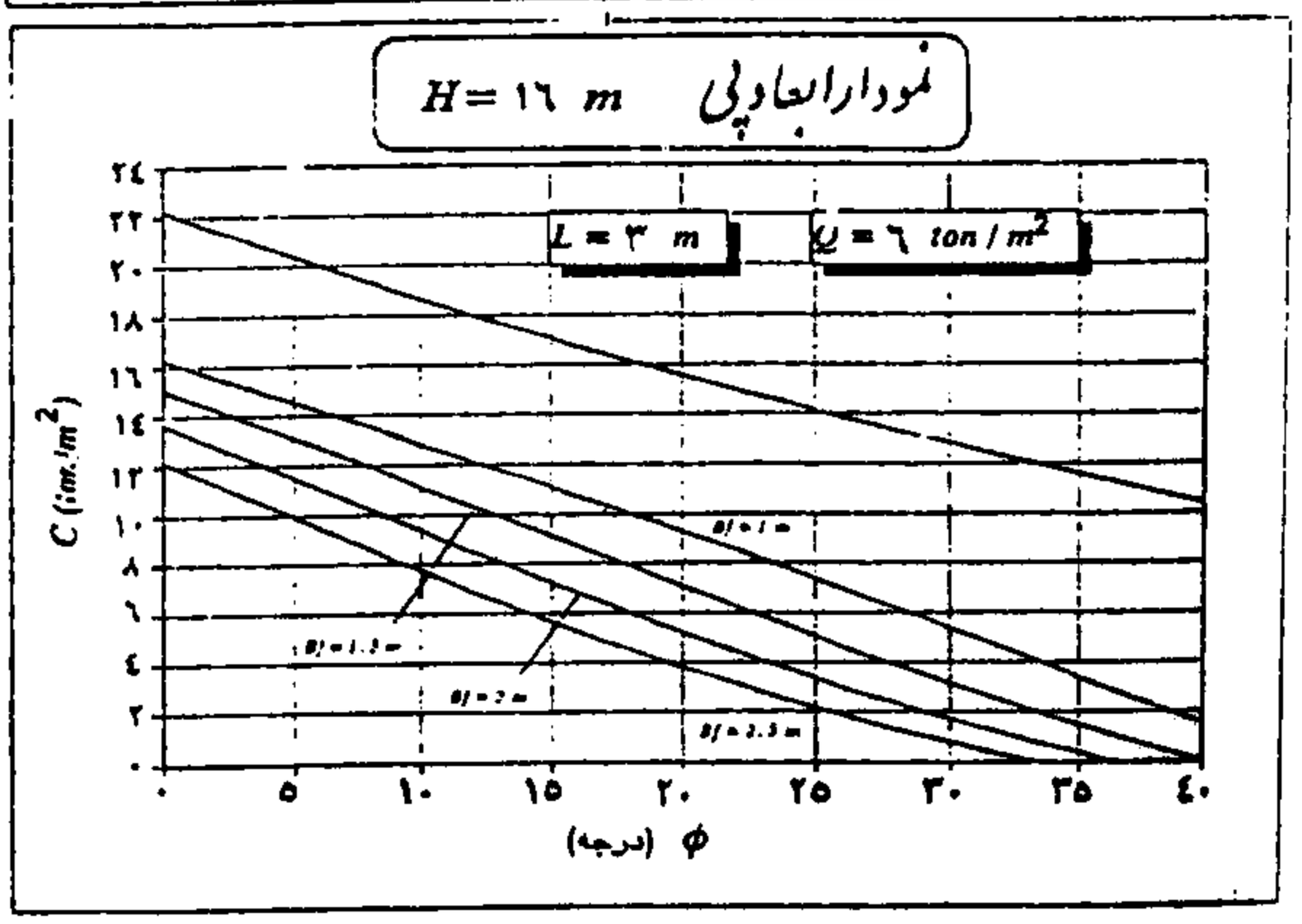

نمودار ابعادی H = ۱۳ m
L = ۵ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
۲
٤
۶
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱۶
۱۸
۲۰


نمودار ابعادی H = ۱۳ m
L = ۵ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
۲
٤
۶
۸
۱۰
۱۲
۱٤
۱۶
۱۸
۲۰

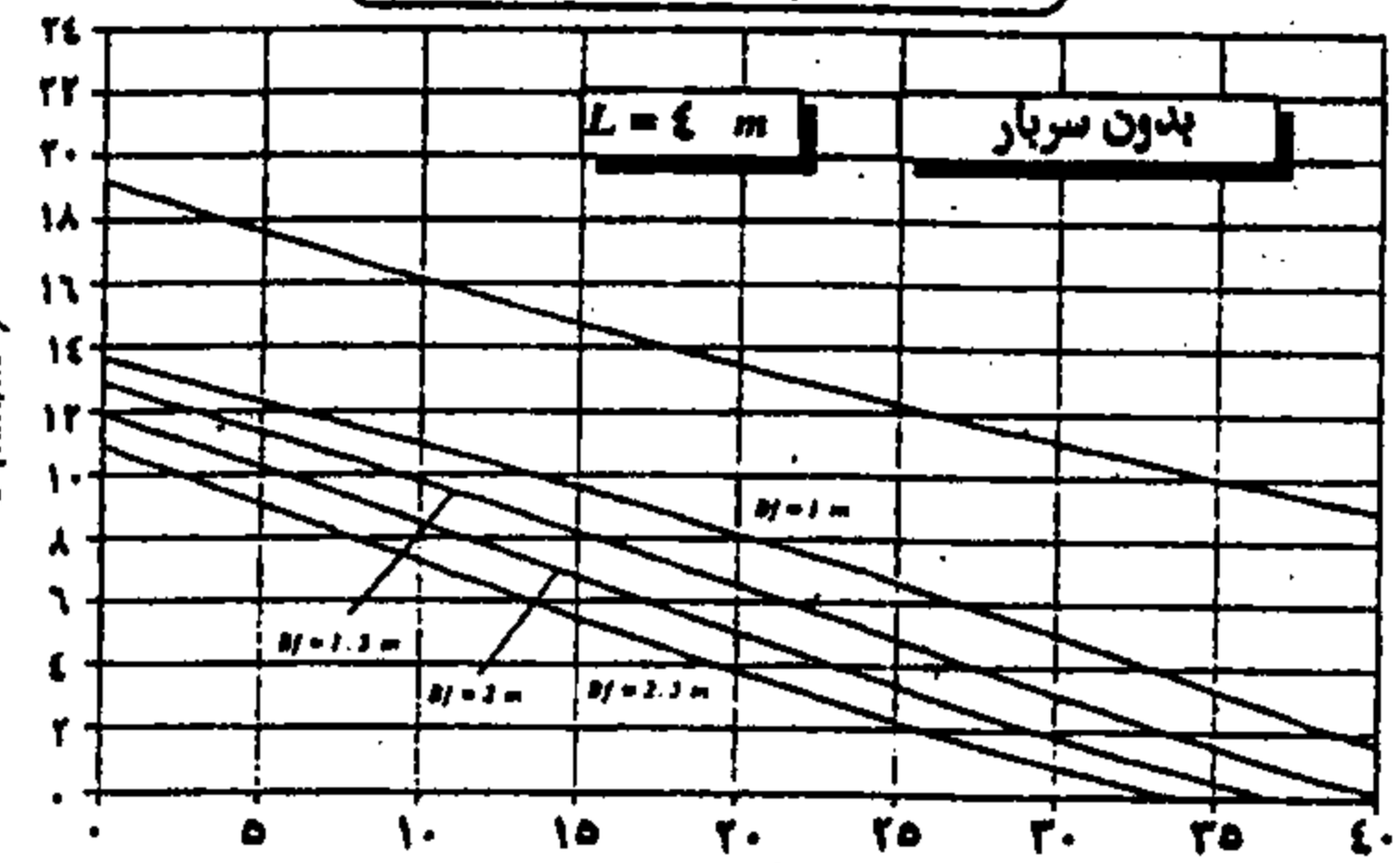

نمودار ابعادی H = ۱۶ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۲۲
۲۴


نمودار ابعادی H = ۱۶ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۲۲
۲۴

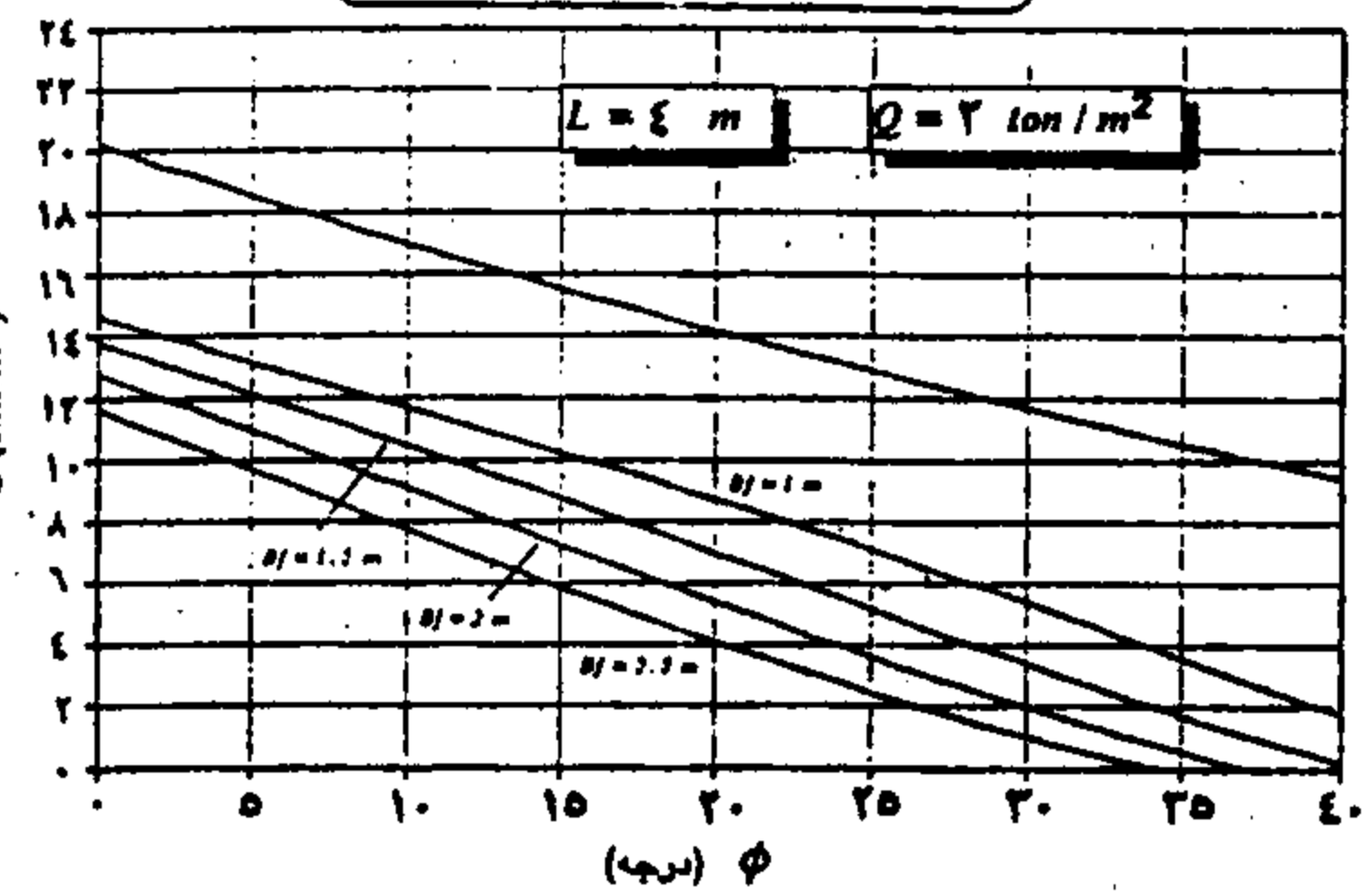

نمودار ابعادی
H = ۱۶ m
L = ۳ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Bj = 1 m
Bj = 1.5 m
Bj = 2 m
Bj = 3.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

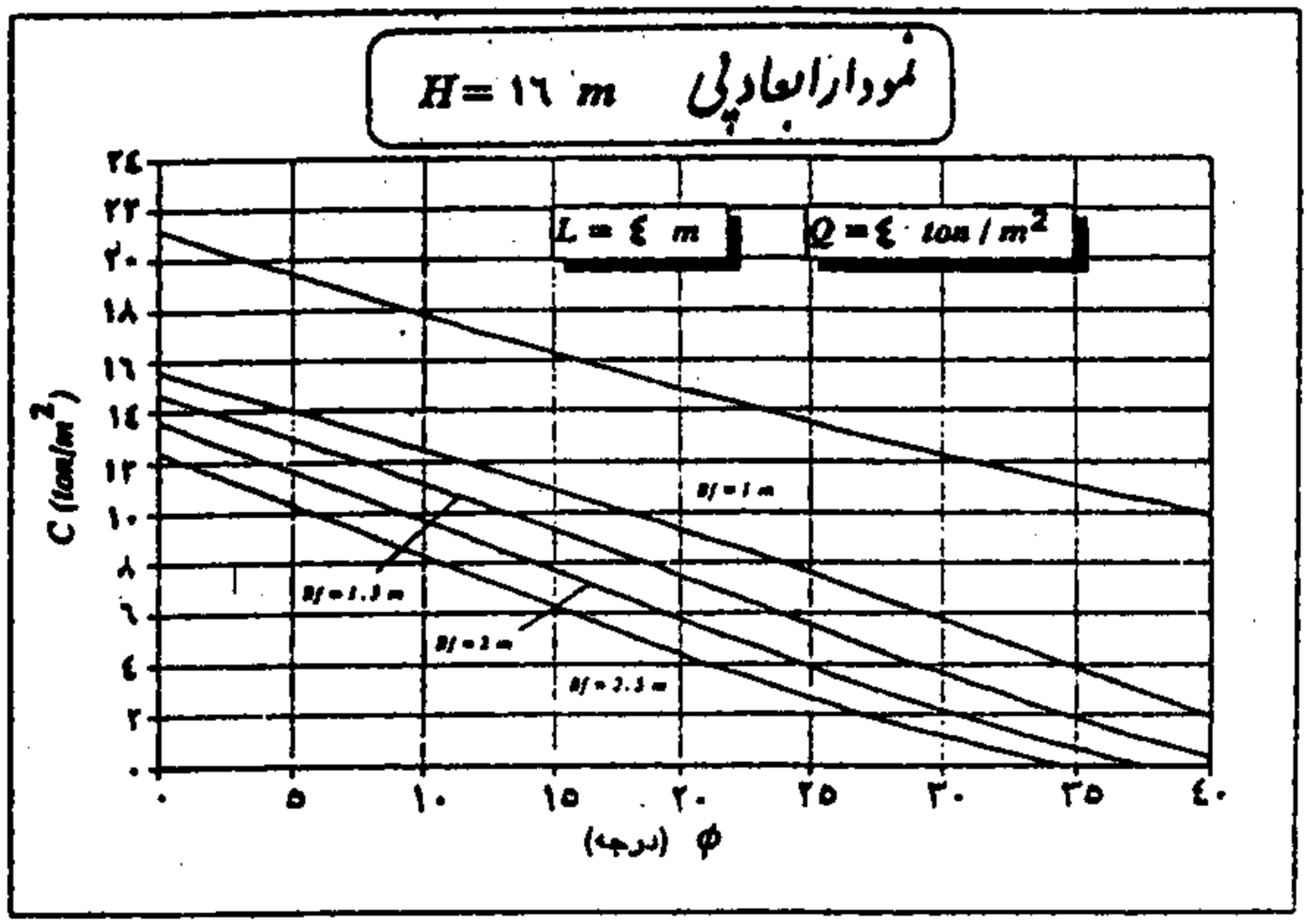

نمودار ابعادی
H = ۱۶ m
L = ۳ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Bj = 1 m
Bj = 1.5 m
Bj = 2 m
Bj = 3.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

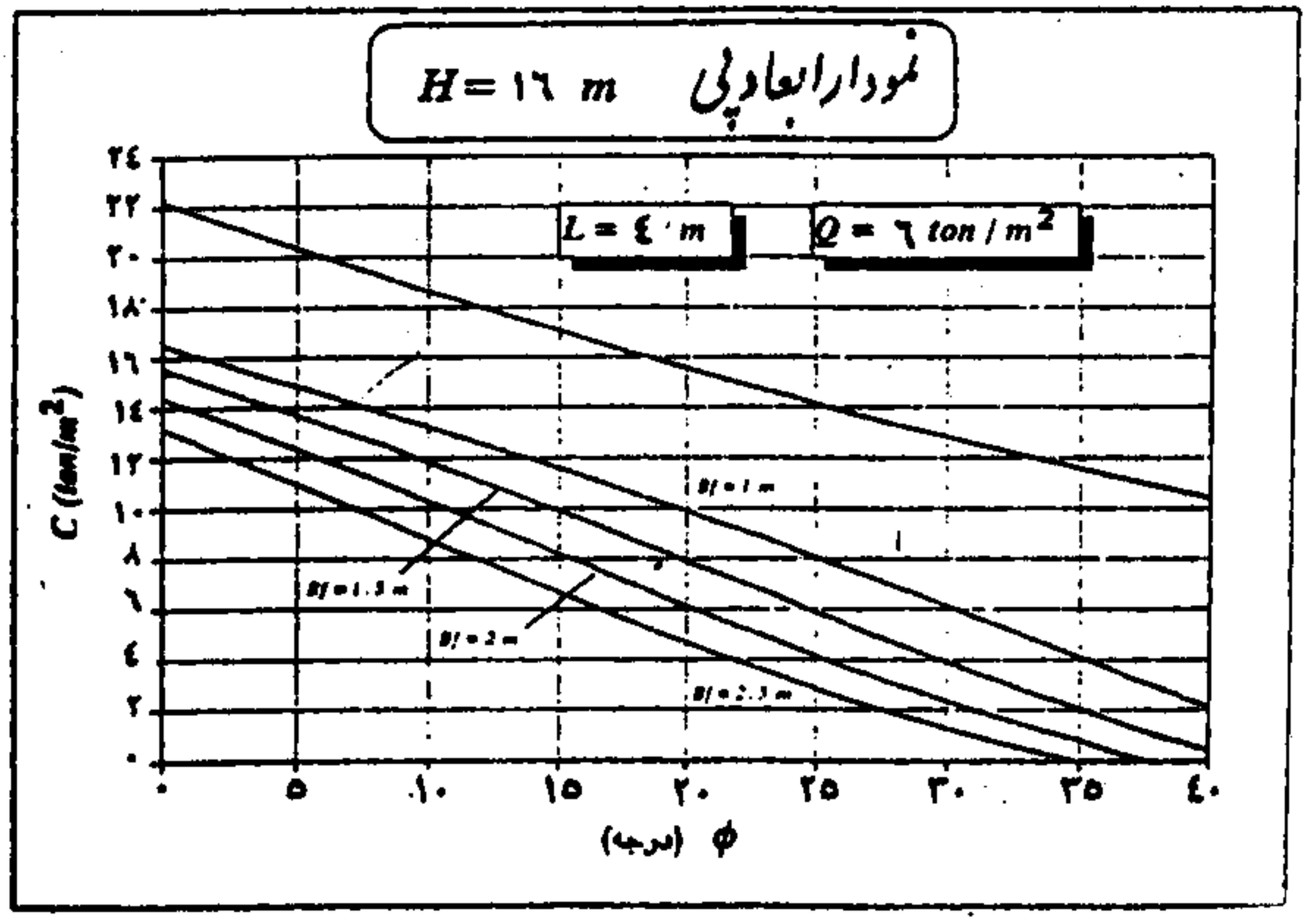
نمودار ابعادی $H = ۱۶\ m$



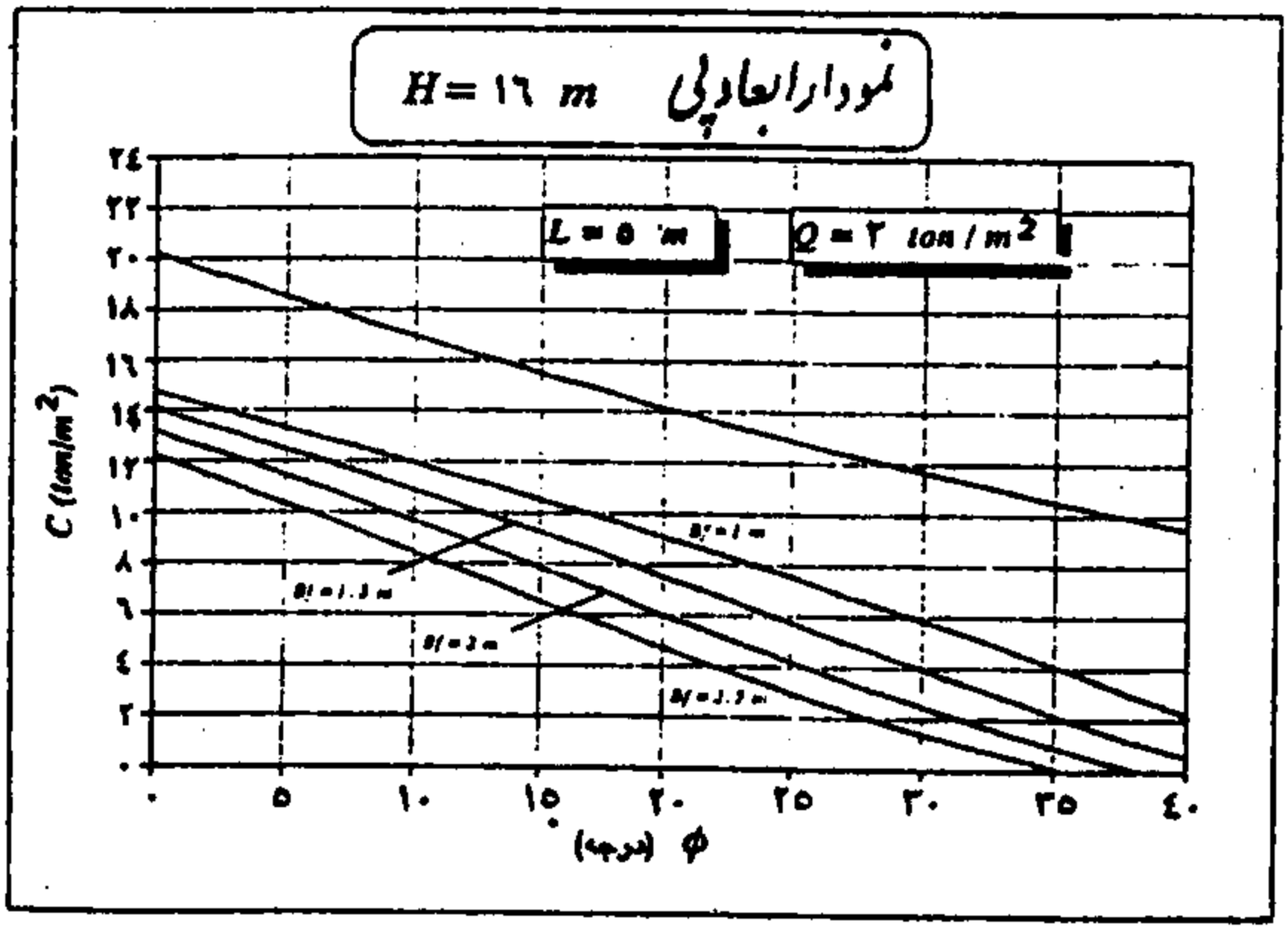
نمودار ابعادی $H = ۱۶\ m$



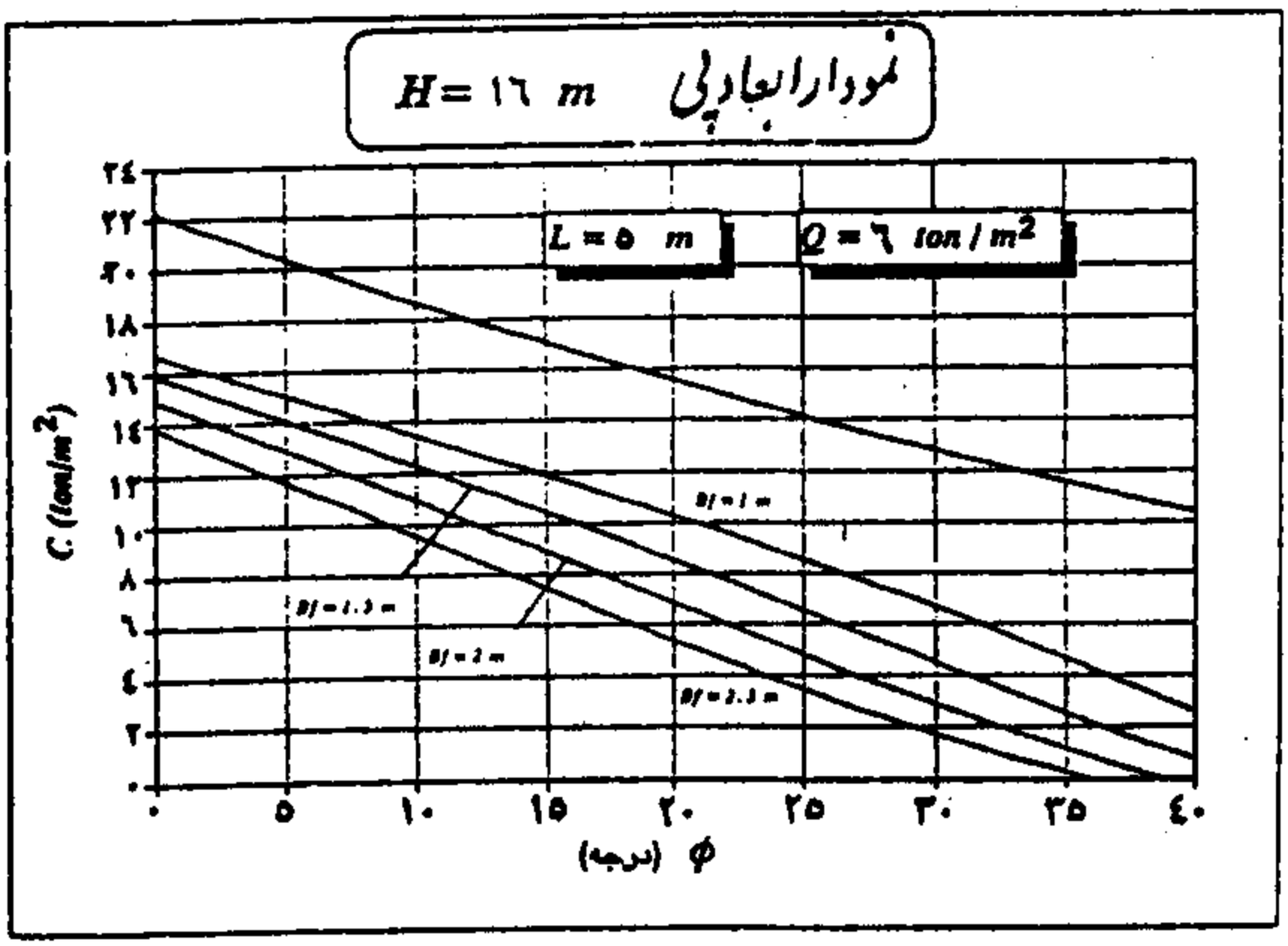

نمودار ابعادی H= ۱۶ m
L = ٤ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 1 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
Bf = 2.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)


نمودار ابعادی H= ۱۶ m
L = ٤ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 1 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
Bf = 2.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

نمودار ابعادی H= ۱۶ m
بدون سربار
L = ۵ m
Sf = 1 m
Sf = 1.5 m
Sf = 2 m
Sf = 2.5 m
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴

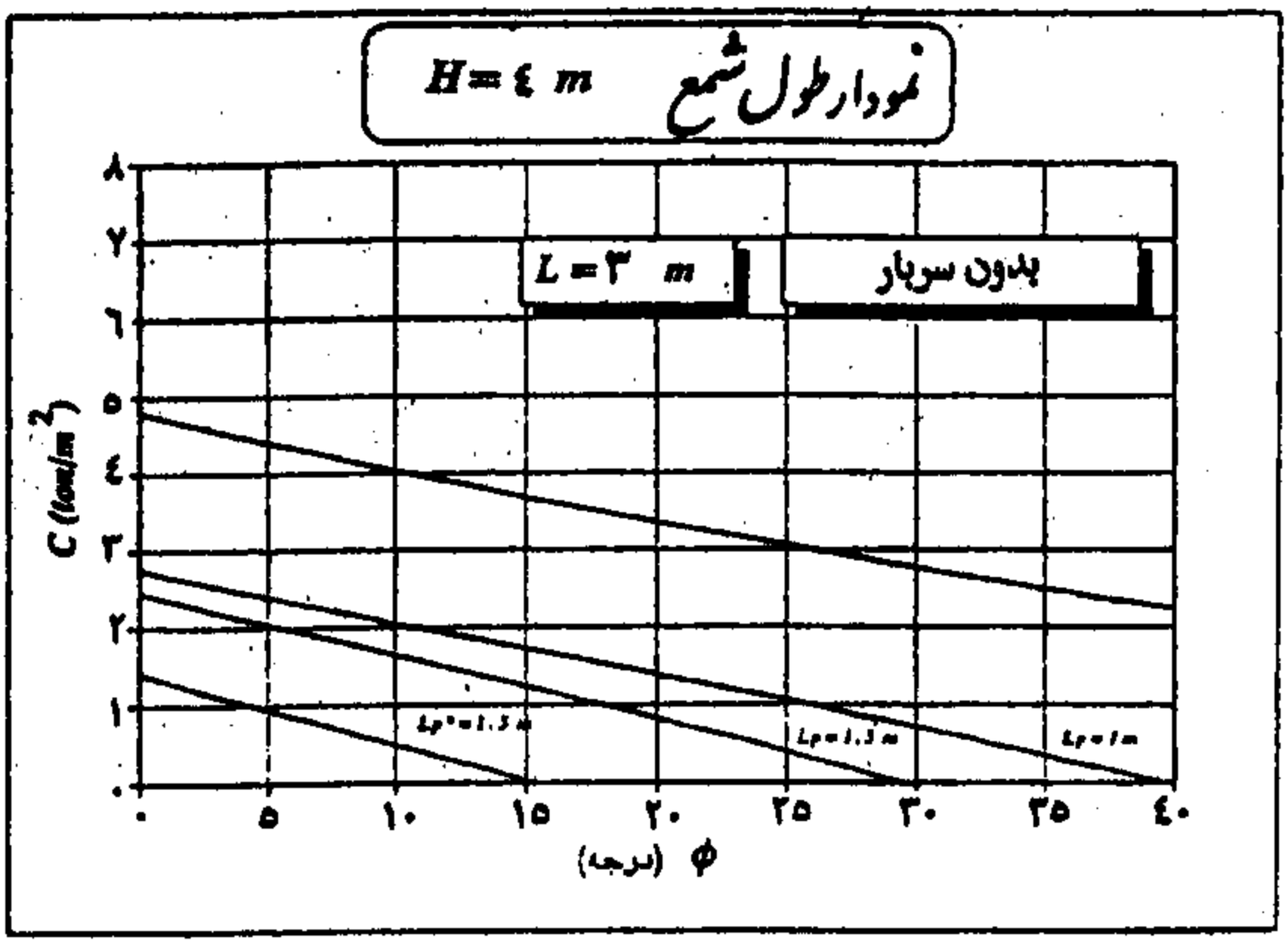

نمودار ابعادی H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q = ۲ ton / m²
Sf = 1 m
Sf = 1.5 m
Sf = 2 m
Sf = 2.5 m
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
۰ ۲ ۴ ۶ ۸ ۱۰ ۱۲ ۱۴ ۱۶ ۱۸ ۲۰ ۲۲ ۲۴

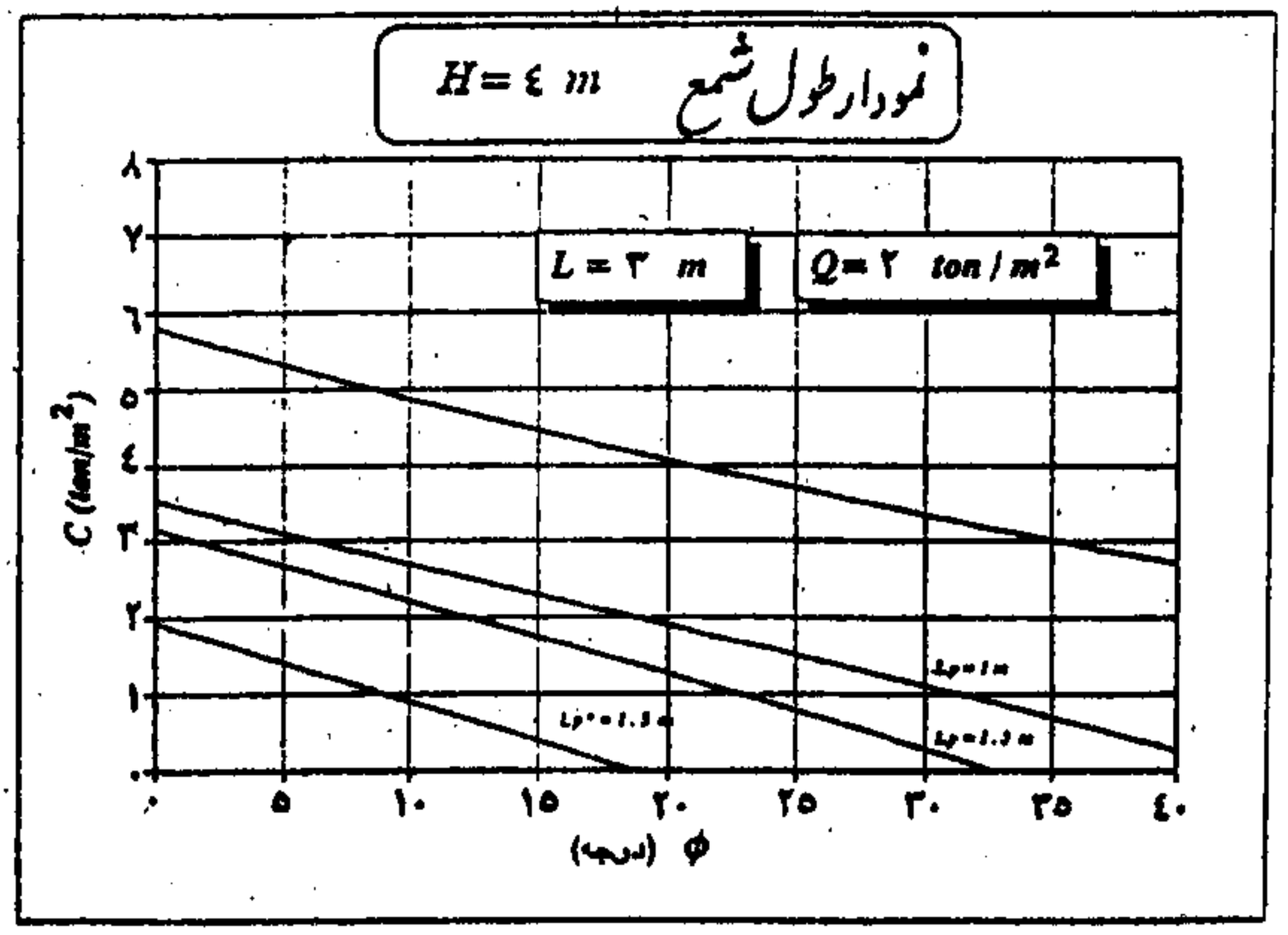
نمودار ابعادی
H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 1 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
Bf = 2.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار ابعادی
H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Bf = 1 m
Bf = 1.5 m
Bf = 2 m
Bf = 2.5 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

نمودارهای کمک طرّاحی

تعیین طول شمع

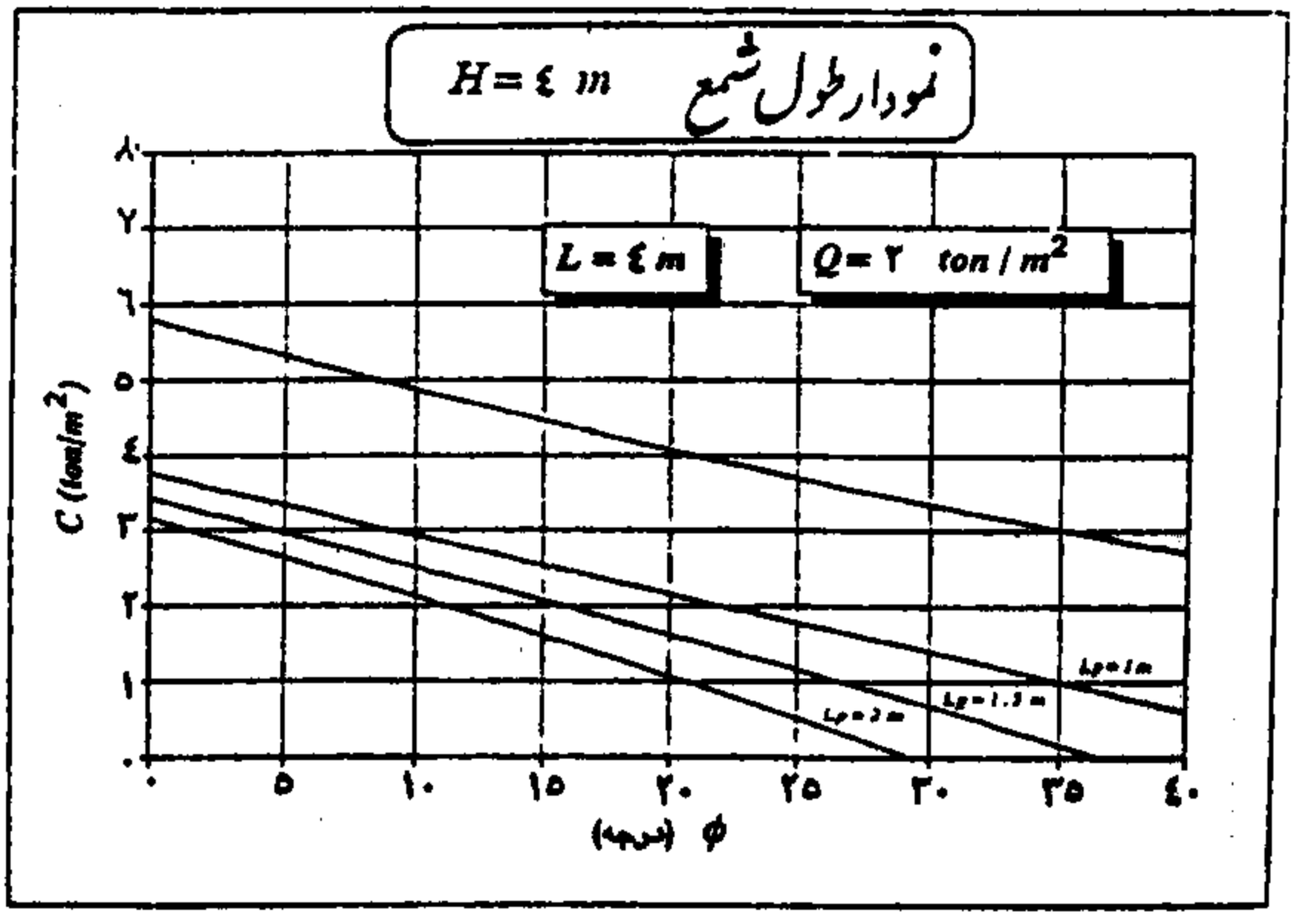

نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٣ m
بدون سربار
C (ton/m²)
٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
ϕ (درجه)


نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٣ m
Q = ٢ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)

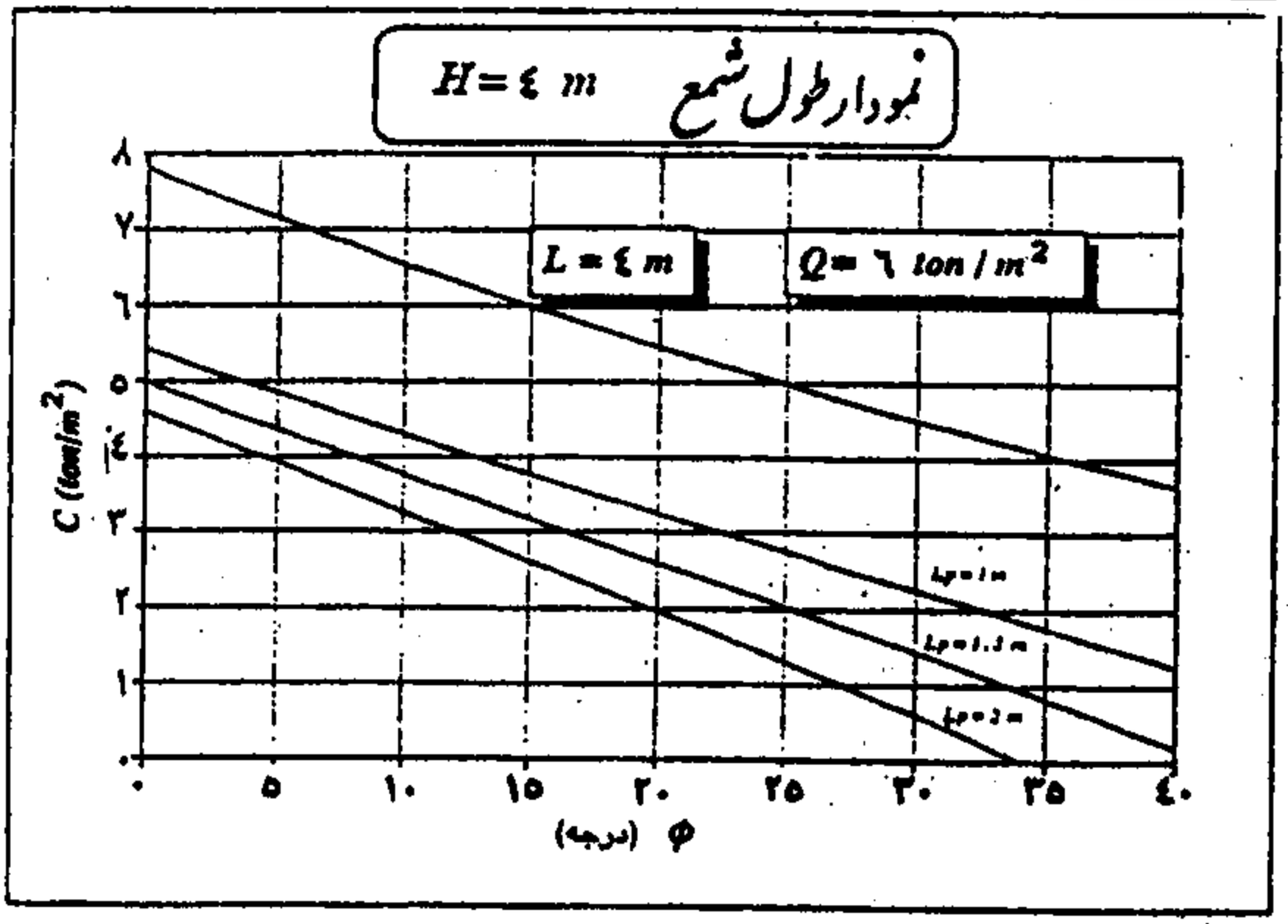
نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٣ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
٨
٧
٦
٥
٤
٣
٢
١
٠
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
φ (درجه)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m

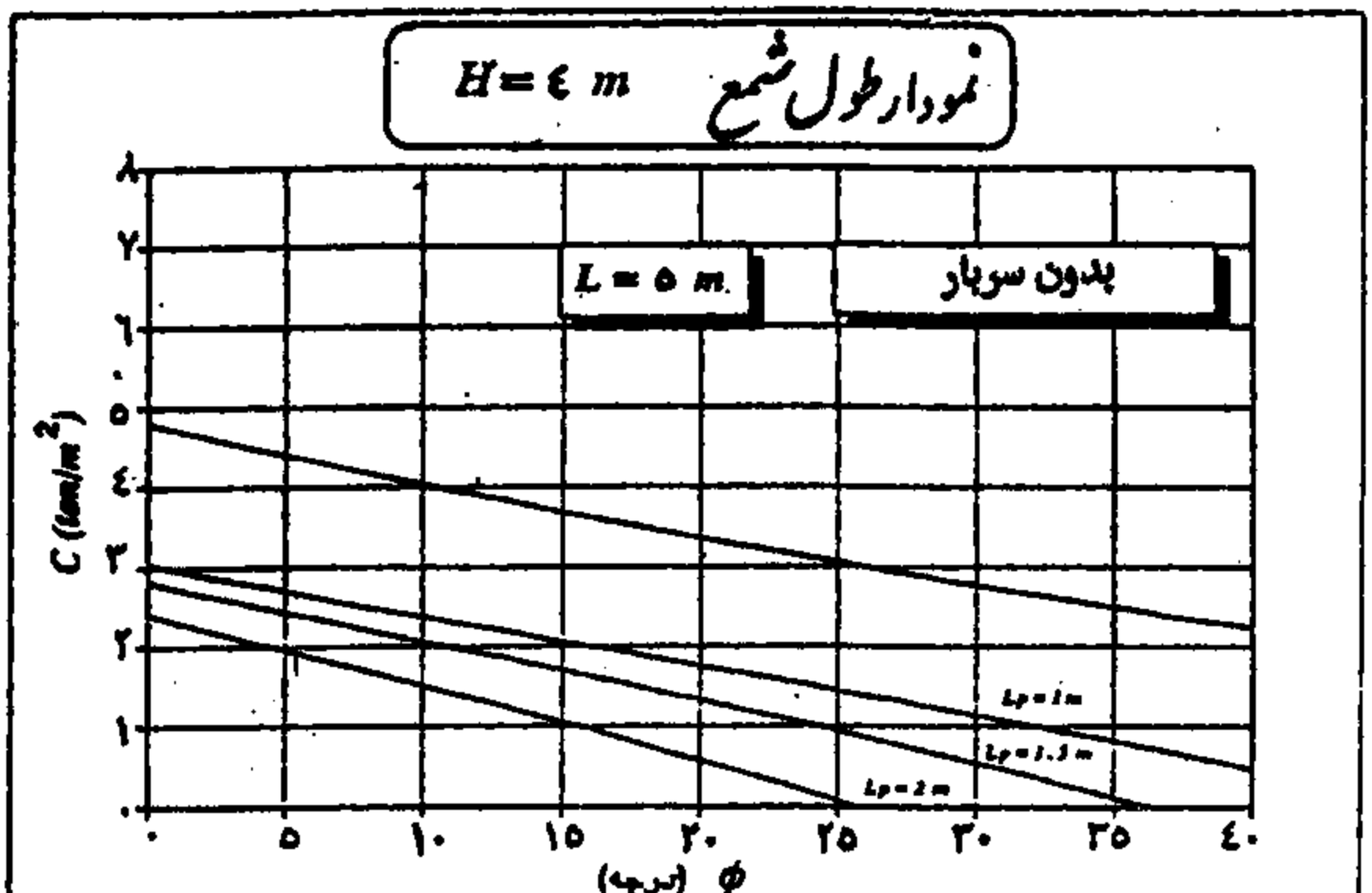
نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٣ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
٨
٧
٦
٥
٤
٣
٢
١
٠
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
φ (درجه)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m

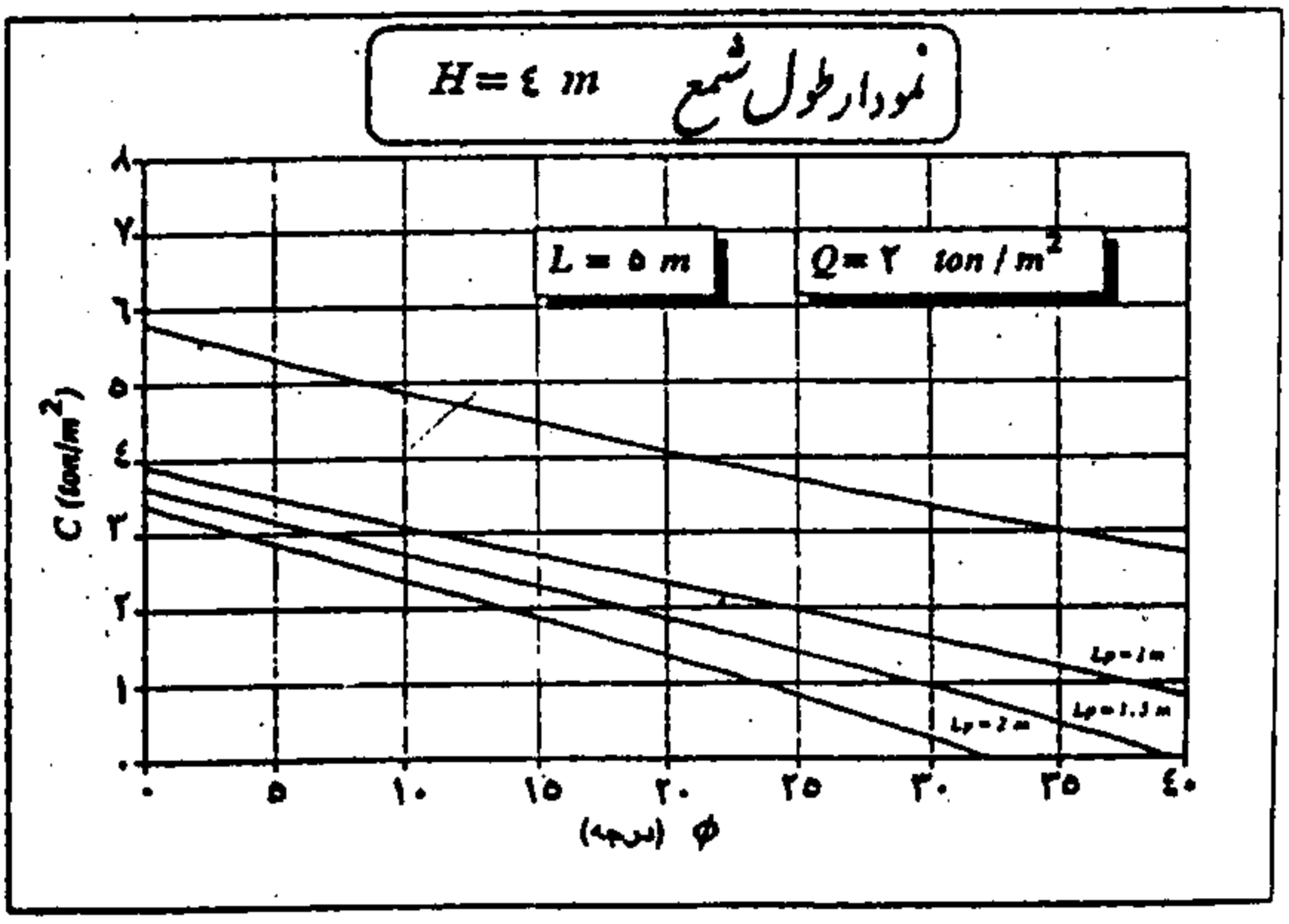
نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
Lp=1.5 m
Lp=1 m
Lp=2 m


نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٤ m
Q = ٢ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
Lp=1 m
Lp=1.5 m
Lp=2 m

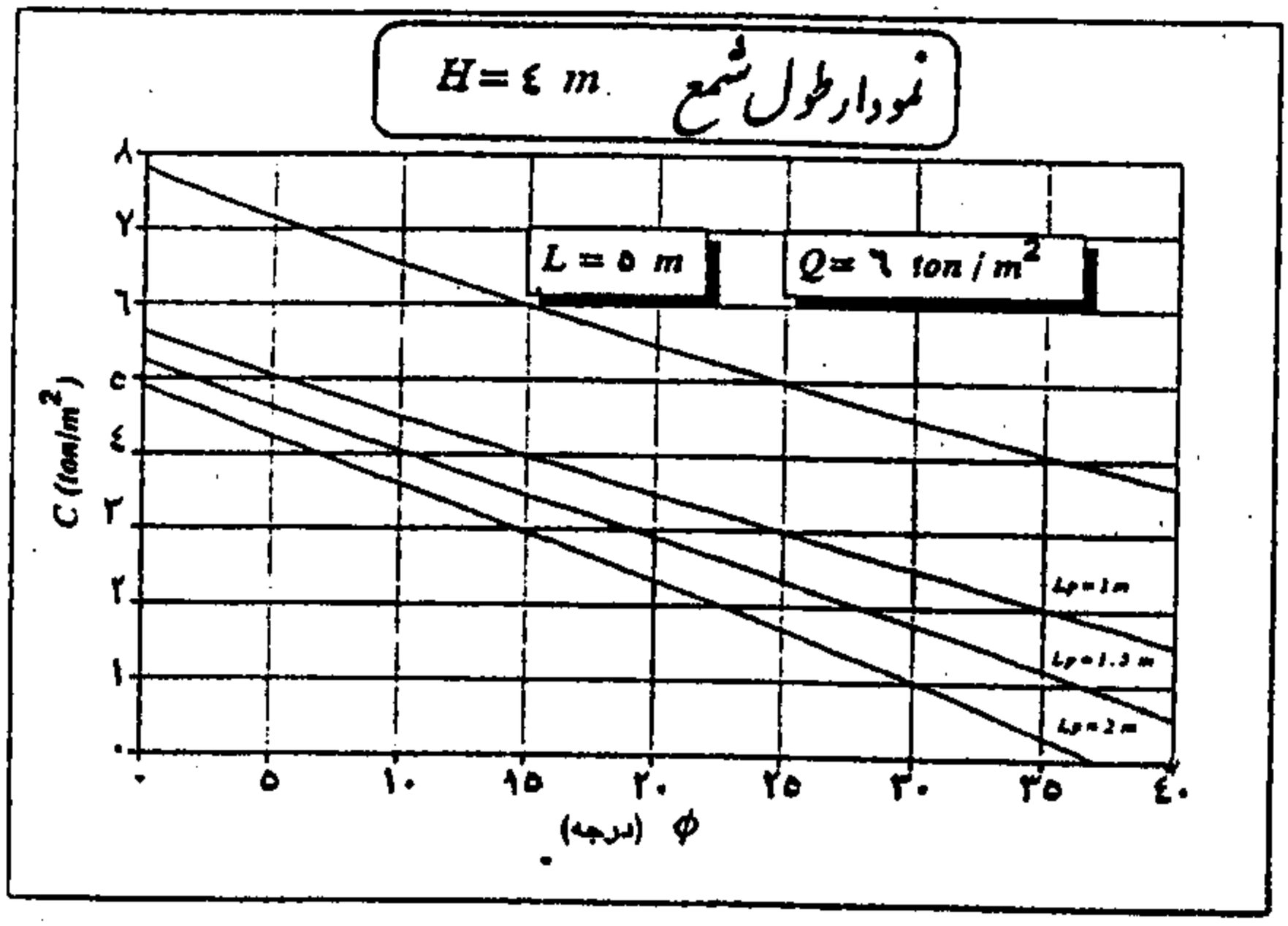
نمودار طول شمع
H= ٤ m
L = ٤ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

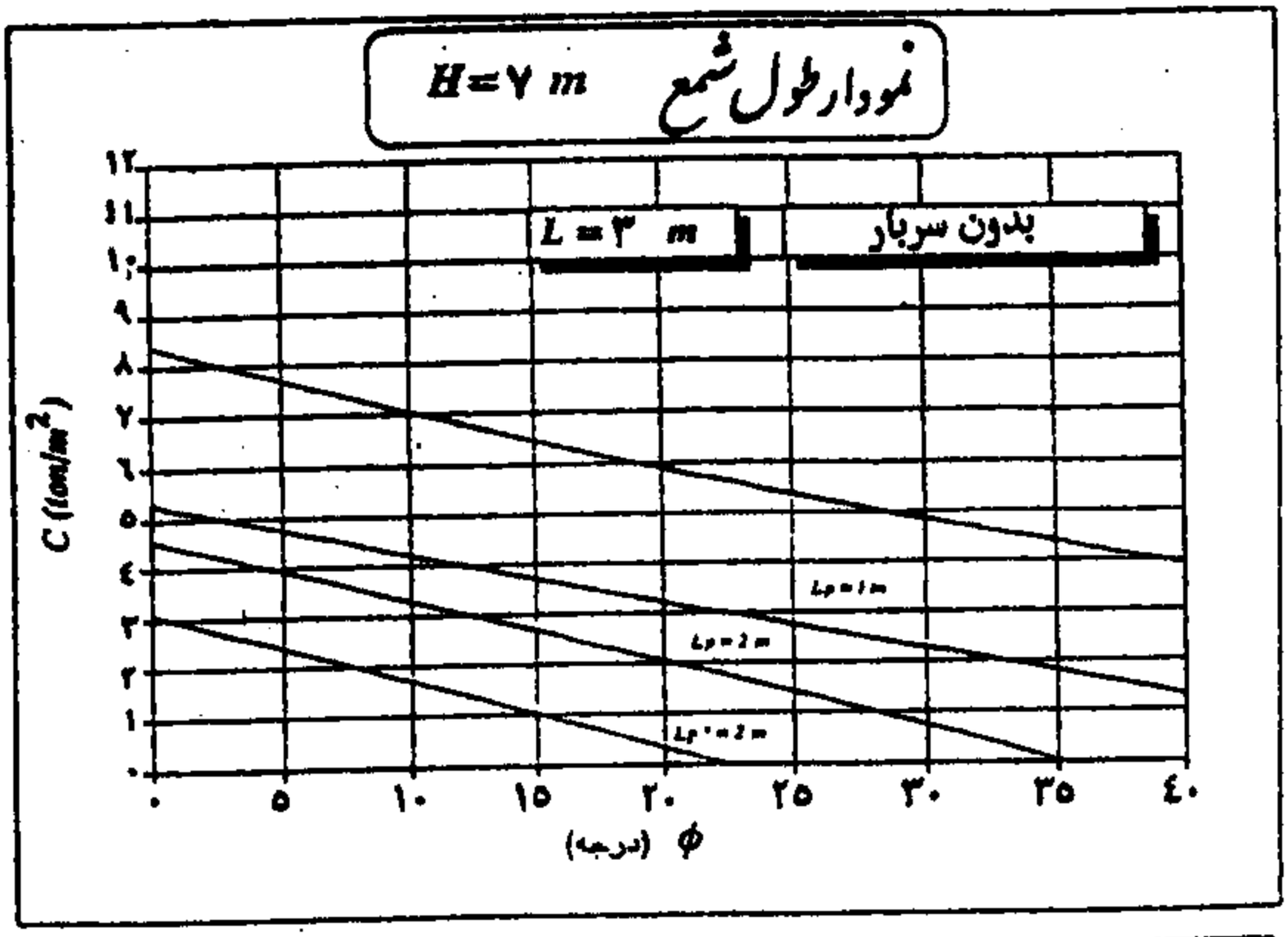

نمودار طول شمع
H= ٤ m
L = ٤ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
٠
٥
١٠
١٥
٢٠
٢٥
٣٠
٣٥
٤٠
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨

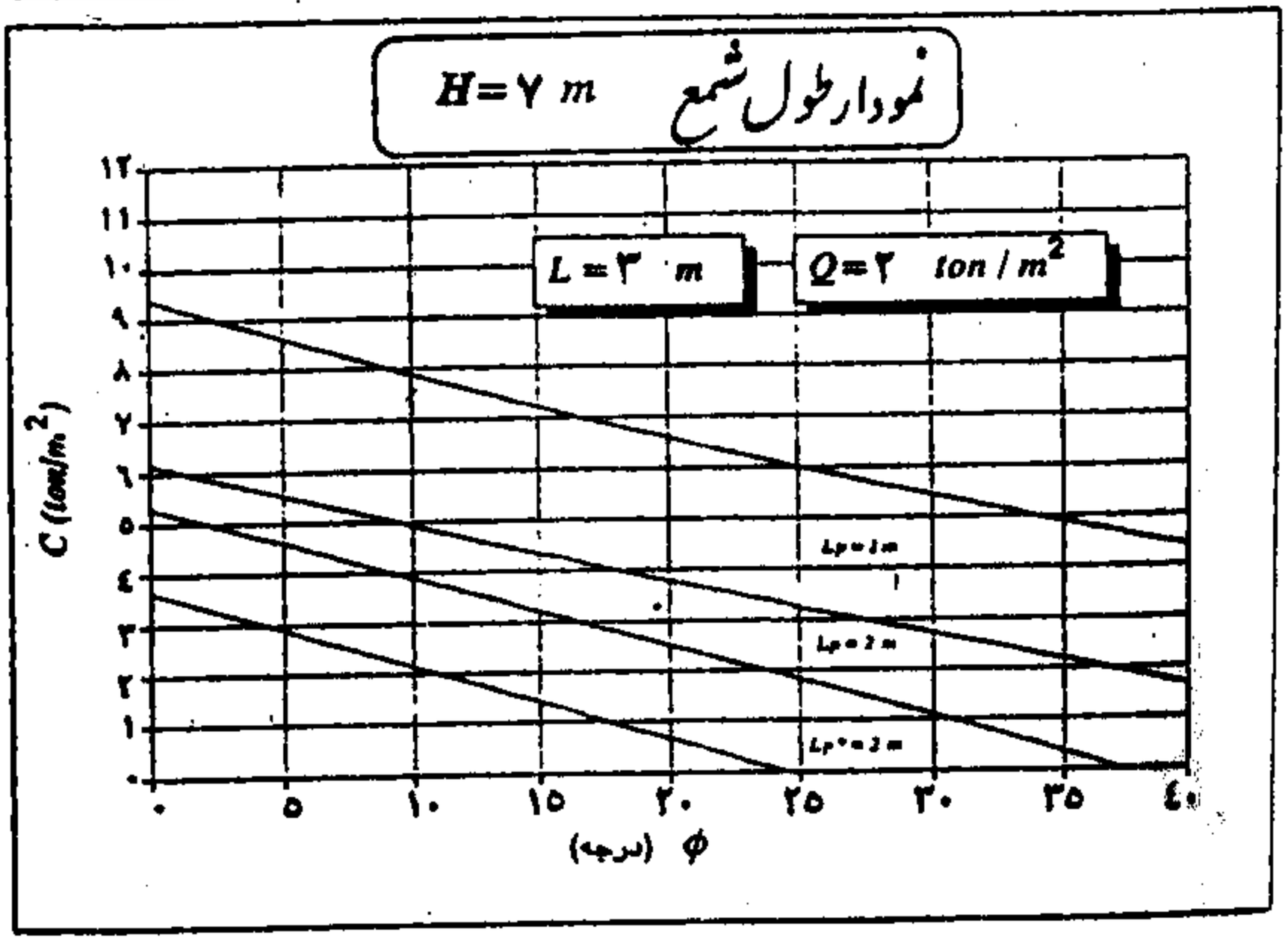

نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٥ m.
بدون سربار
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m
Lp = 2 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

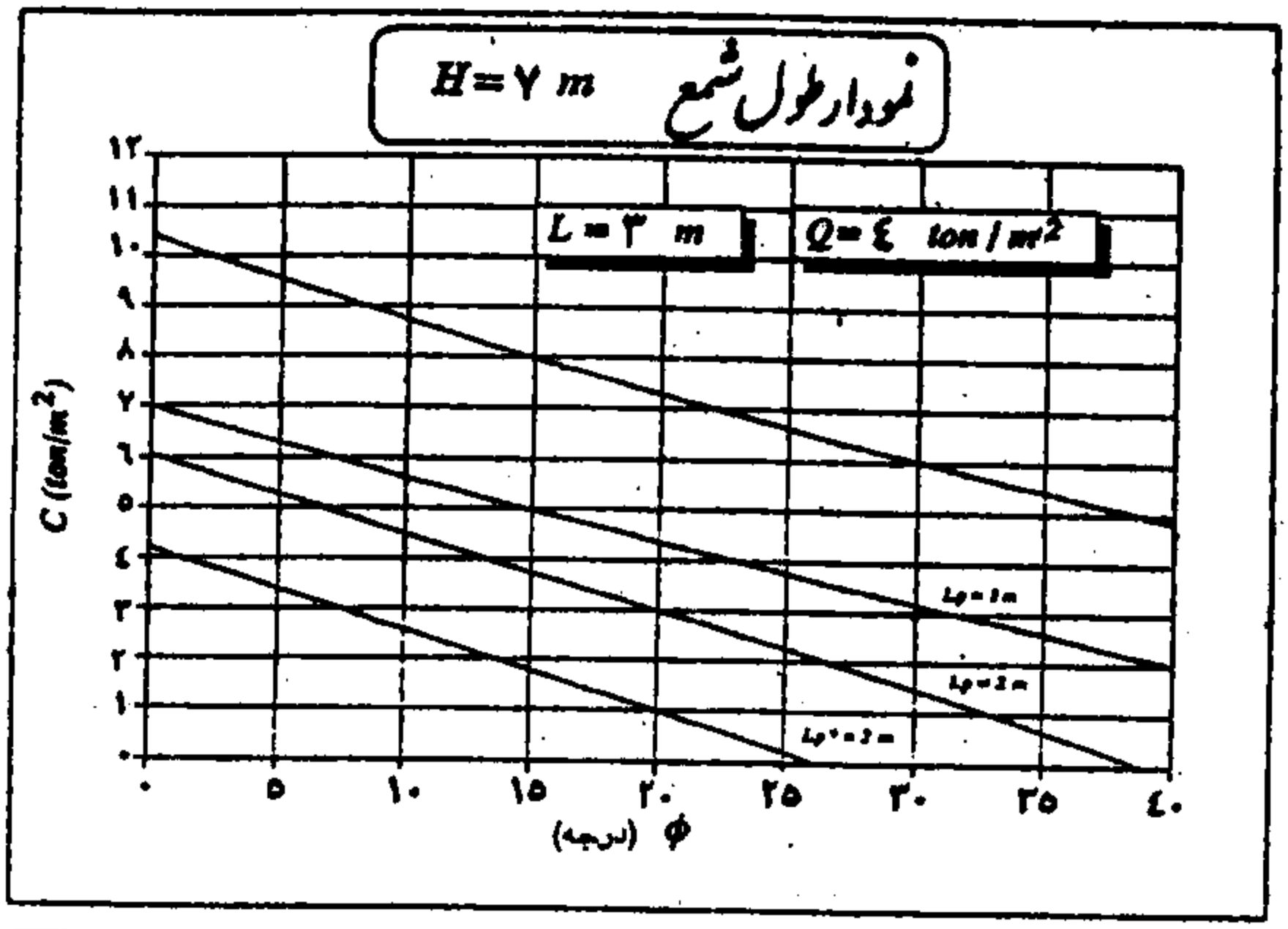

نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٢ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m
Lp = 2 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

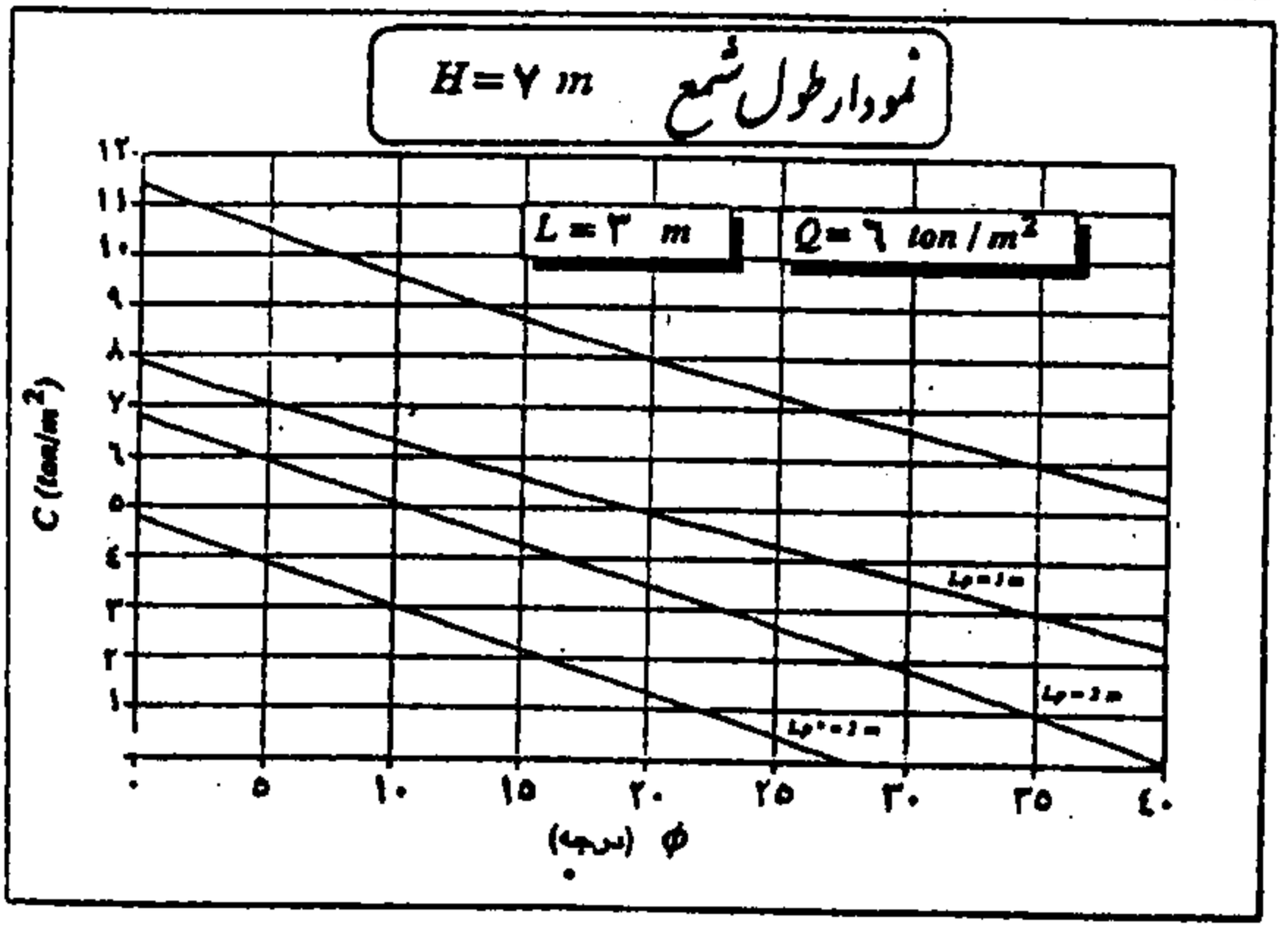
نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m
Lp = 2 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

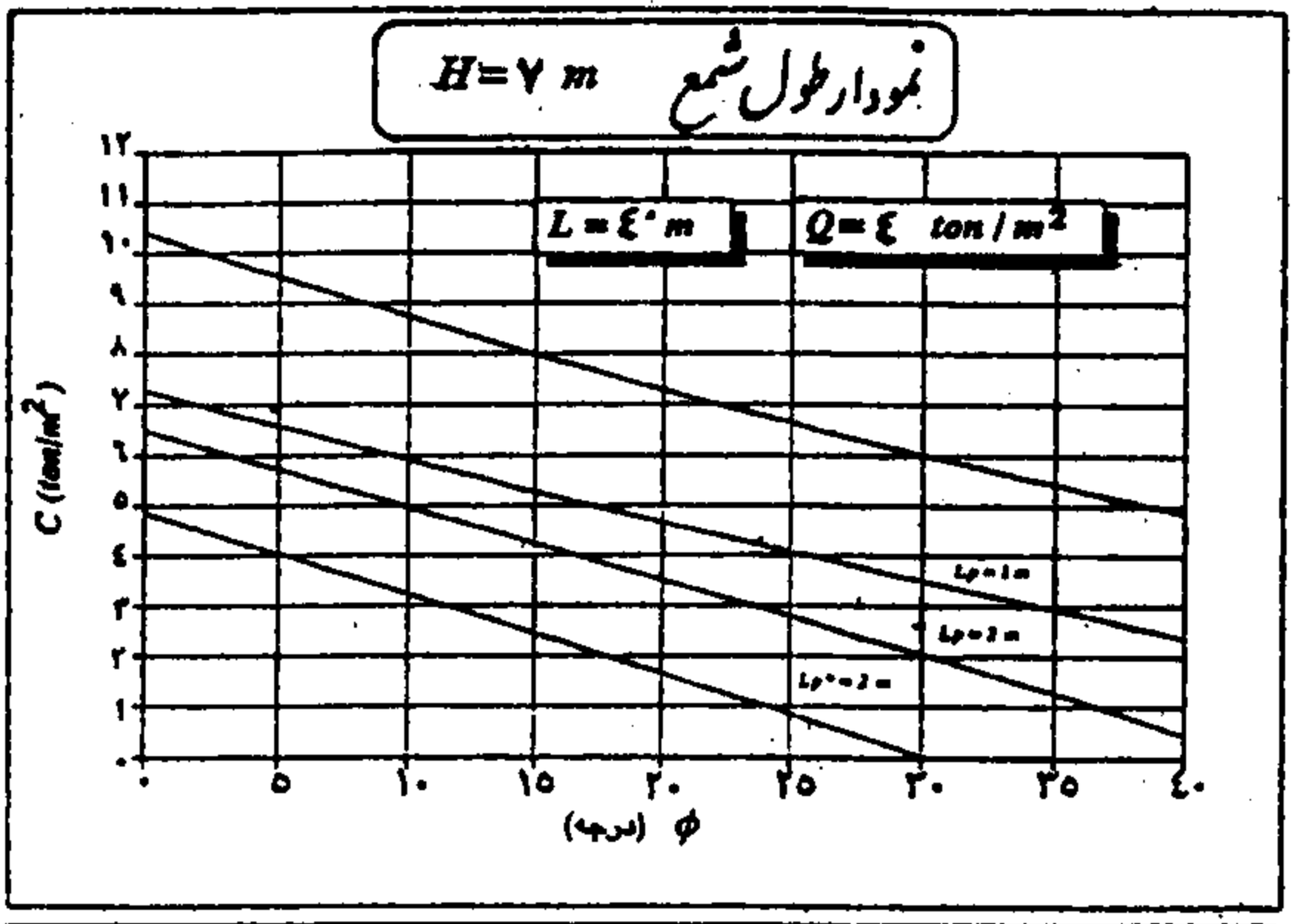

نمودار طول شمع
H = ٤ m
L = ٥ m
Q = ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 1.5 m
Lp = 2 m
٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
ϕ (درجه)

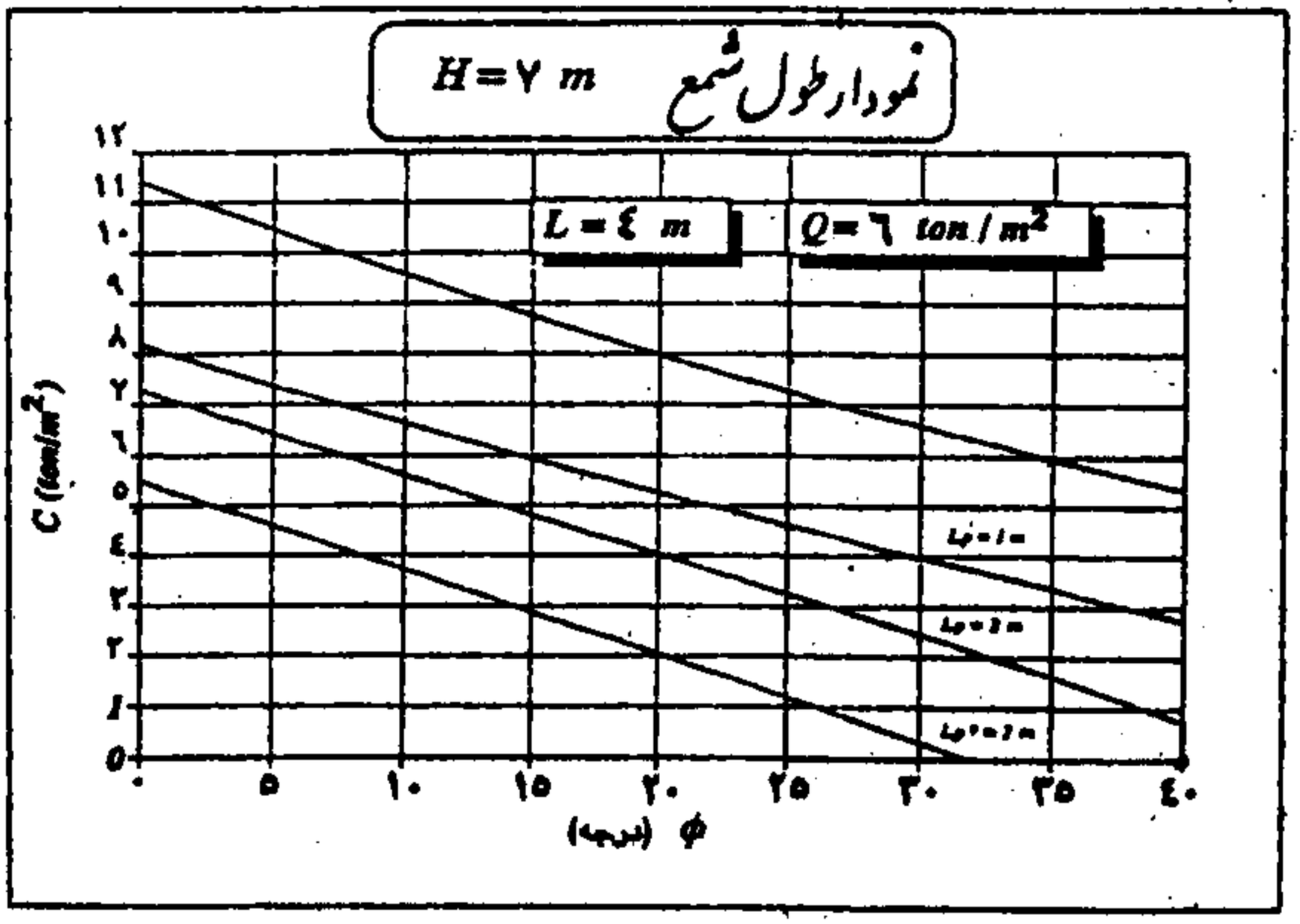

نمودار طول شمع H=۷ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 2 m
Lp = ∞ m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

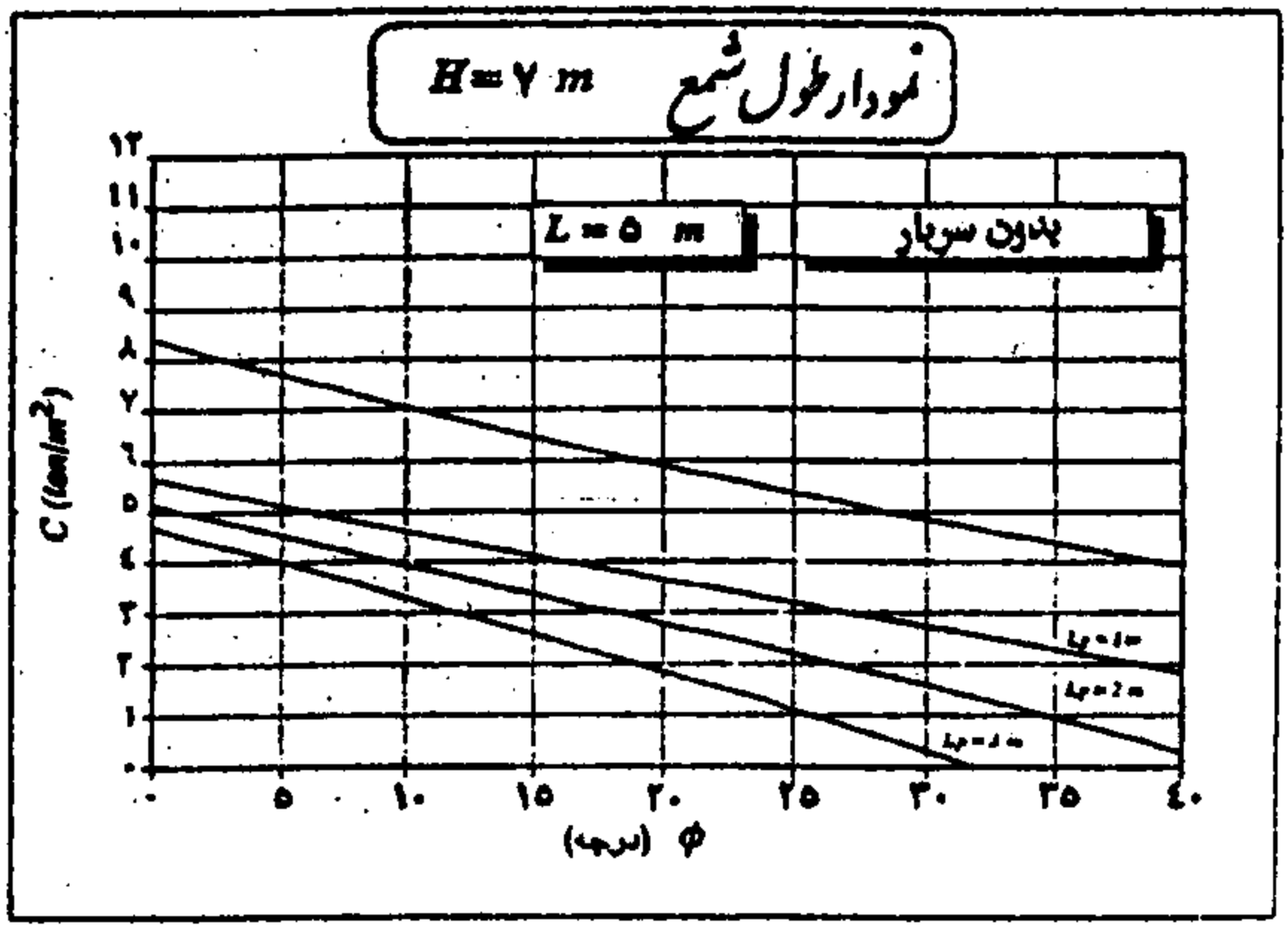

نمودار طول شمع H=۷ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = 1 m
Lp = 2 m
Lp = ∞ m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ۴۰
ϕ (درجه)

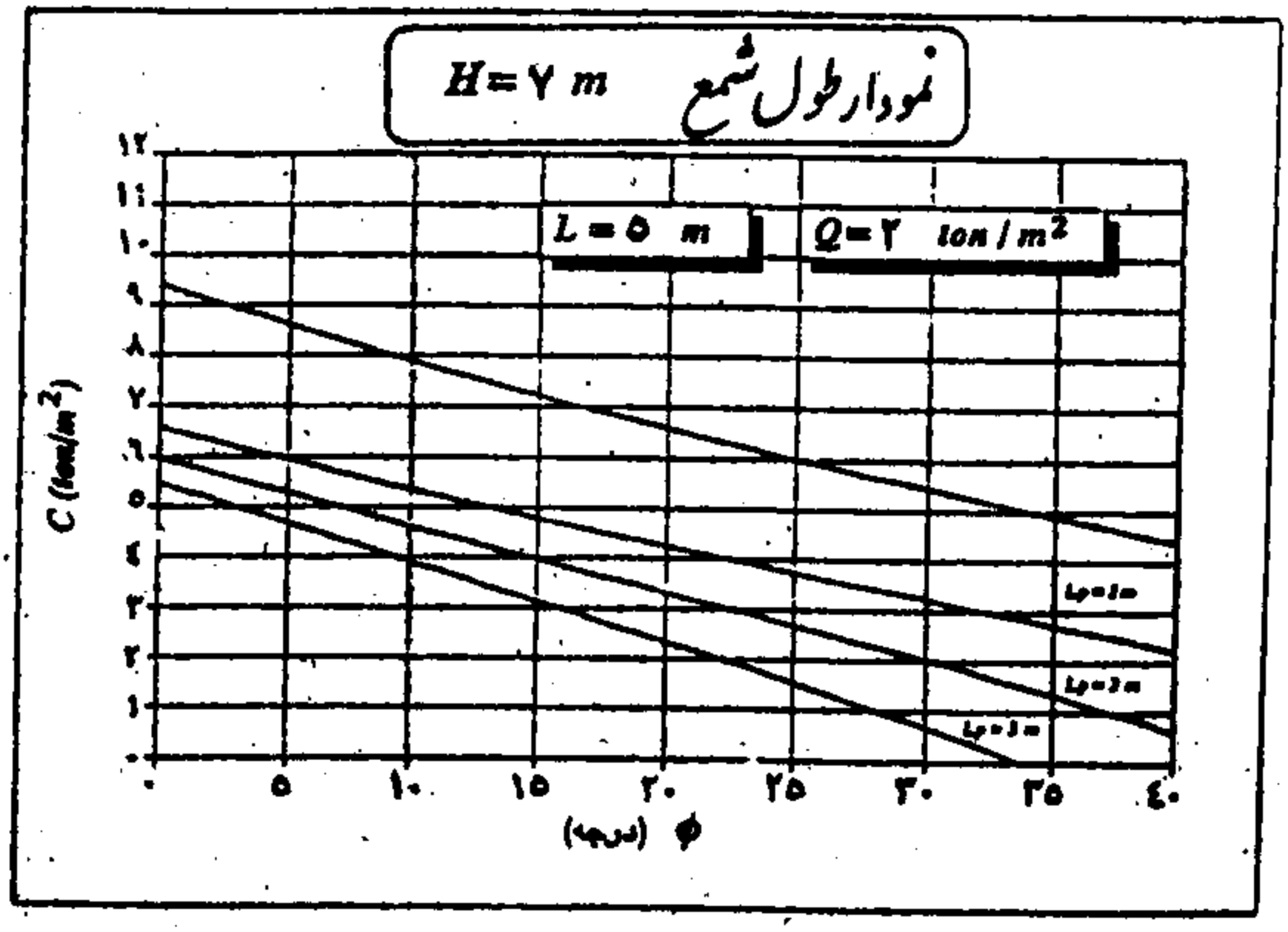

نمودار طول شمع
H=۷ m
L=۳ m
Q=٤ ton/m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
Lp=۱m
Lp=۲m
Lp=۳m


نمودار طول شمع
H=۷ m
L=۳ m
Q=٦ ton/m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
Lp=۱m
Lp=۲m
Lp=۳m


نمودار طول شمع
H=۷ m
L=٤٠ m
Q=٤ ton/m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
Lp=۱ m
Lp=۲ m
Lp=۳ m

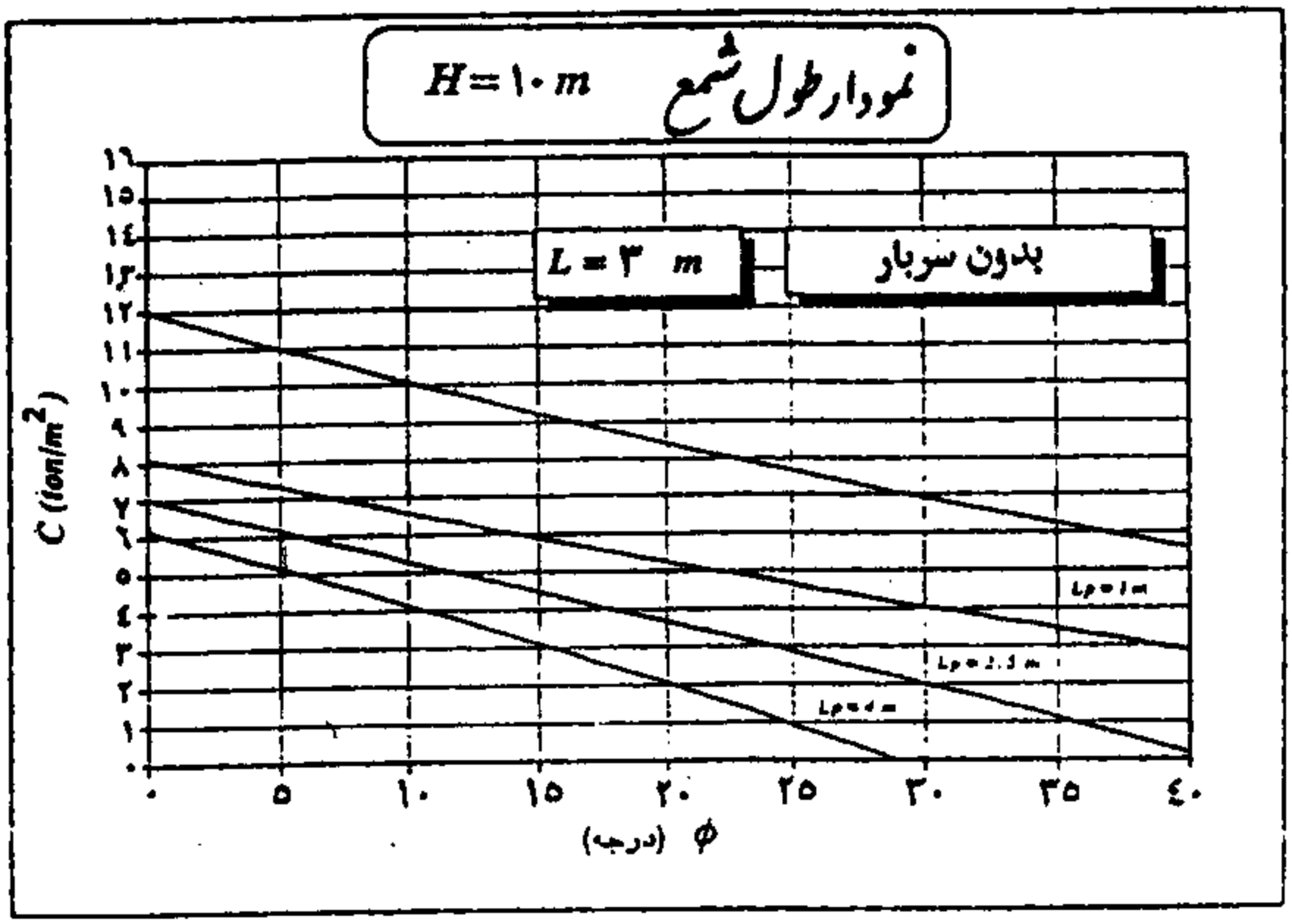

نمودار طول شمع
H=۷ m
L=٤ m
Q=٦ ton/m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
Lp=۱ m
Lp=۲ m
Lp=۳ m

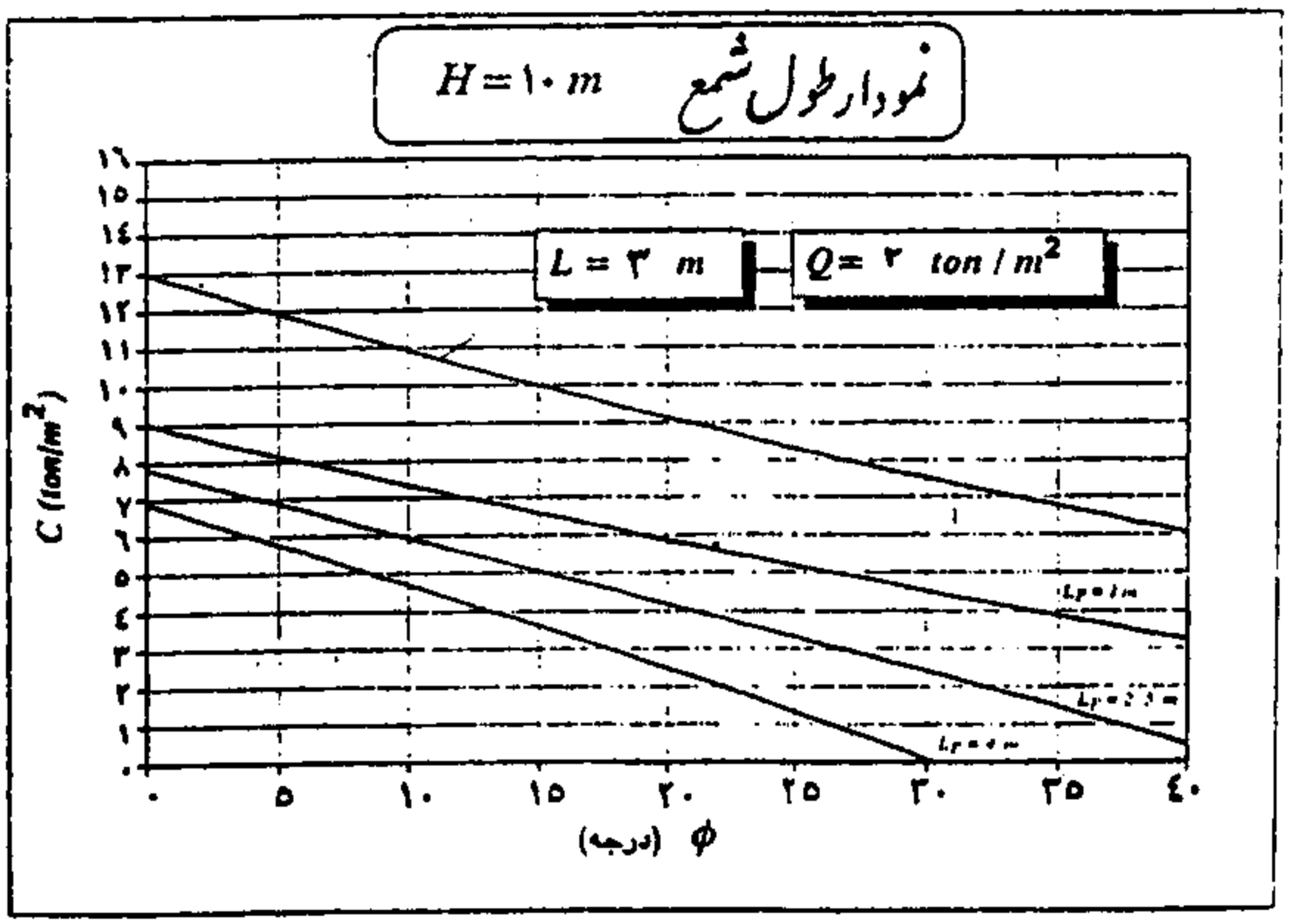

نمودار طول شمع
H=۷ m
بدون سربار
L=۵ m
C (ton/m²)
φ (درجه)


نمودار طول شمع
H=۷ m
L=۵ m
Q=۲ ton/m²
C (ton/m²)
φ (درجه)

نمودار طول شمع
H=۷ m
L = ۵۰ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

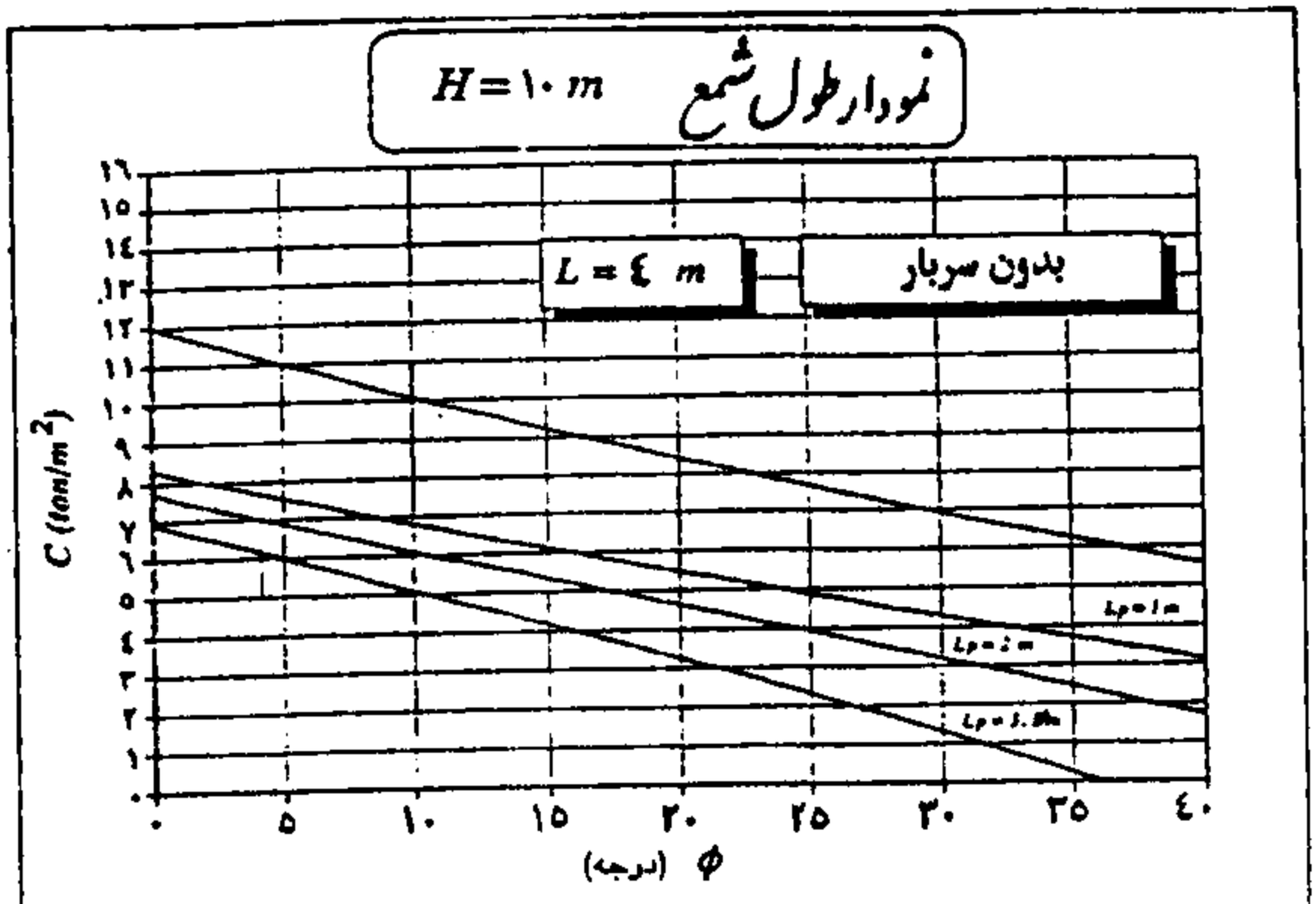
نمودار طول شمع
H=۷ m
L = ۵ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

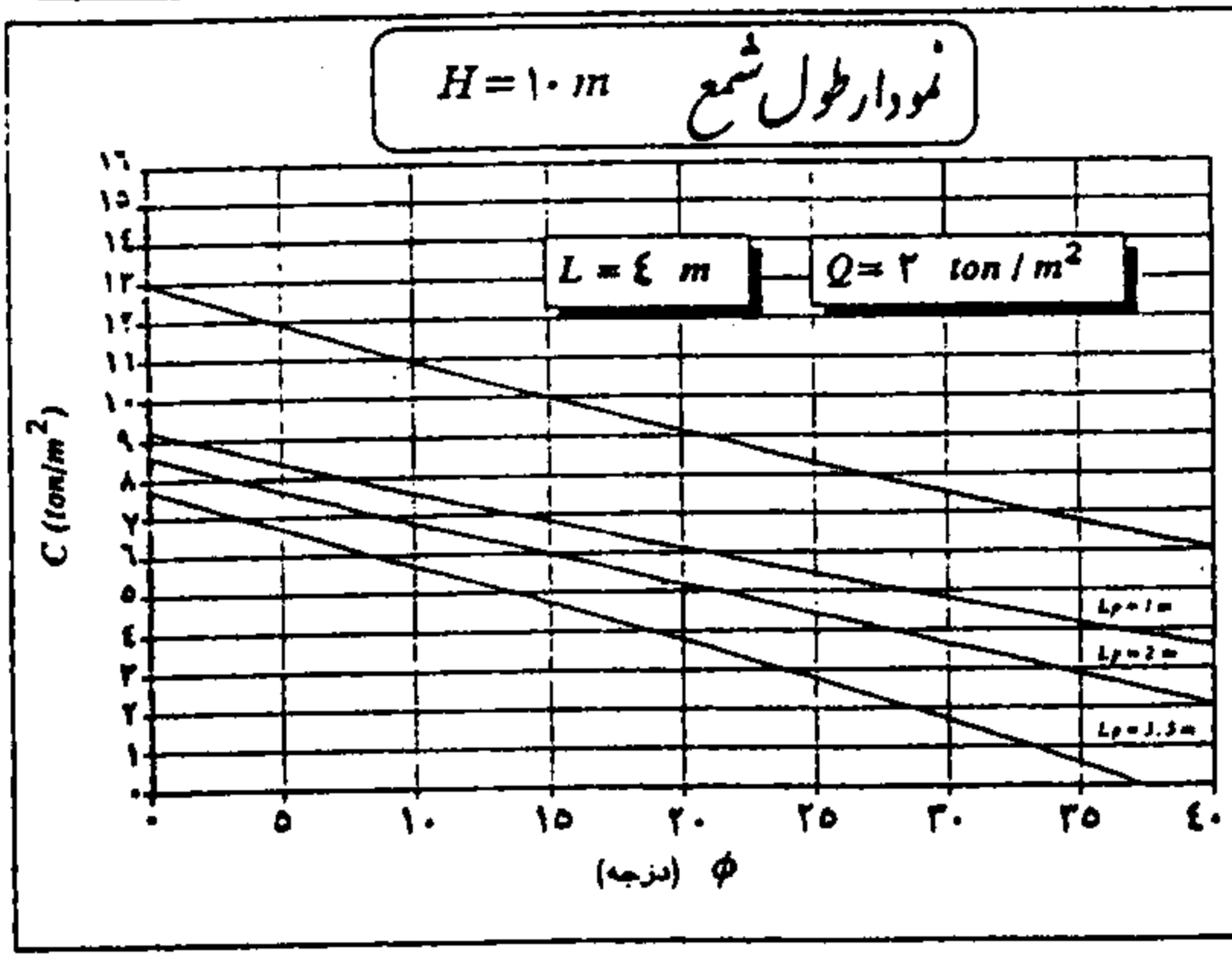

نمودار طول شمع
H = ۱۰ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
Φ (درجه)


نمودار طول شمع
H = ۱۰ m
L = ۳ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)

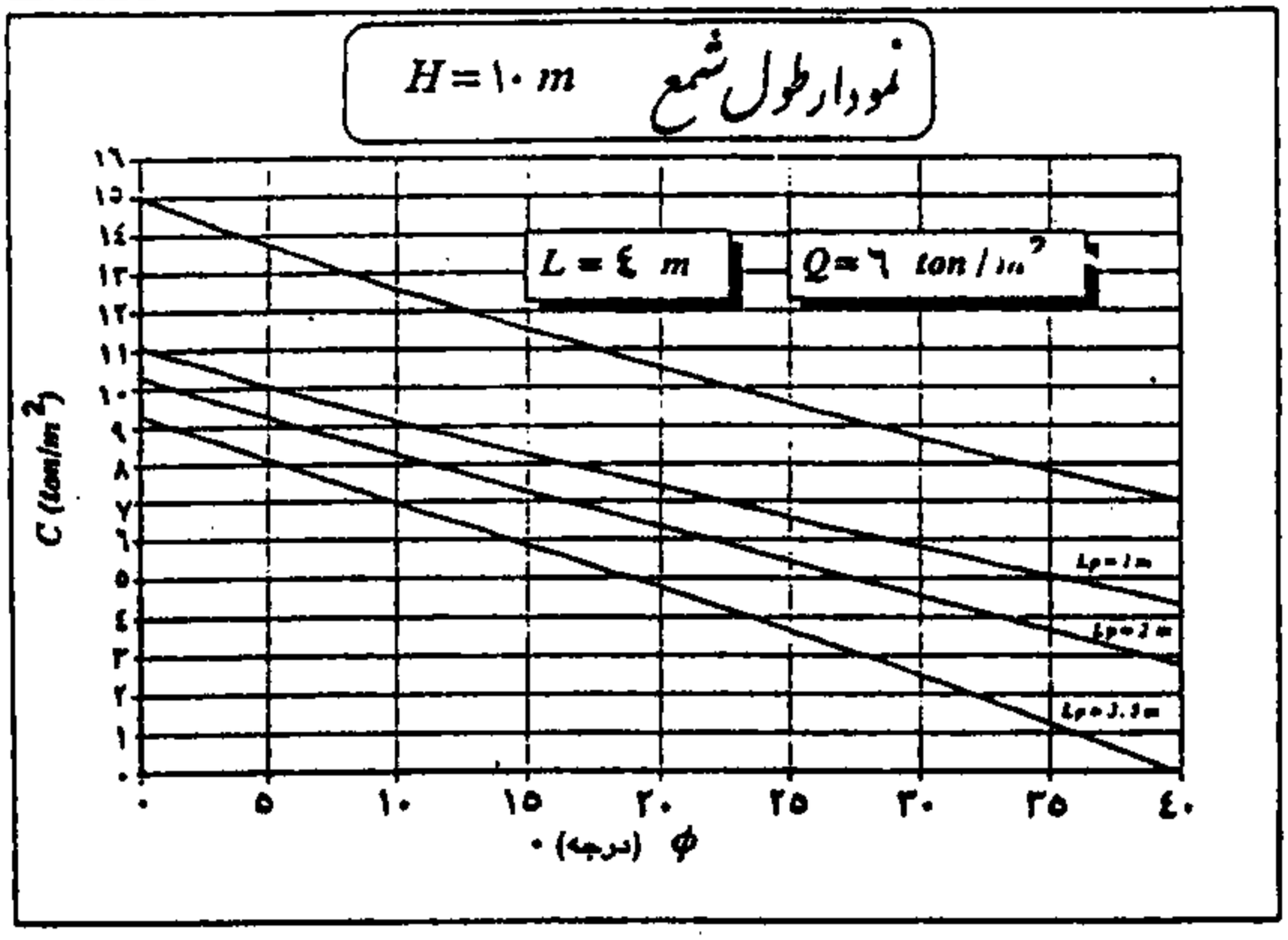
نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۳ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1 m
Lp=1.5 m
Lp=2 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۳ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1 m
Lp=1.5 m
Lp=2 m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
φ (درجه)

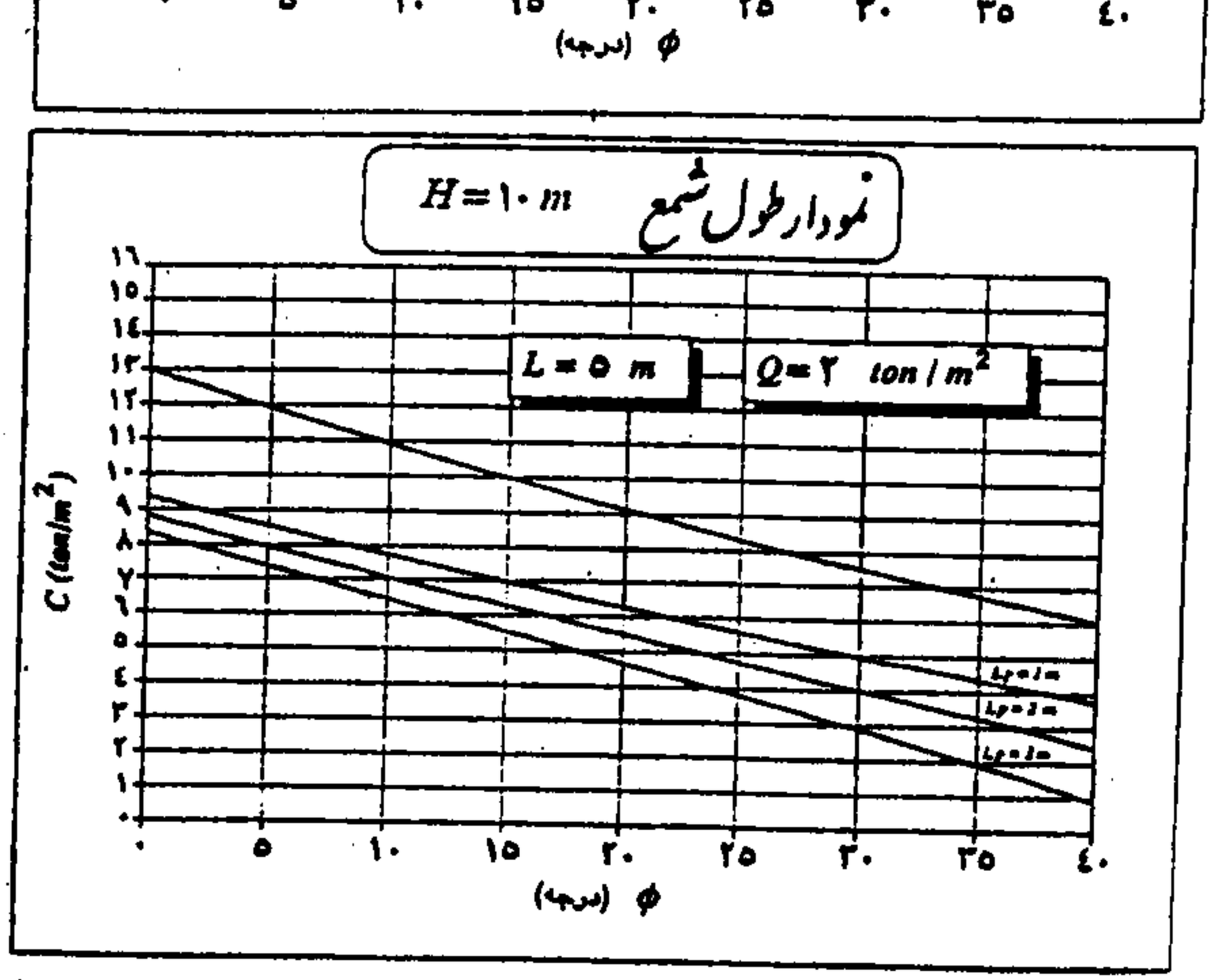

نمودار طول شمع
H = ۱۰ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰


نمودار طول شمع
H = ۱۰ m
L = ٤ m
Q = ۲ ton / m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

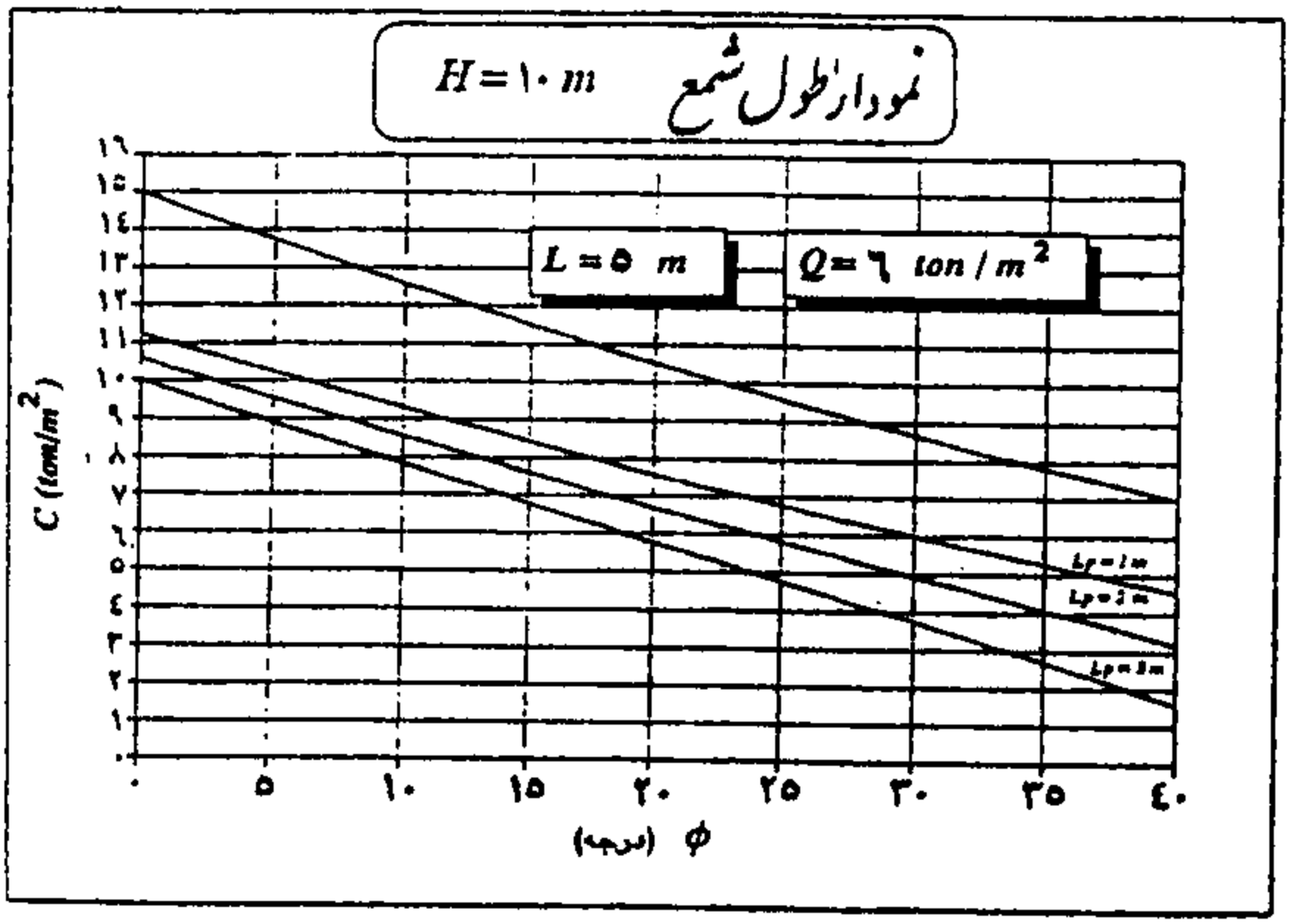
نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ٤ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=2m
Lp=3.3m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

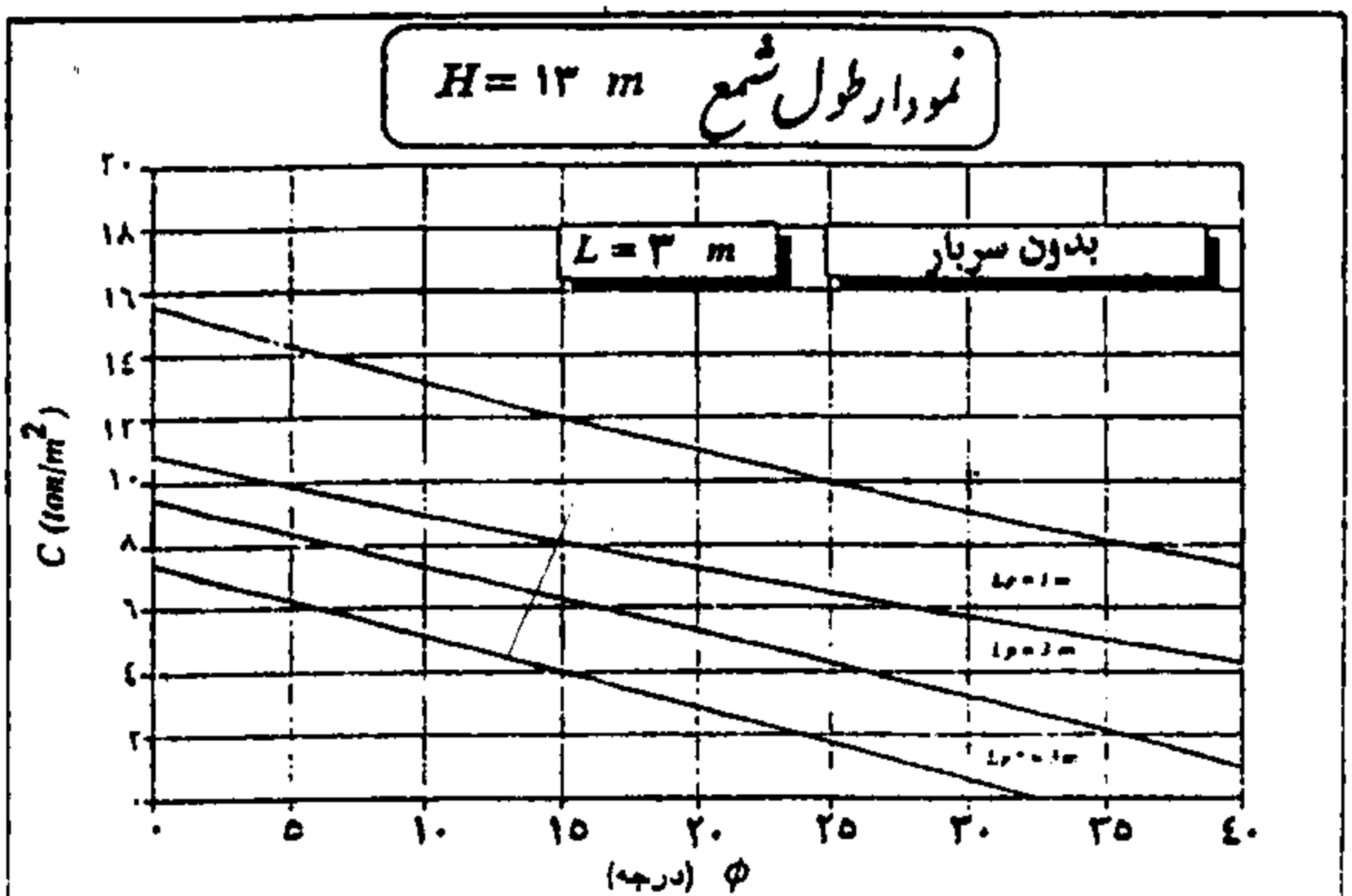

نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ٤ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=2m
Lp=3.3m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

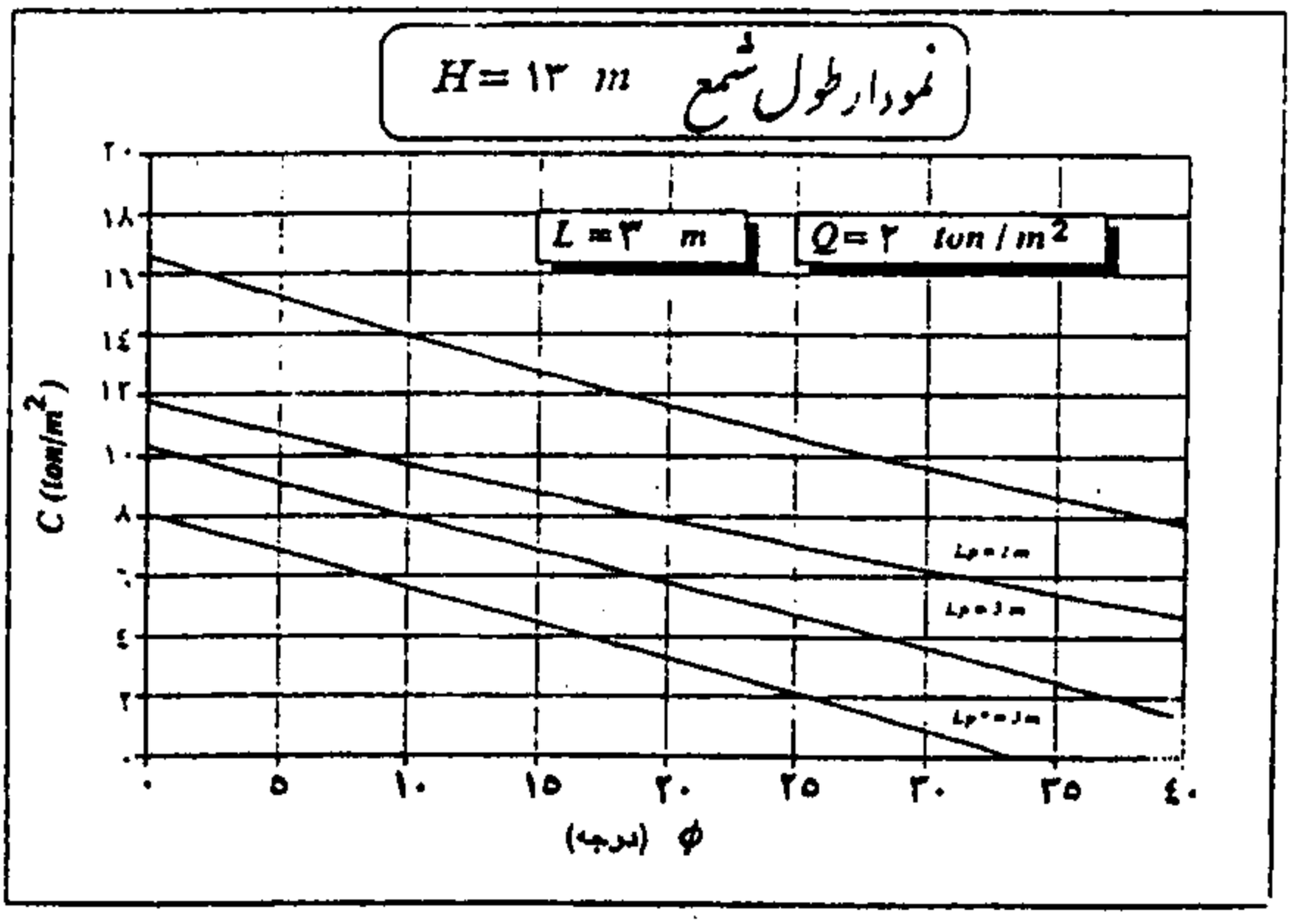
نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۵ m
بدون سربار
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰


نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۵ m
Q=۲ ton / m²
C (ton/m²)
φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰

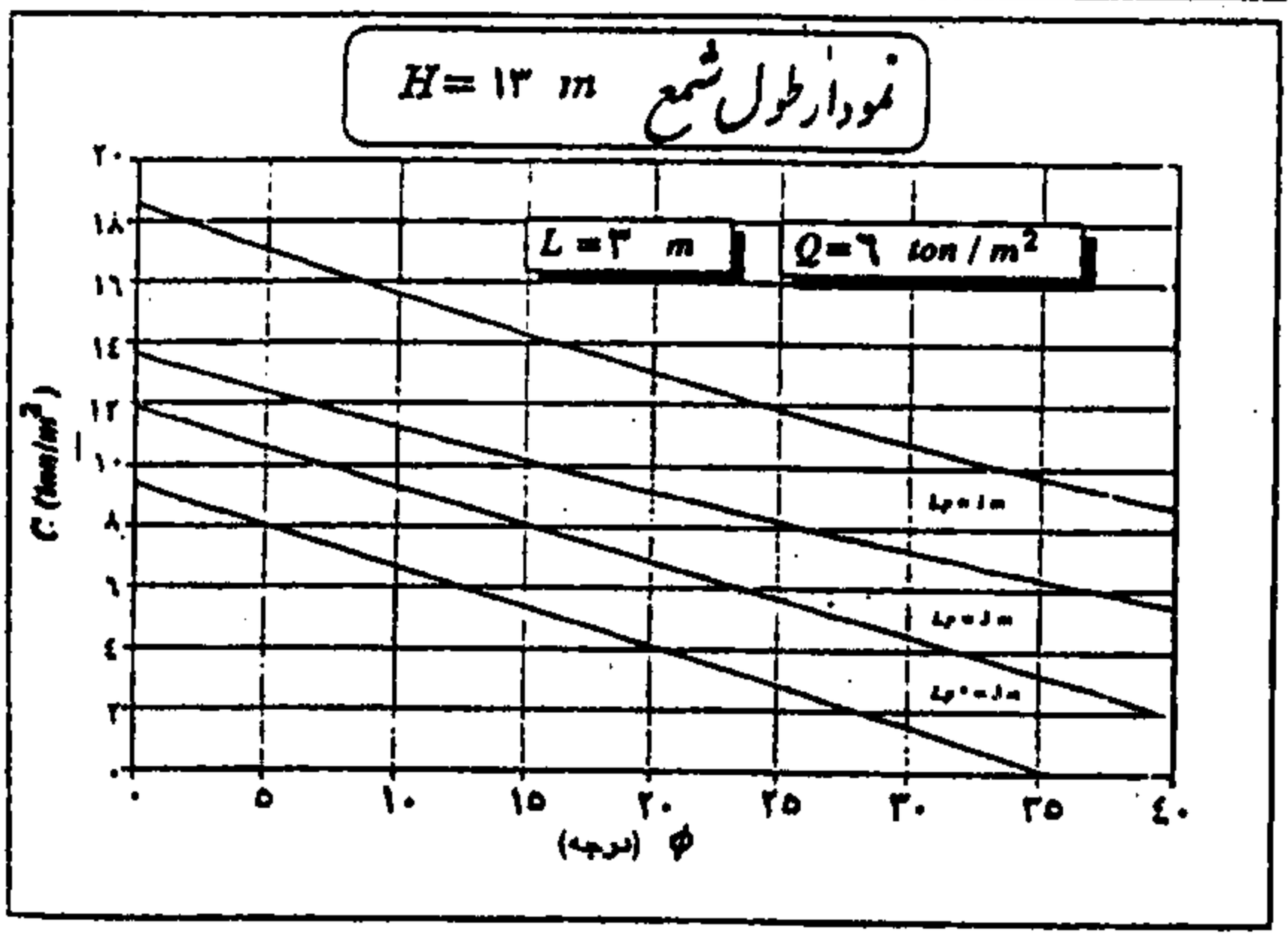
نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۵ ,m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=3m
Lp=5m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

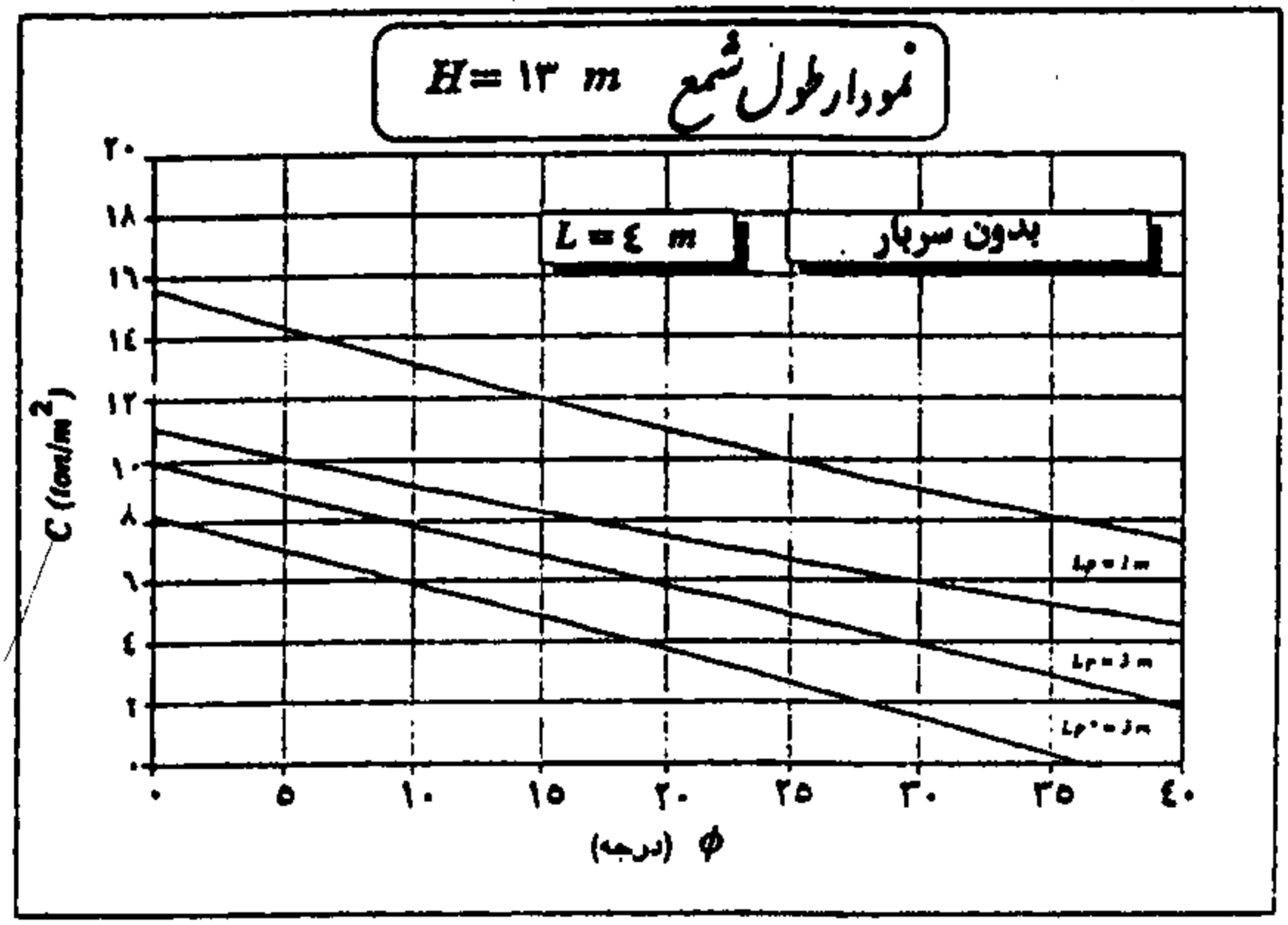

نمودار طول شمع
H=۱۰ m
L = ۵ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=3m
Lp=5m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

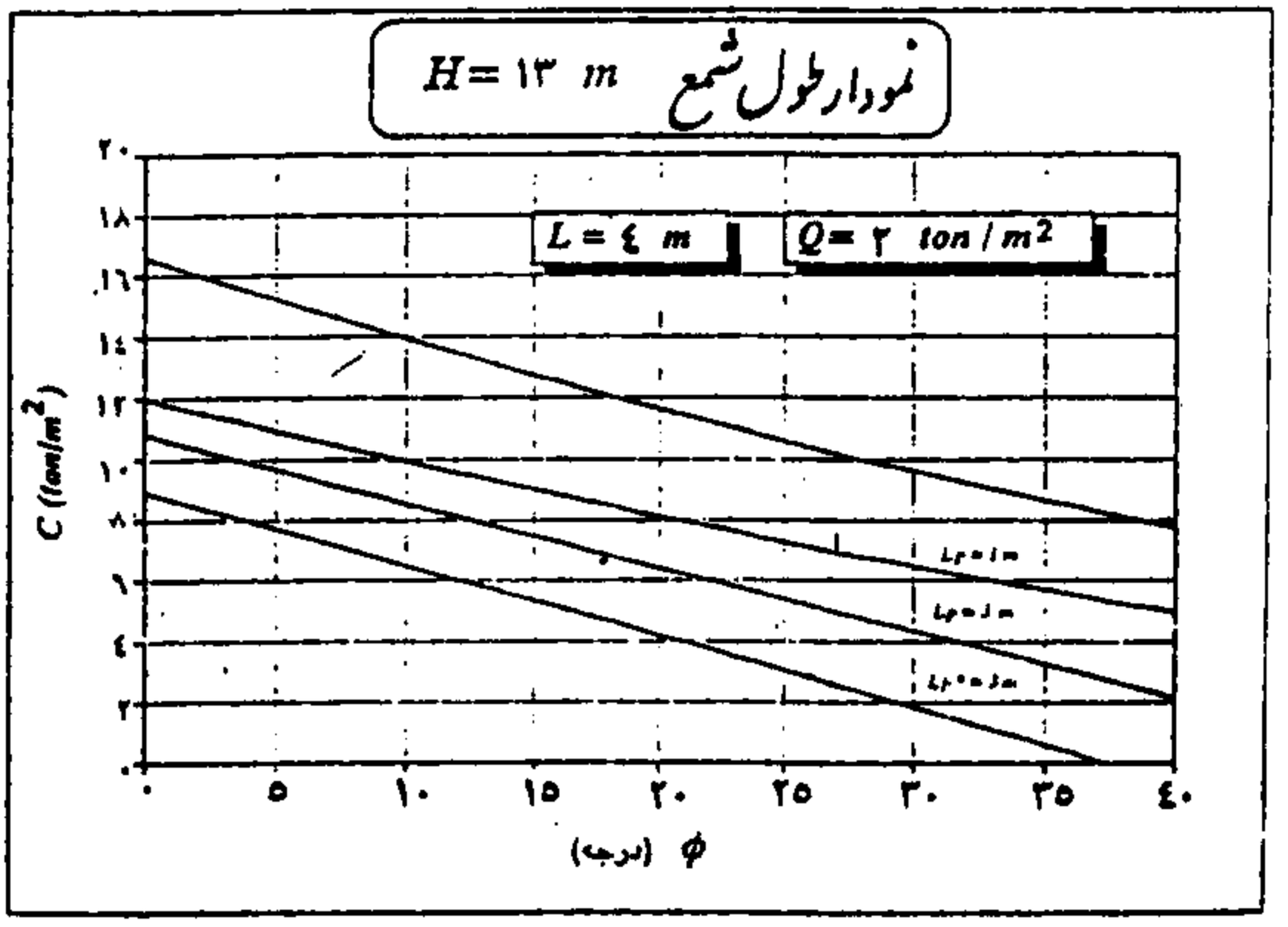

نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L = ۳ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
Φ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L = ۳ m
Q= ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
Φ (درجه)

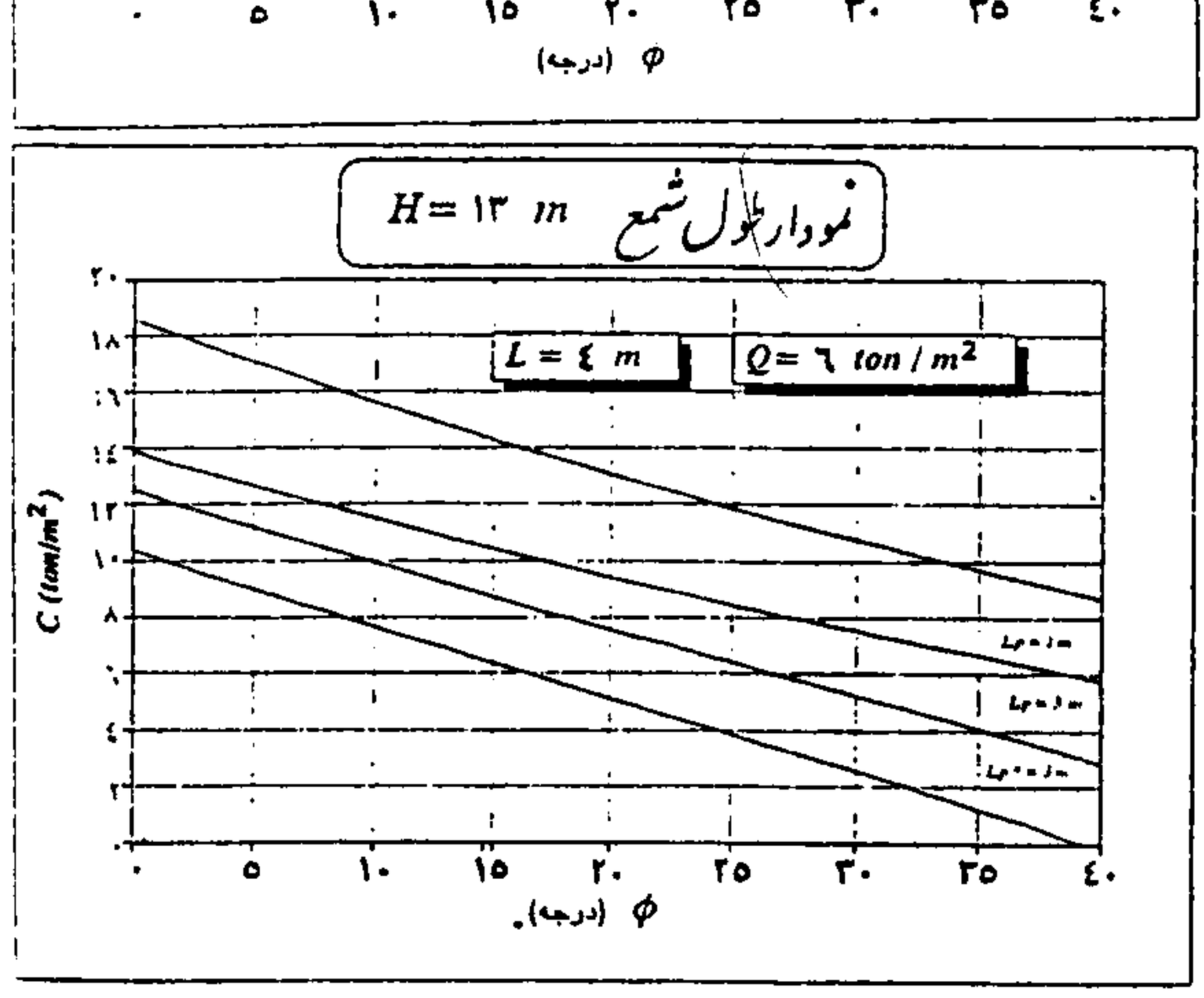
نمودار طول شمع
H= ۱۳ m
L =۳۰ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)


نمودار طول شمع
H= ۱۳ m
L =۳ m
Q=٦ ton / m²
C (ton/m²)
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)

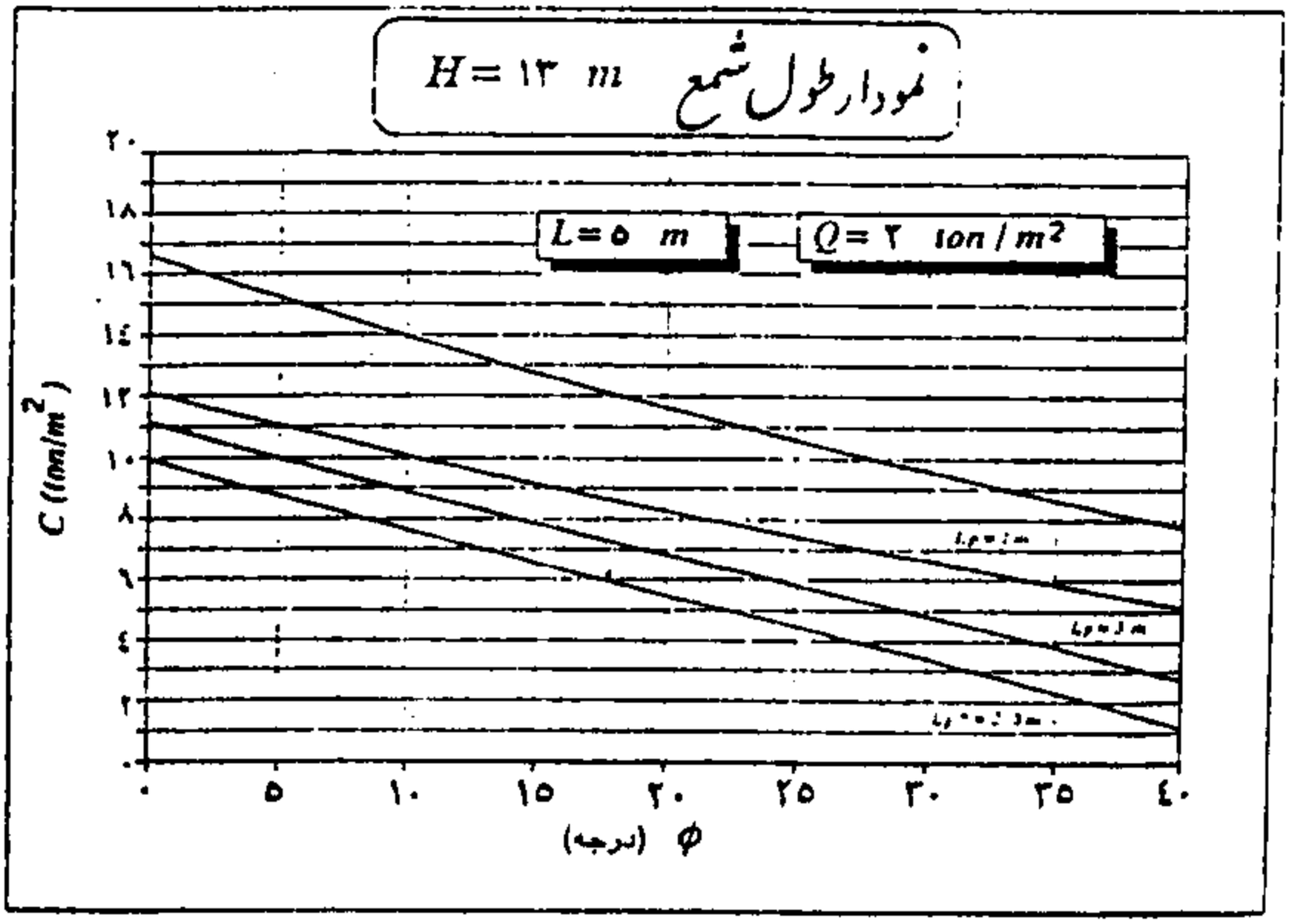

نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

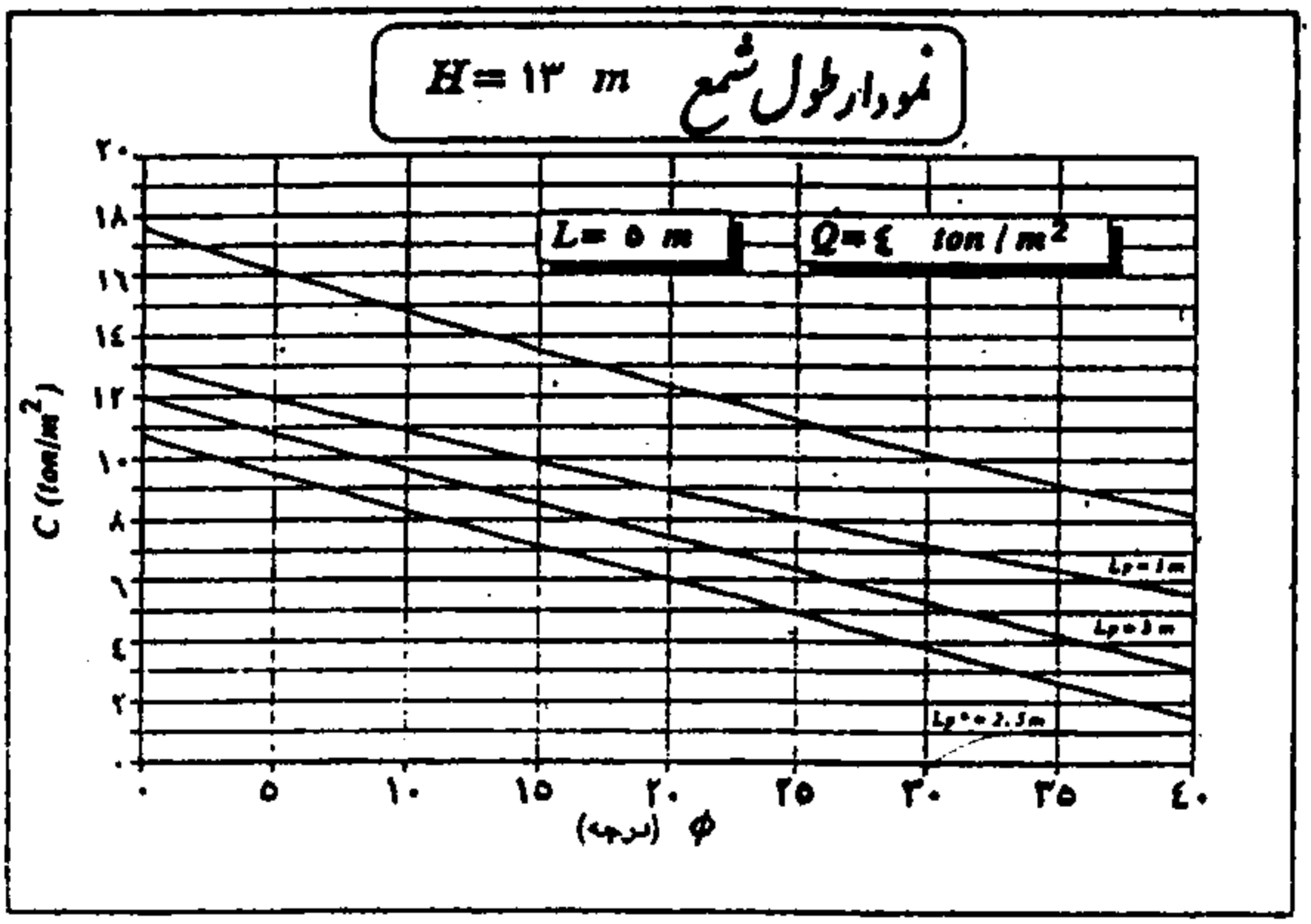

نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L = ٤ m
Q= ۲ ton / m²
C (ton/m²)
ϕ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰

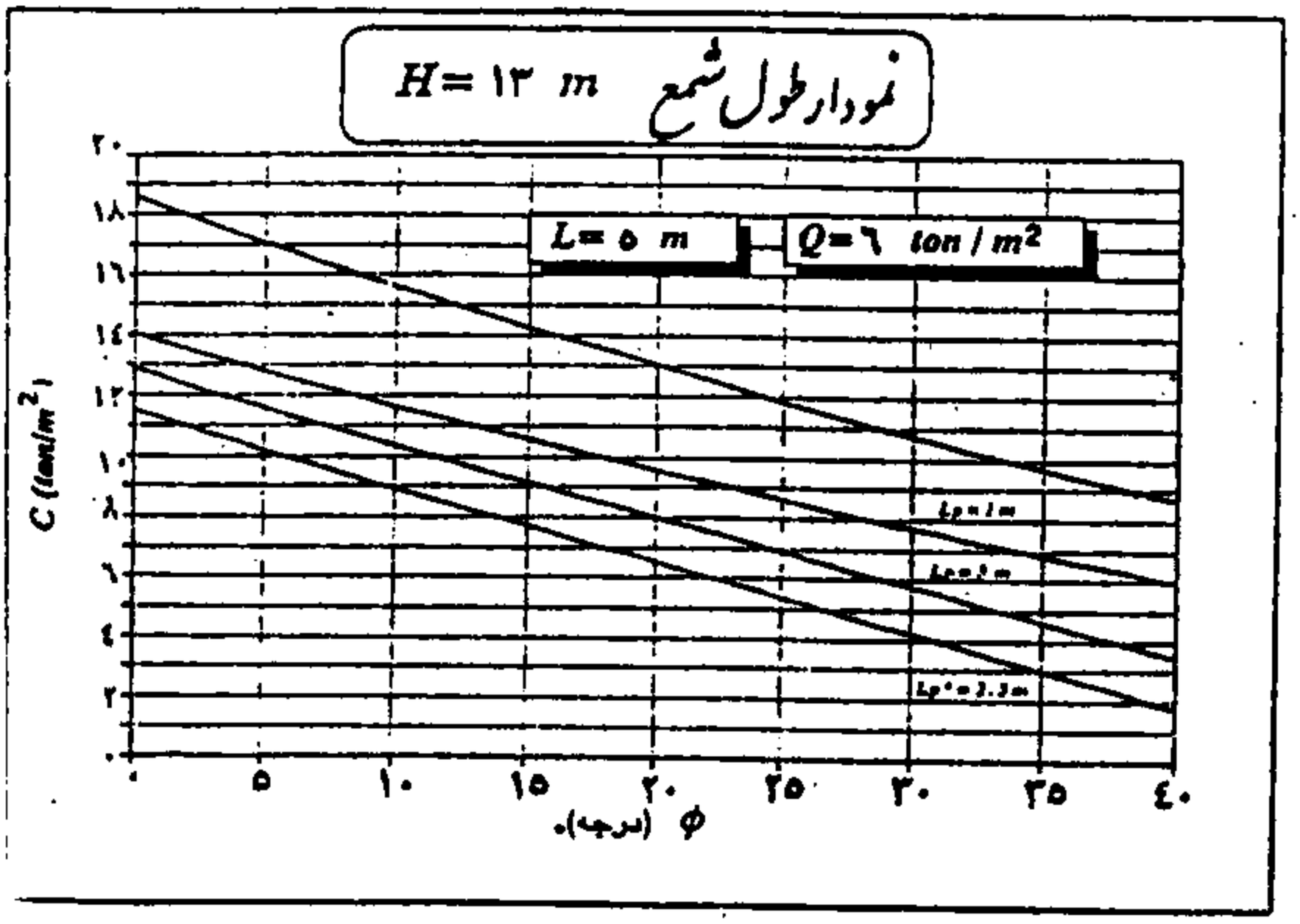
نمودار طول شمع
H= ۱۳ m
L = ٤ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = ۱ m
Lp = ۲ m
Lp = ۳ m
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)

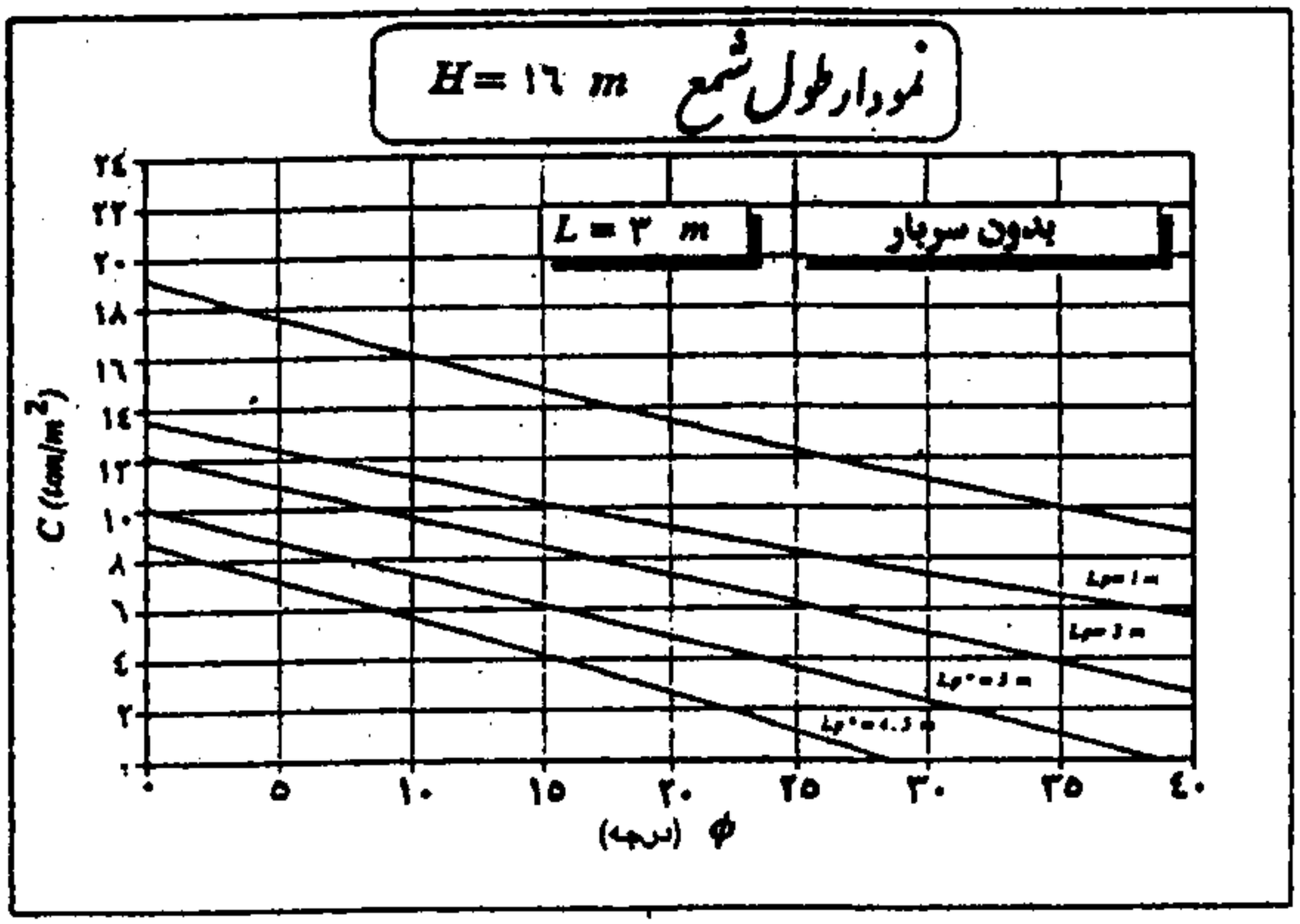

نمودار طول شمع
H= ۱۳ m
L = ٤ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp = ۱ m
Lp = ۲ m
Lp = ۳ m
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
φ (درجه)

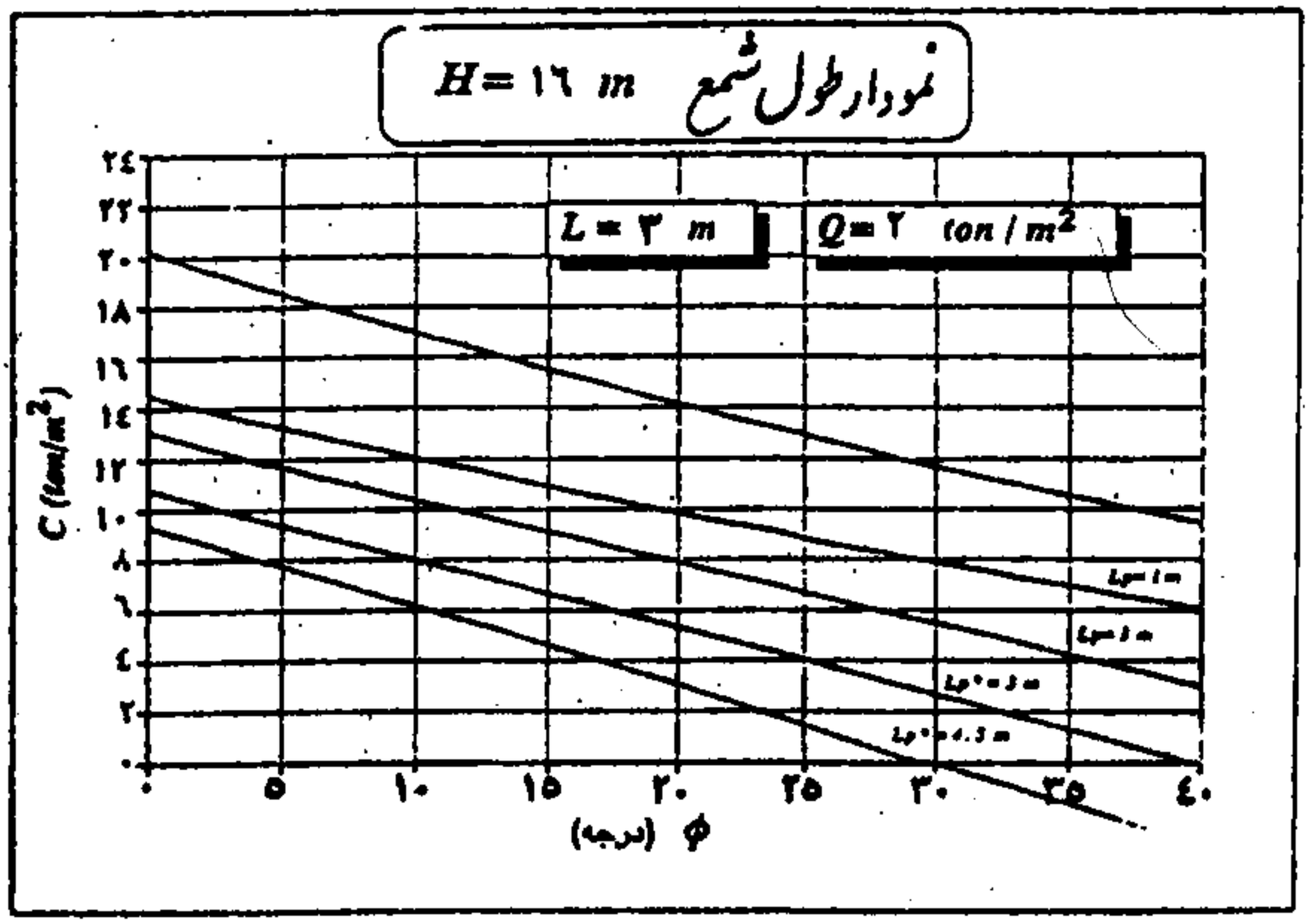
نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L=۵ m
بدون سربار
C (ton/m²)
Lp=۱ m
Lp=۲ m
Lp=۳.۵ m
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
Φ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L=۵ m
Q= ۲ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=۱ m
Lp=۲ m
Lp=۳.۵ m
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
Φ (درجه)

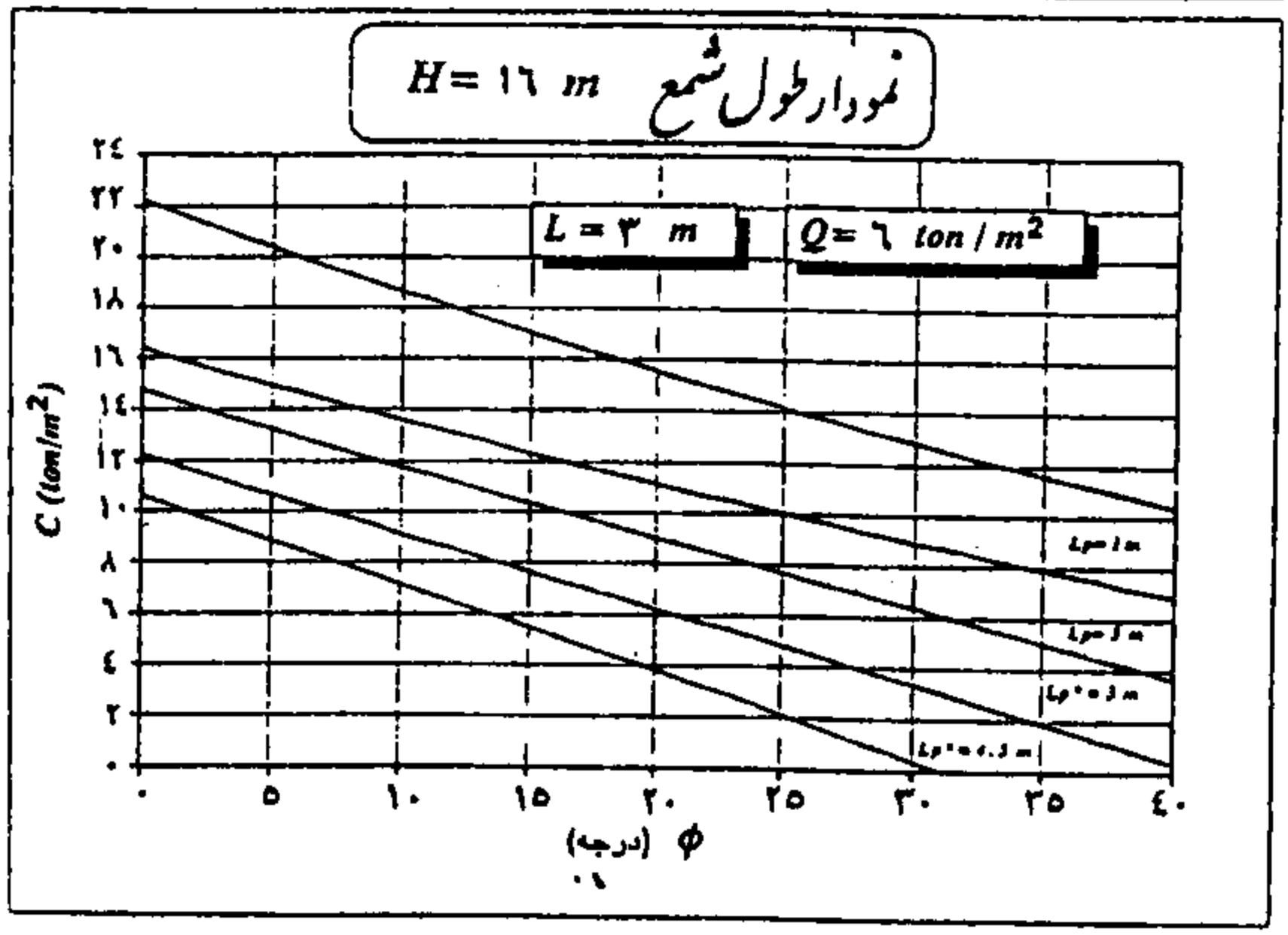

نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L= ۵ m
Q=٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=3m
Lp=2.5m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
Φ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱۳ m
L= ۵ m
Q=٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=1m
Lp=2m
Lp=3.3m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
Φ (درجه)

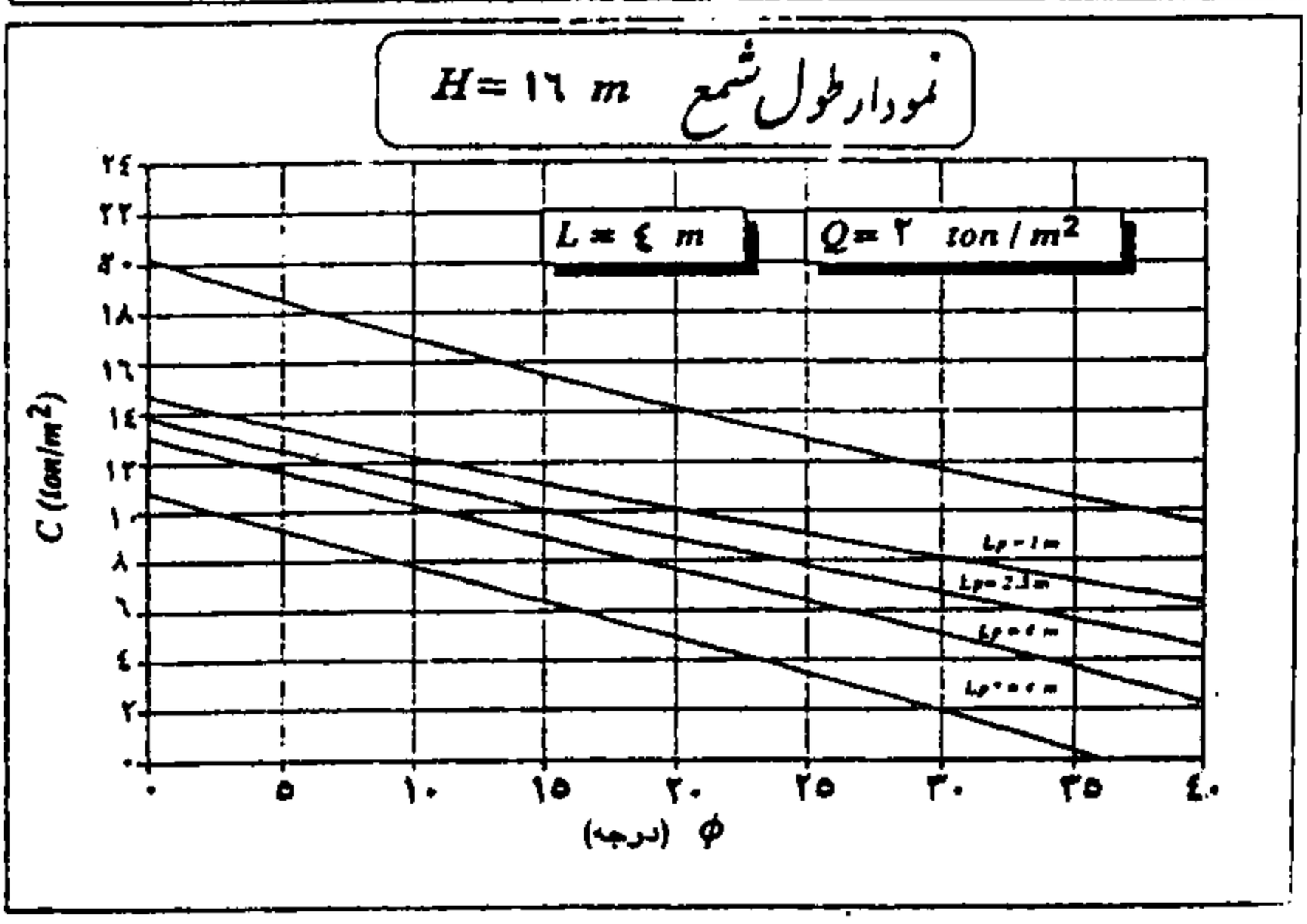

نمودار طول شمع H= ۱۶ m
بدون سربار
L = ۳ m
C (ton/m²)
۲۴
۲۲
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
φ (درجه)

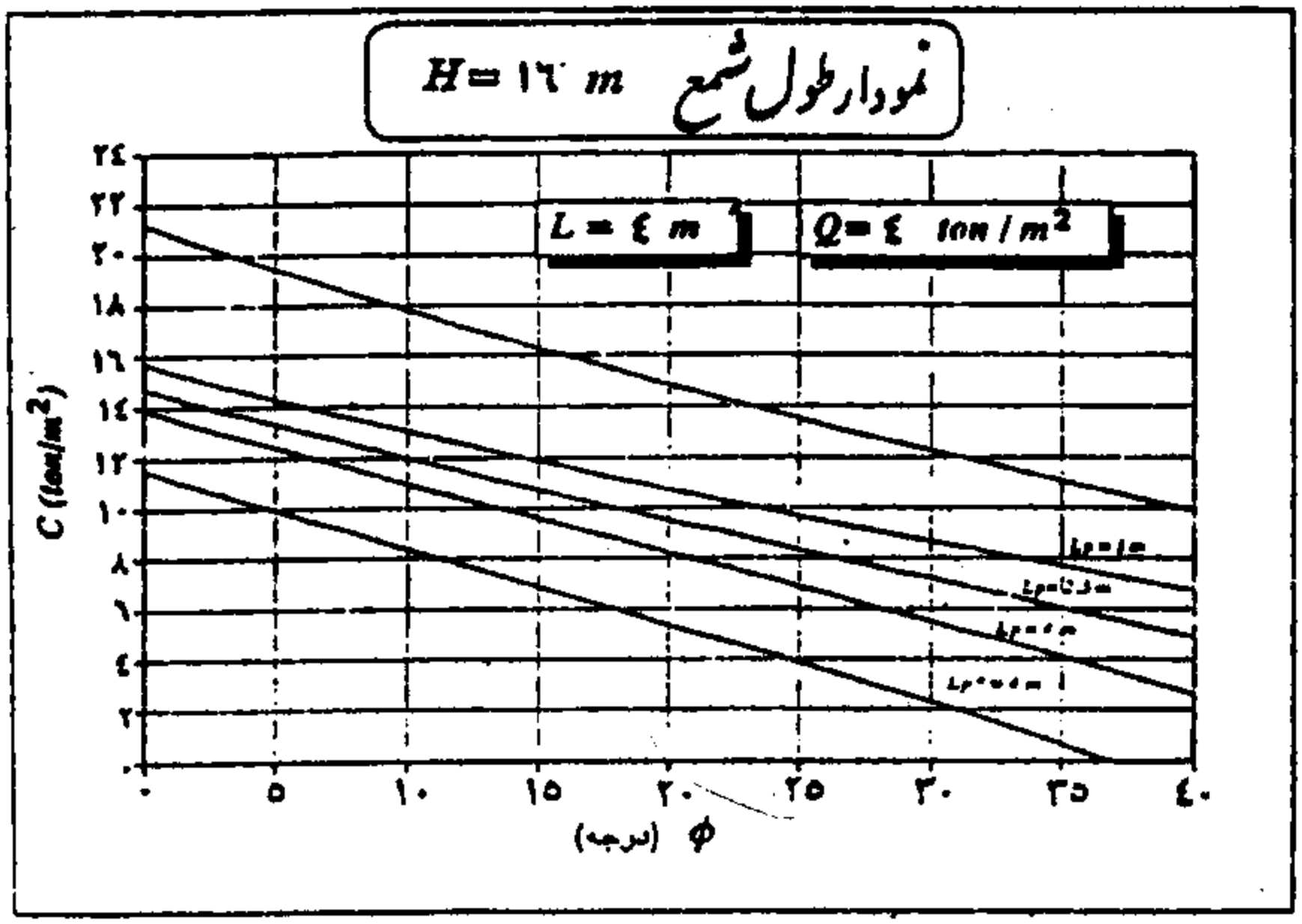

نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ۳ m
Q= ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۲۴
۲۲
۲۰
۱۸
۱۶
۱۴
۱۲
۱۰
۸
۶
۴
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
φ (درجه)

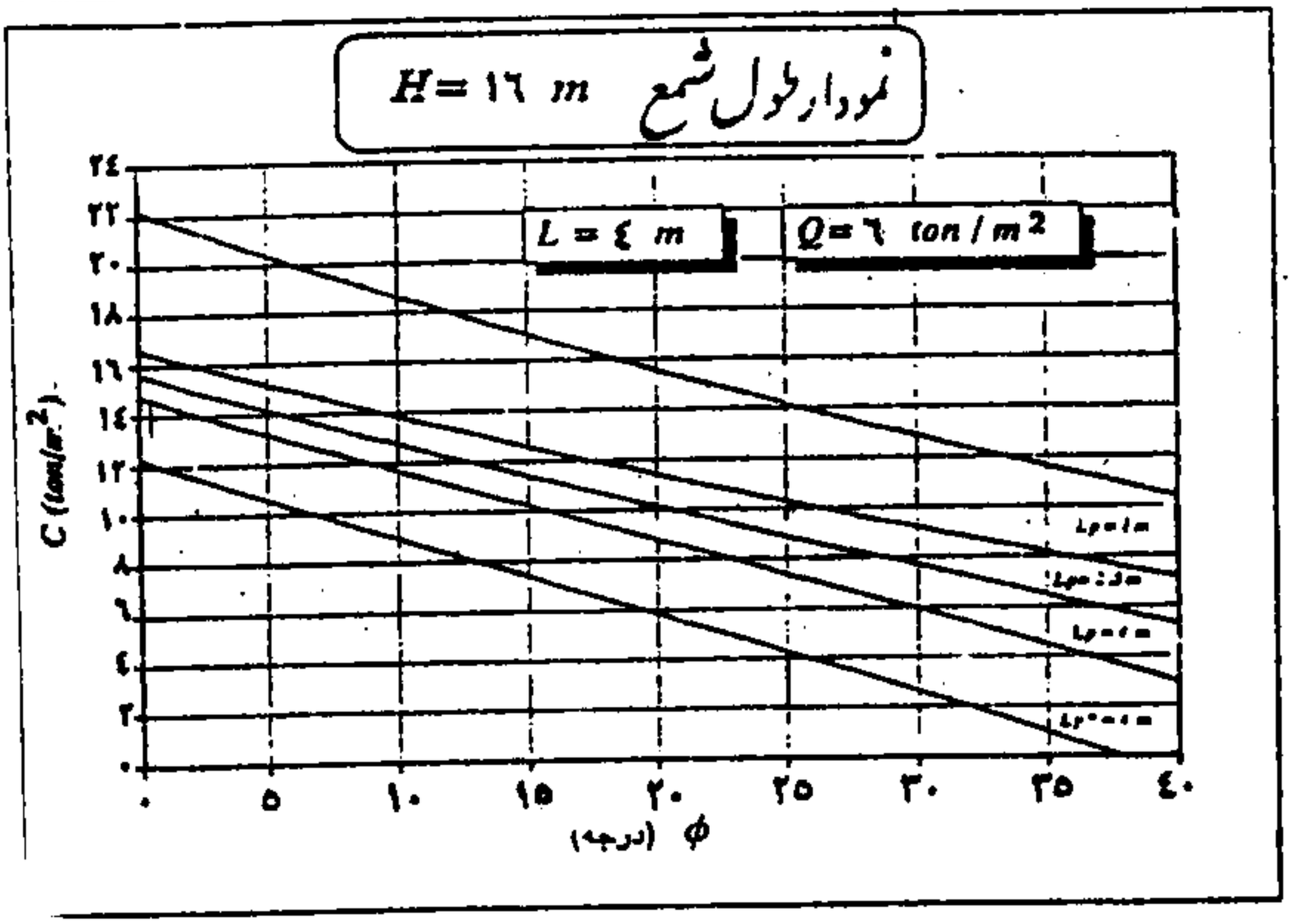
نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ۳ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

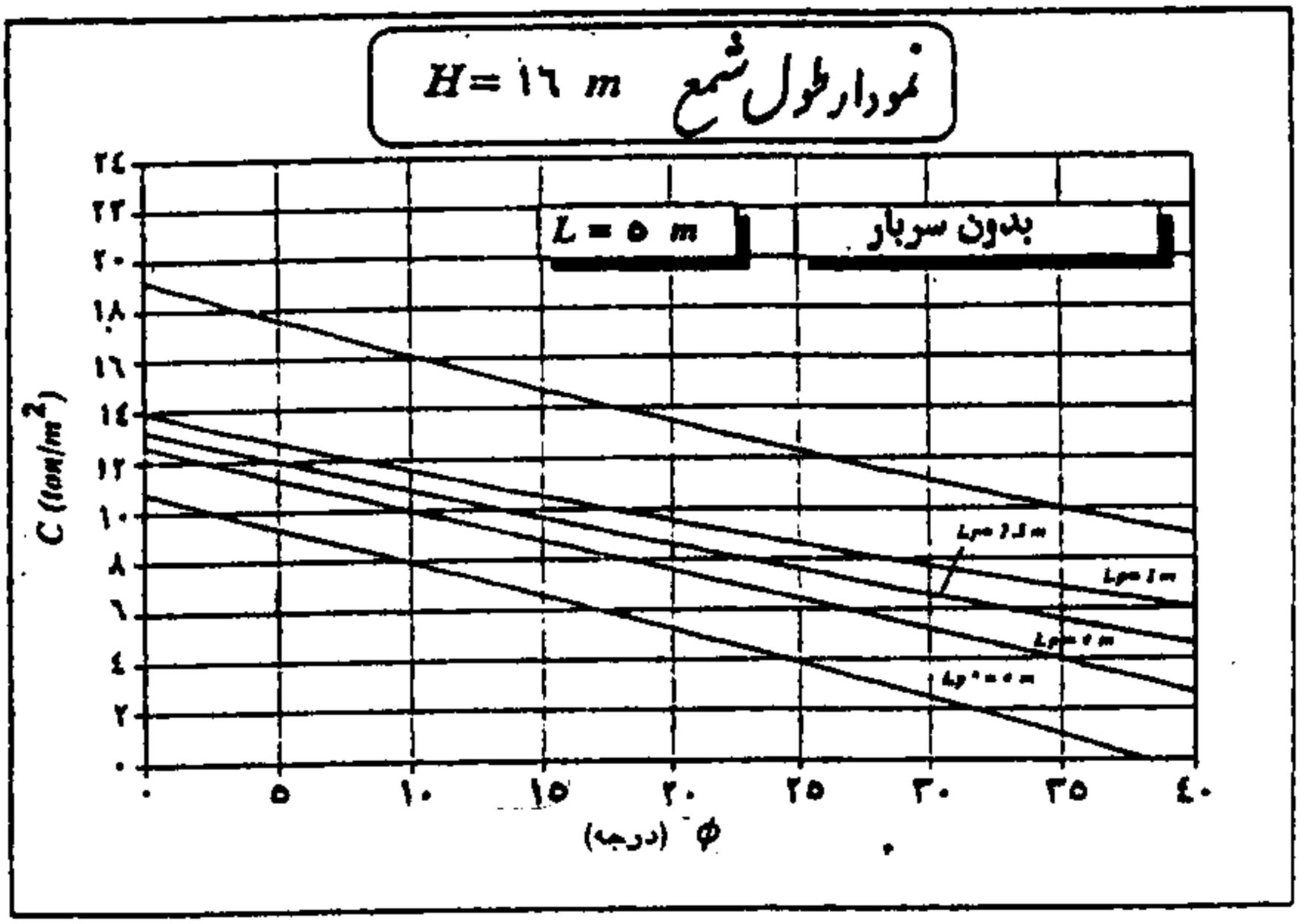

نمودار طول شمع H= ۱٦ m
L = ۳ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
ϕ (درجه)

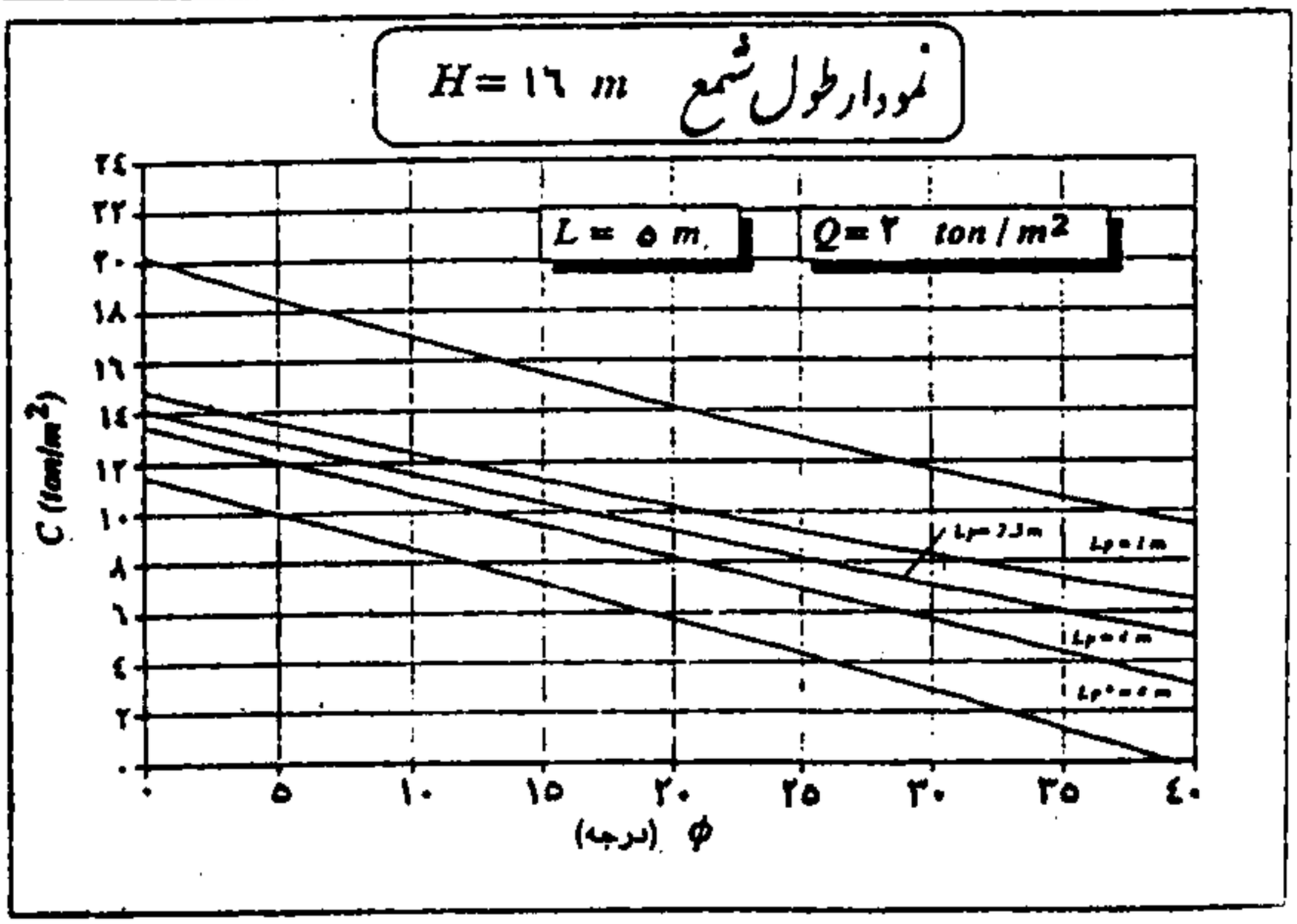
نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ٤ m
بدون سربار
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
Φ (درجه)

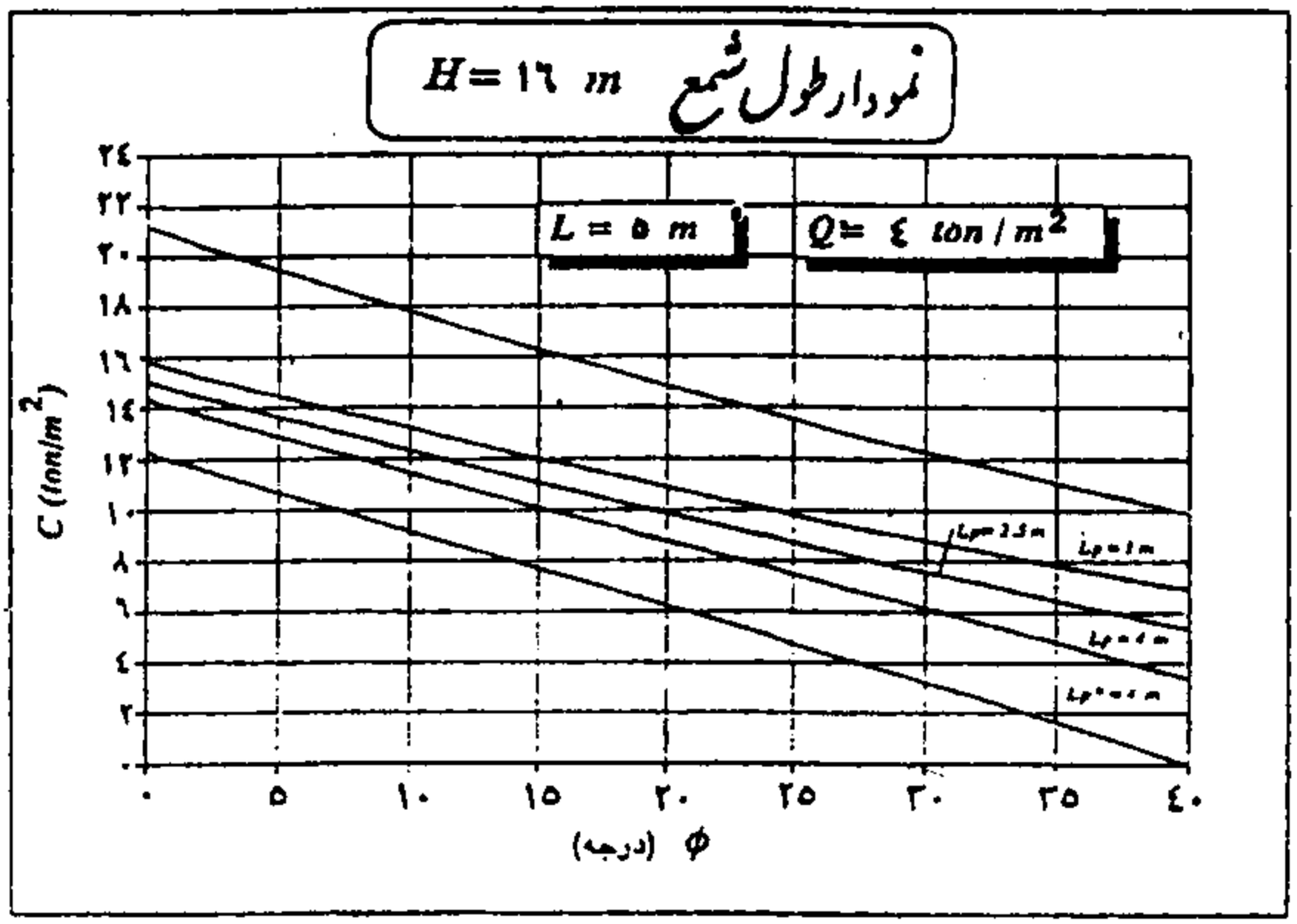

نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ٤ m
Q= ۲ ton / m²
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
٤۰
Φ (درجه)

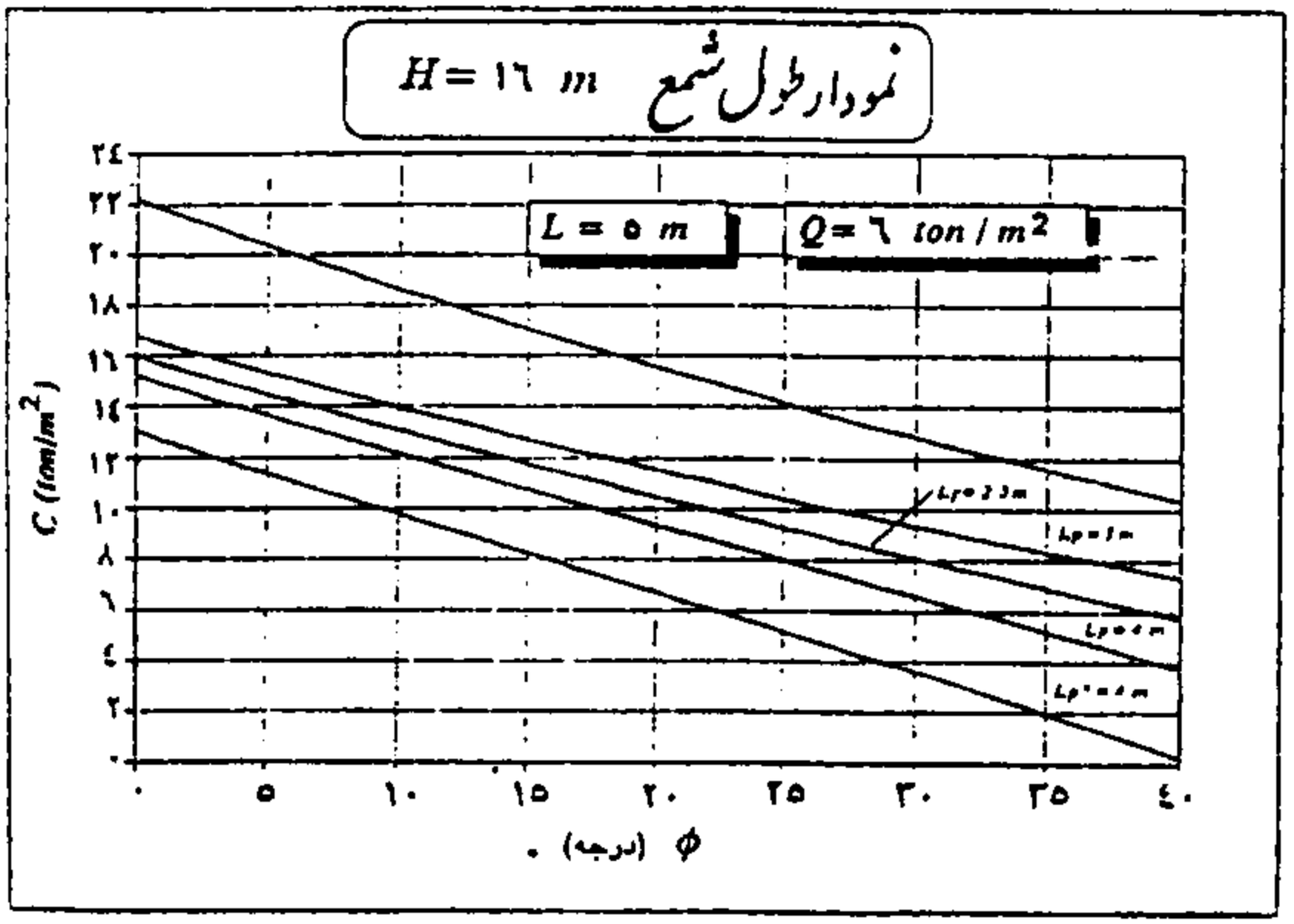

نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ٤ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
٥
۱۰
۱٥
۲۰
۲٥
۳۰
۳٥
٤۰
ϕ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱٦ m
L = ٤ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
۲٤
۲۲
۲۰
۱۸
۱٦
۱٤
۱۲
۱۰
۸
٦
٤
۲
۰
۰
٥
۱۰
۱٥
۲۰
۲٥
۳۰
۳٥
٤۰
ϕ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱۶ m
بدون سربار
L = ۵ m
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۲۲
۲۴


نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q= ۲ ton/m²
C (ton/m²)
Φ (درجه)
۰
۵
۱۰
۱۵
۲۰
۲۵
۳۰
۳۵
۴۰
۲
۴
۶
۸
۱۰
۱۲
۱۴
۱۶
۱۸
۲۰
۲۲
۲۴


نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q= ٤ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=2.5m
Lp=1m
Lp=4m
Lp=6m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)


نمودار طول شمع H= ۱۶ m
L = ۵ m
Q= ٦ ton / m²
C (ton/m²)
Lp=2.5m
Lp=1m
Lp=4m
Lp=6m
۰ ۵ ۱۰ ۱۵ ۲۰ ۲۵ ۳۰ ۳۵ ٤۰
ϕ (درجه)

فصل پنجم

نقشه های سازه های نگهبان خرپایی

در این فصل، نقشه های تهیه شده هر یک از سازه های نگهبان خرپایی ارائه می شوند.

این نقشه ها برای سازه های نگهبان گودهایی به ارتفاع ۴، ۷، ۱۰، ۱۳، و ۱۶ متر به طور جداگانه تهیه شده اند. همچنین برای هر یک از ارتفاع های گود به شرح فوق سه نوع سازه، که با I و II و III مشخص می شوند، ارائه شده اند. برای اعضای قائم و مورب سازه های نگهبان خرپایی هم می توان از پروفیل های IPB و هم از پروفیل های IPE و هم از سایر پروفیل ها استفاده نمود. بر روی نقشه های ارائه شده این پروفیل ها از نوع IPB ارائه شده اند. به جای آنها می توان با توجه به جدول ۵-۱، از سایر پروفیل ها نیز استفاده کرد.

این نقشه ها از صفحهٔ ۱۸۱ تا صفحهٔ ۲۷۵ آورده شده اند.

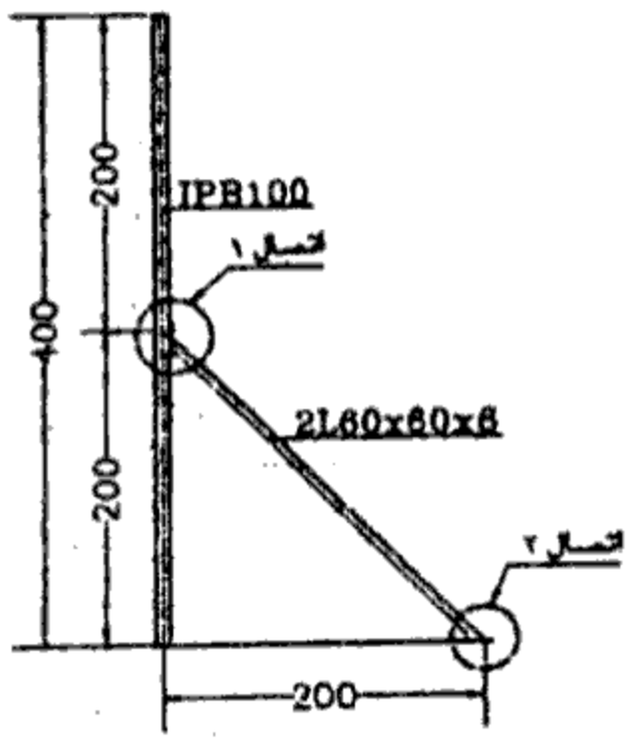
شایان ذکر است که این نقشه ها فقط خود سازهٔ نگهبان اصلی را شامل می شوند و نقشهٔ سایر بخشهای سازهٔ نگهبان نظیر فونداسیون، شمع، بادبند و غیره را در بر

نمی گیرند. نقشه های اخیر در فصل ششم تحت عنوان نقشه های جزئیات و تکمیلی سازه های نگهبان خرپایی ارائه خواهند شد.

جدول۵-۱- مقطع معادل پروفیل های IPB با استفاده از پروفیل های IPE

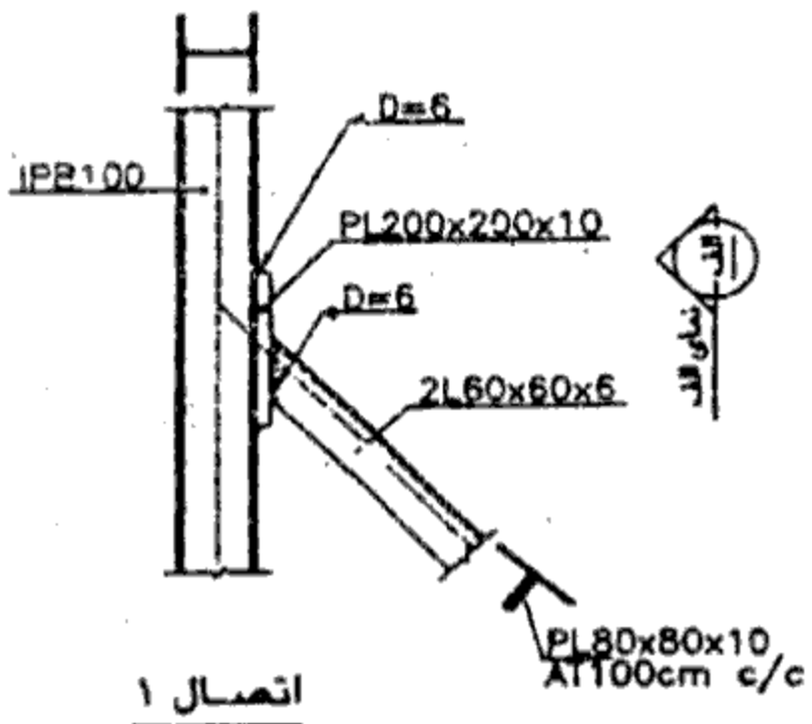
ردیف	نوع پروفیل از جنس IPB	مقطع معادل از نوع IPE
۱	IPB100	2IPE120
۲	IPB120	2IPE160
۳	IPB140	2IPE180
۴	IPB160	2IPE200
۵	IPB180	2IPE220
۶	IPB220	2IPE270 یا 3IPE220
۷	IPB240	2IPE300 یا 3IPE240
۸	IPB260	2IPE300 یا 3IPE240
۹	IPB300	3IPE300

سازهٔ ۴ متری نوع I



قاب اصلی سازه ۴ متری تیپ I

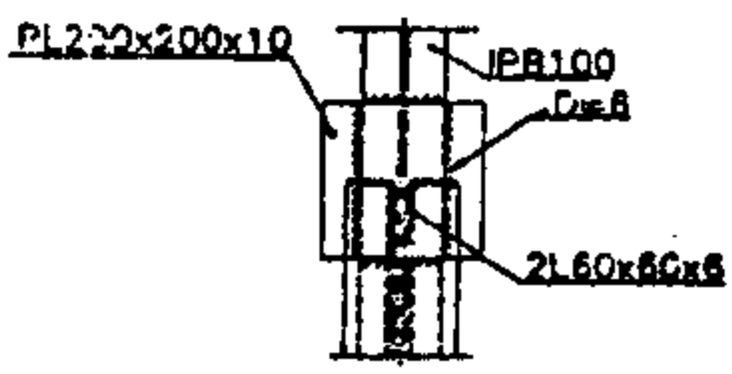
مقیاس ۱:۱۰۰



اتصال ۱

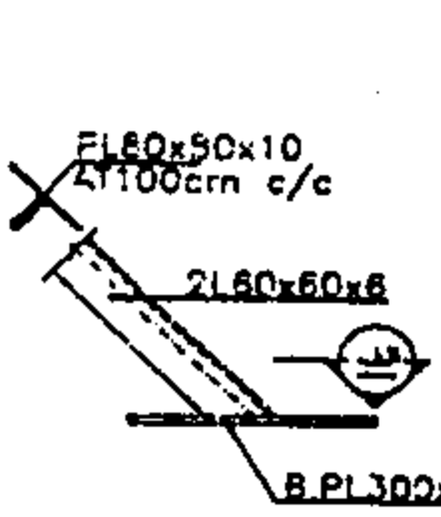
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۴ متری نوع I



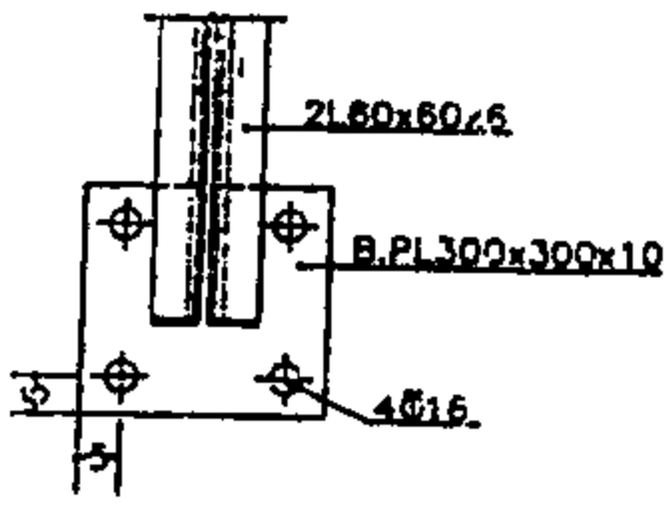
نمای الف

مقیاس ۱:۲۰



اتصال ۲

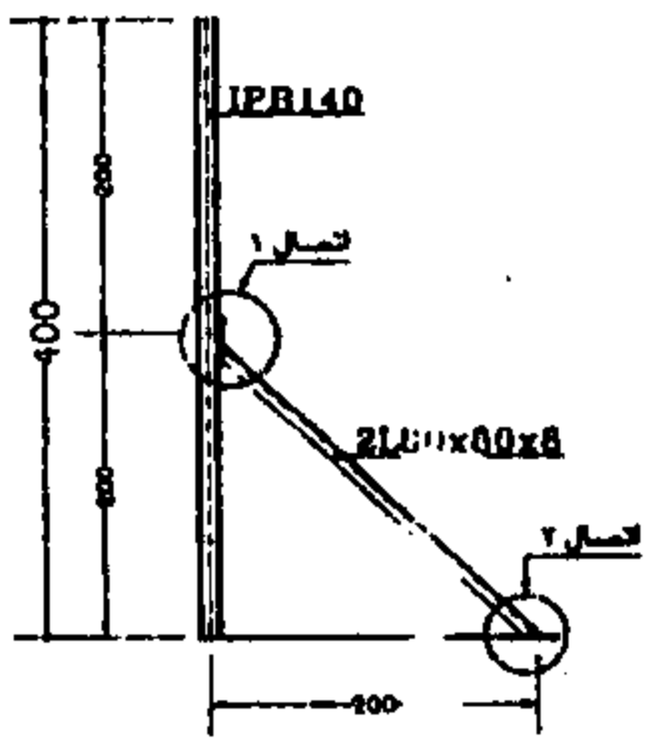
مقیاس ۱:۲۰



برش الف

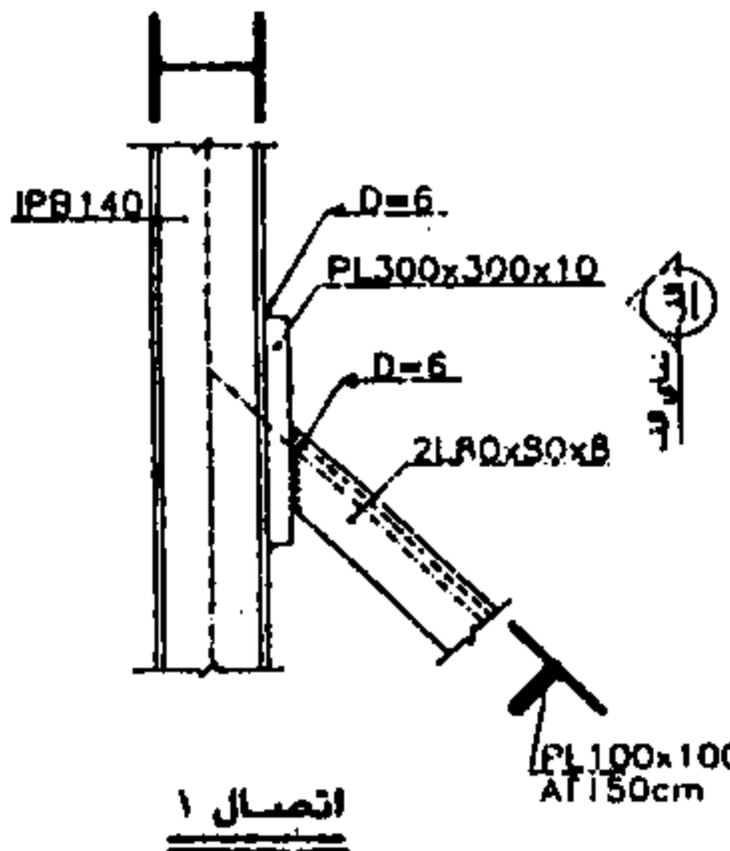
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۴ متری نوع II



قاب اصلی سازه ۴ متری تیپ II

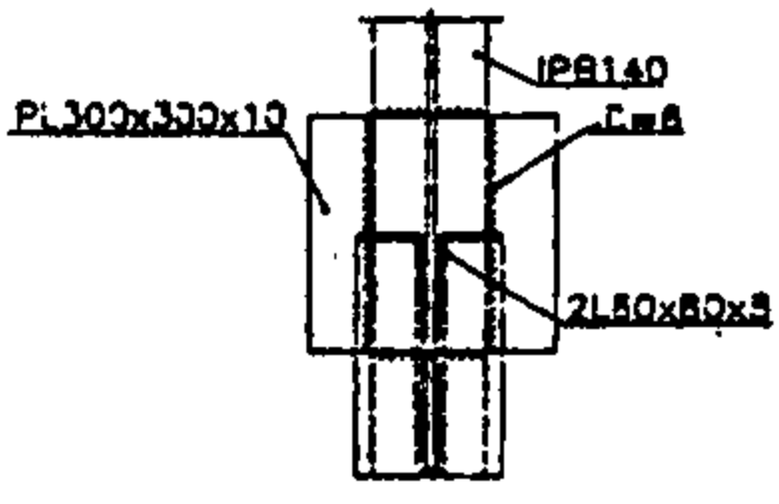
مقیاس ۱:۱۰۰



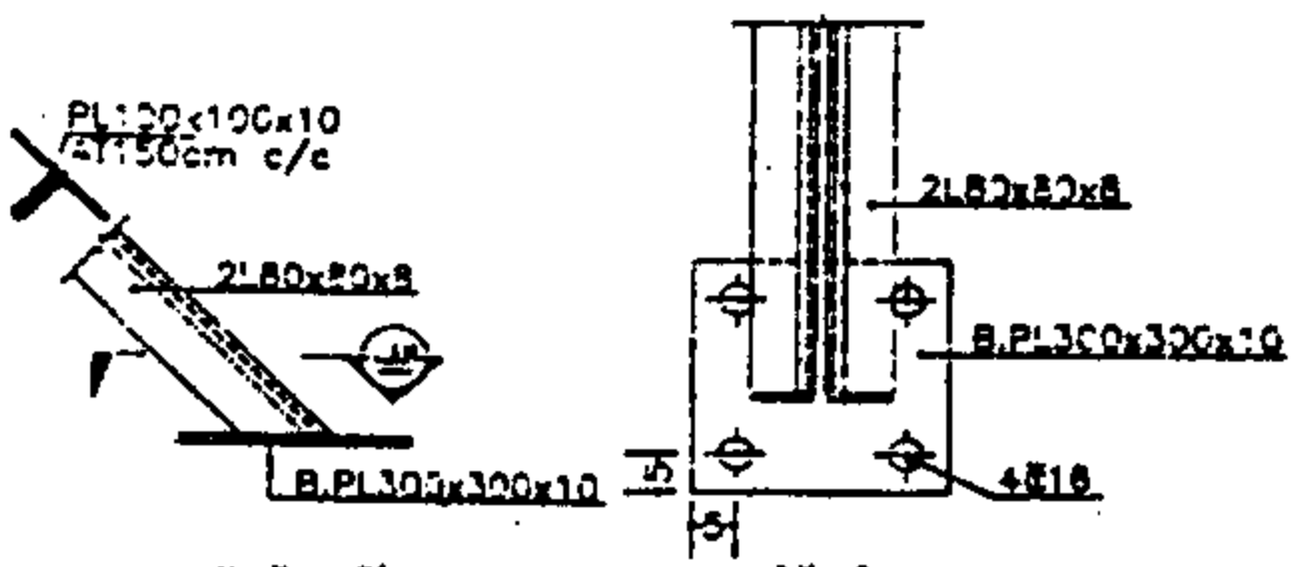
اتصال ۱

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۴ متری نوع II



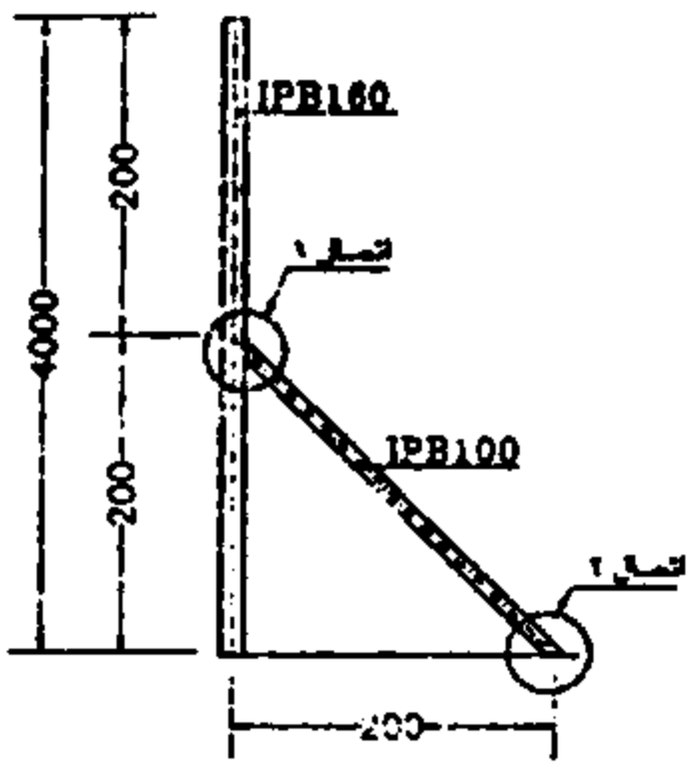
نمای الف
مقیاس ۱:۲۰



برش الف
مقیاس ۱:۲۰

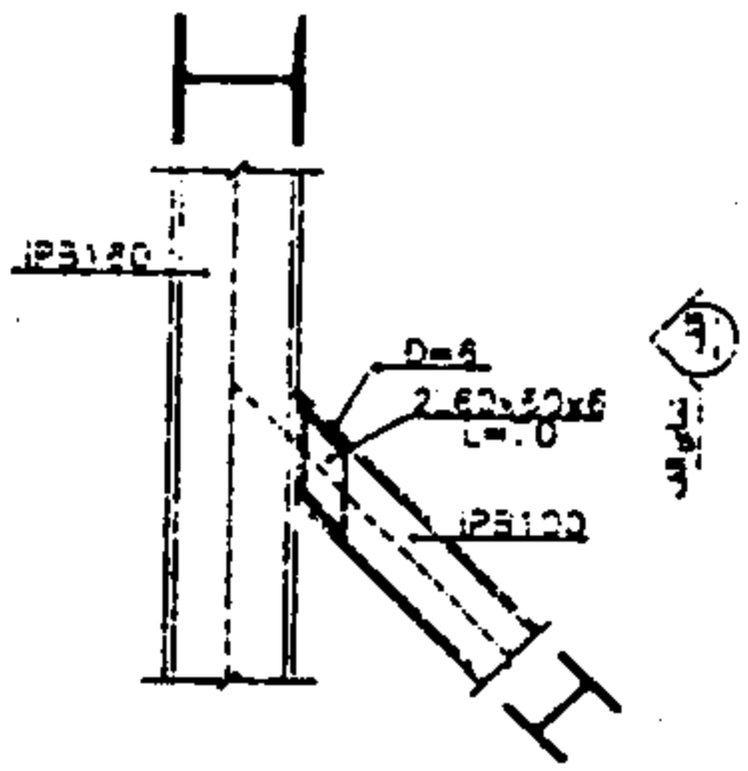
اتصال ۲
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۴ متری نوع III



قاب اصلی سازه ۴ متری تیپ III

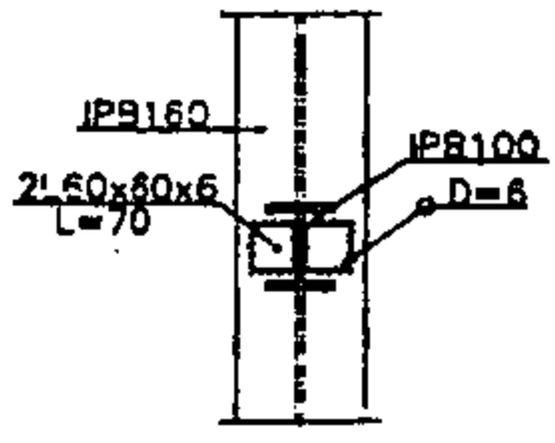
مقیاس ۱:۱۰۰



اتصال ۱

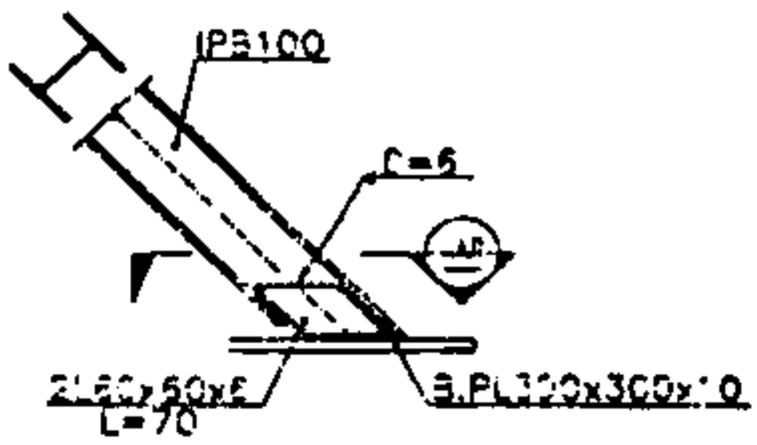
مقیاس ۱:۴۰

سازهٔ ۴ متری نوع III



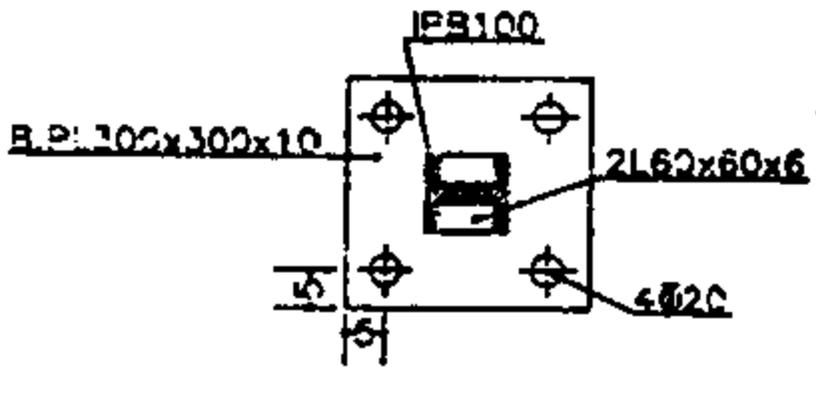
نمای الف

مقیاس ۱:۲۰



اتصال ۲

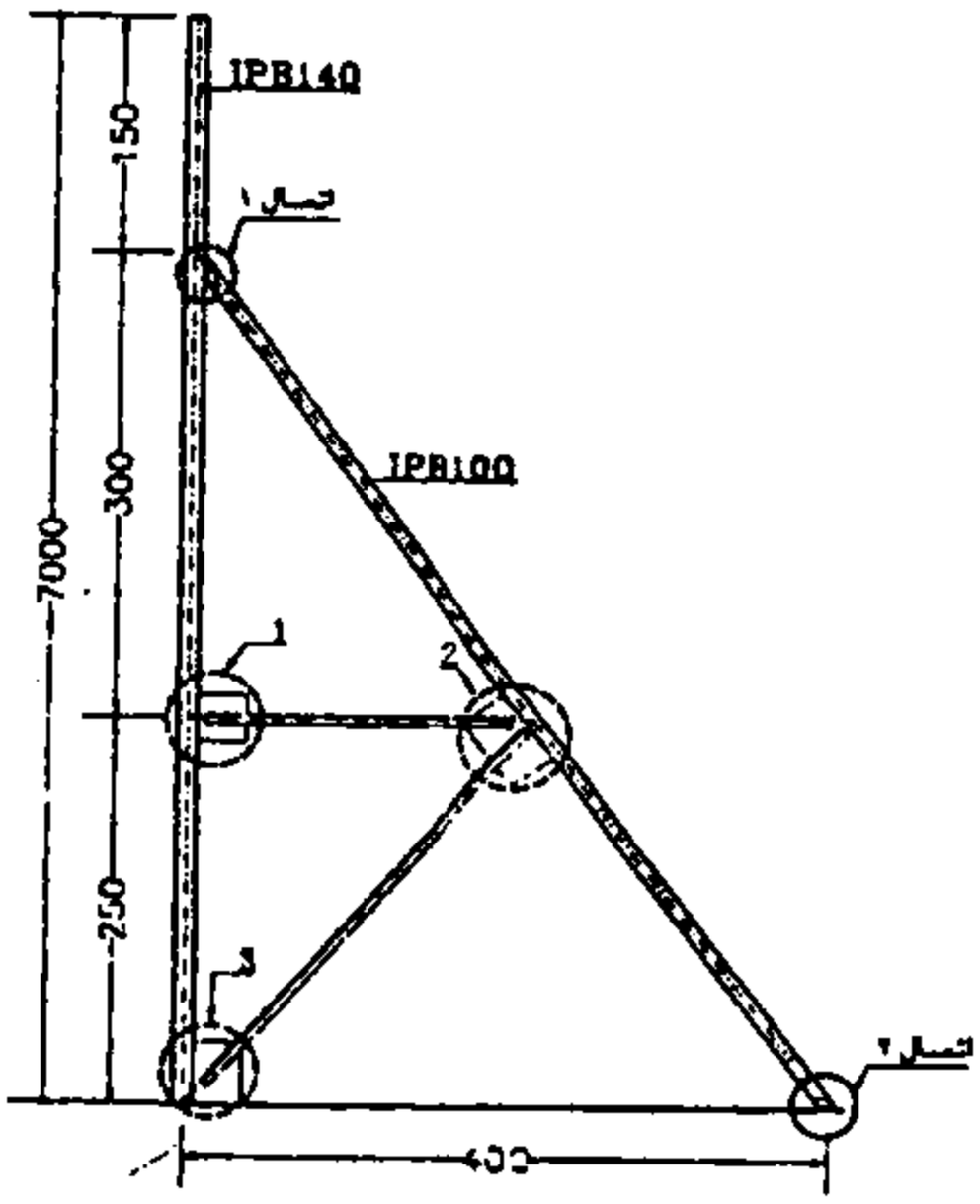
مقیاس ۱:۲۰



برش الف

مقیاس ۱:۲۰

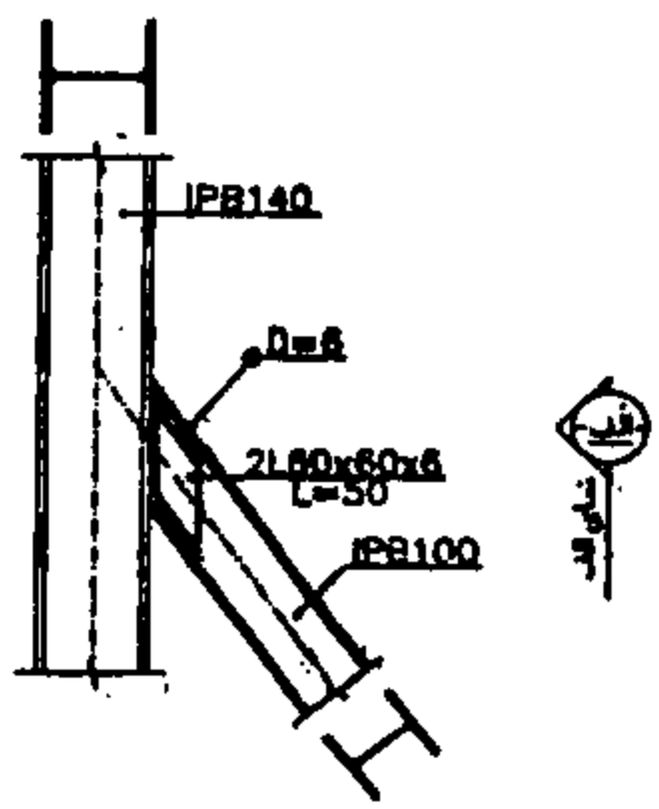
سازهٔ ۷ متری نوع I



قاب اصلی سازه ۷ متری تیپ I

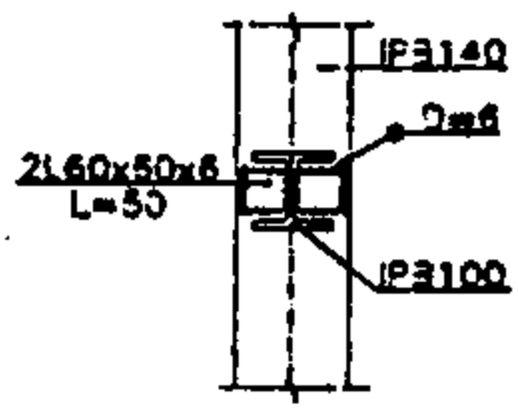
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۷ متری نوع I



اتصال ۱

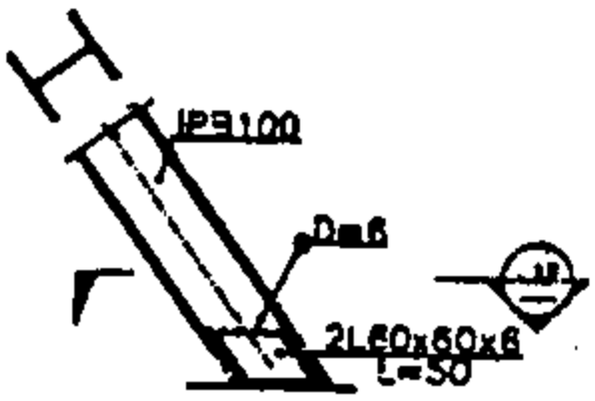
مقیاس ۱:۲۰



نمای الف

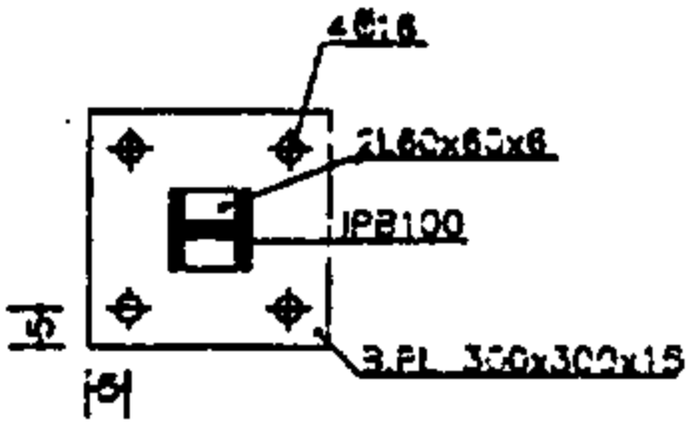
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع I



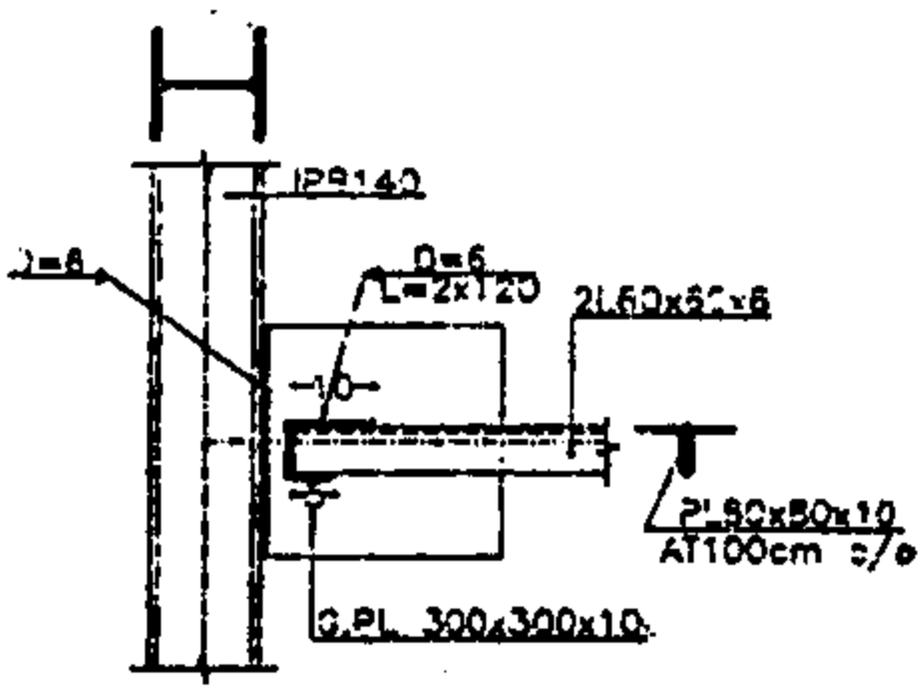
اتصال ۲

مقیاس ۱:۲۰



برش الف

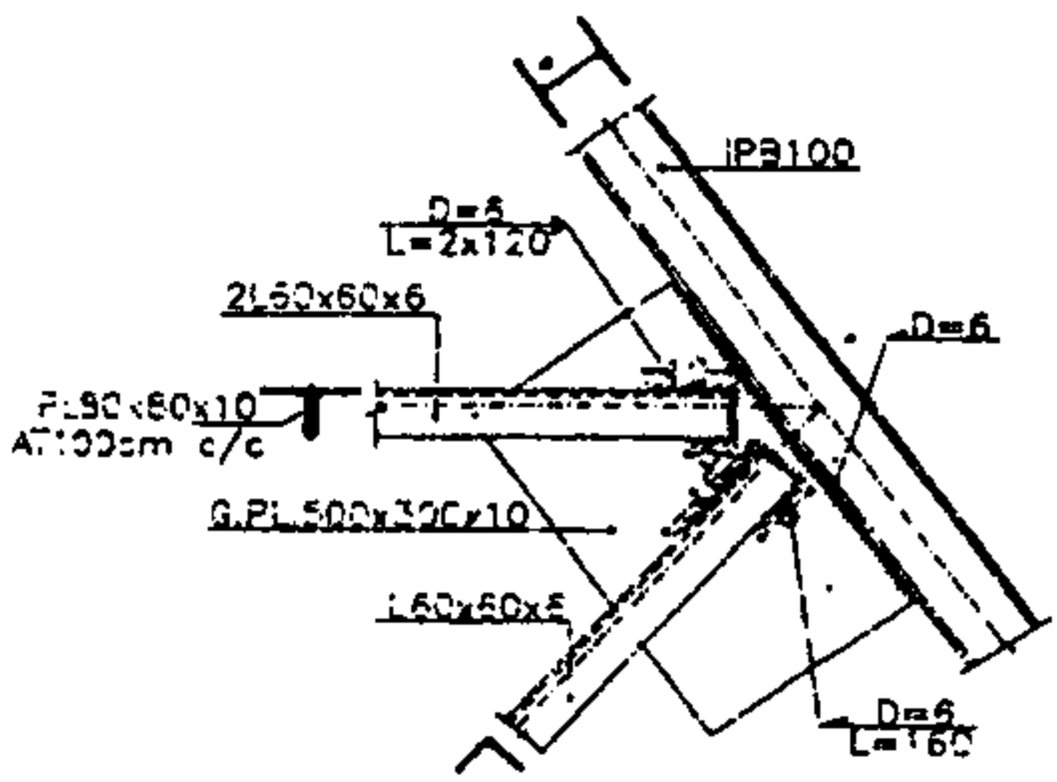
مقیاس ۱:۲۰



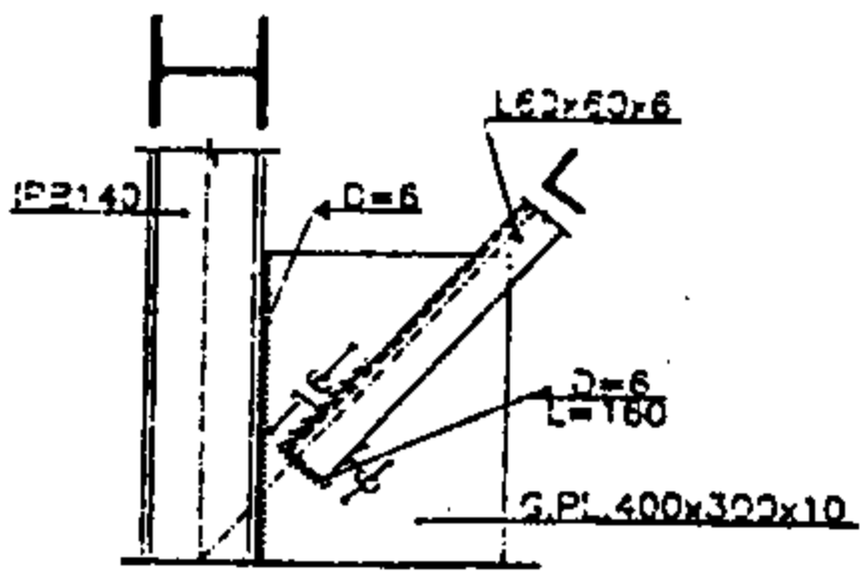
جزئیات ۱

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع I

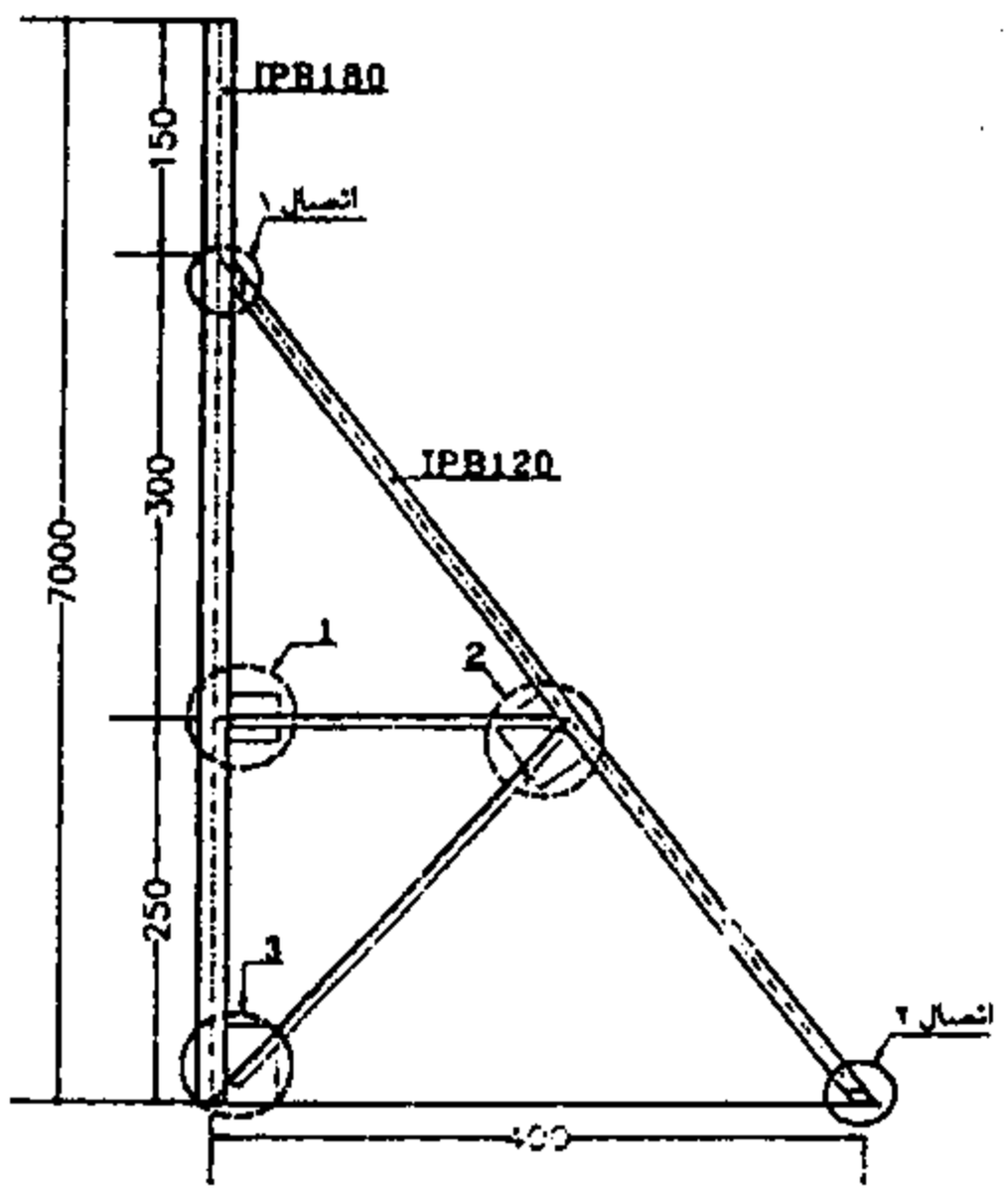


جزئیات ۲
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۳
مقیاس ۱:۲۰

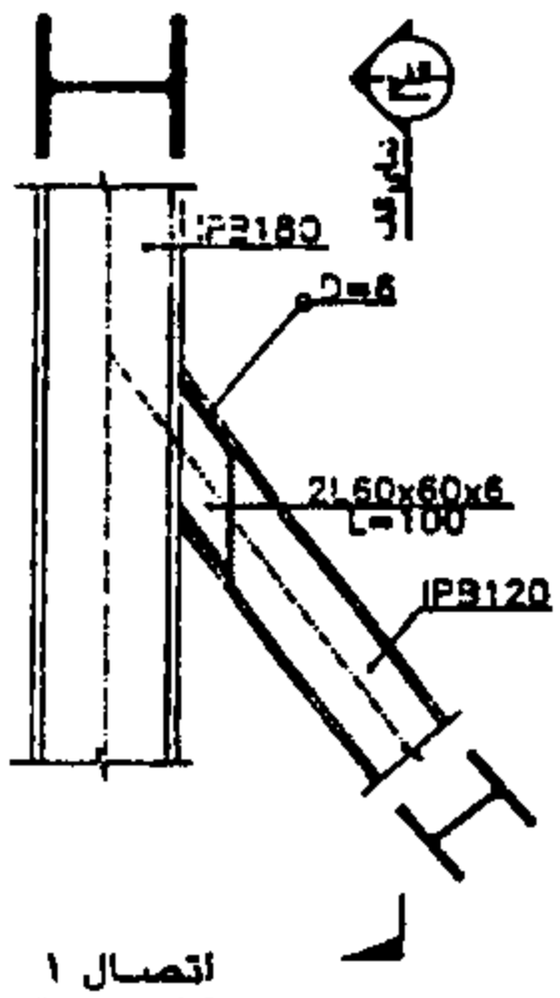
سازهٔ ۷ متری نوع II



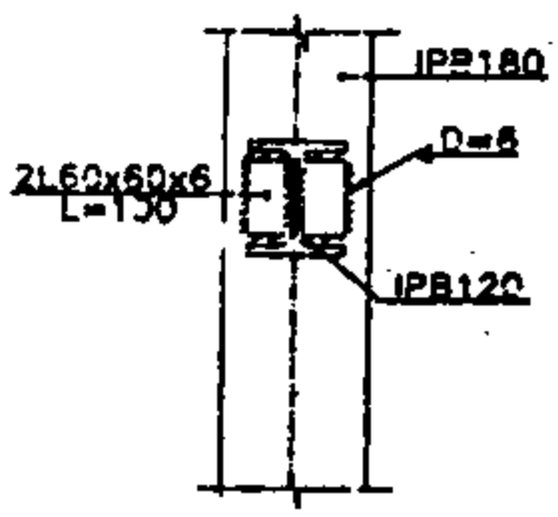
قاب اصلی سازه ۷ متری تیپ II

مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۷ متری نوع II

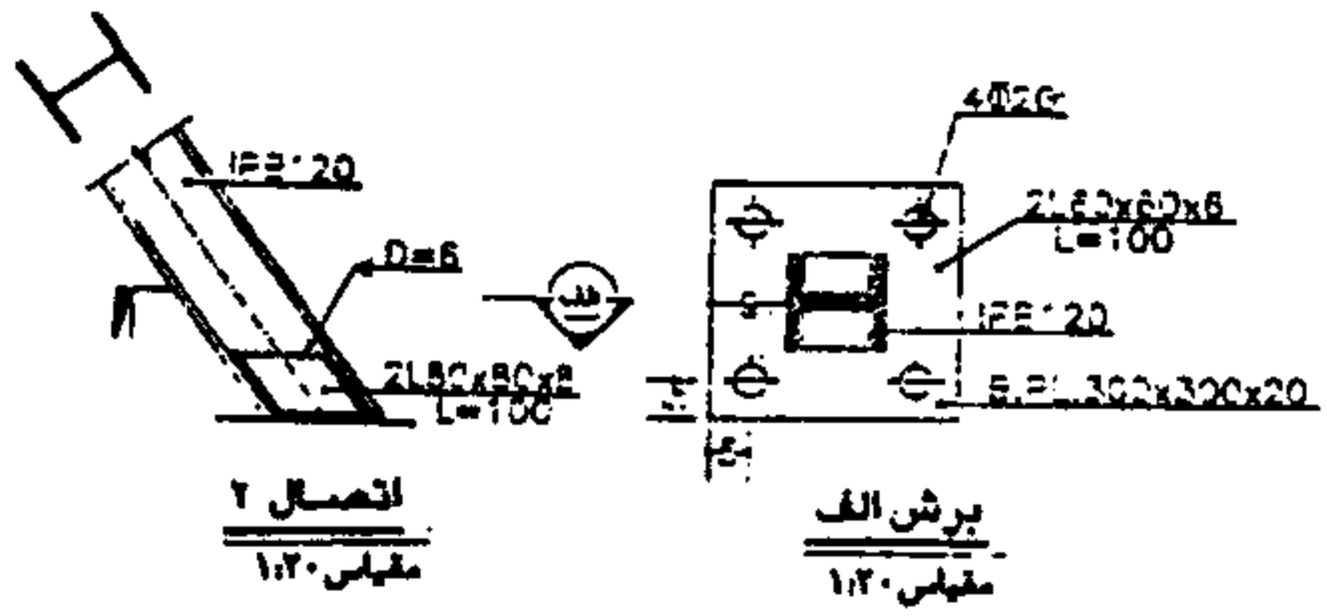


اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰



نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع II

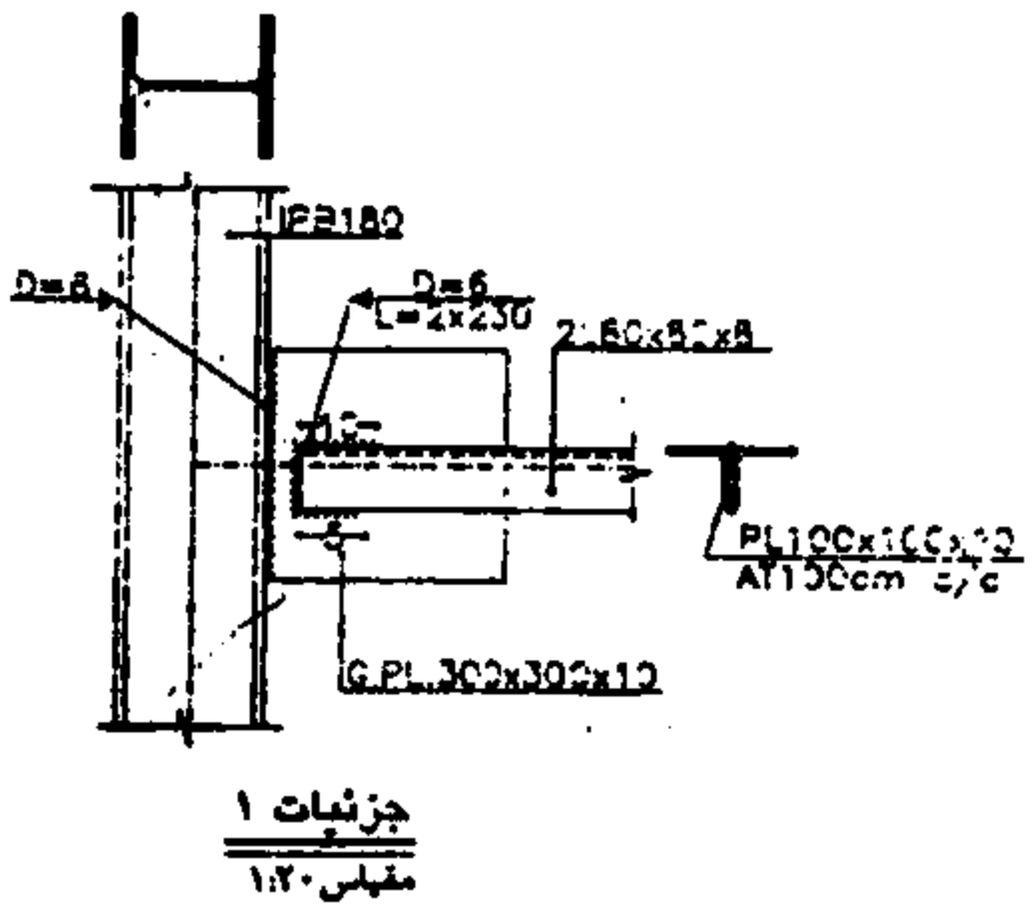


برش الف

مقیاس ۱:۲۰

اتصال ۲

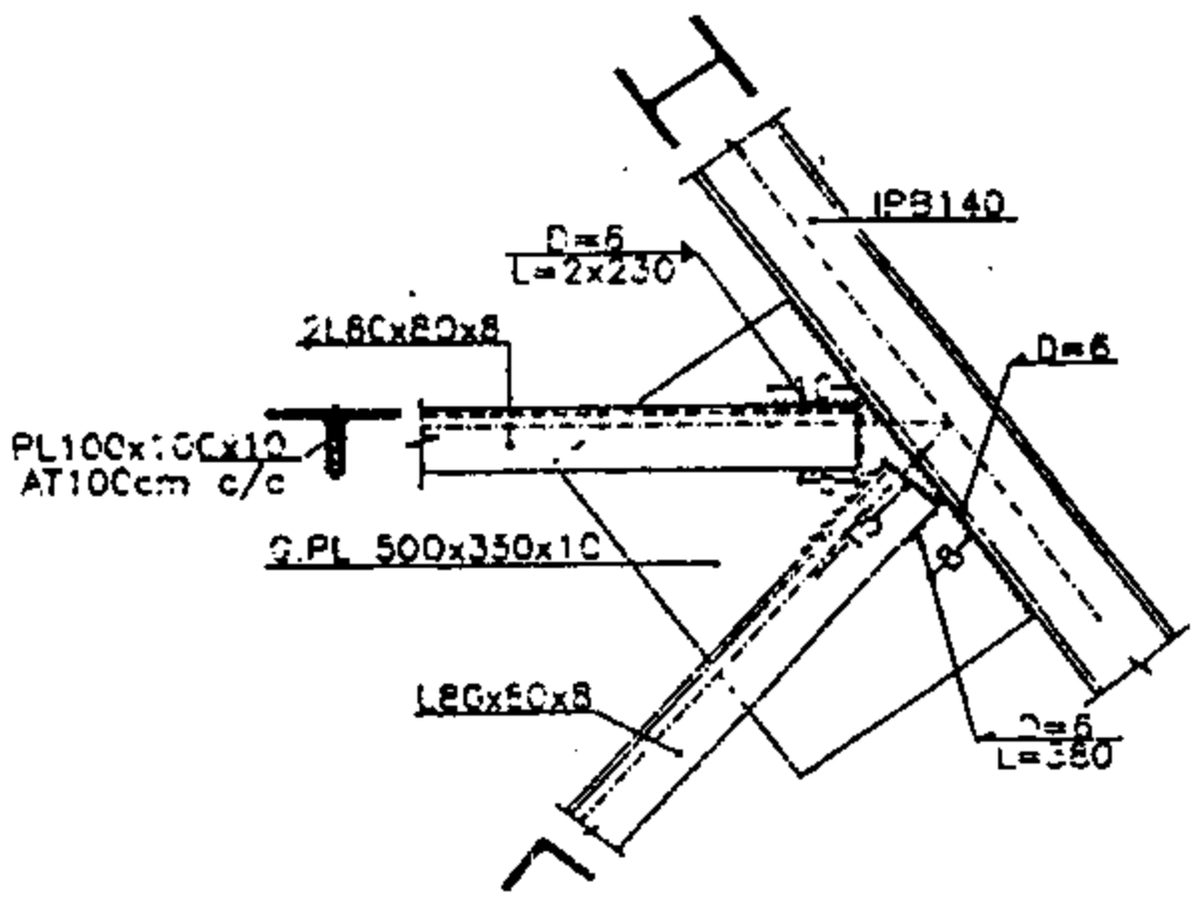
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۱

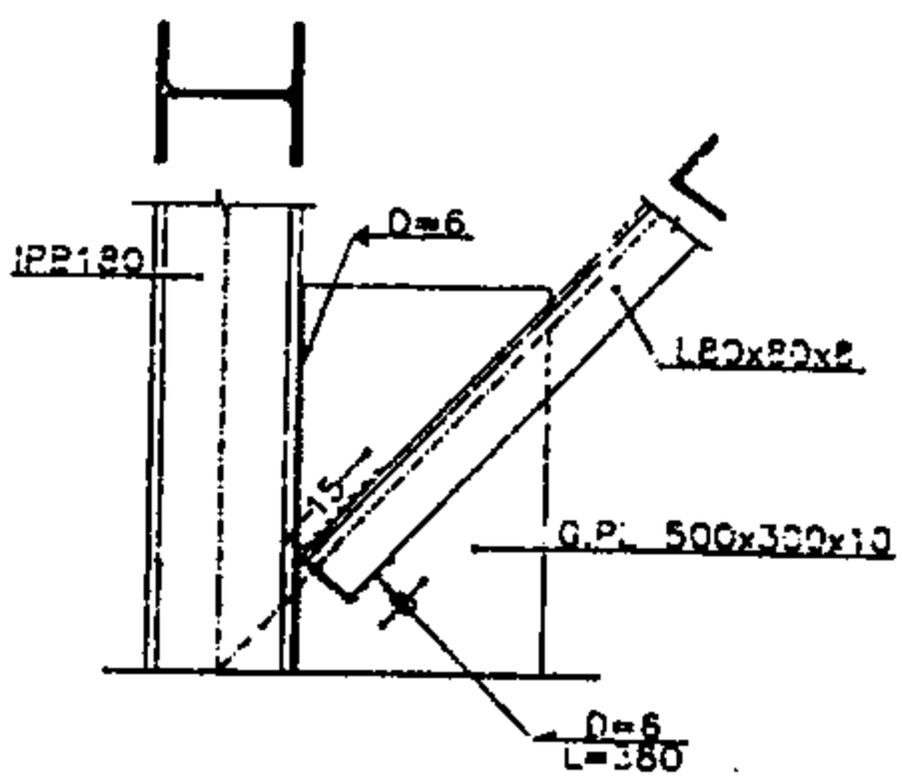
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع II



جزئیات ۲

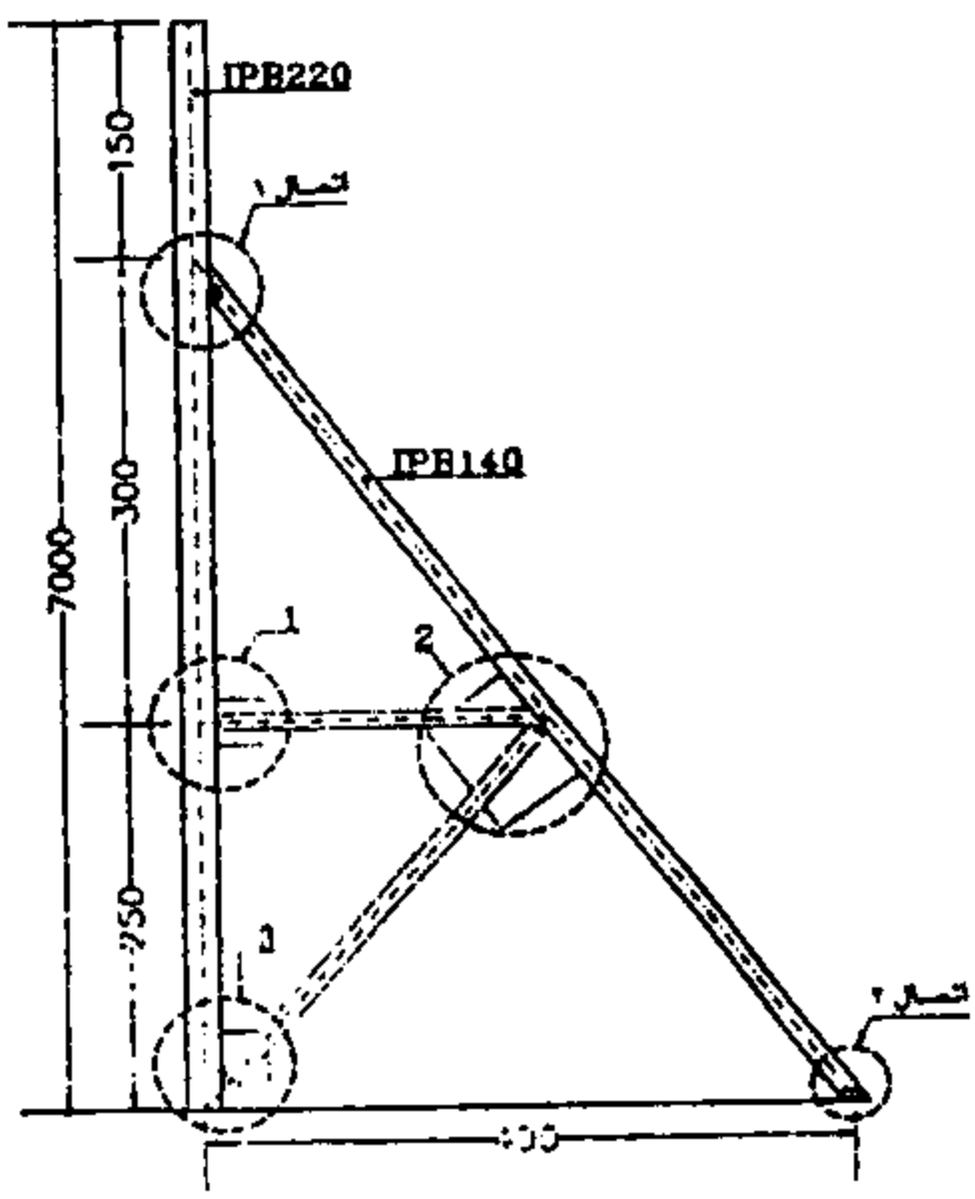
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۳

مقیاس ۱:۲۰

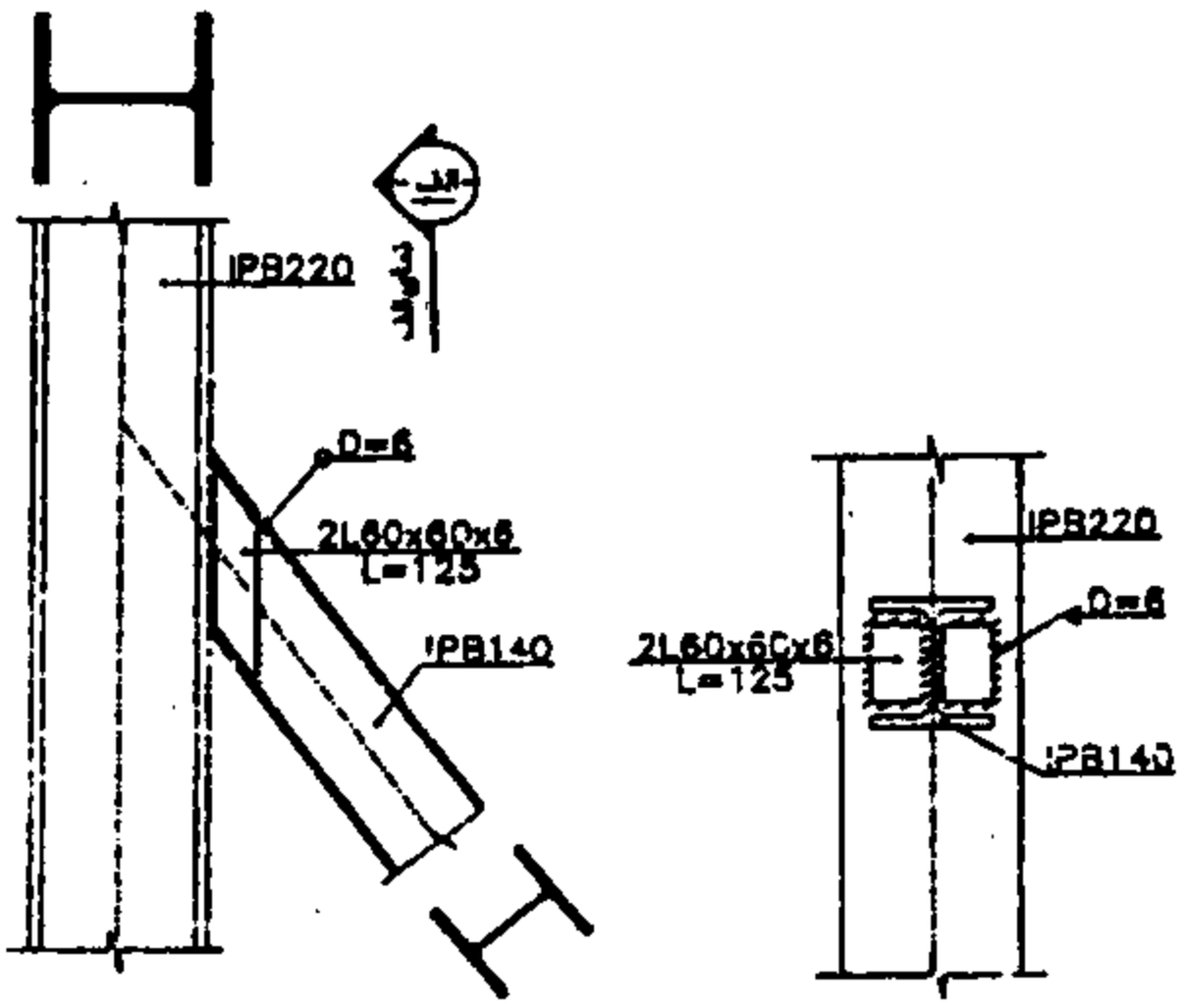
سازهٔ ۷ متری نوع III



قاب اصلی سازه ۷ متری تیپ III

مقیاس ۱:۱۰۰

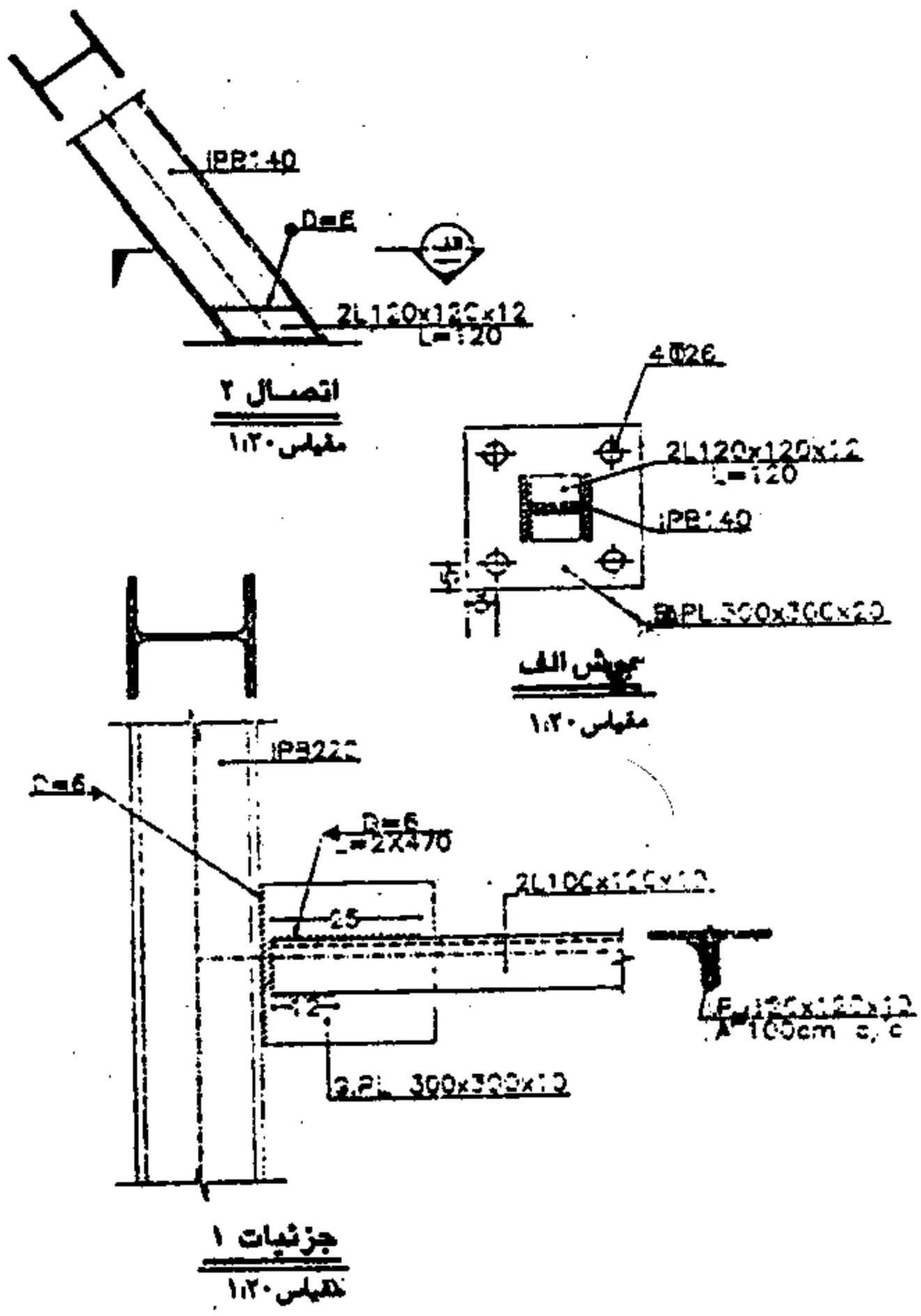
سازهٔ ۷ متری نوع III



نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

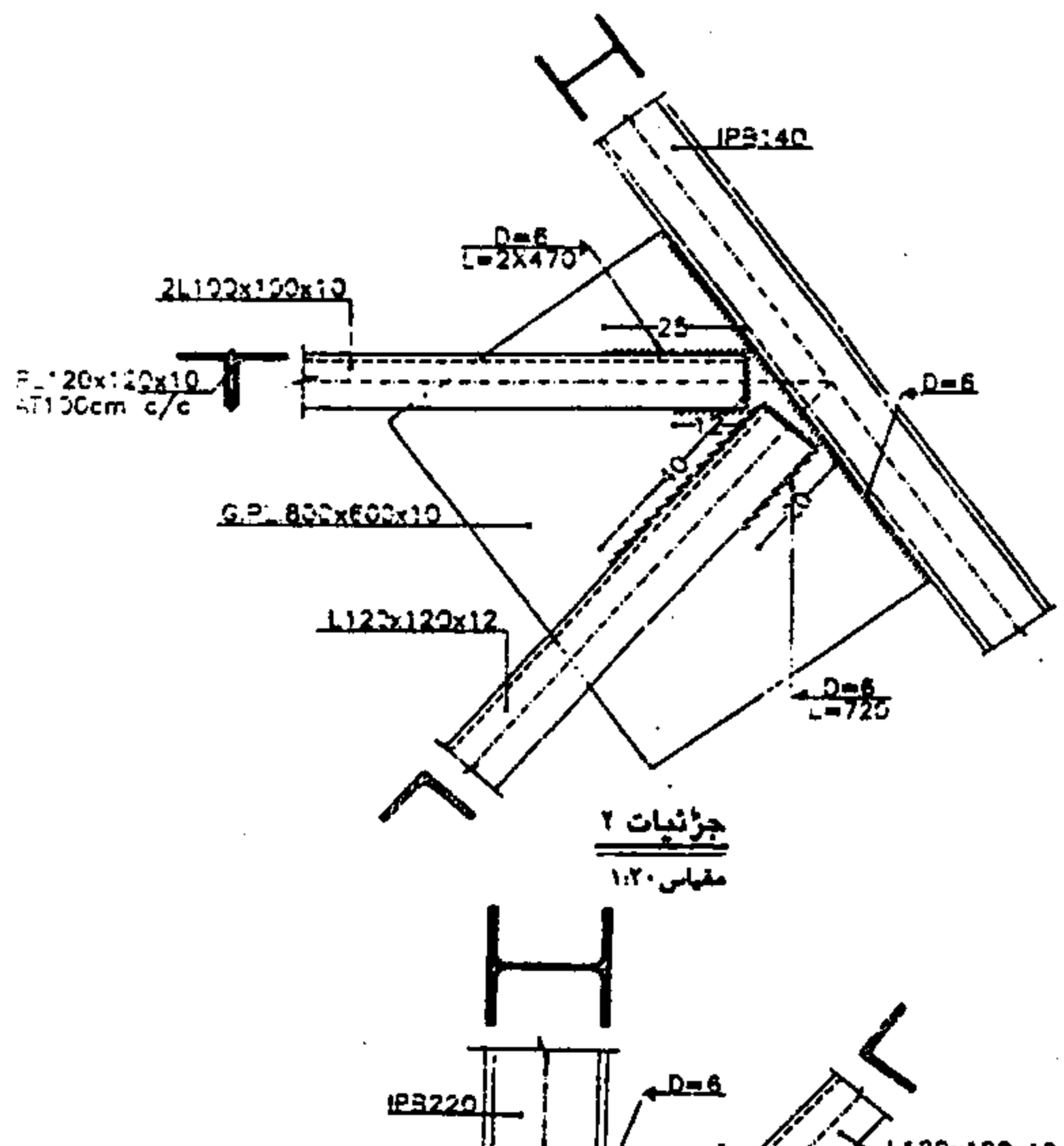
اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع III



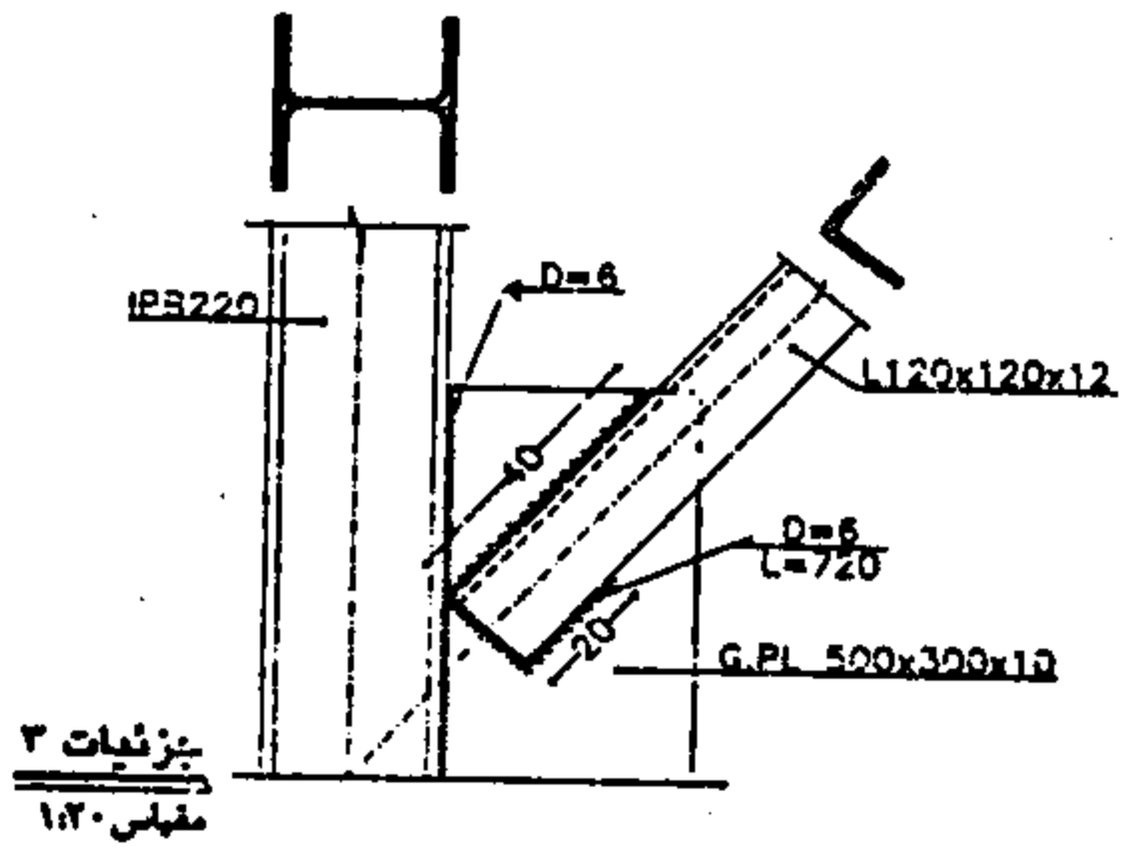
جزئیات ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۷ متری نوع III



جزئیات ۲

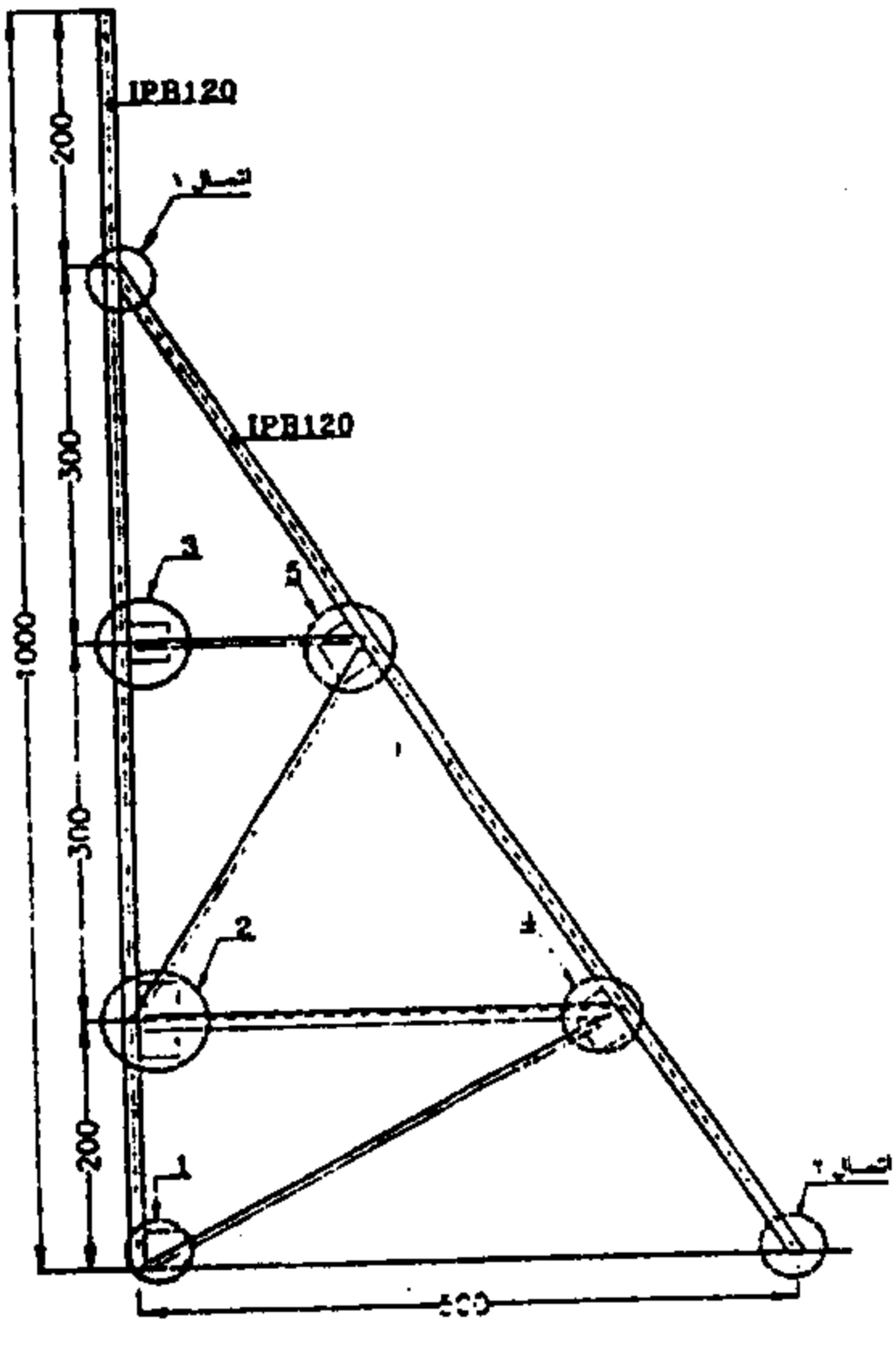
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۳

مقیاس ۱:۲۰

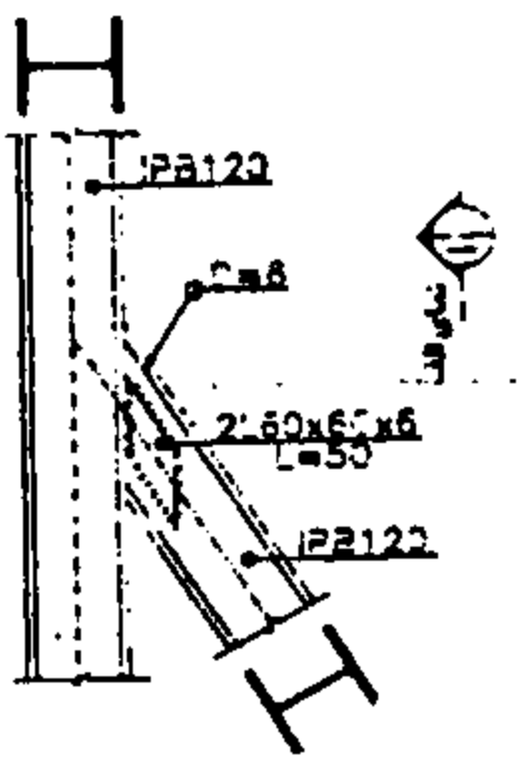
سازهٔ ۱۰ متری نوع I



قاب اصلی سازه ۱۰ متری تیپ I

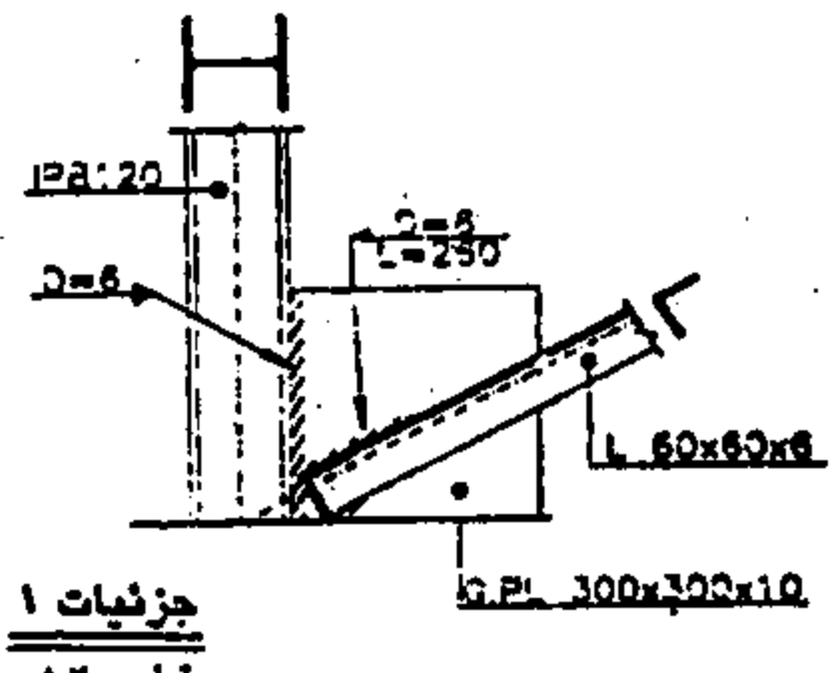
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع I



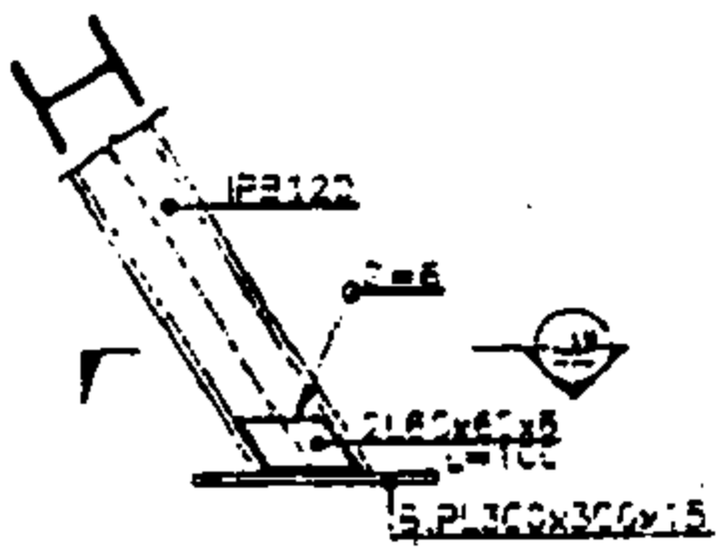
نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰



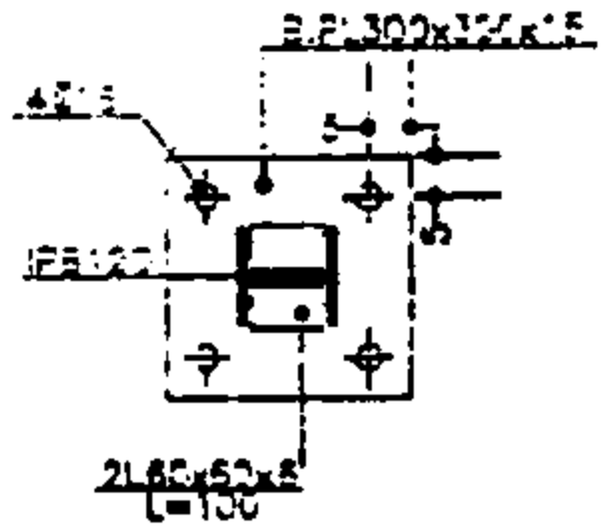
جزئیات ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع I



اتصال ۲

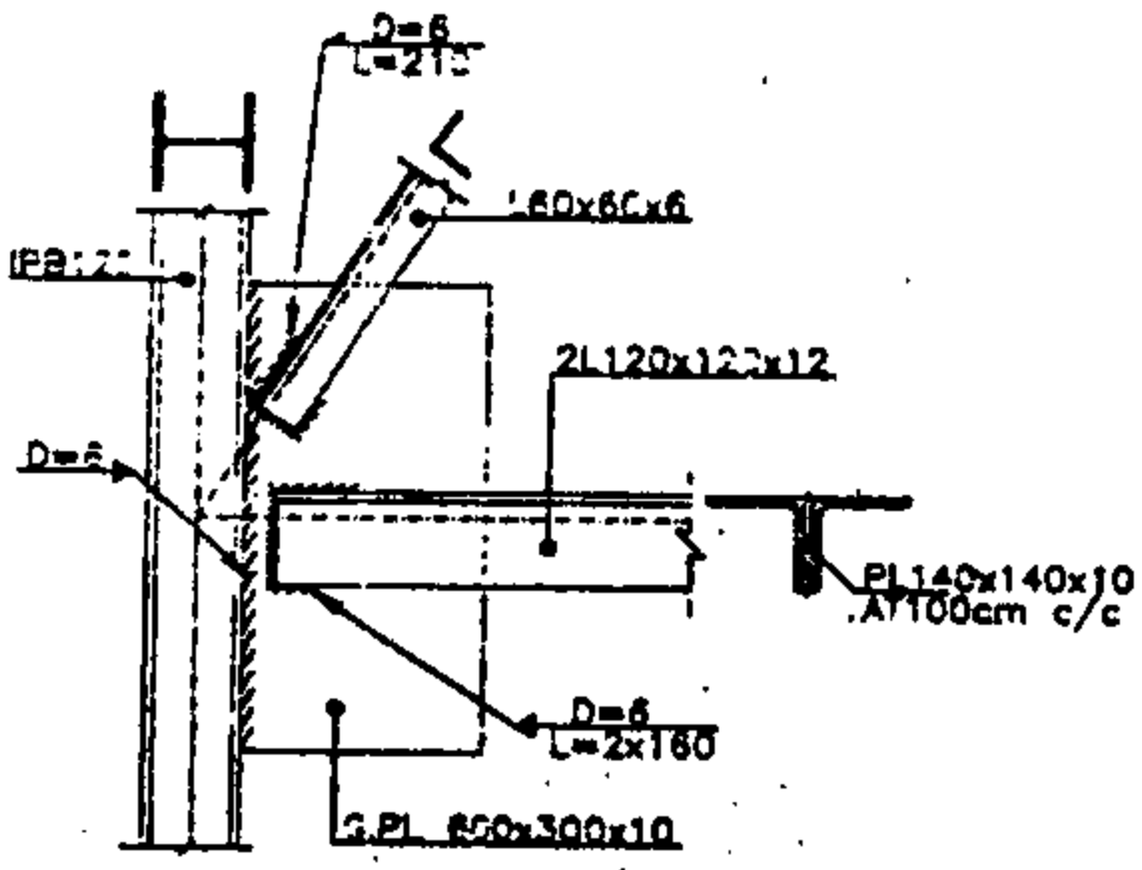
مقیاس ۱:۲۰



برش الف

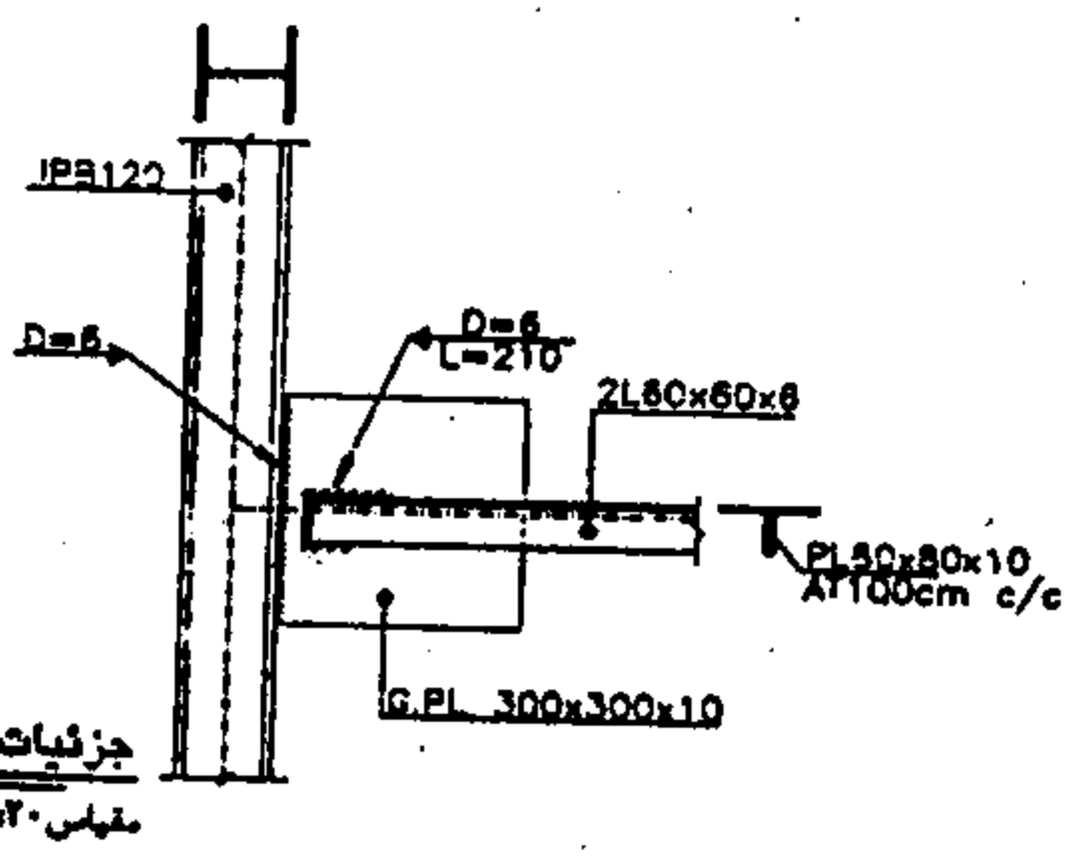
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع I



جزئیات ۲

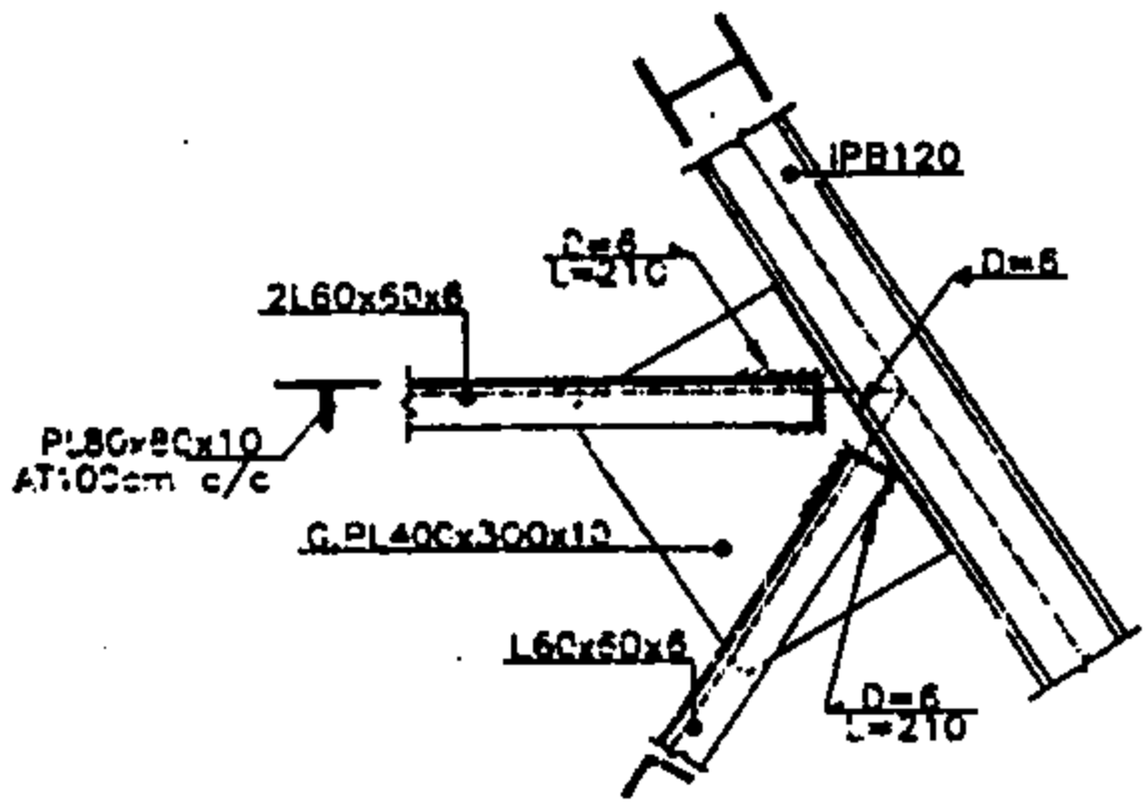
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۳

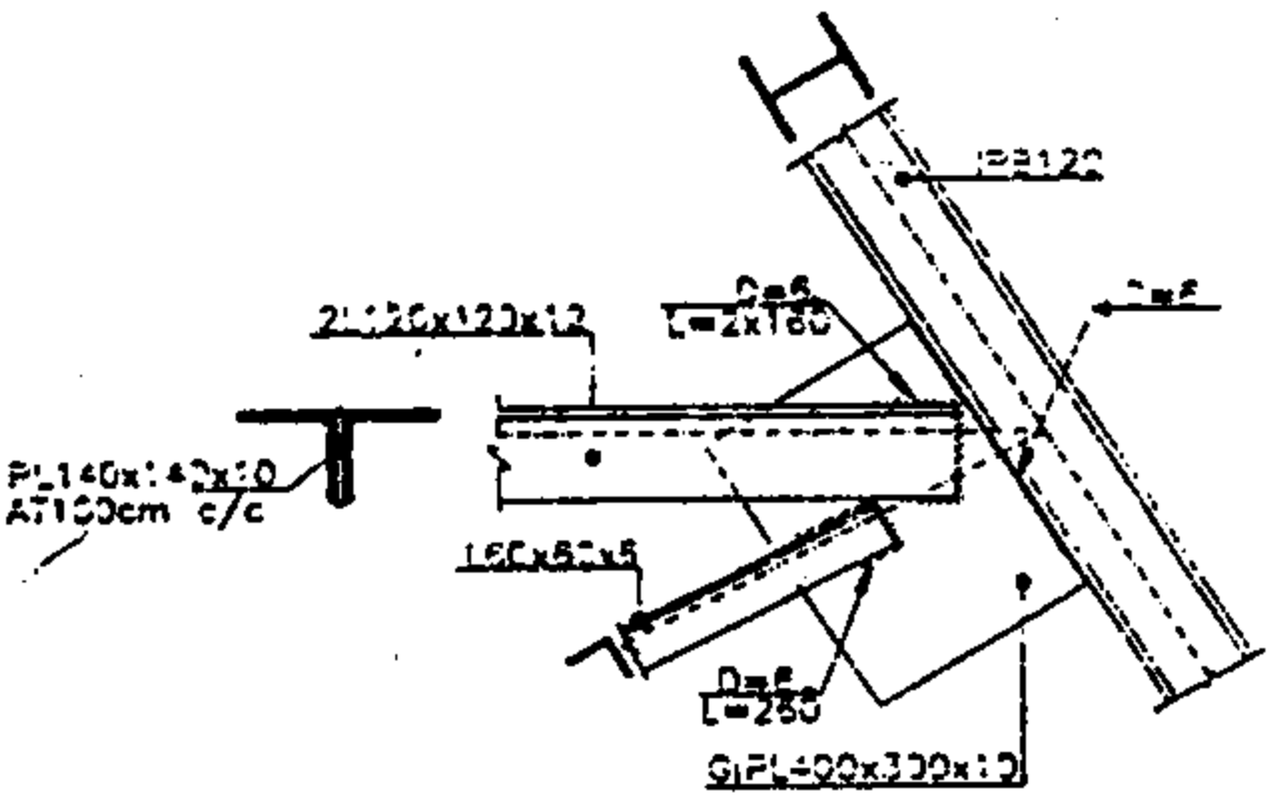
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع I



جزئیات ۵

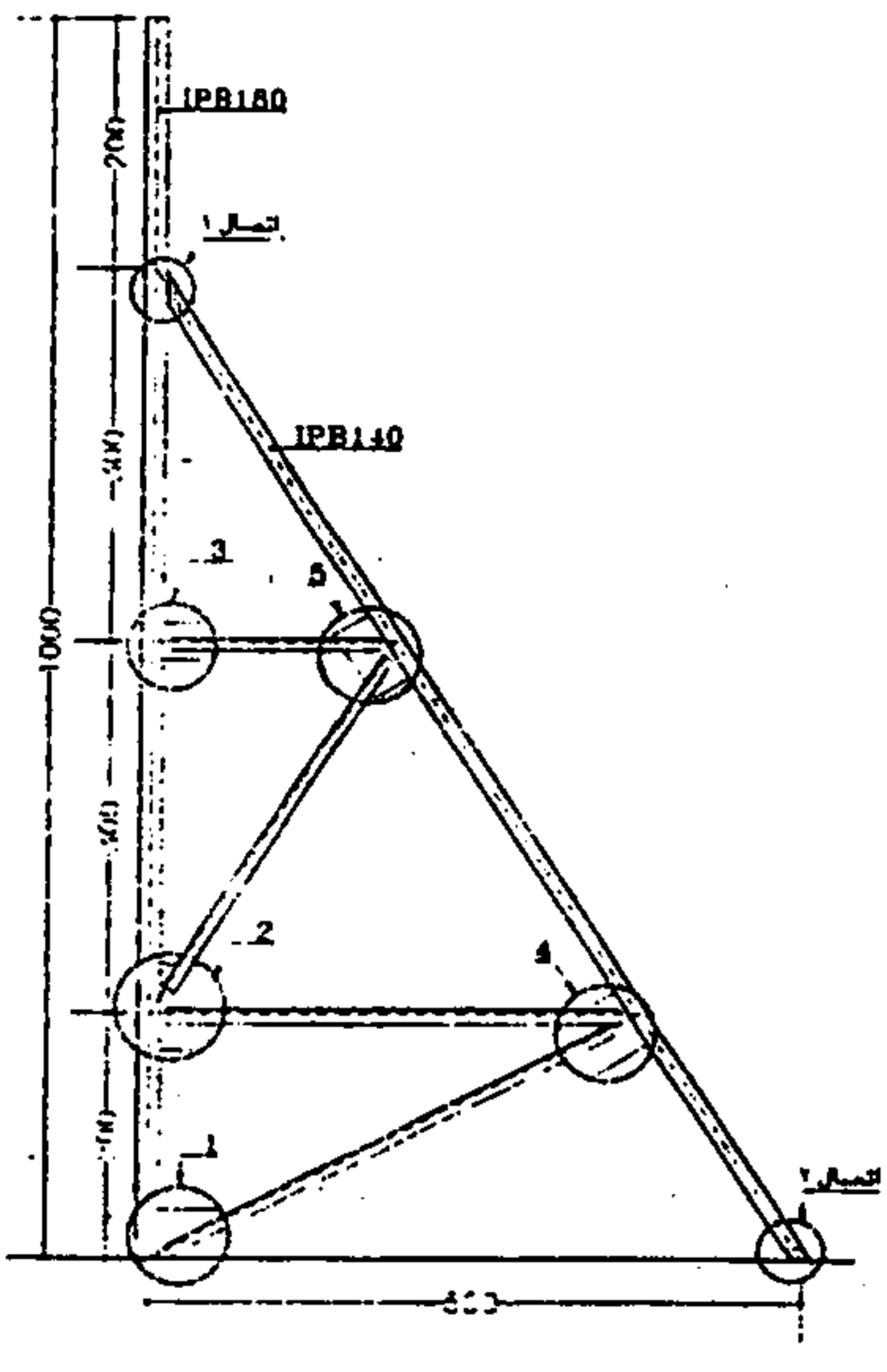
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۴

مقیاس ۱:۲۰

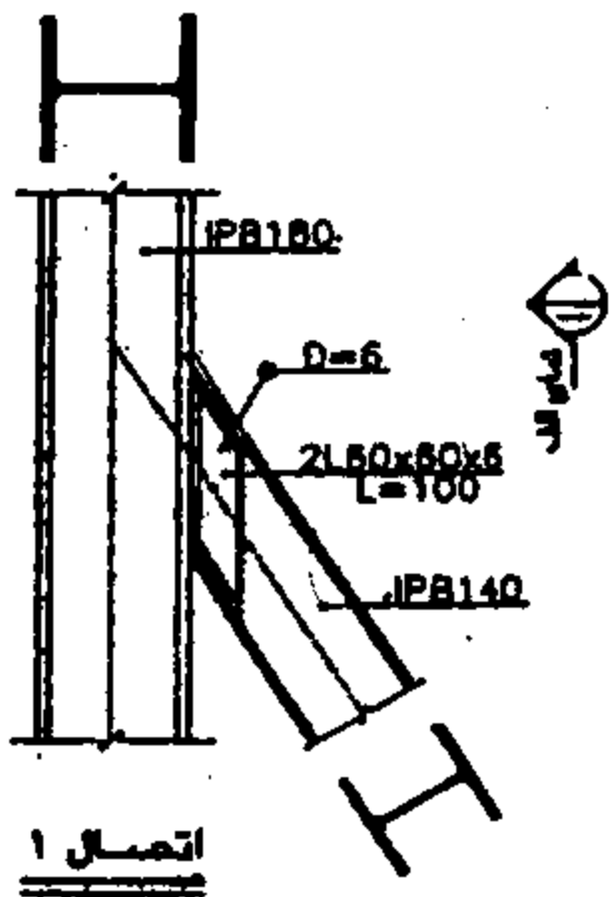
سازهٔ ۱۰ متری نوع II



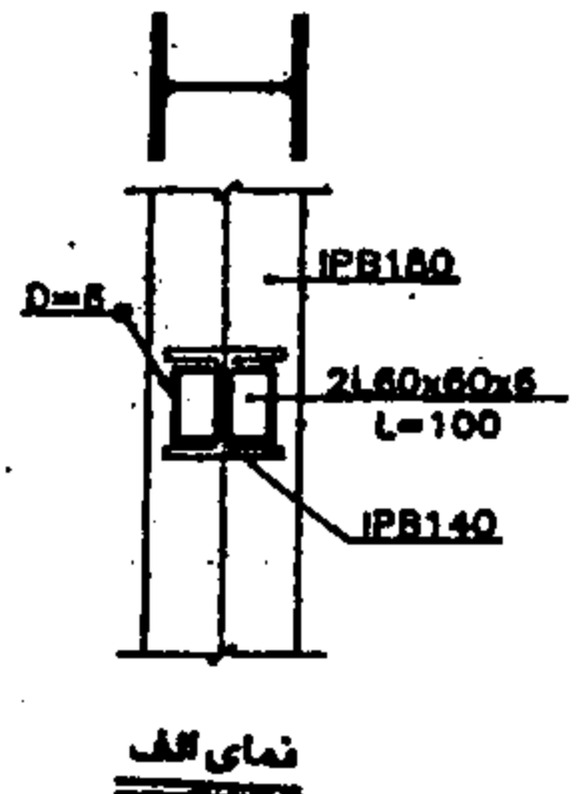
قاب اصلی سازه ۱۰ متری تیپ II

مقیاس ۱:۱۰۰

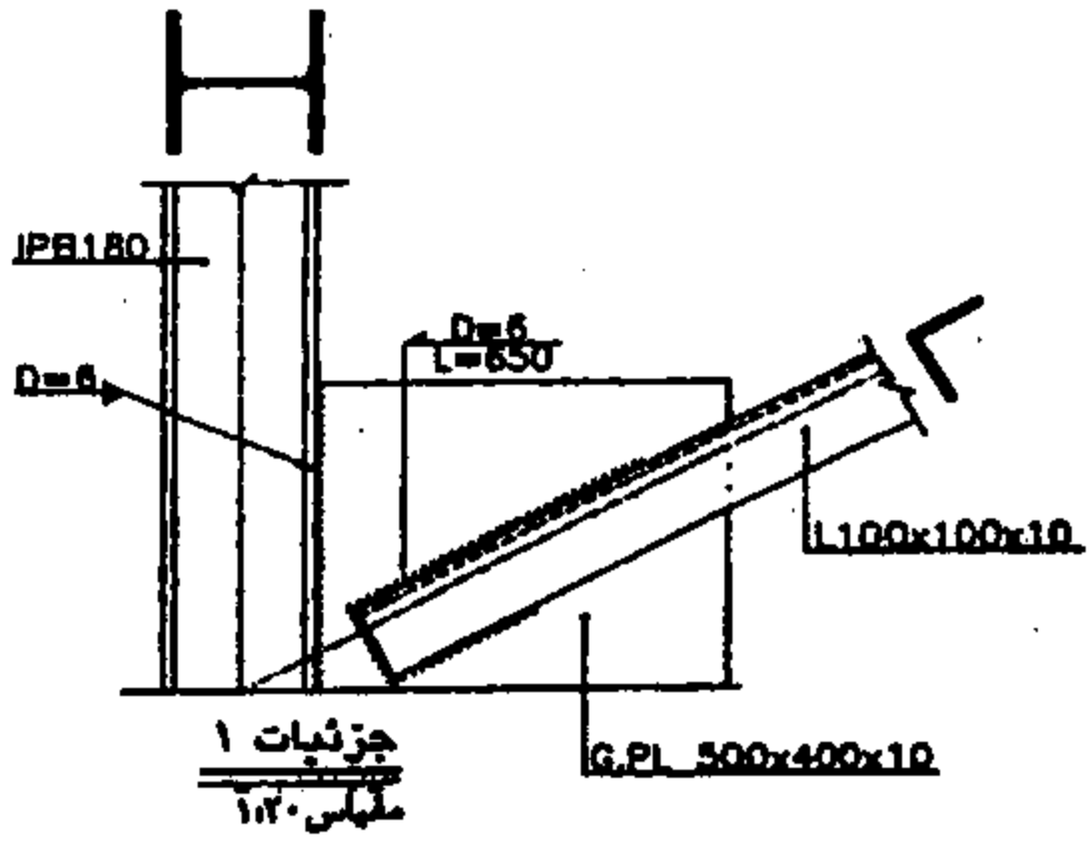
سازهٔ ۱۰ متری نوع II



اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰

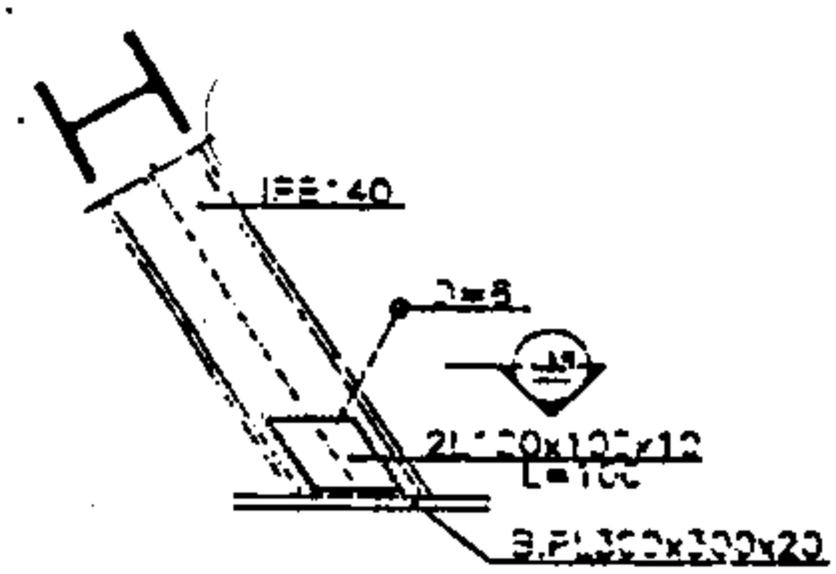


نمای الف
مقیاس ۱:۲۰



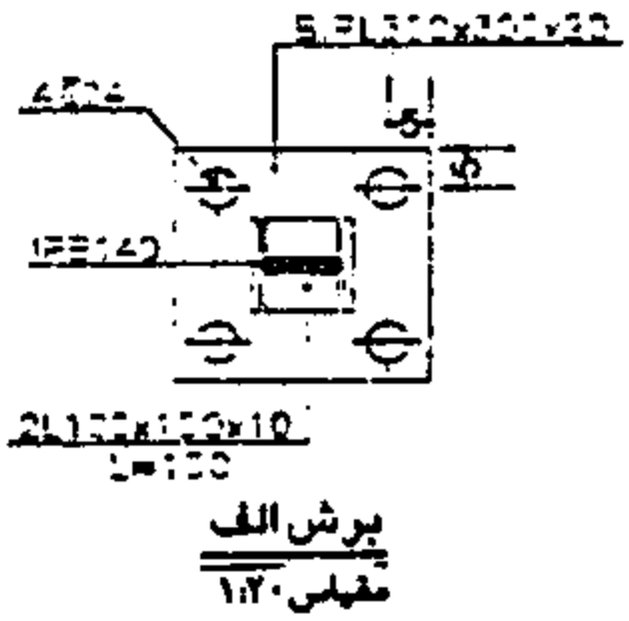
جزئیات ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع II



اتصال ۲

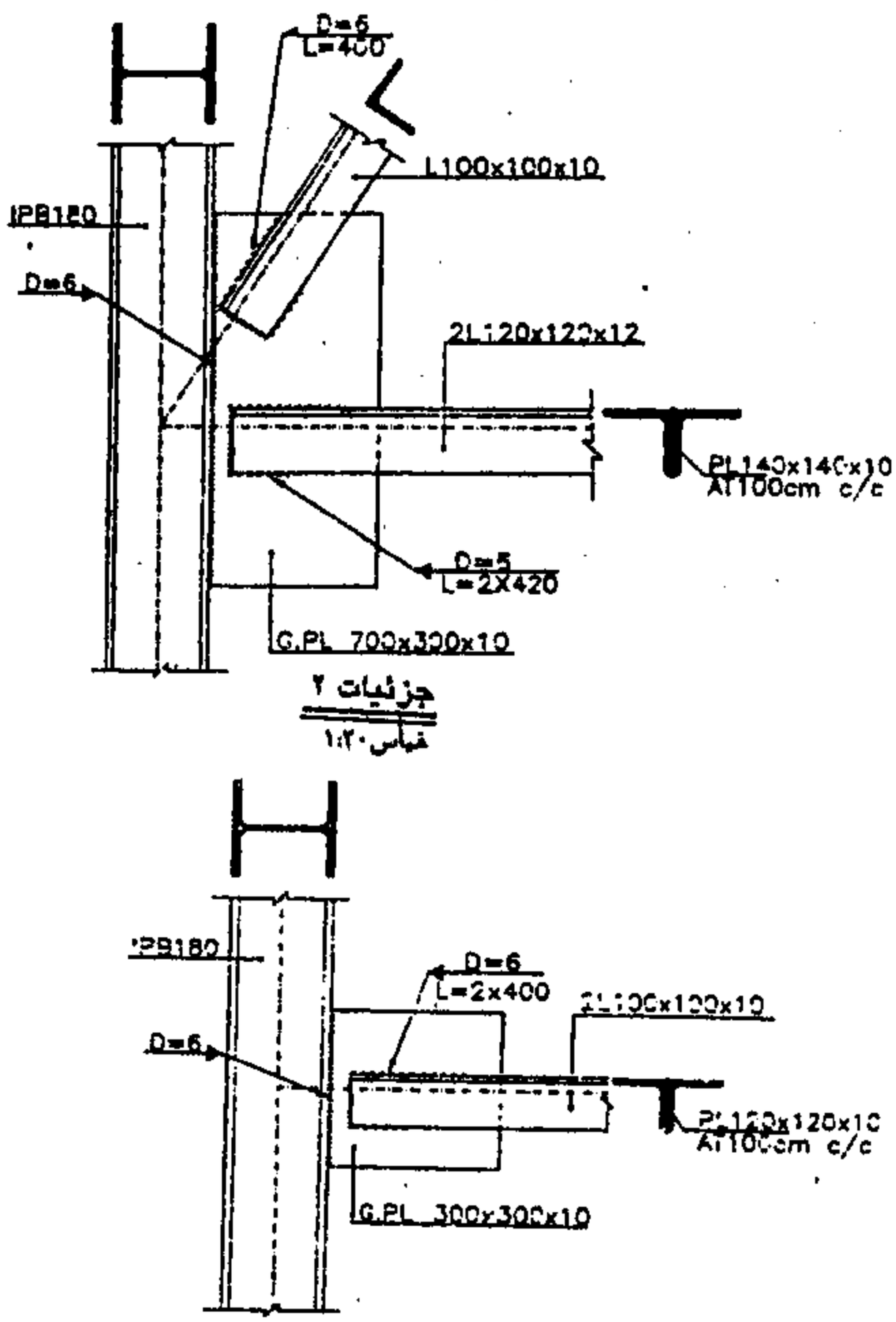
مقیاس ۱:۲۰



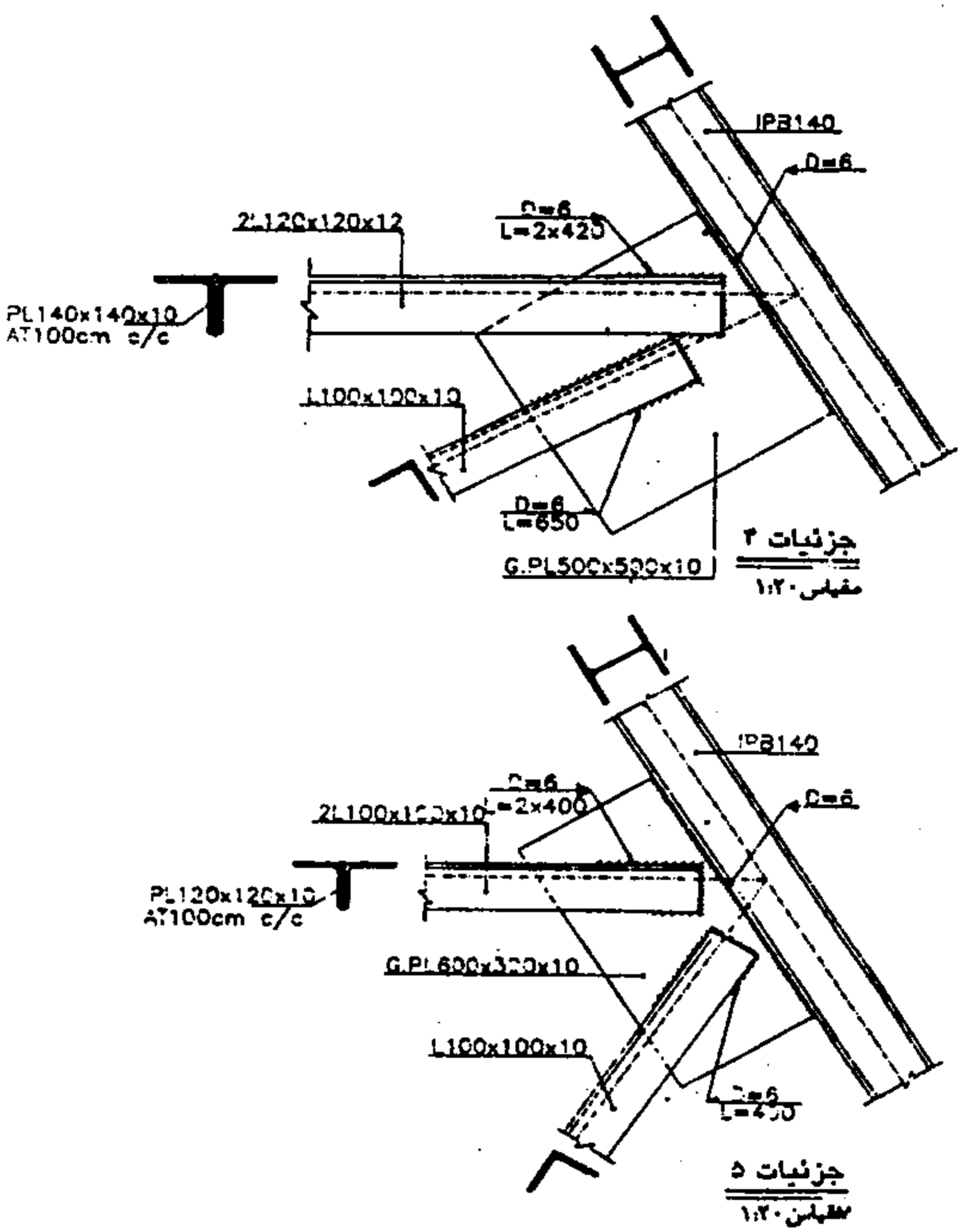
برش الف

مقیاس ۱:۲۰

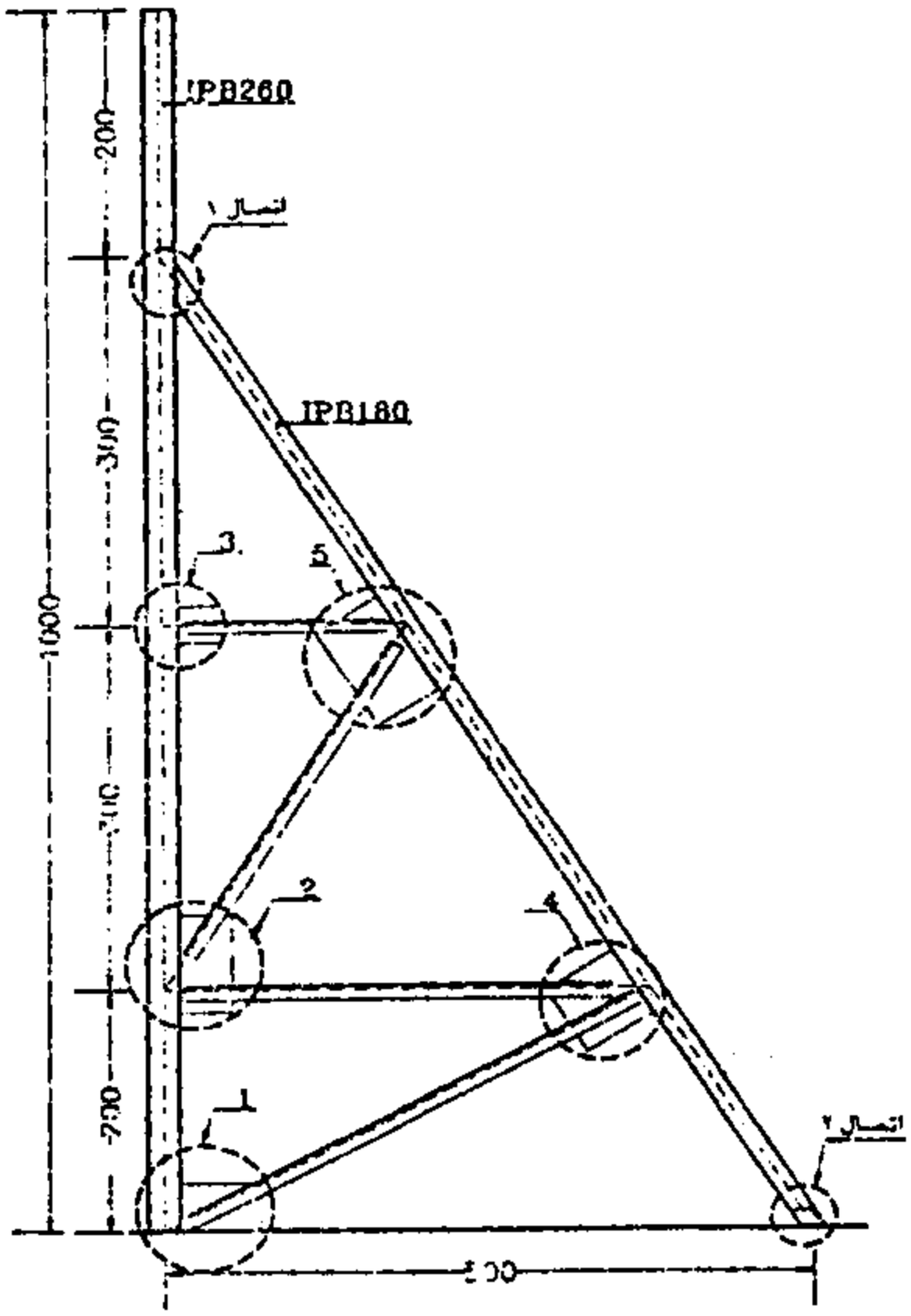
سازهٔ ۱۰ متری نوع II



سازهٔ ۱۰ متری نوع II



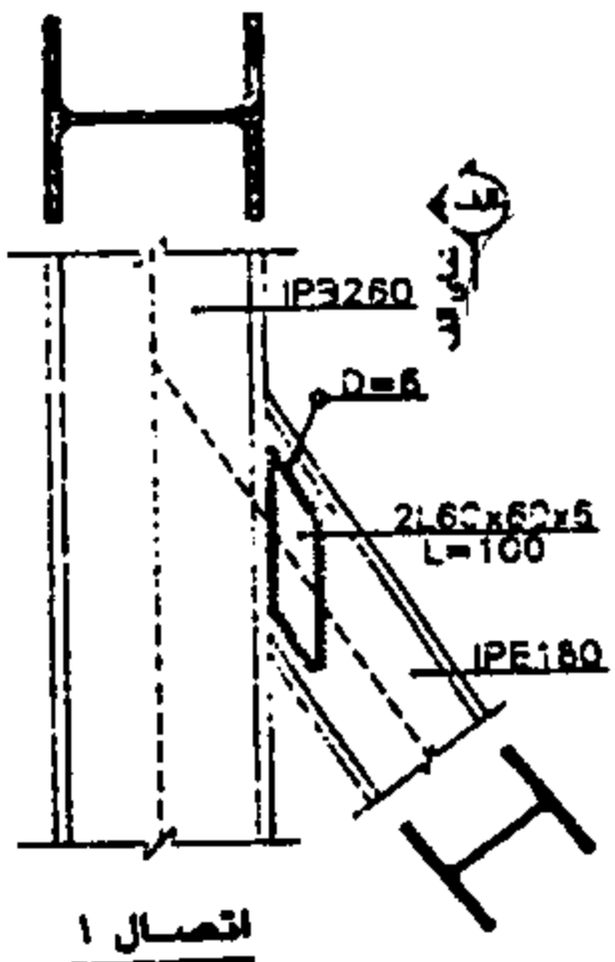
سازهٔ ۱۰ متری نوع III



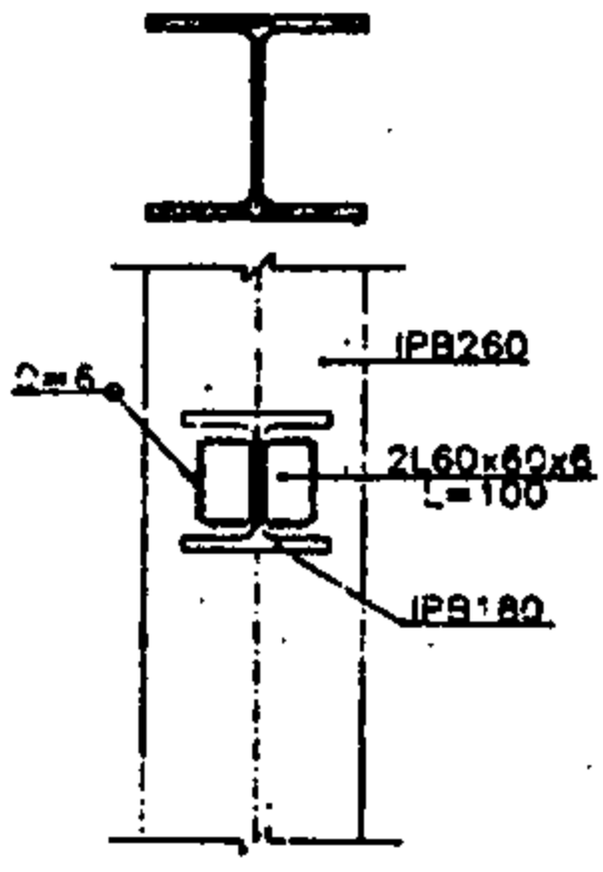
قاب اصلی سازه ۱۰ متری تیپ III

مقیاس ۱:۱۰۰

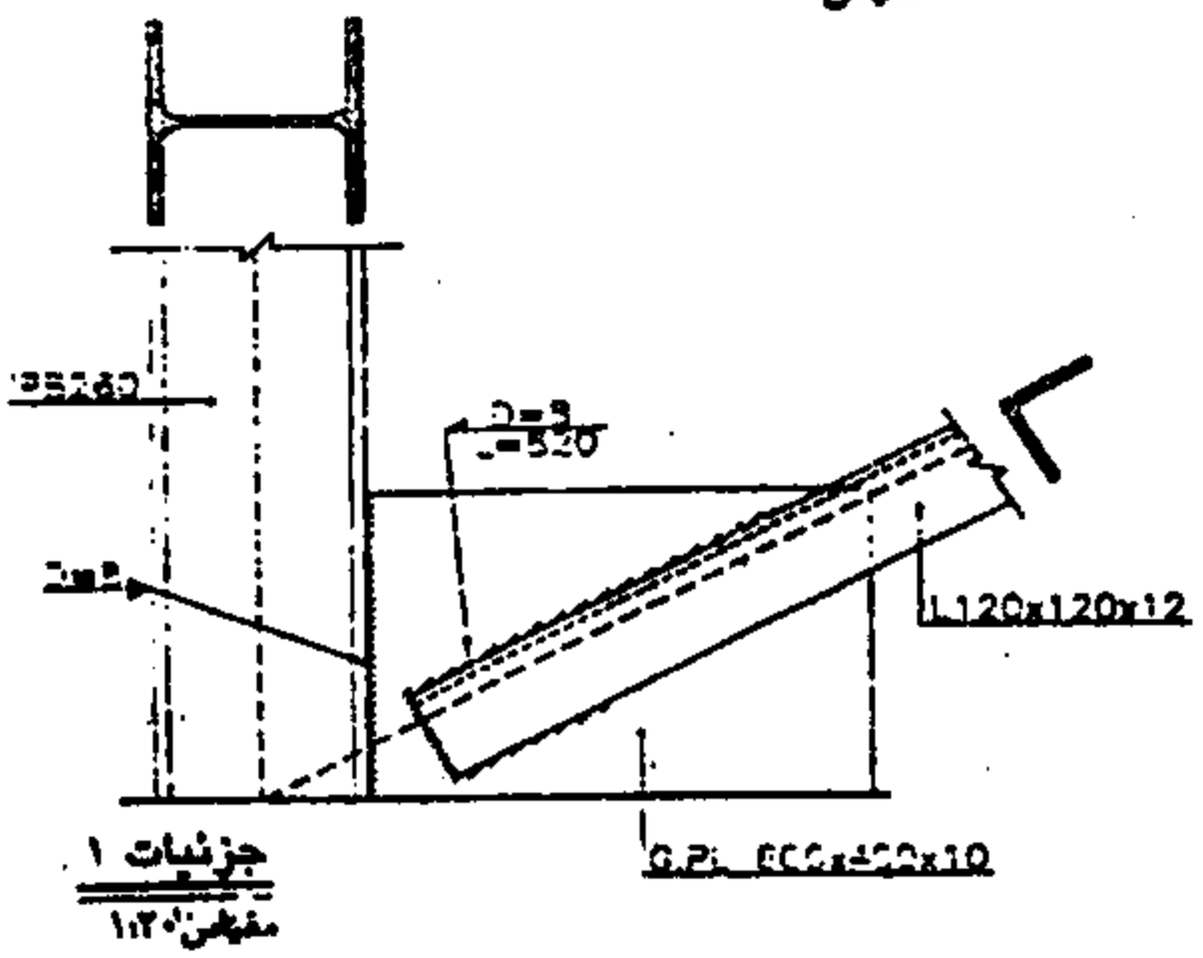
سازهٔ ۱۰ متری نوع III



اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰

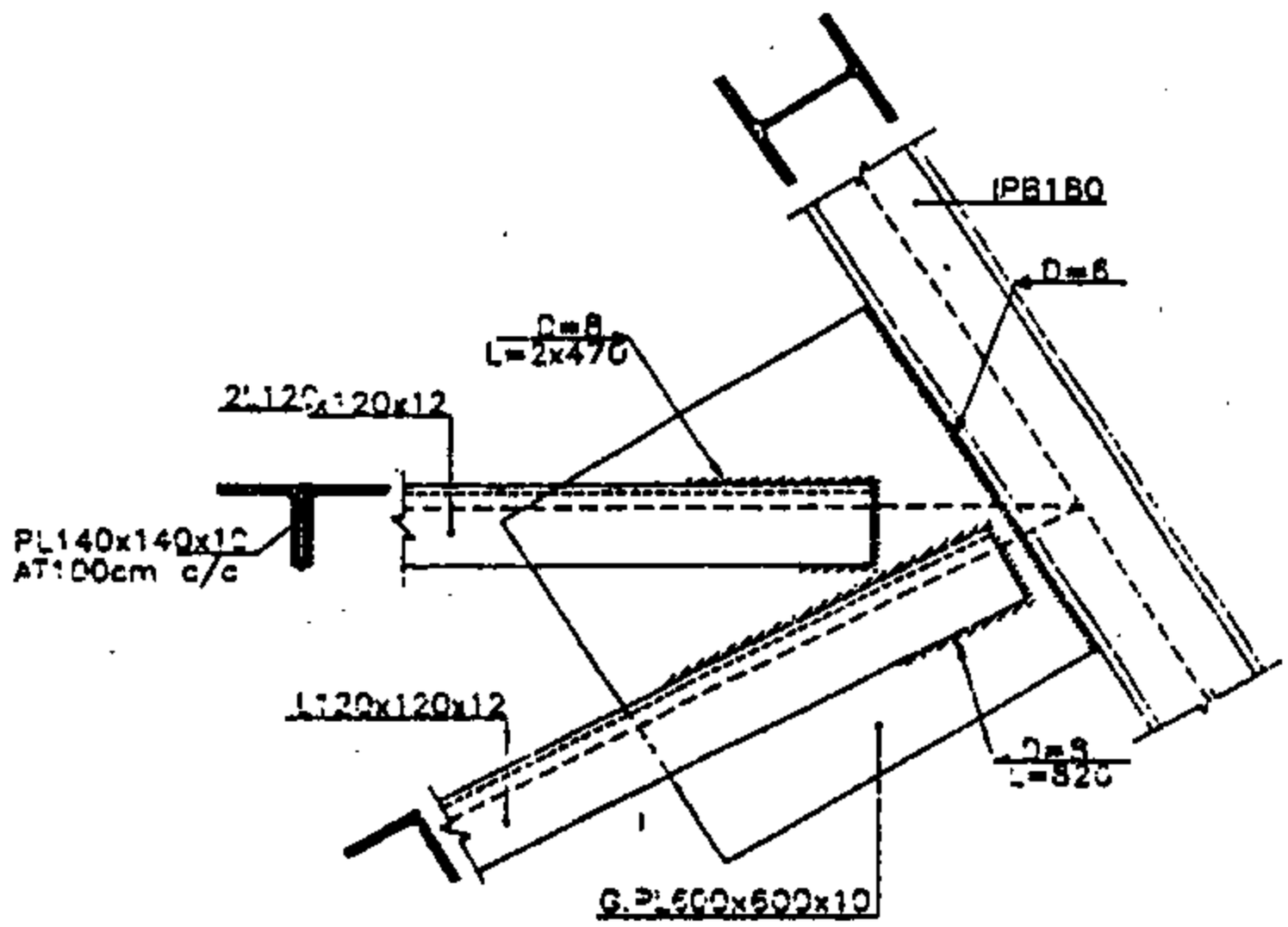


نمای الف
مقیاس ۱:۲۰



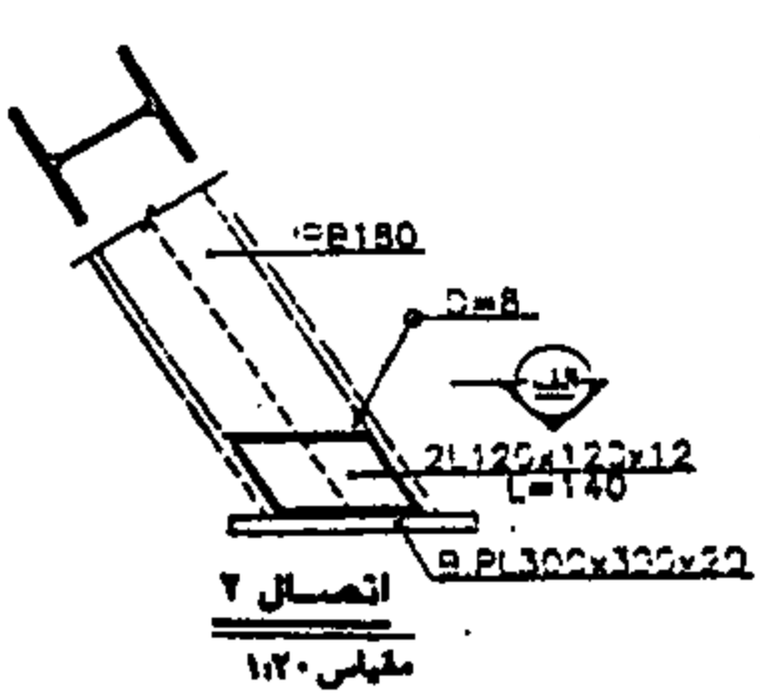
جزئیات ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع III



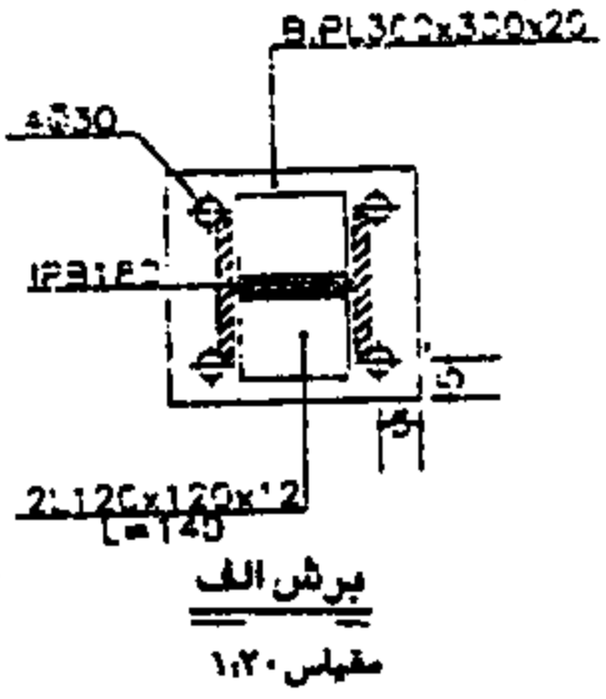
جزئیات ۴

مقیاس ۱:۲۰



اتصال ۲

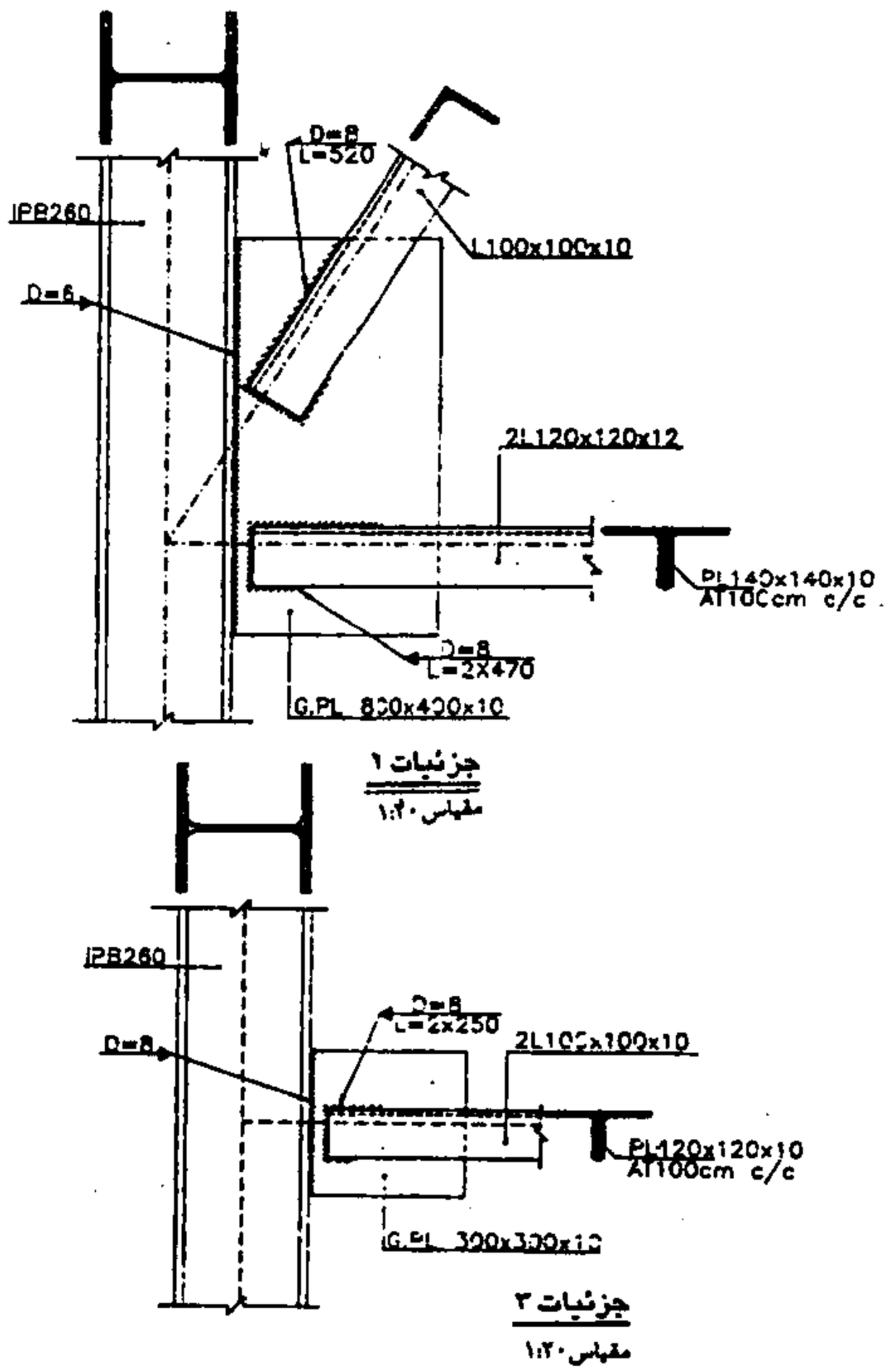
مقیاس ۱:۲۰



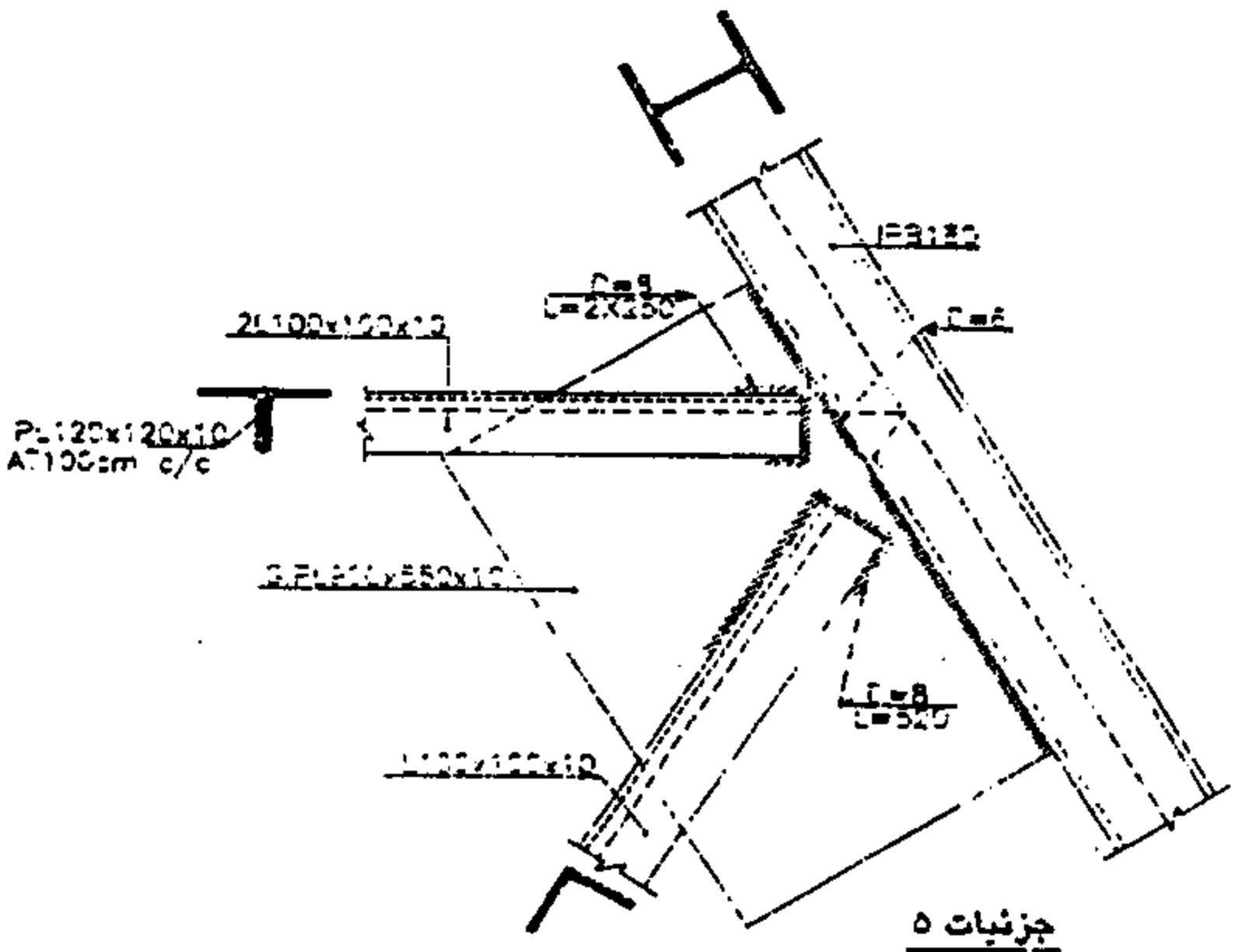
برش الف

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۰ متری نوع III



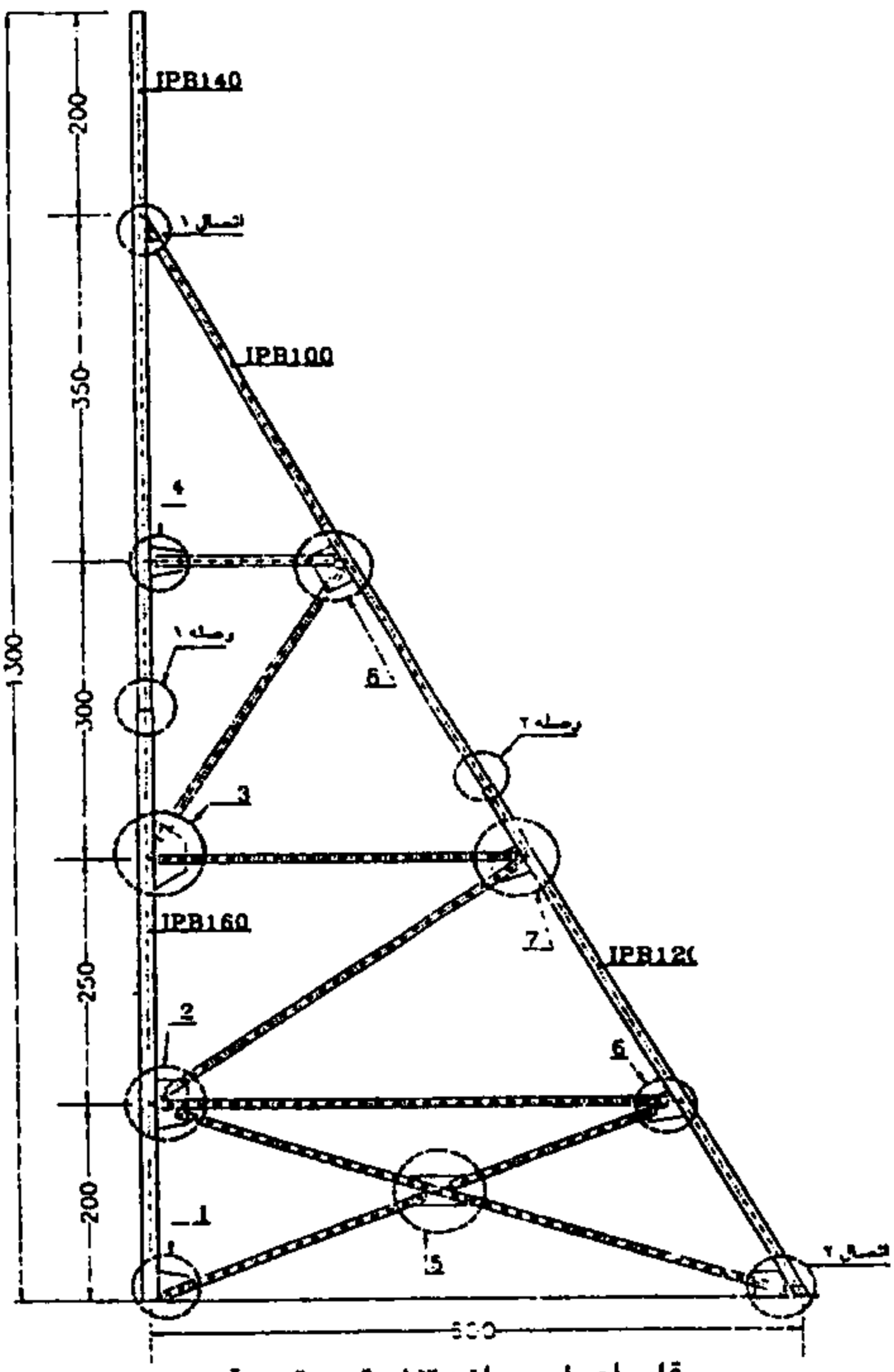
سازهٔ ۱۰ متری نوع III



جزئیات ۵

مقیاس ۱:۲۰

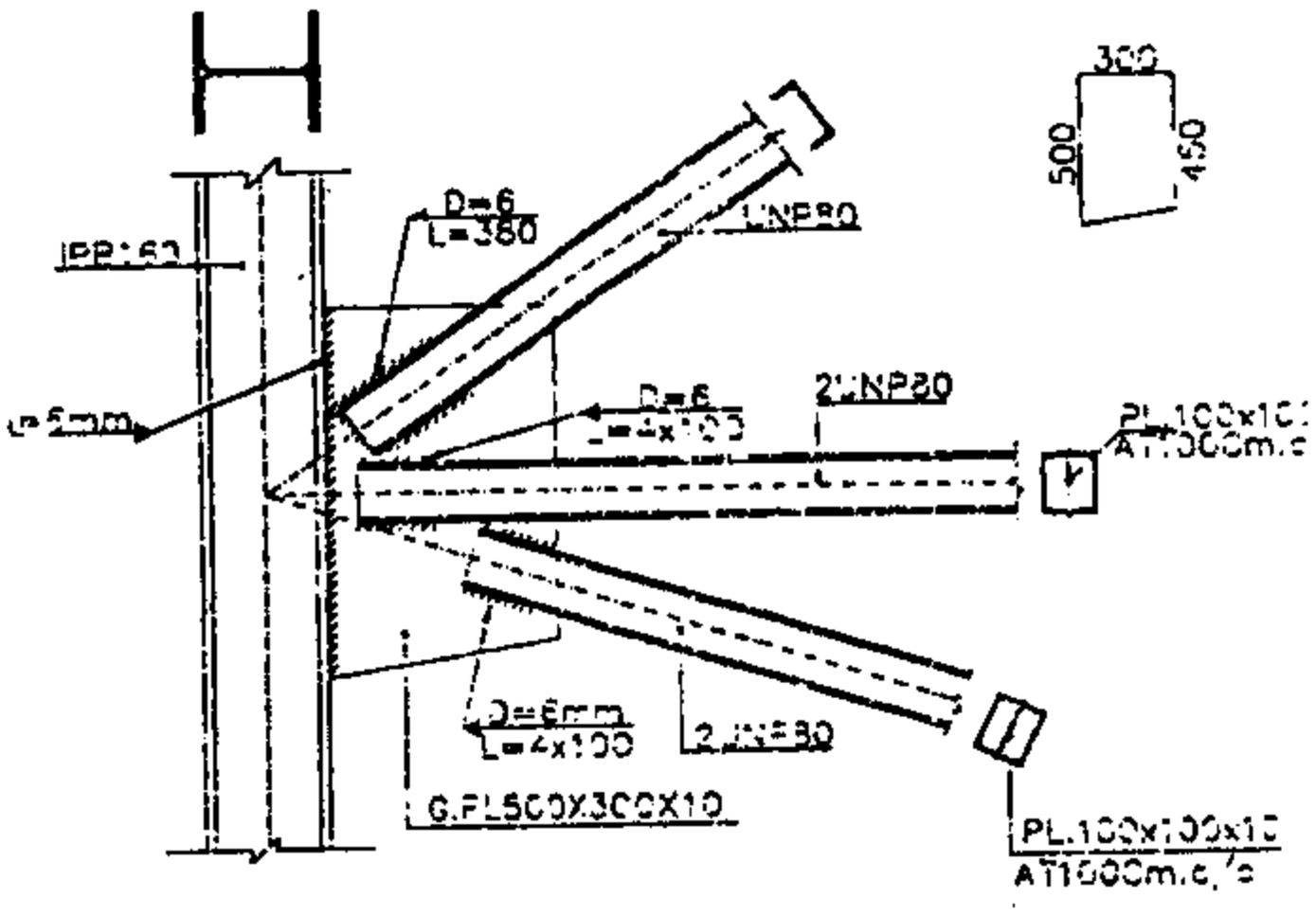
سازهٔ ۱۳ متری نوع I



قاب اصلی سازه ۱۳ متری تیپ I

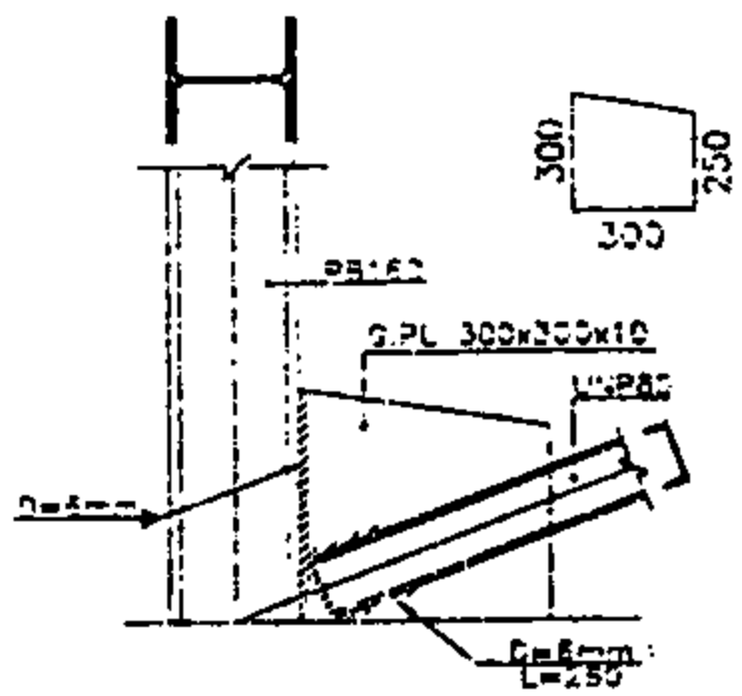
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I



جزئیات ۲

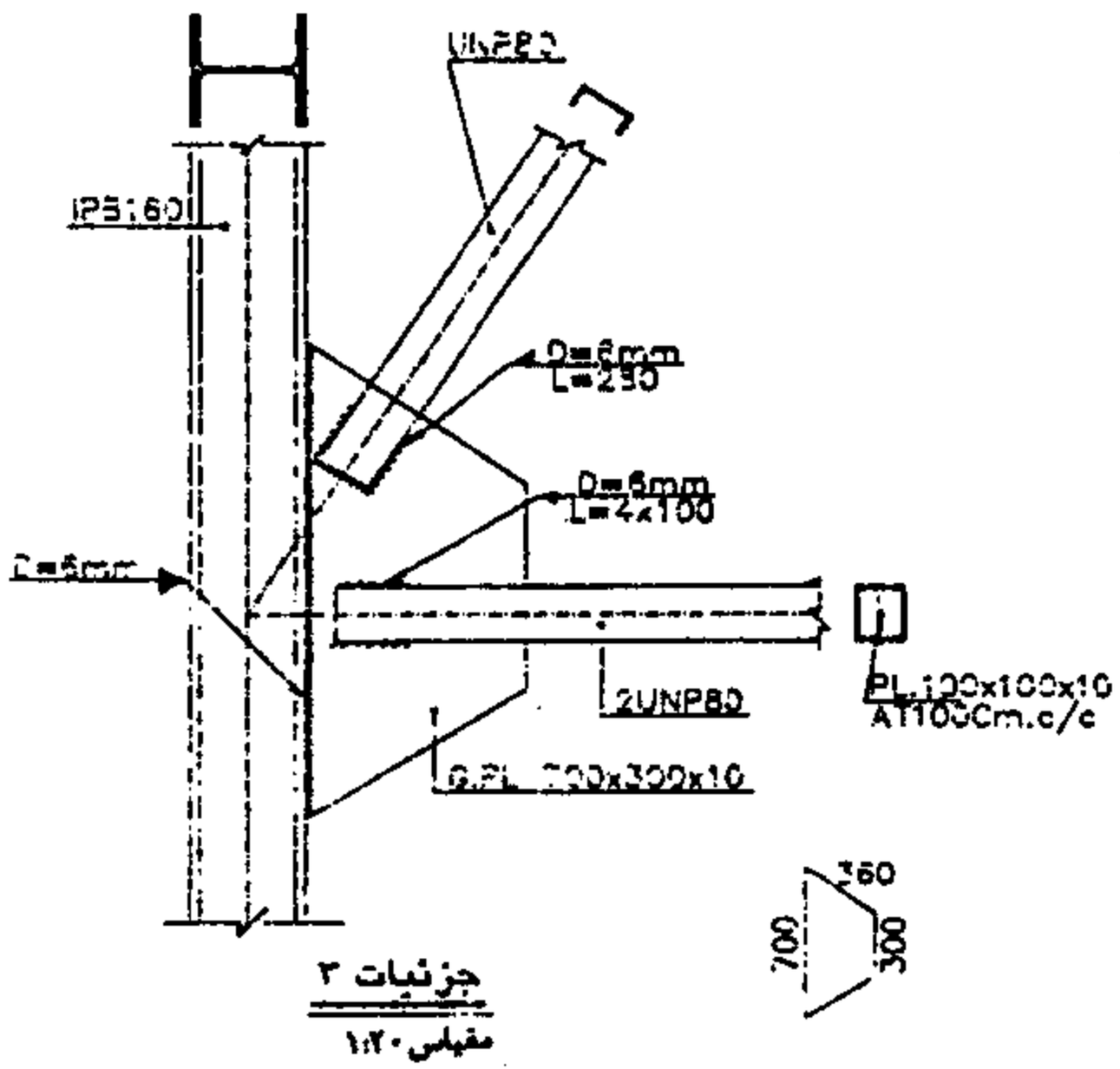
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۱

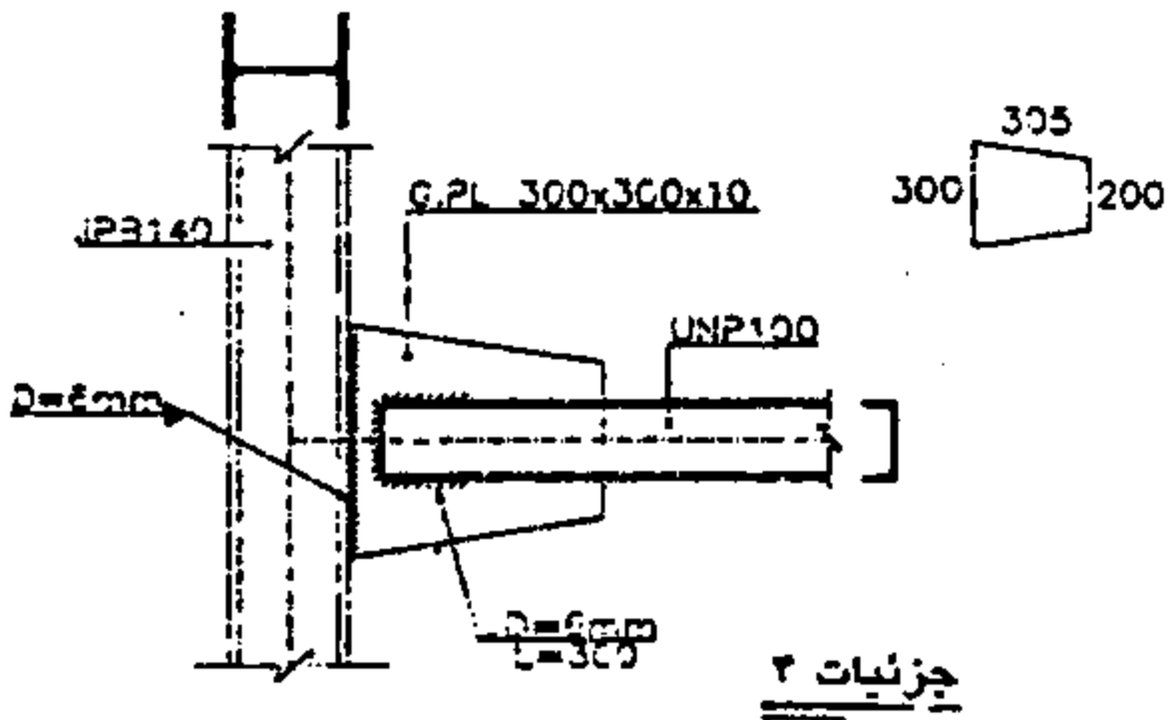
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I



جزئیات ۳

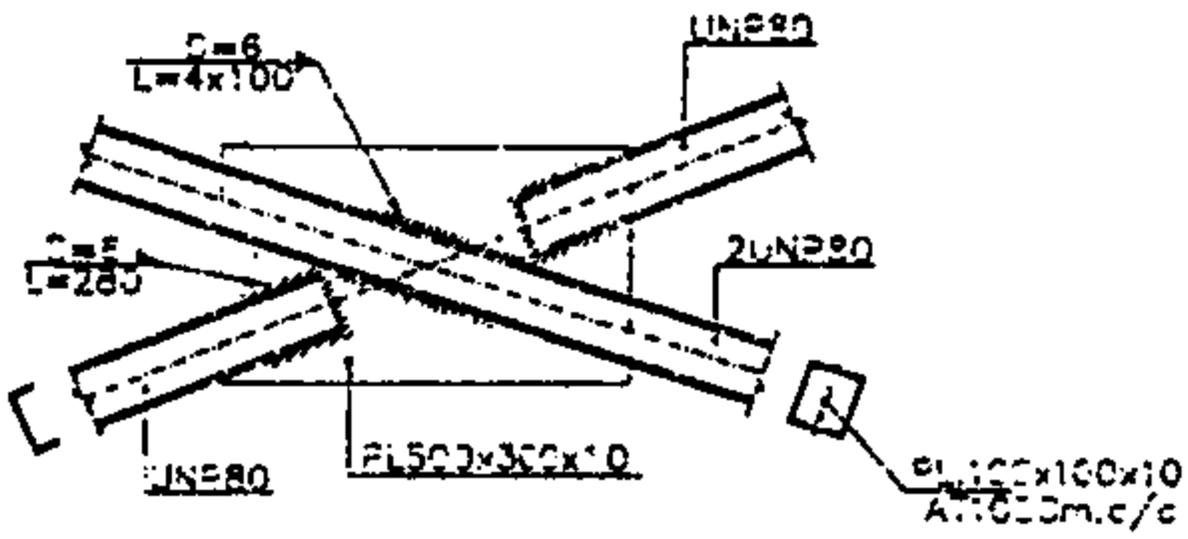
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۴

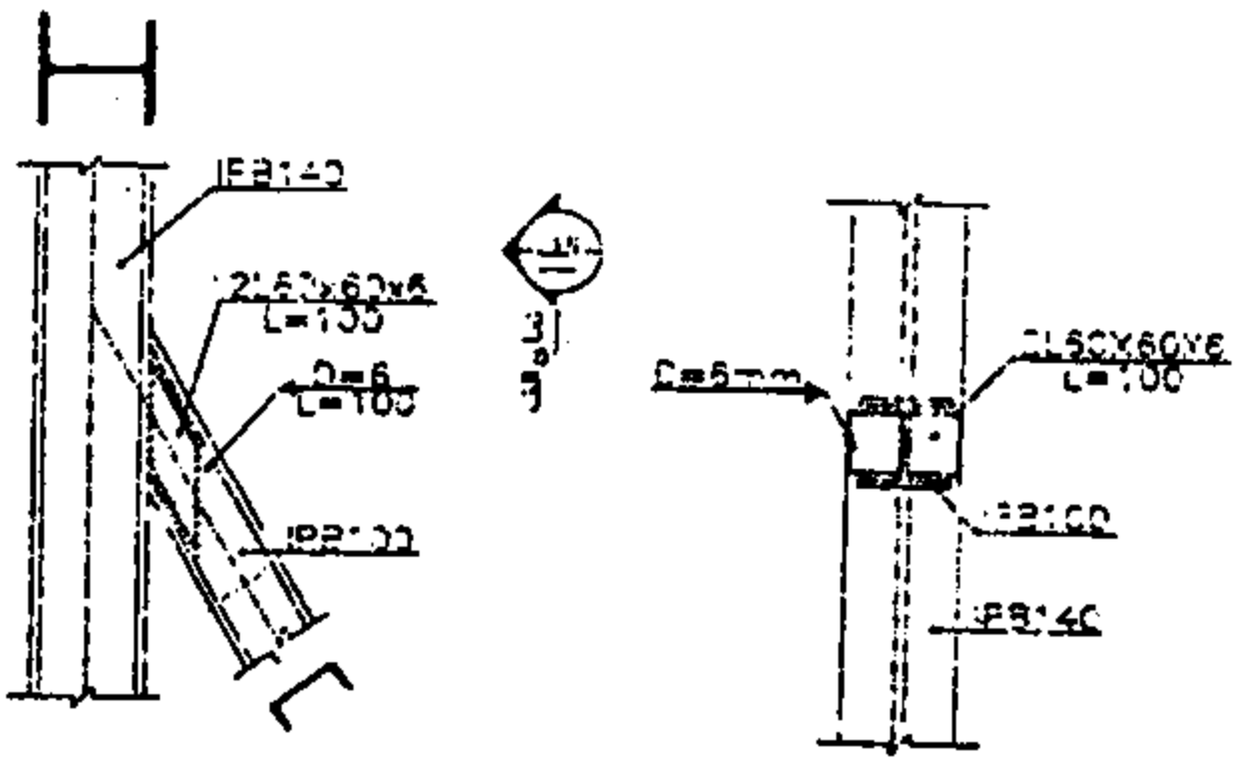
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I



جزئیات ۵

مقیاس ۱:۲۰



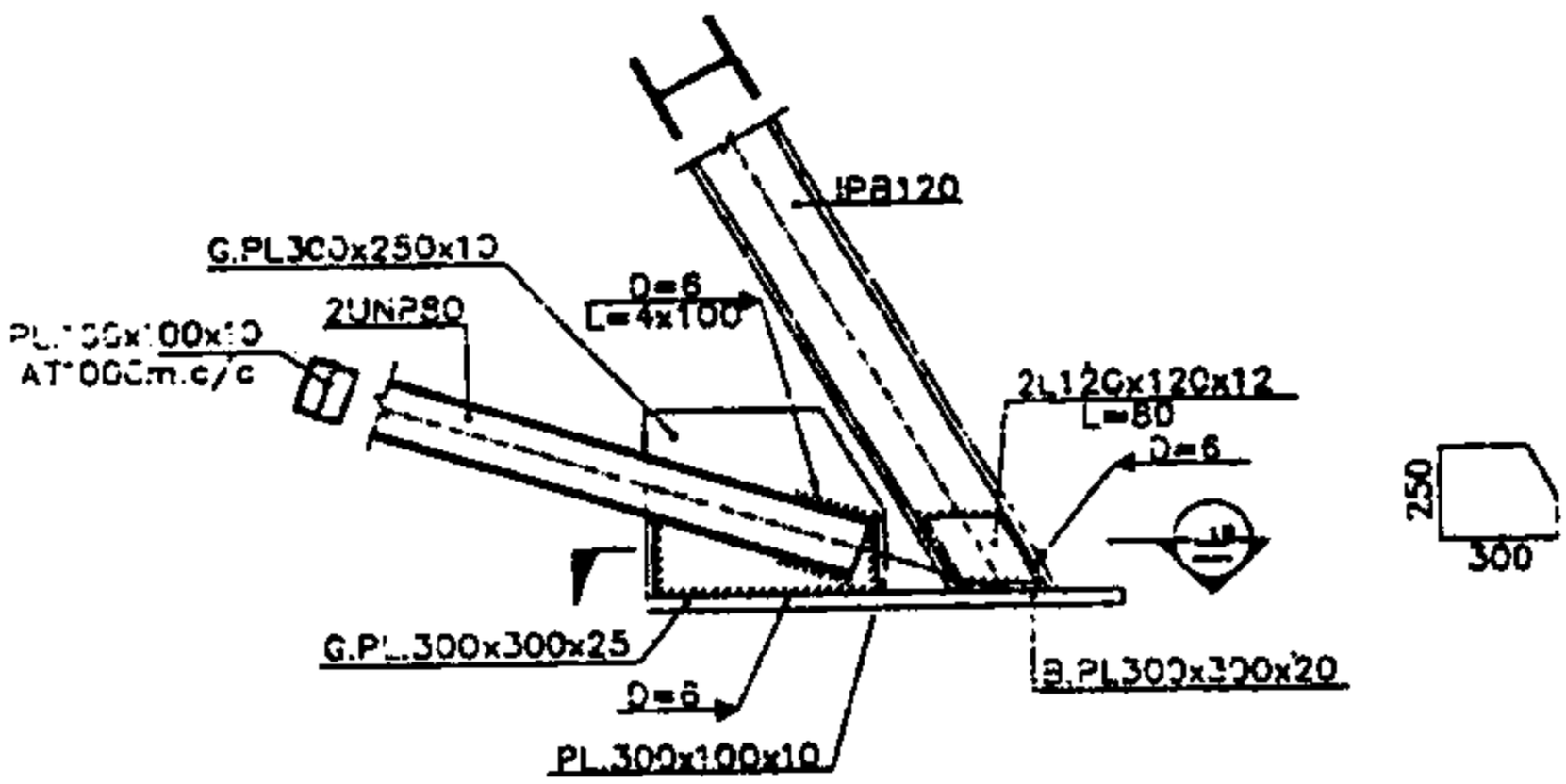
نمای A

مقیاس ۱:۲۰

اتصال ۱

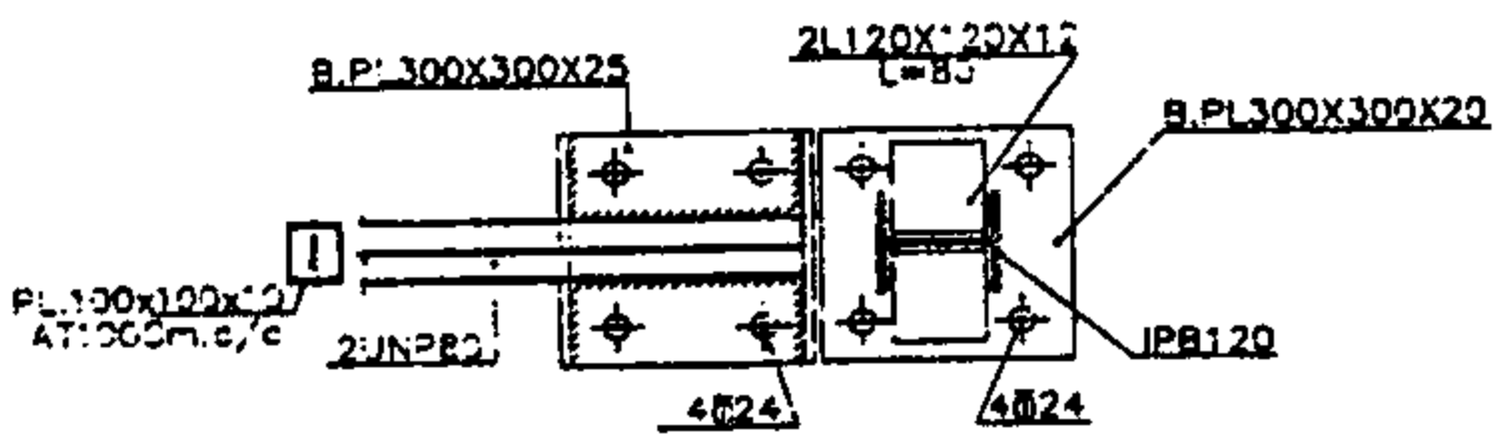
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I



اتصال ۲

مقیاس ۱:۲۰



برش الف

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I

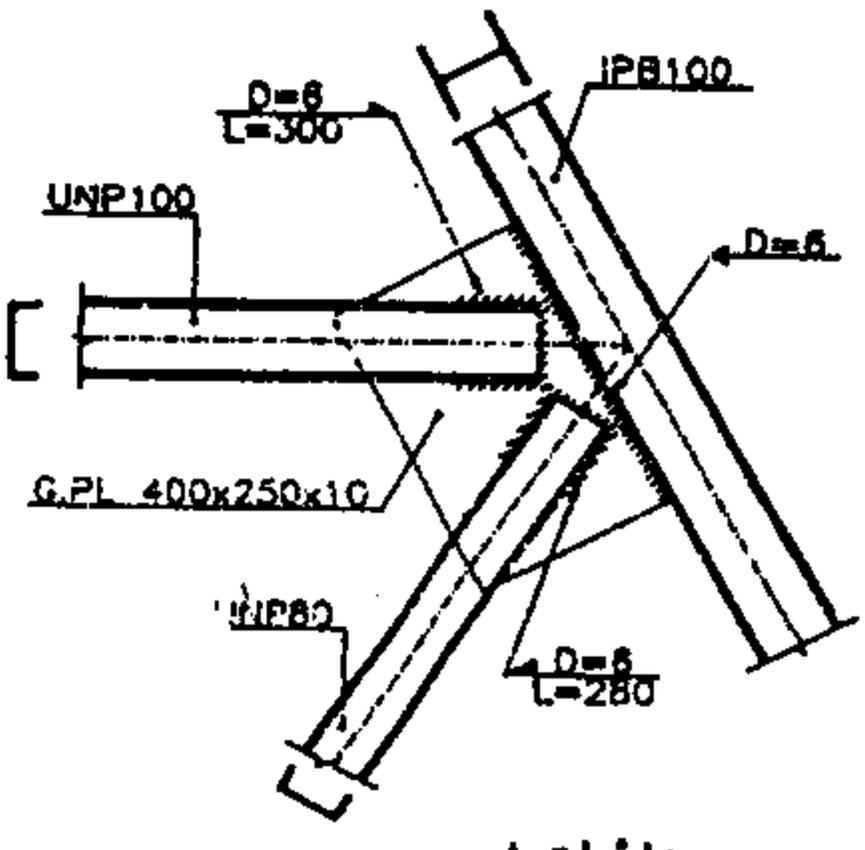
جزئیات ۶

مقیاس ۱:۲۰

جزئیات ۷

مقیاس ۱:۲۰

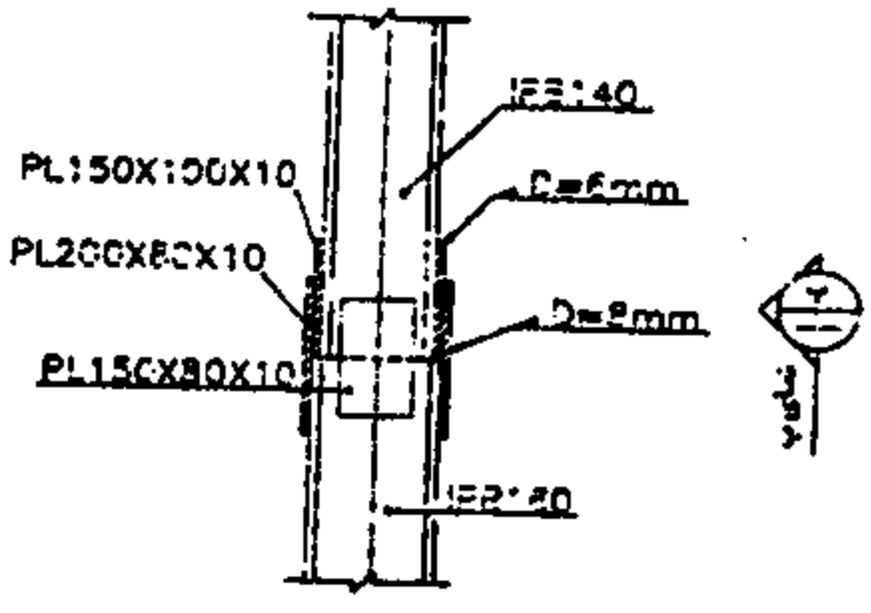
سازهٔ ۱۳ متری نوع I



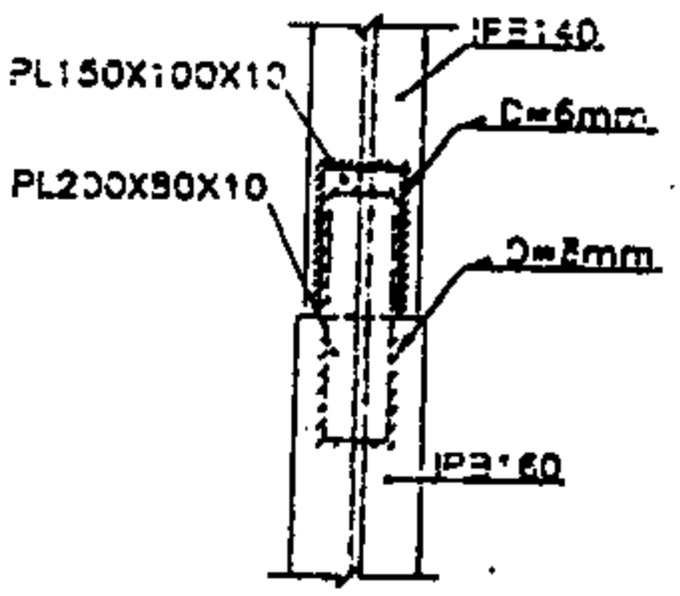
جزئیات ۸

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I

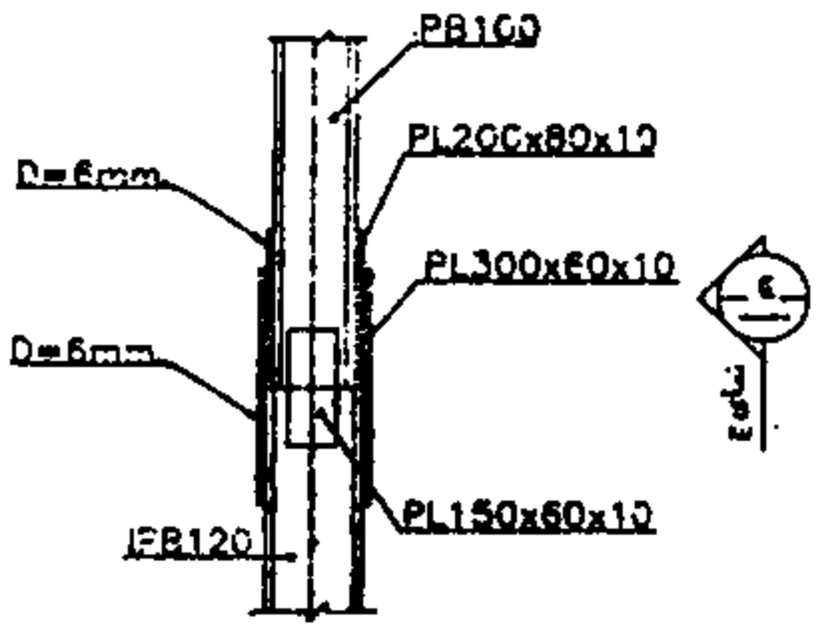


وصله ۱
مقیاس ۱:۲۰



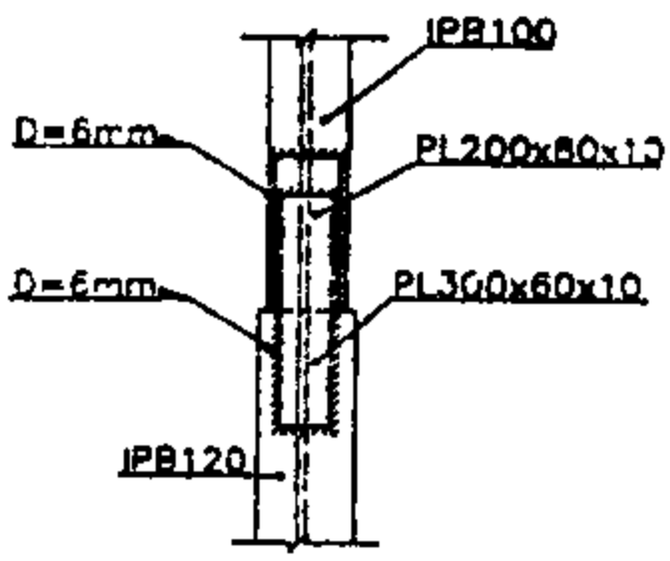
نمای ب
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع I



وصله ۲

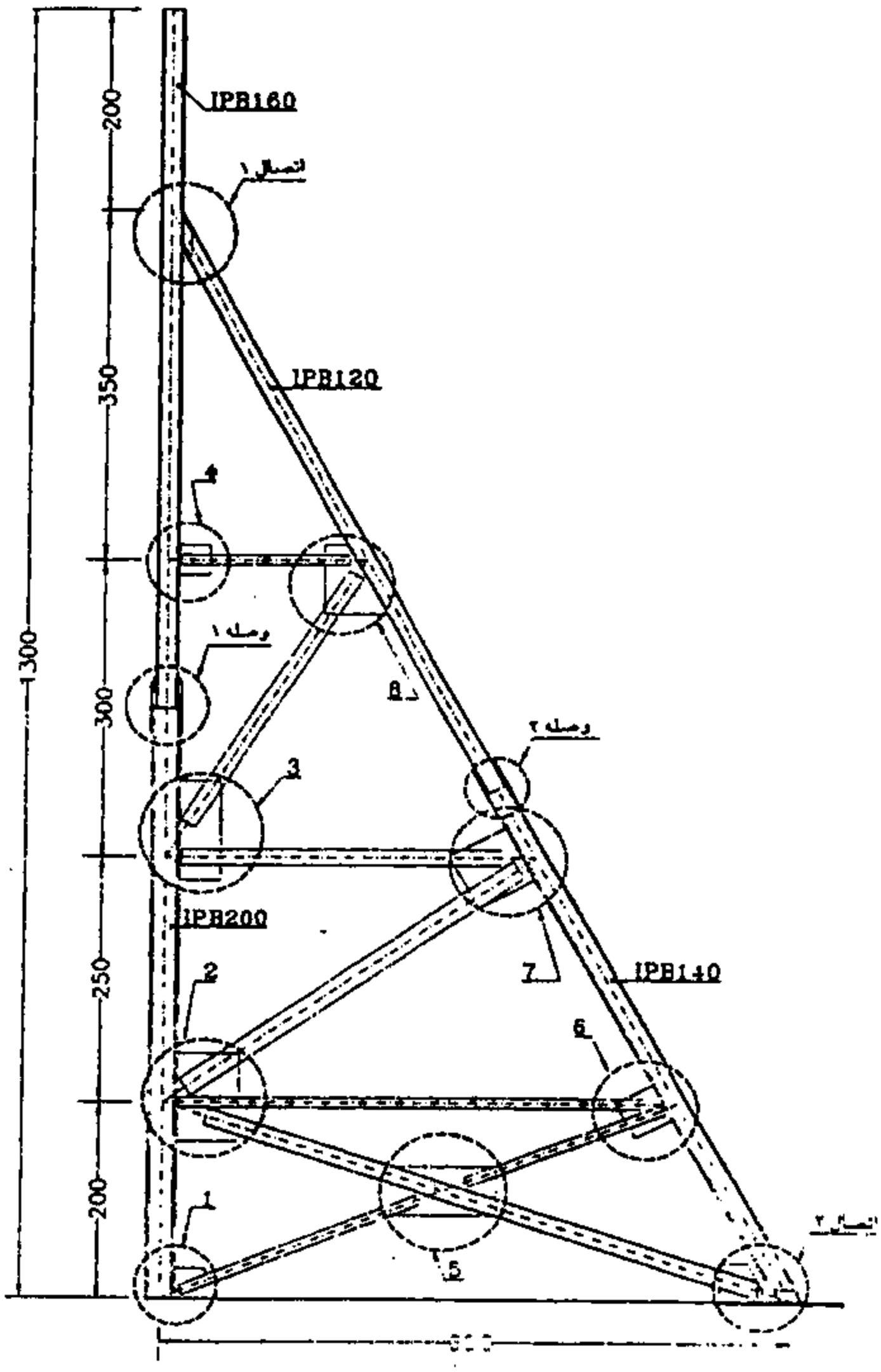
مقیاس ۱:۲۰



نمای ج

مقیاس ۱:۲۰

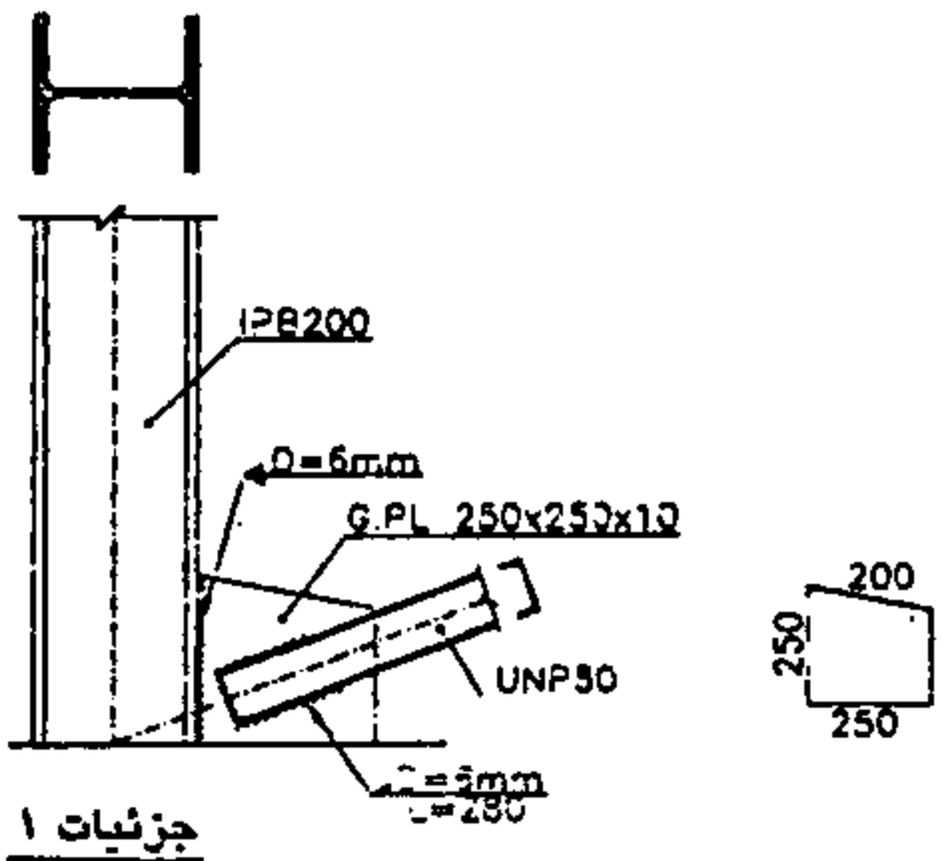
سازهٔ ۱۳ متری نوع II



قاب اصلی سازه ۱۳ متری تیپ II

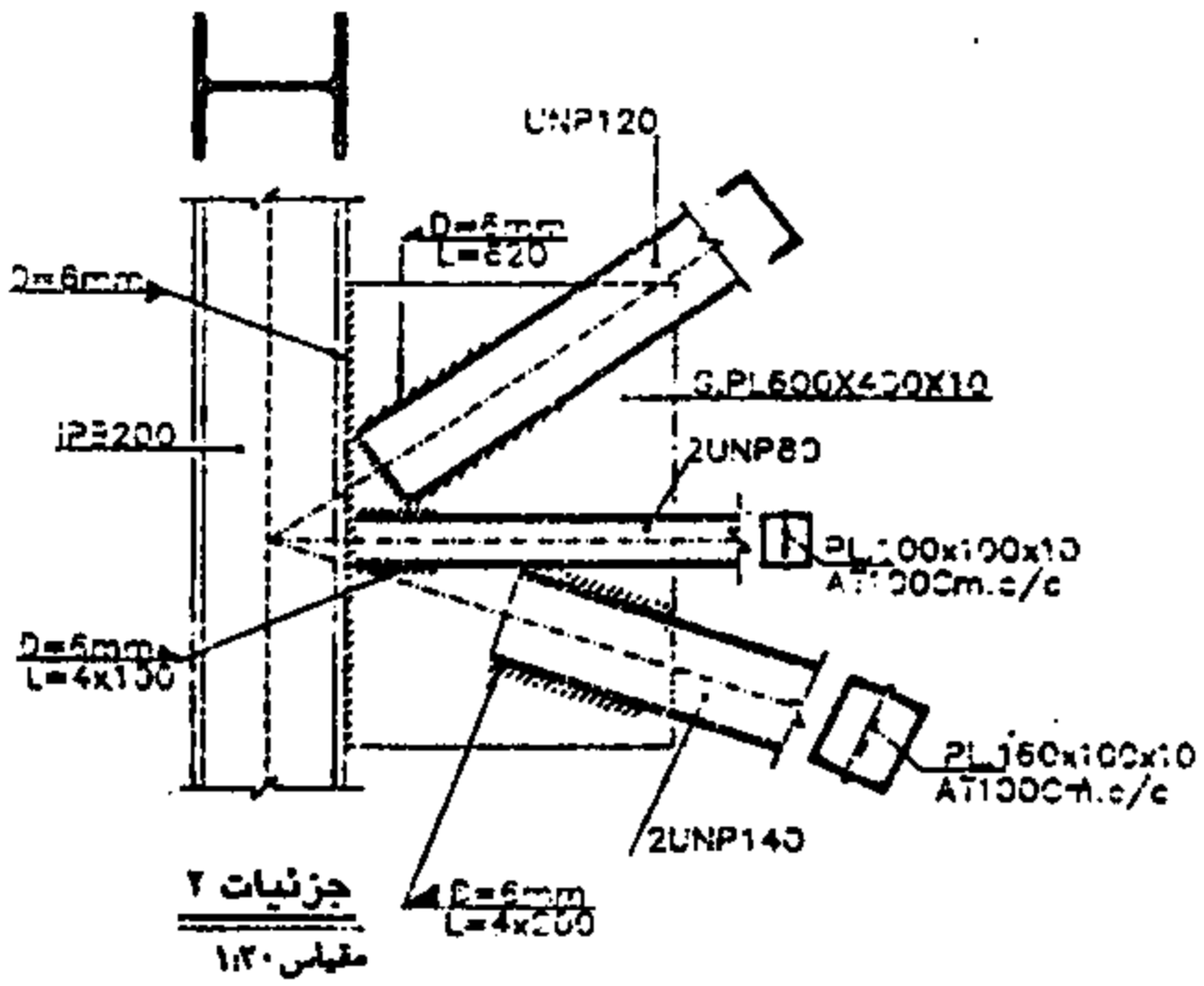
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع II



جزئیات ۱

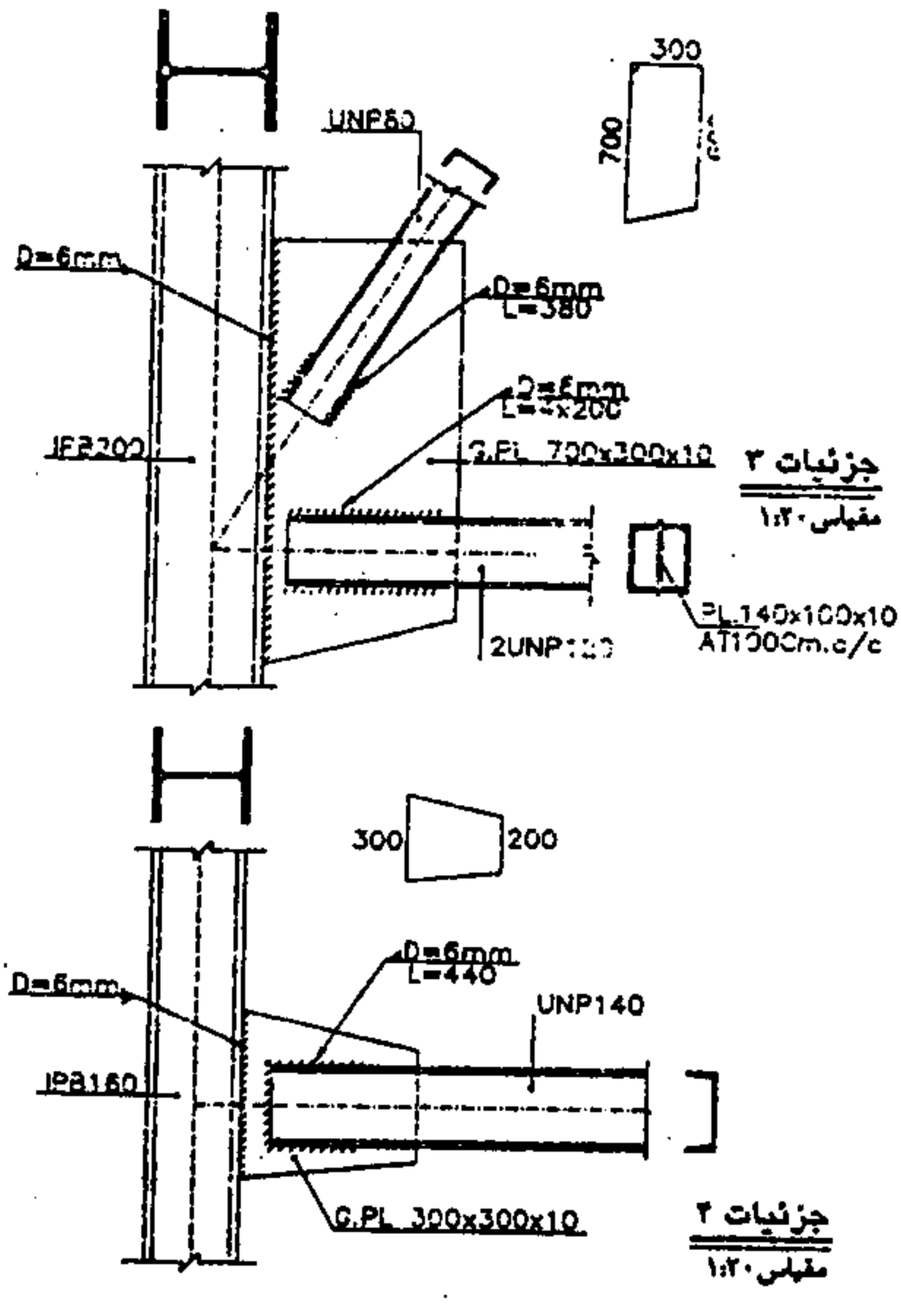
مقیاس ۱:۲۰



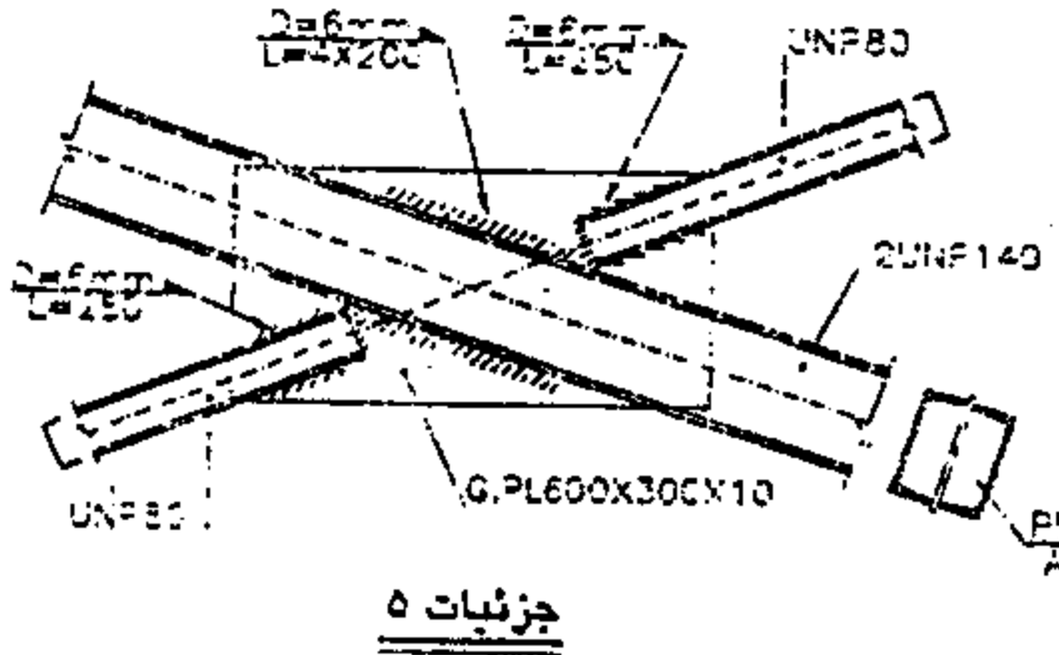
جزئیات ۲

مقیاس ۱:۲۰

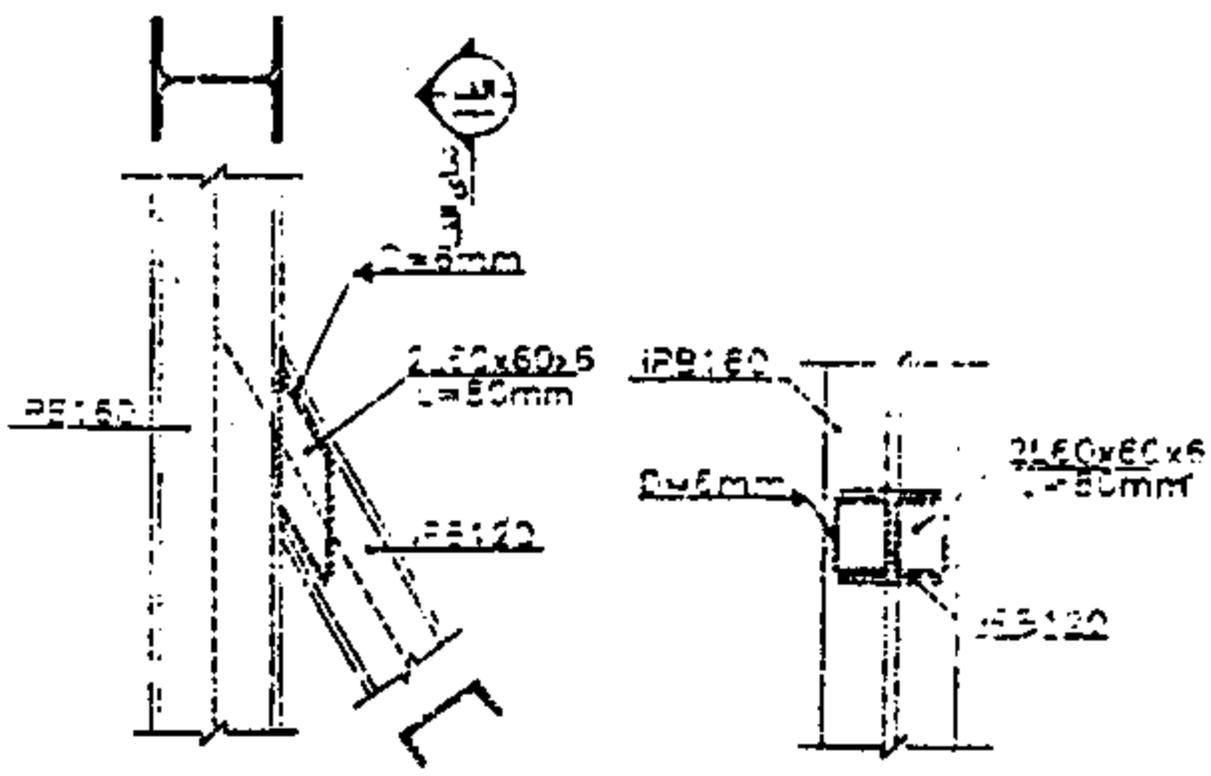
سازهٔ ۱۳ متری نوع II



سازهٔ ۱۳ متری نوع II



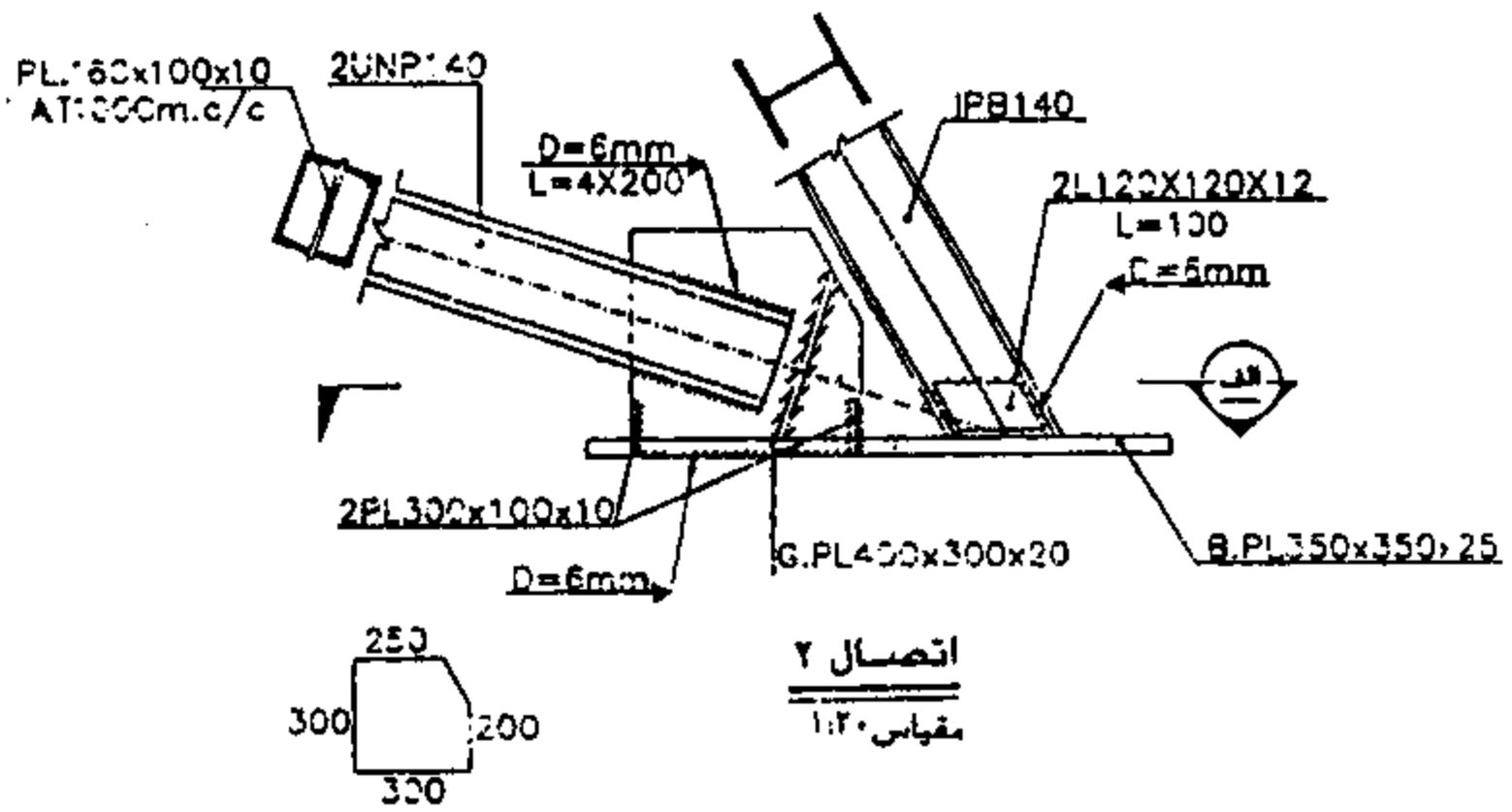
جزئیات ۵
مقیاس ۱:۲۰



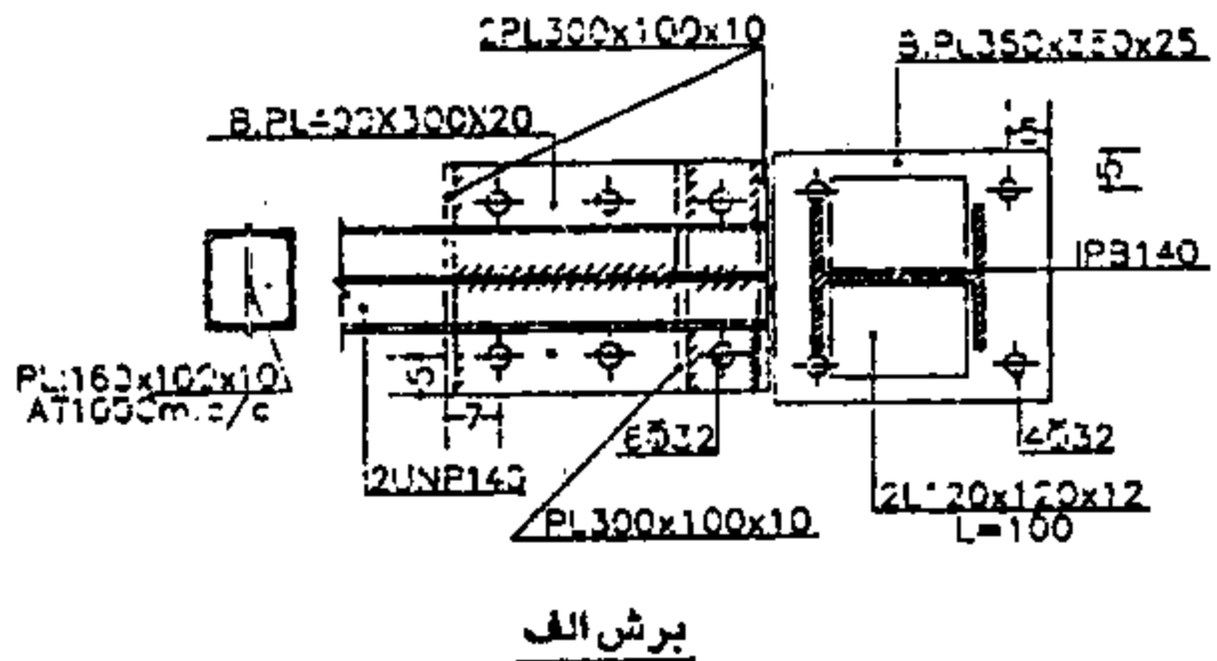
نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع II

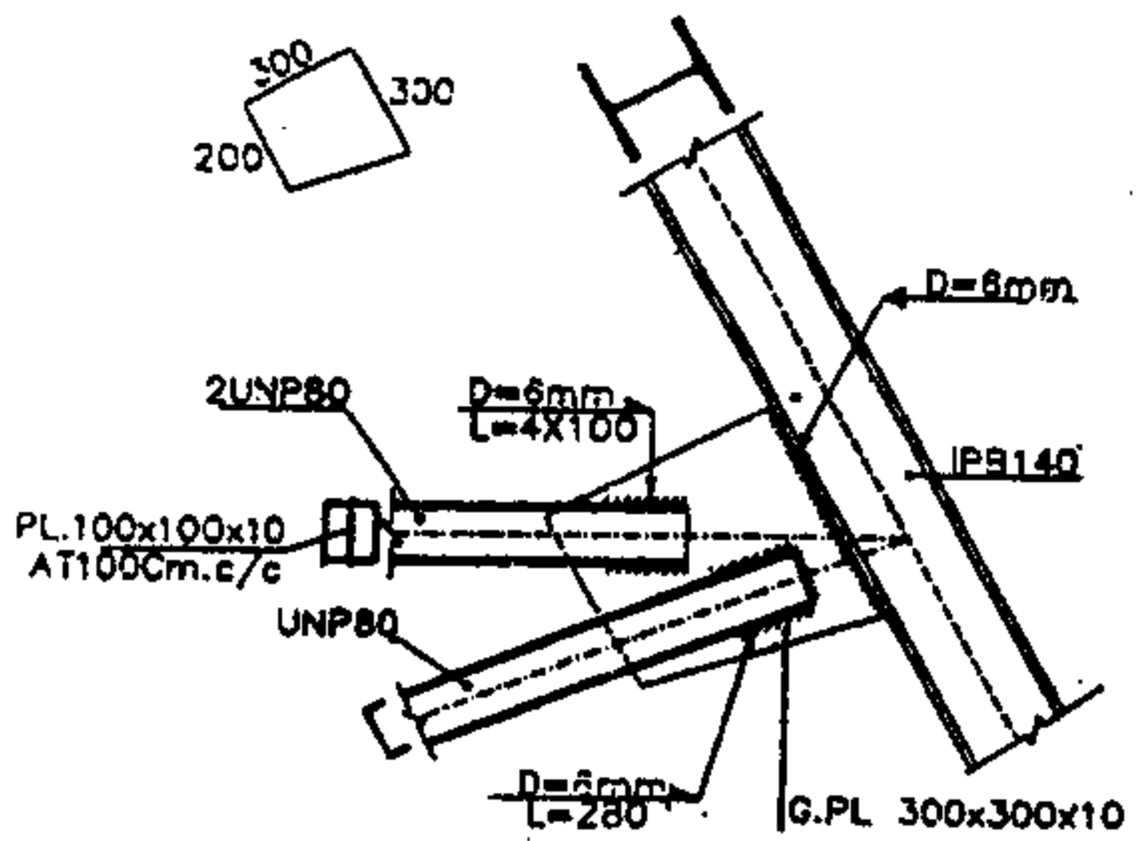


اتصال ۲
مقیاس ۱:۲۰



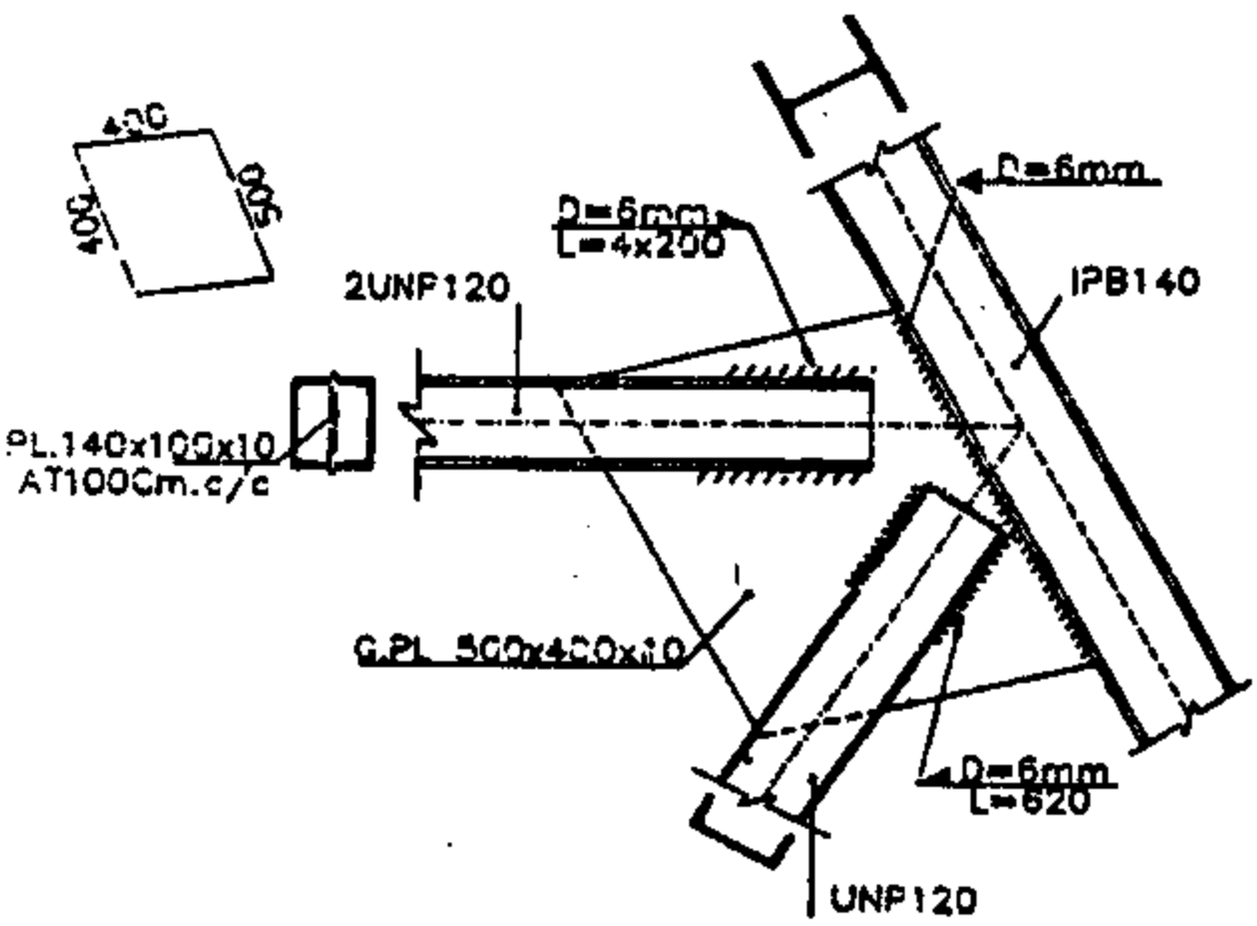
برش الف
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع II



جزئیات ۶

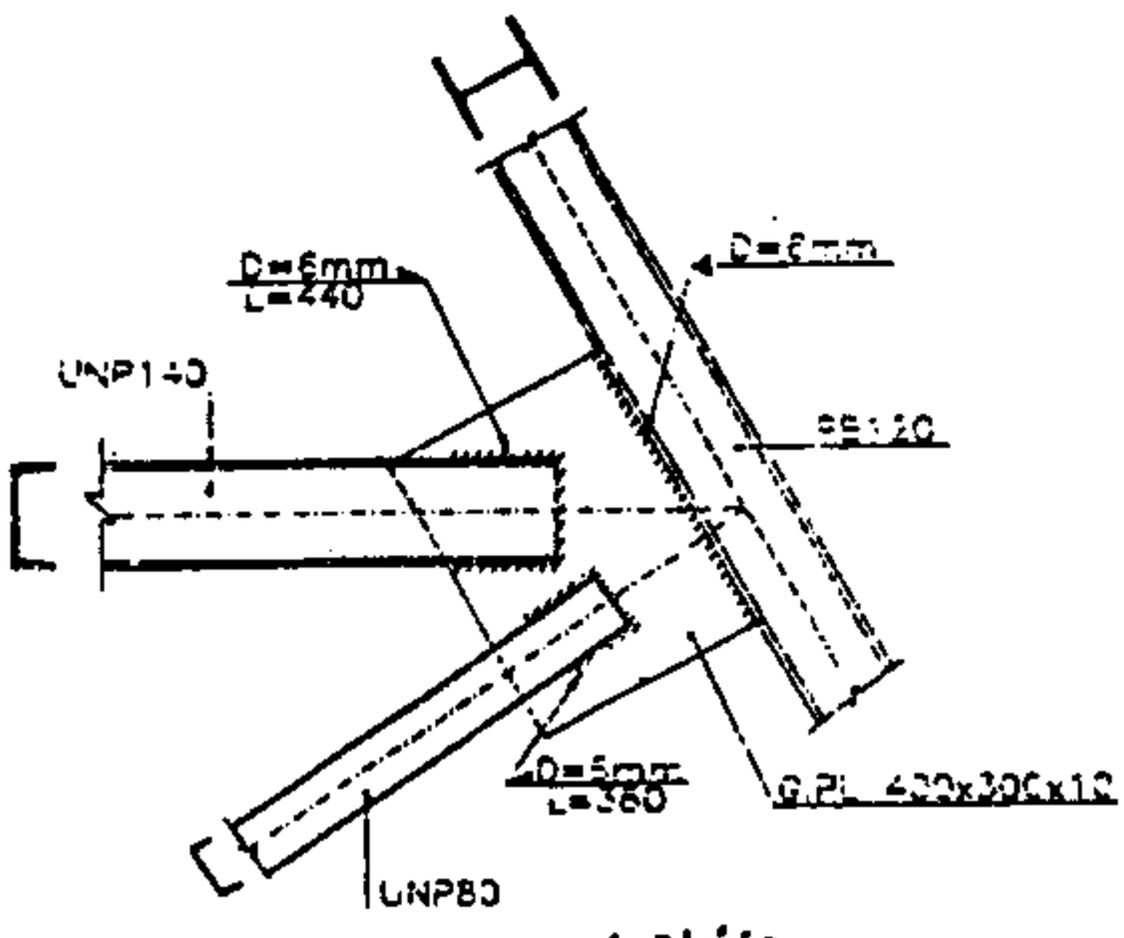
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۷

مقیاس ۱:۲۰

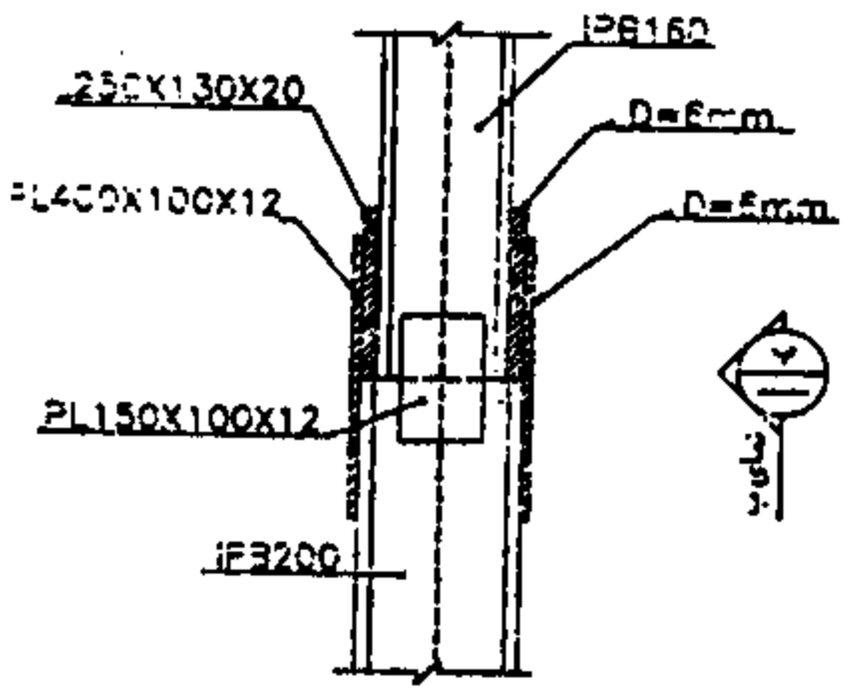
سازهٔ ۱۳ متری نوع II



جزئیات ۸

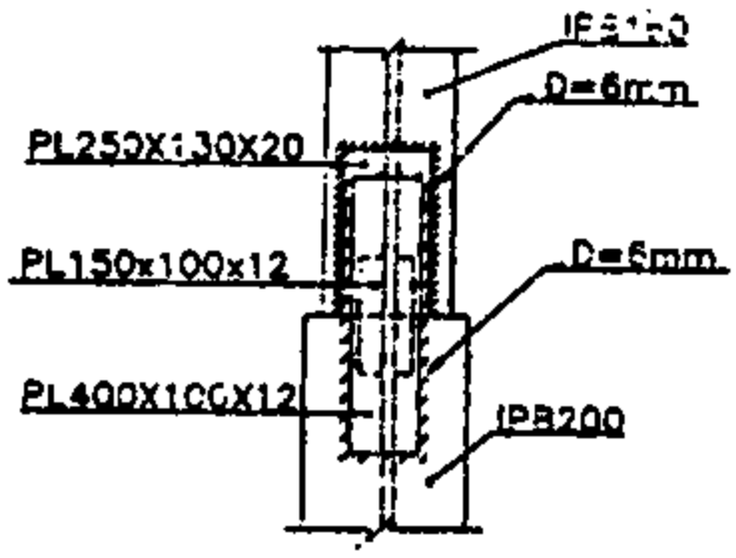
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع II



وصله ۱

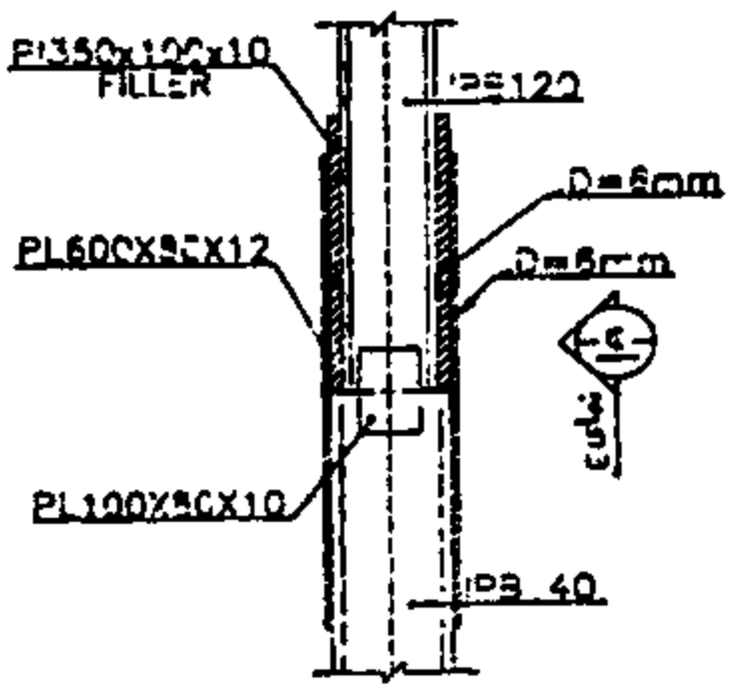
مقیاس ۱:۲۰



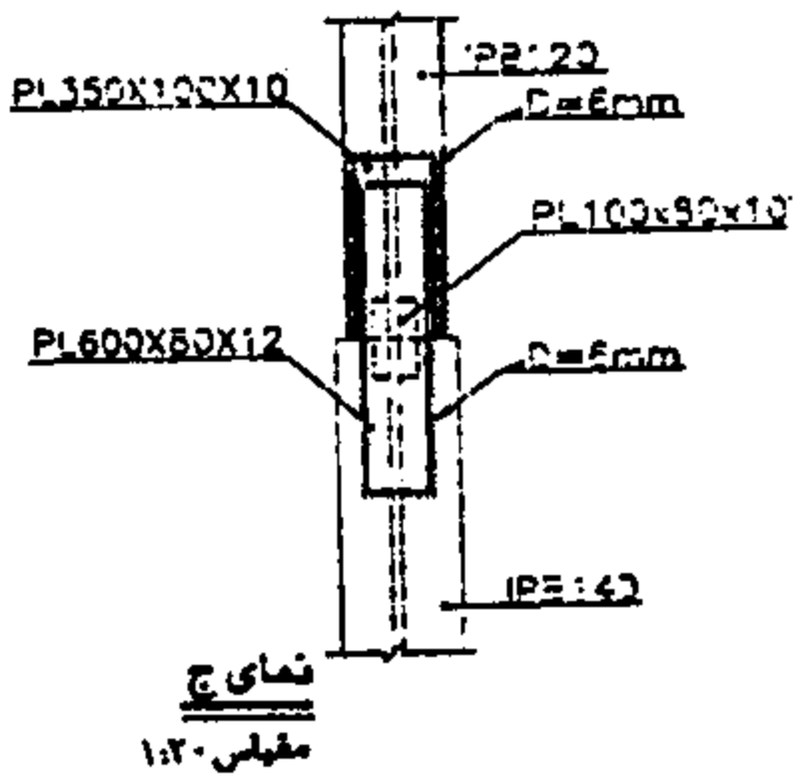
نمای ب

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع II

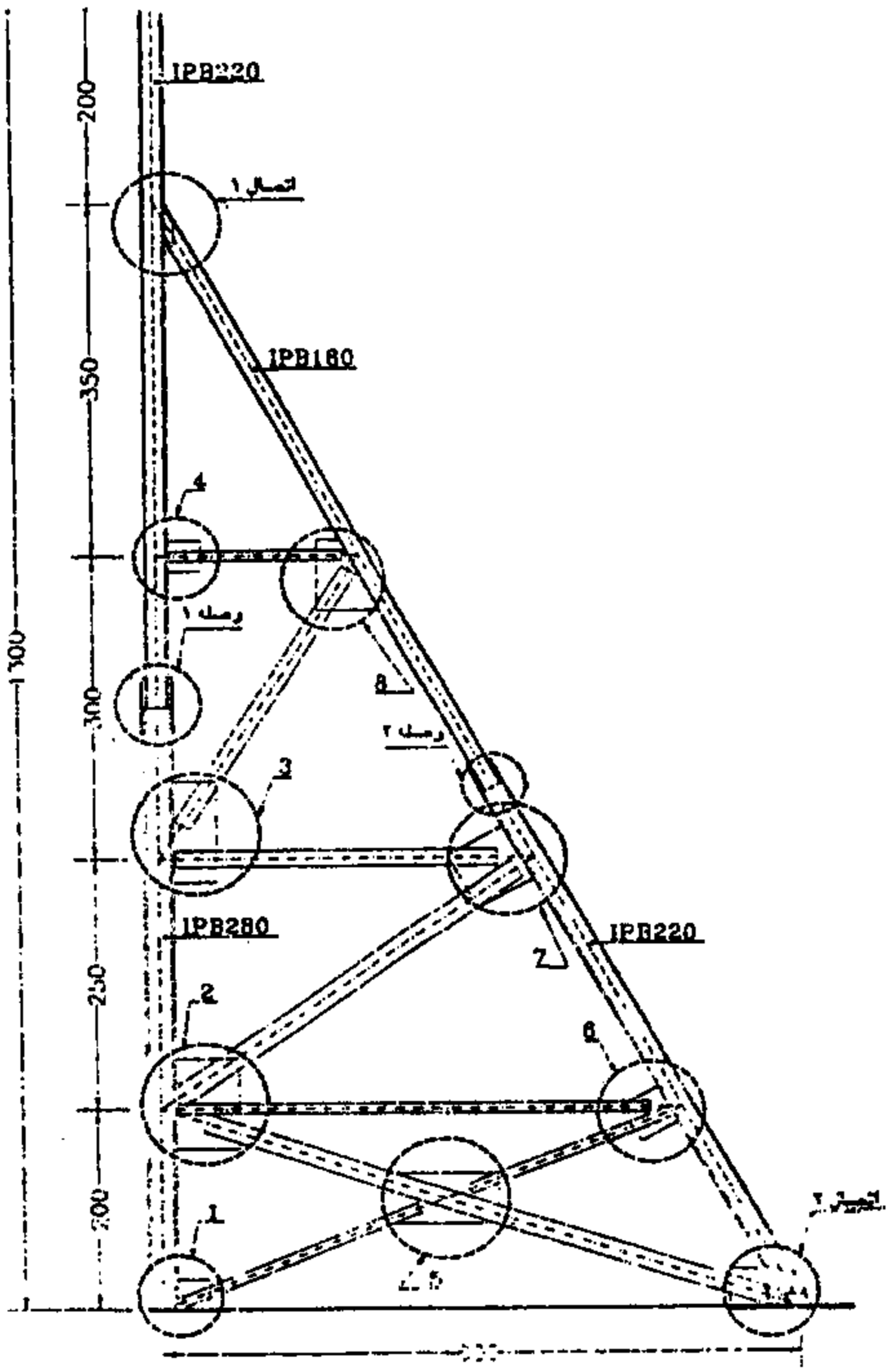


وصله ۲
مقیاس ۱:۲۰



نمای ج
مقیاس ۱:۲۰

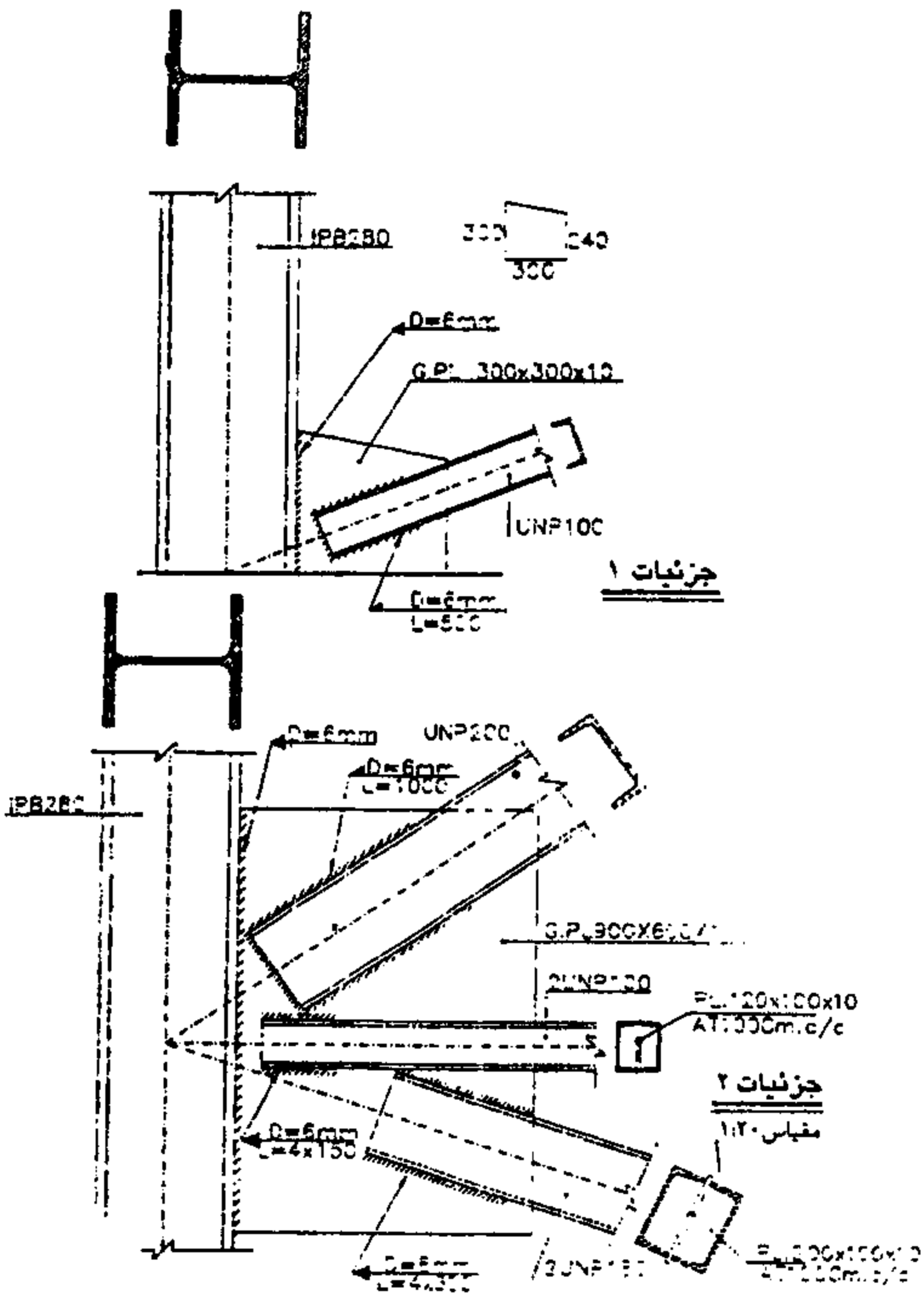
سازهٔ ۱۳ متری نوع III



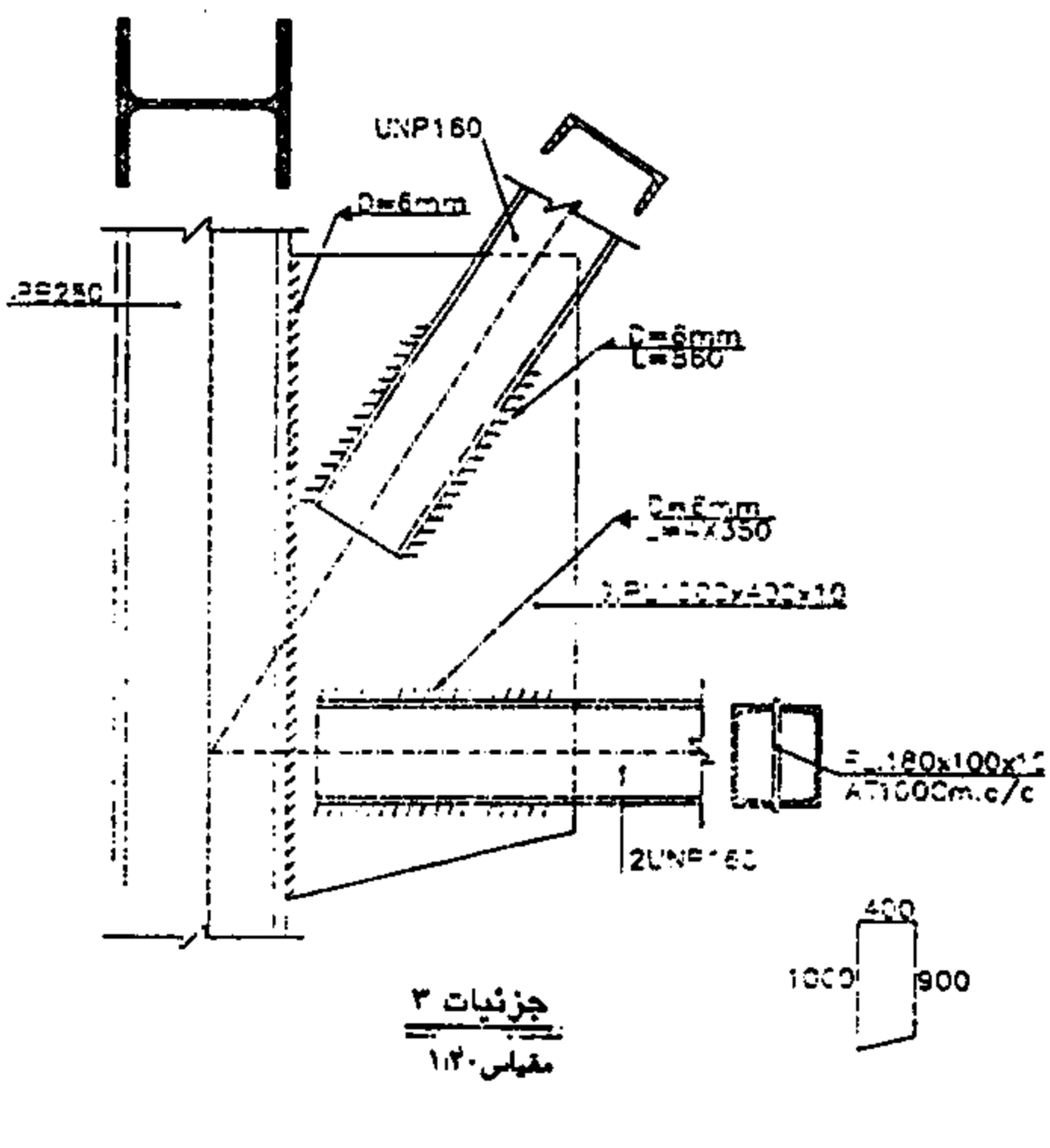
قاب اصلی سازه ۱۳ متری تیپ III

مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع III



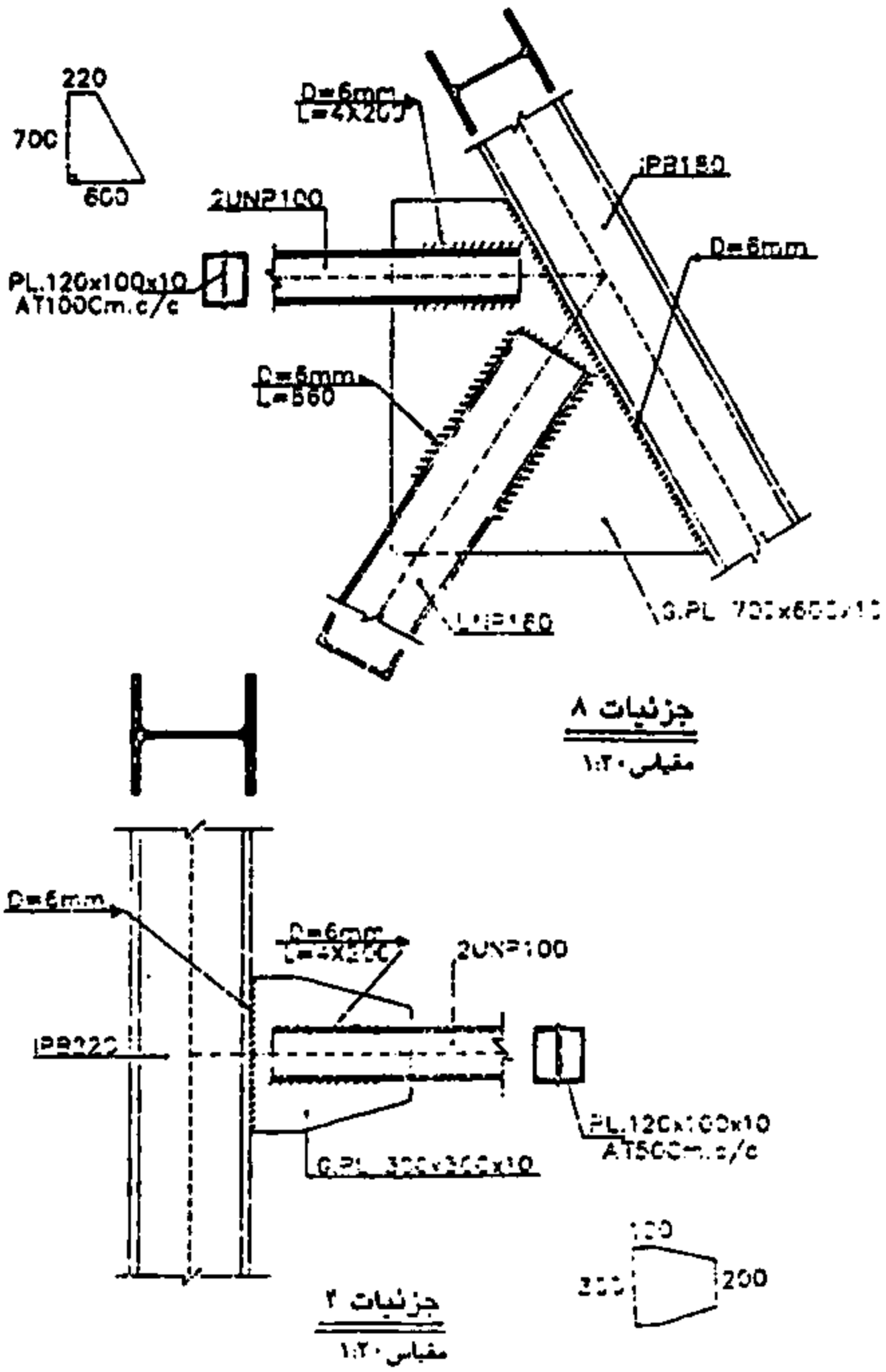
سازهٔ ۱۳ متری نوع III



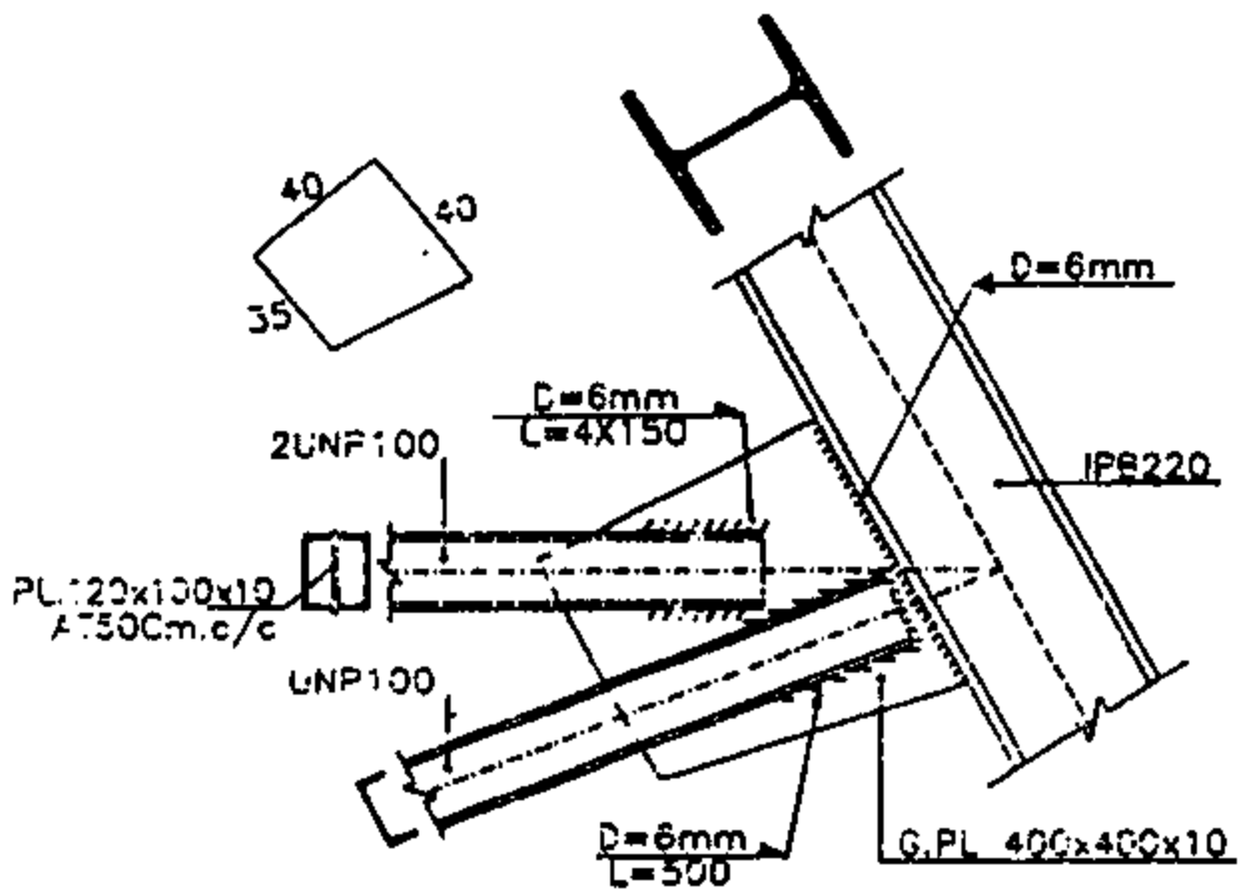
جزئیات ۳

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع III

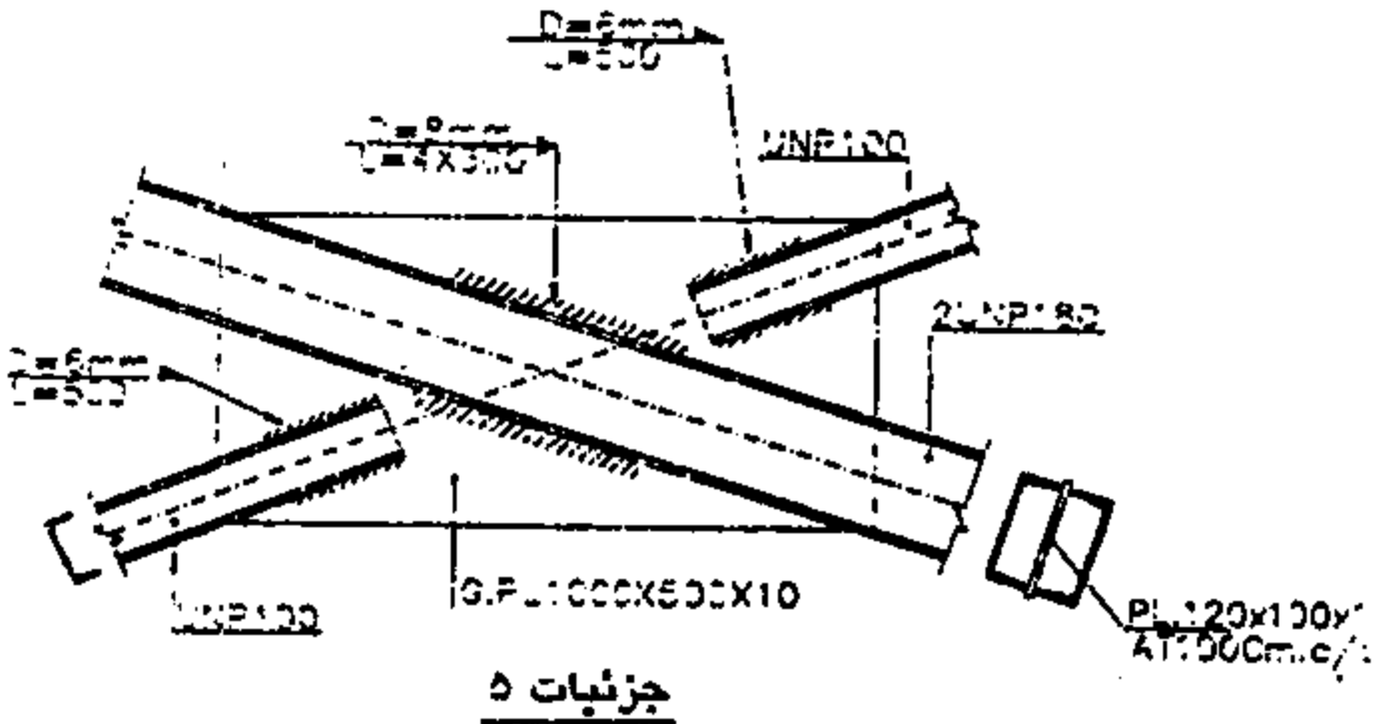


سازهٔ ۱۳ متری نوع III



جزئیات ۶

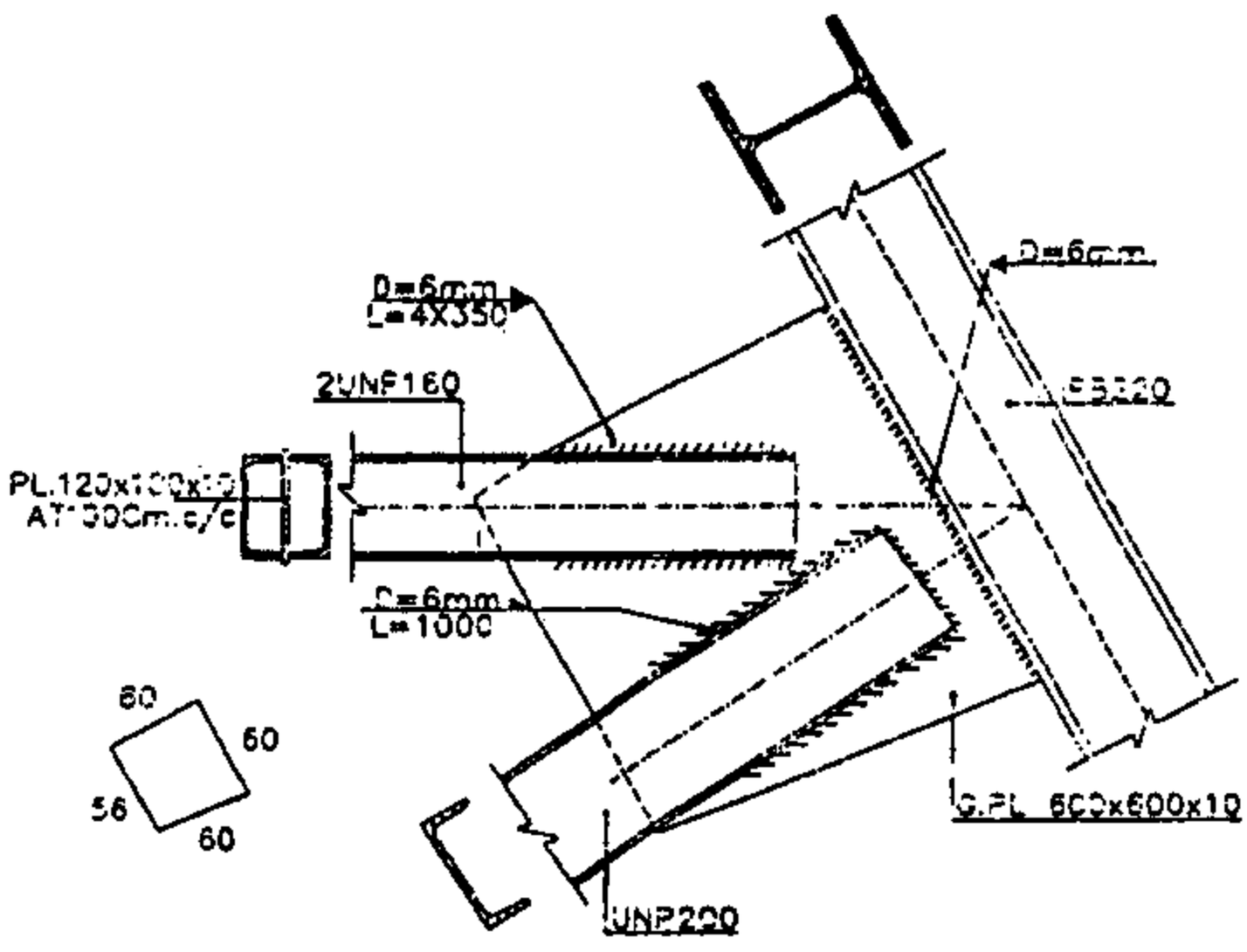
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۵

مقیاس ۱:۲۰

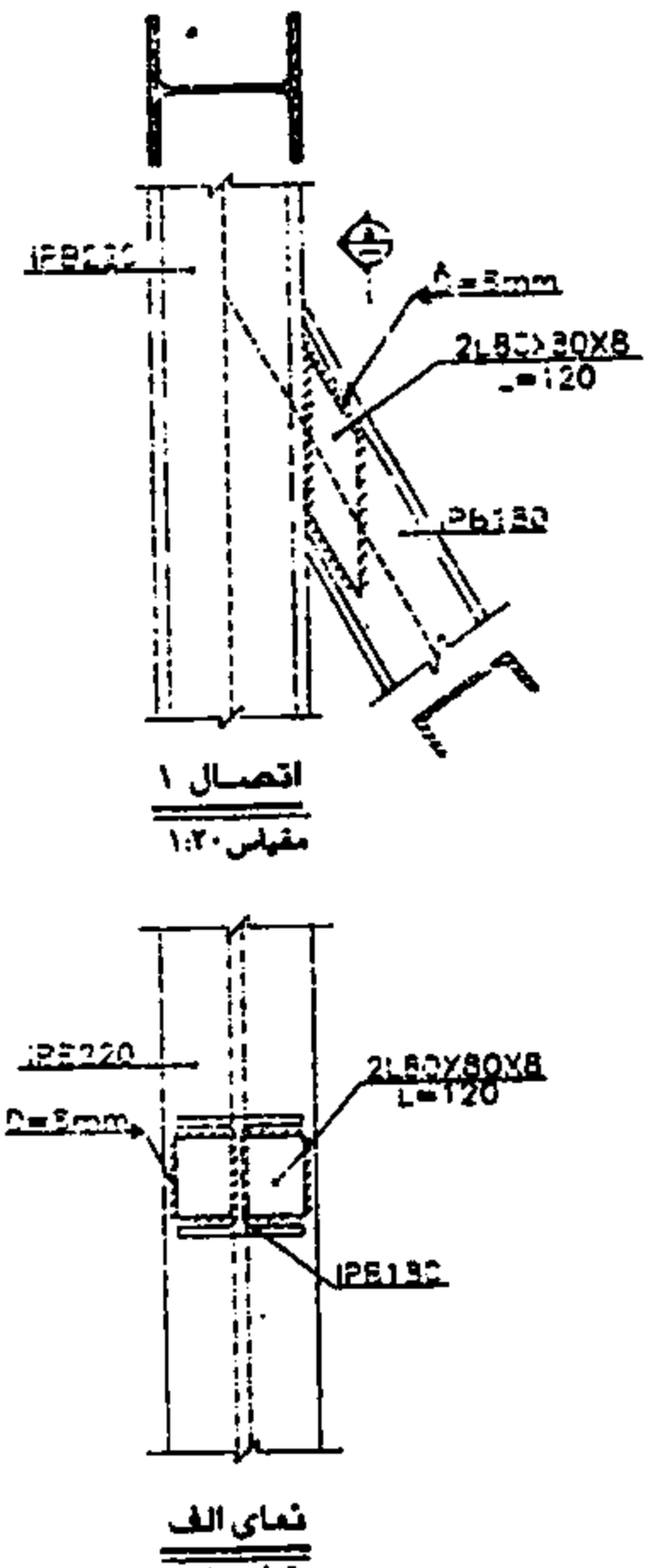
سازهٔ ۱۳ متری نوع III



جزئیات ۷

مقیاس ۱:۳۰

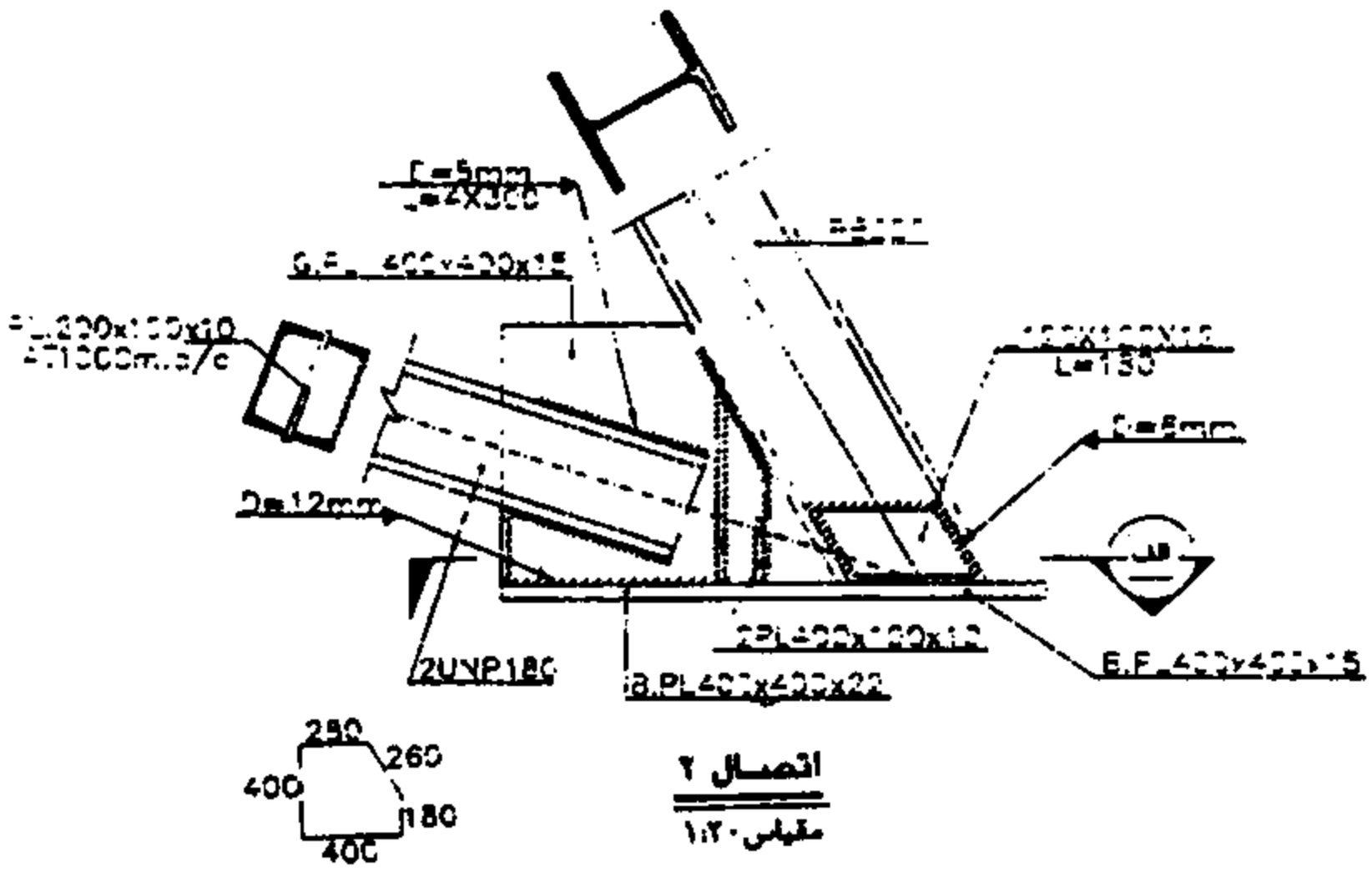
سازهٔ ۱۳ متری نوع III



اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰

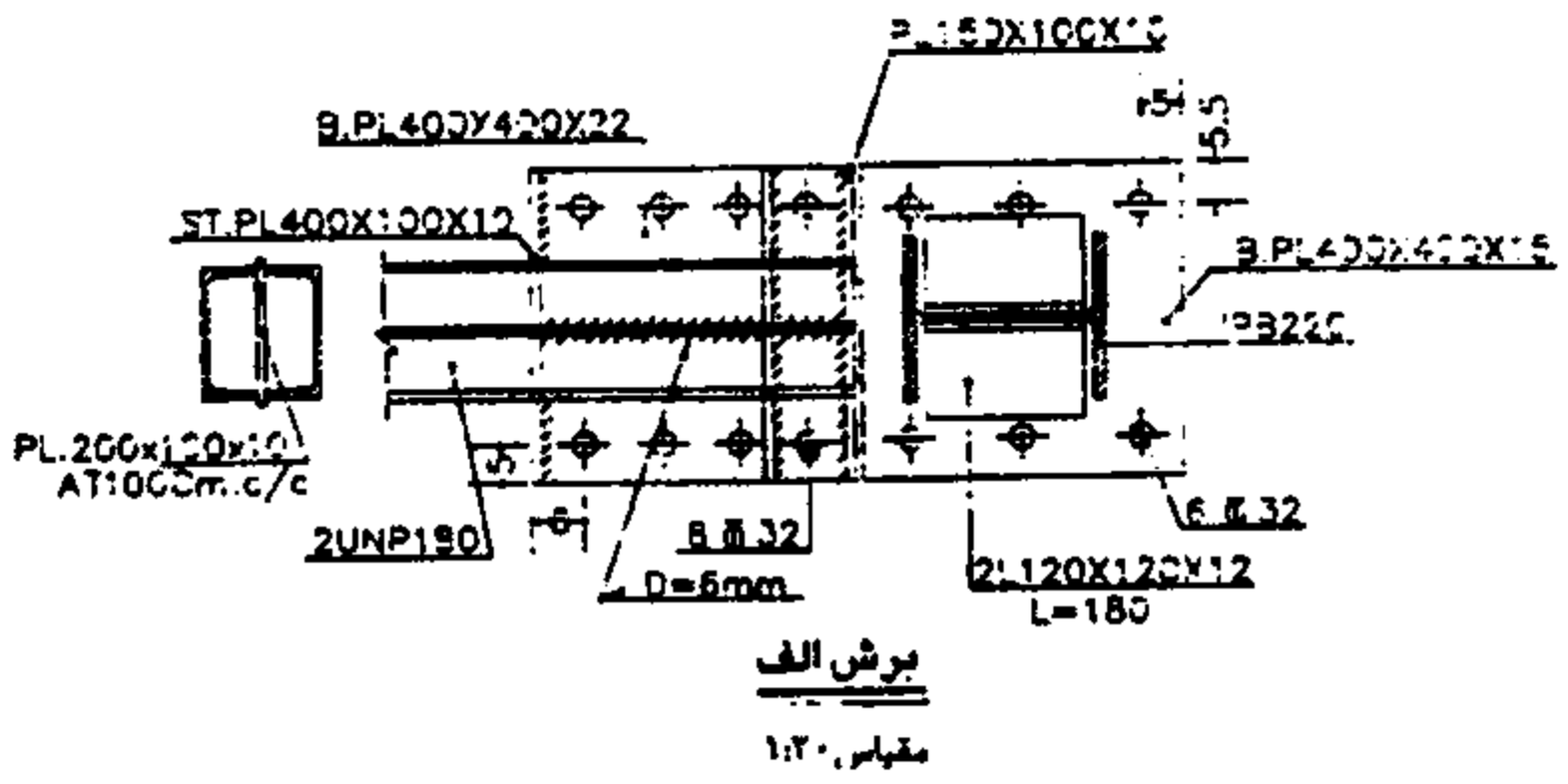
نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع III



اتصال ۲

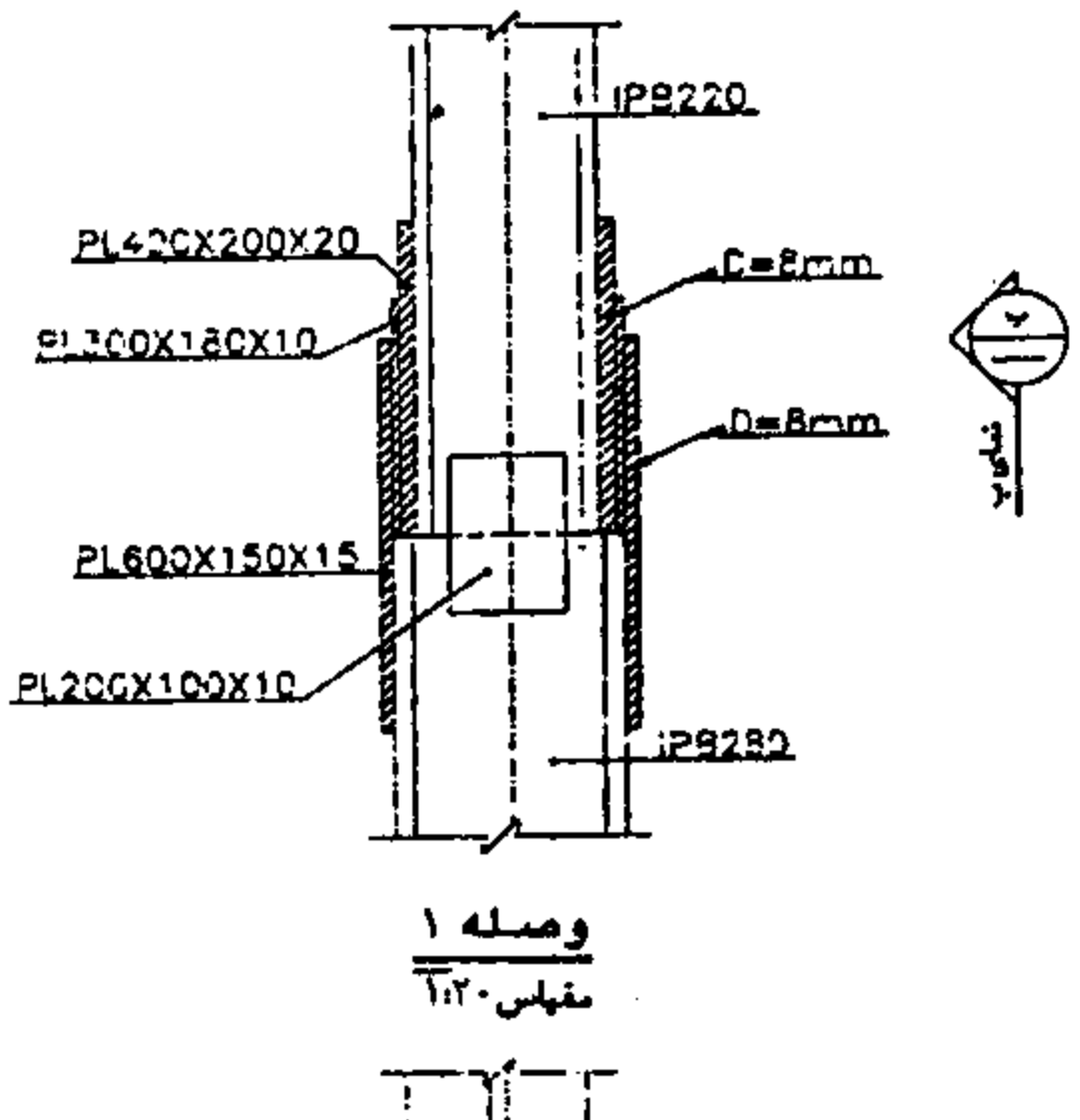
مقیاس ۱:۲۰



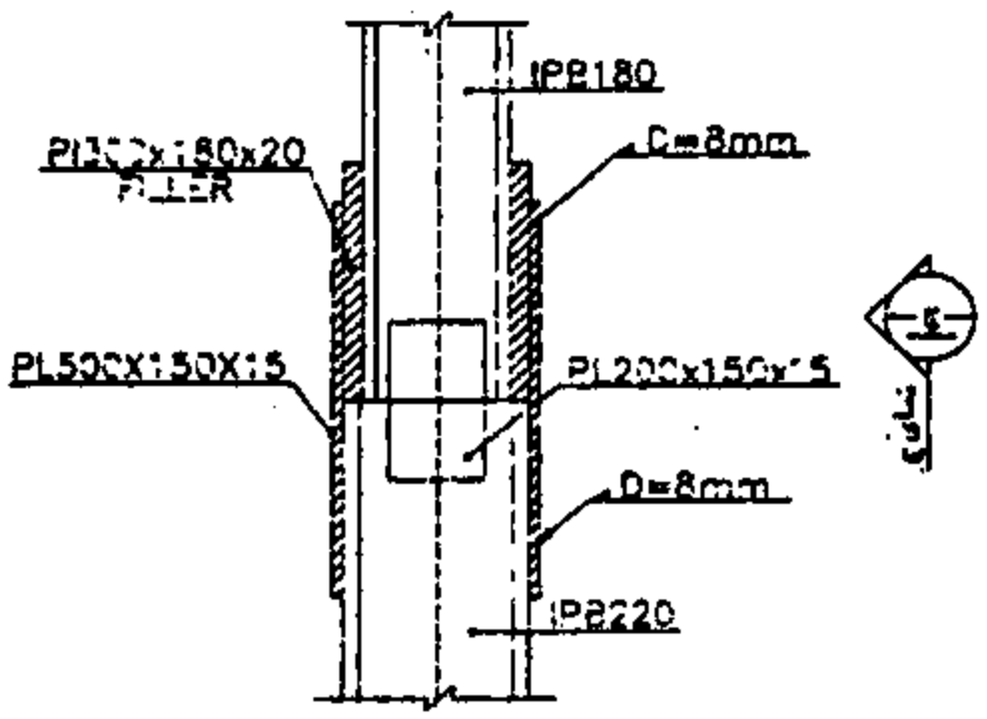
برش الف

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۳ متری نوع III

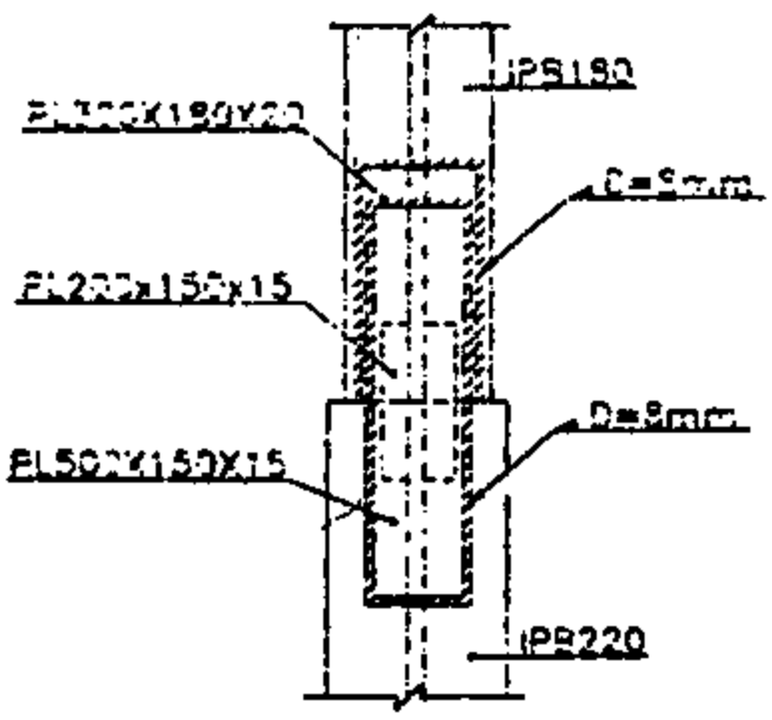


سازهٔ ۱۳ متری نوع III



وصله ۲

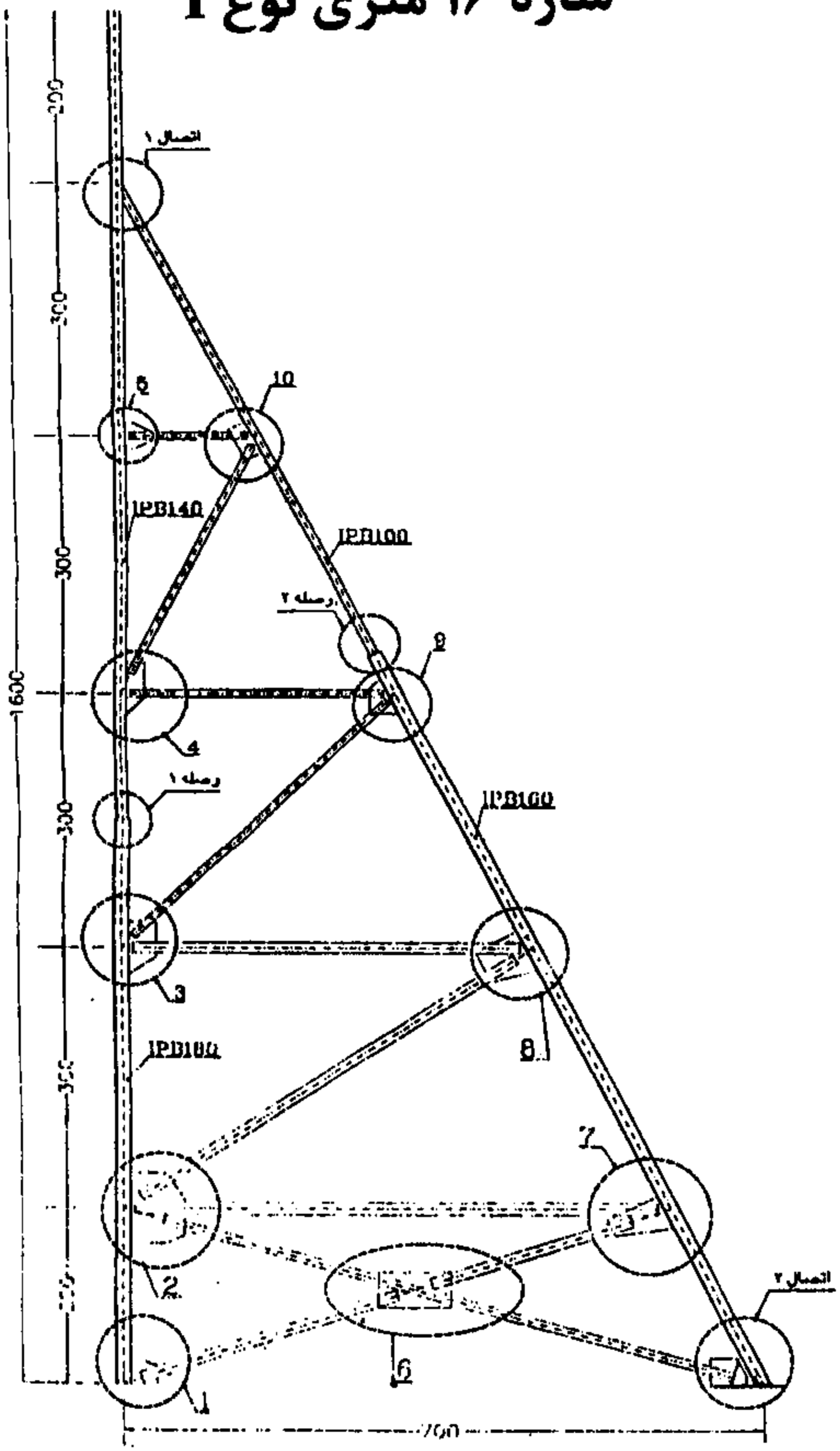
مقیاس ۱:۲۰



نمای ج

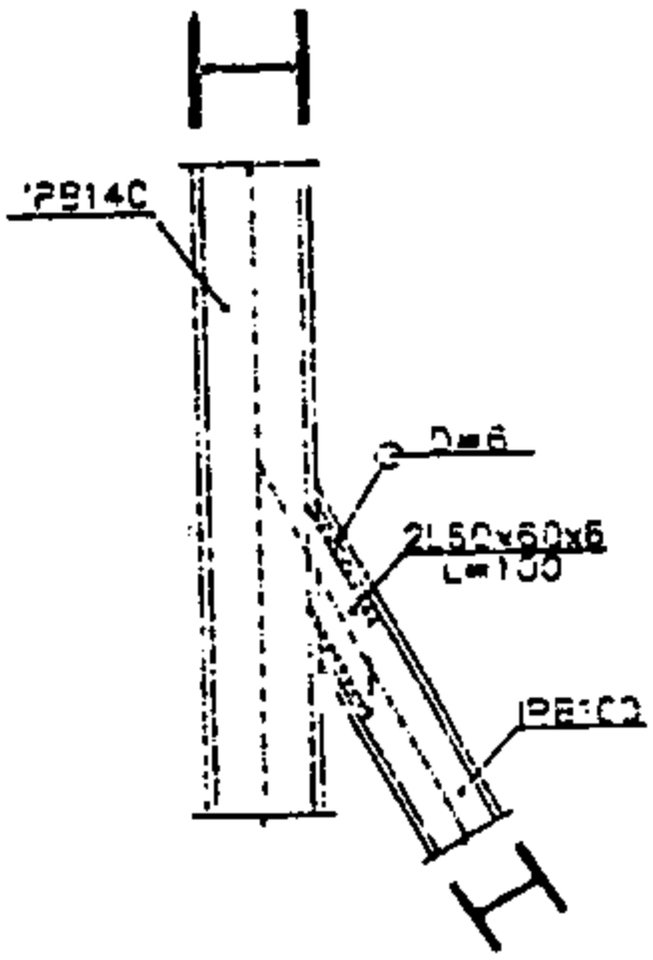
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع I

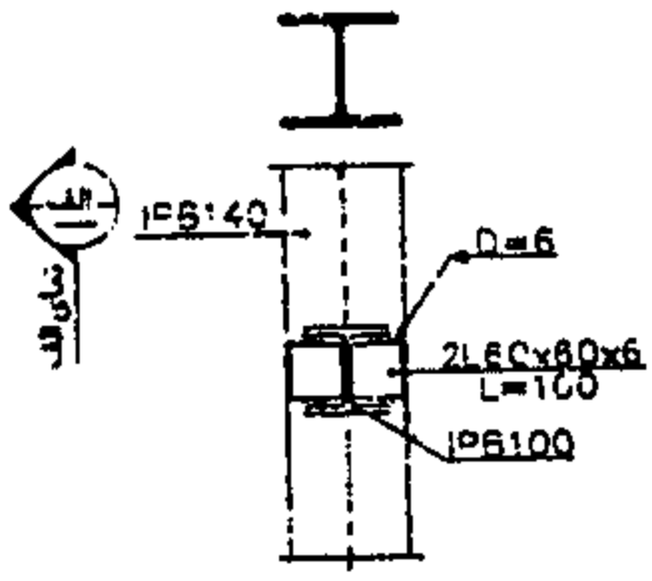


قاب اصلی سازه ۱۶ متری تیپ I

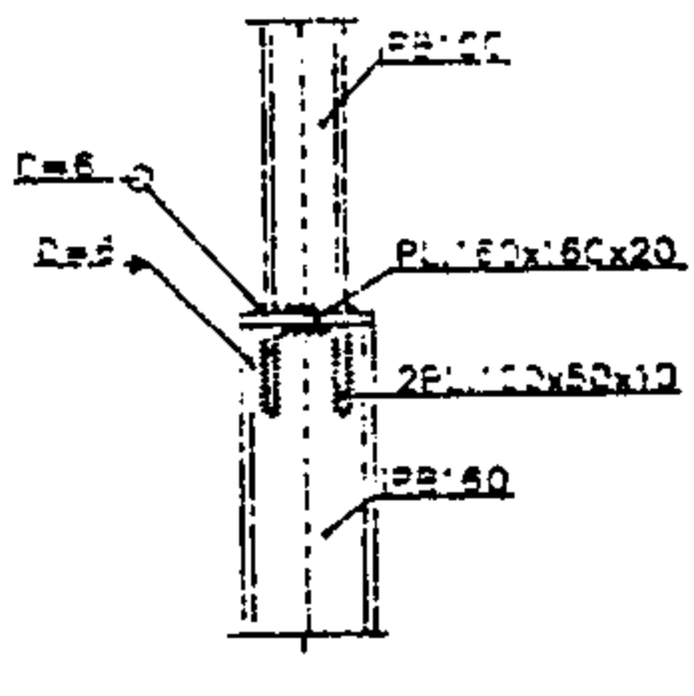
سازهٔ ۱۶ متری نوع I



نمای الف
مقیاس ۱:۲۰

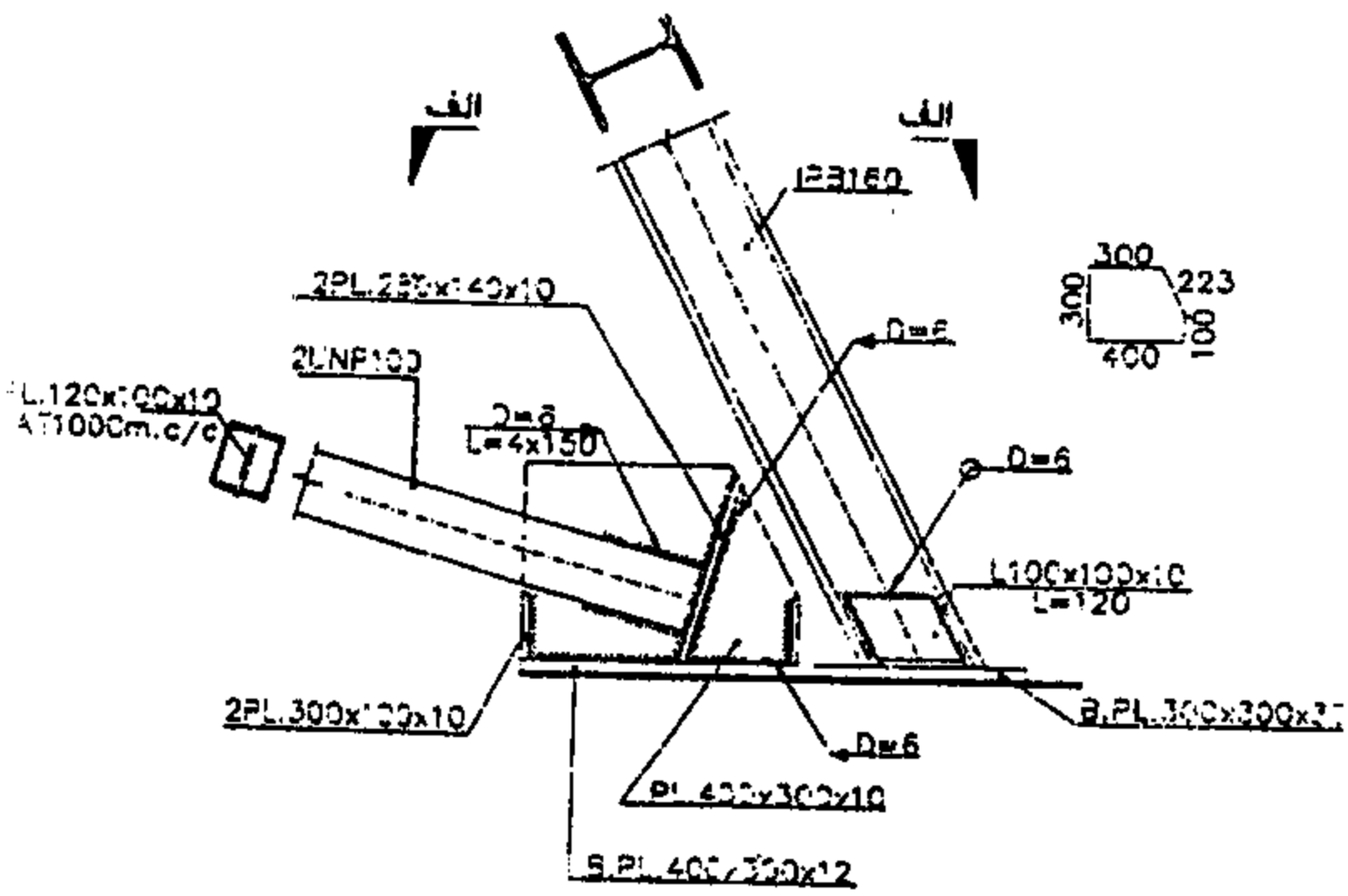


اتصال ۱
مقیاس ۱:۲۰



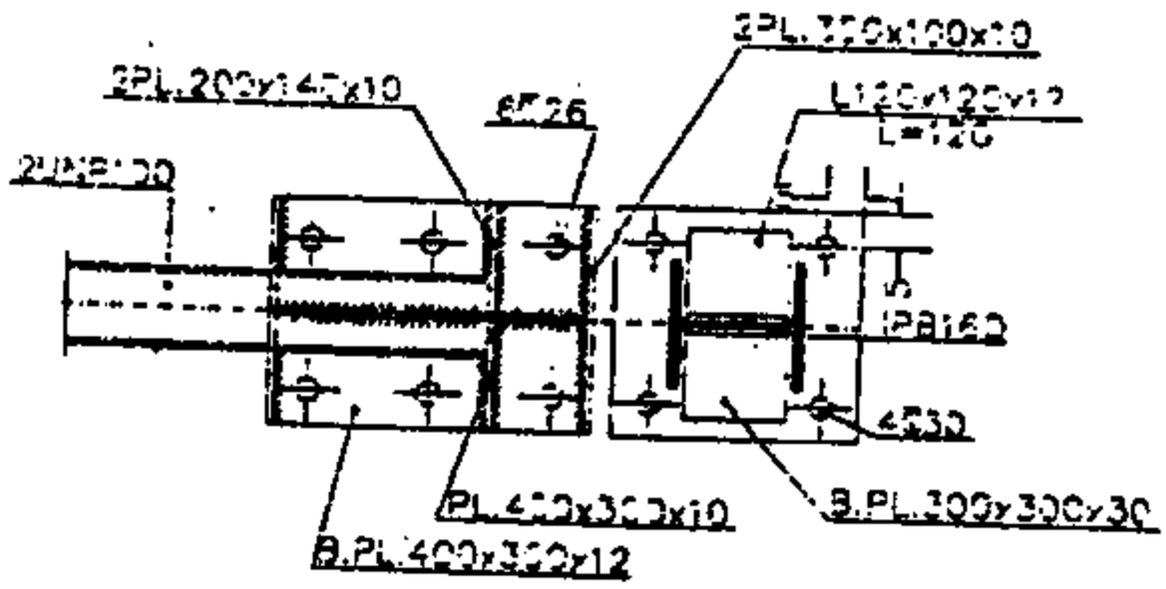
وصله ۲
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع I



اتصال ۲

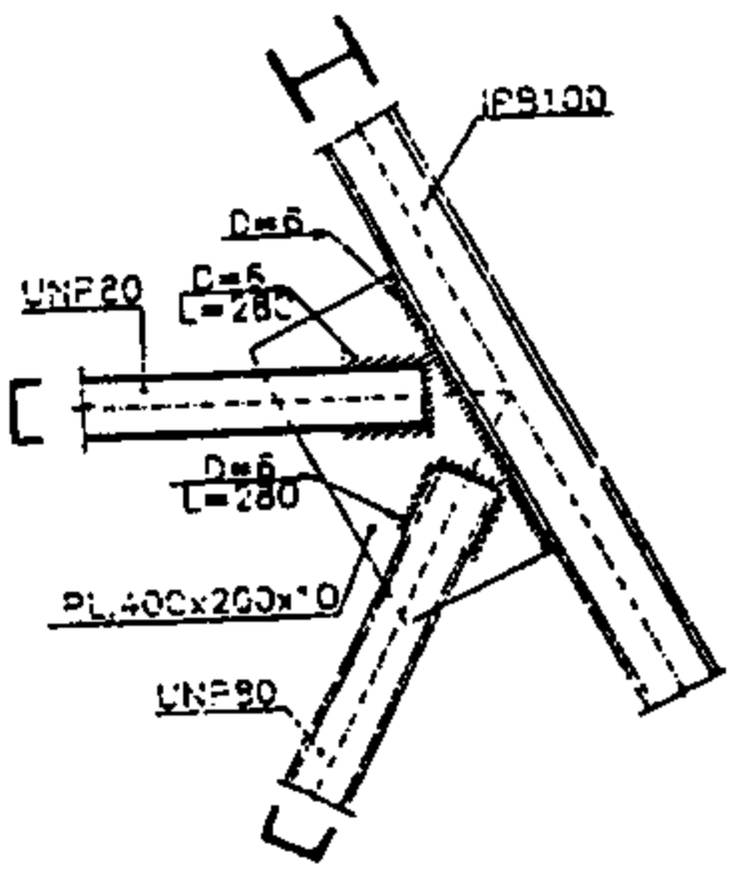
مقیاس ۱:۲۰



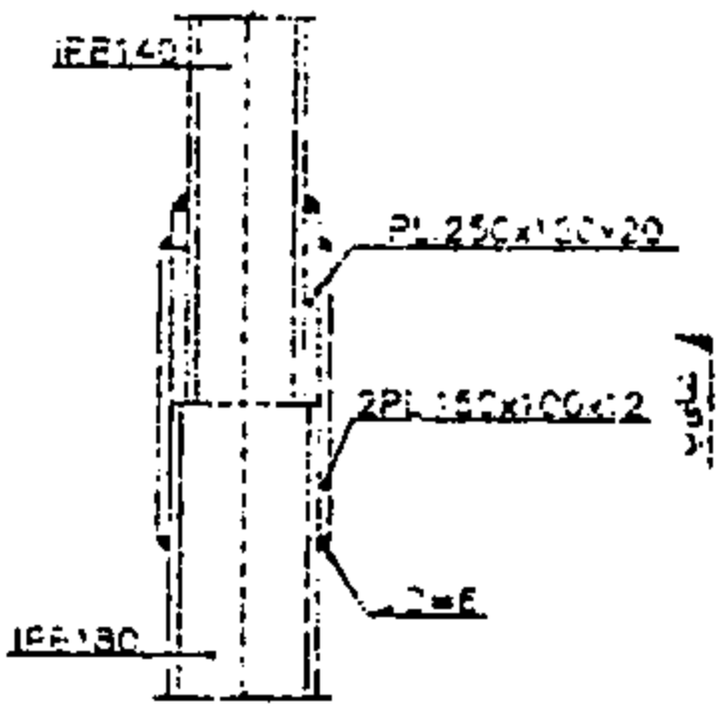
برش الف - الف

مقیاس ۱:۲۰

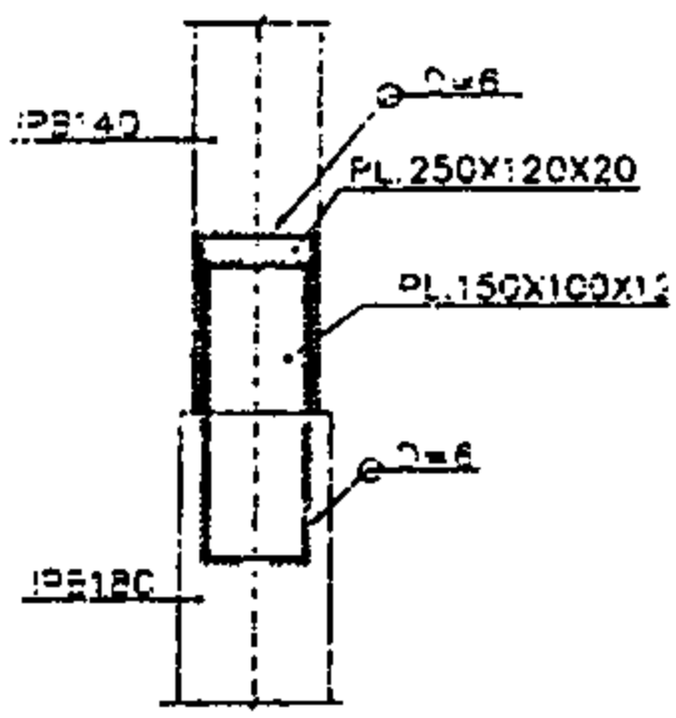
سازهٔ ۱۶ متری نوع I



جزئیات ۱۰
مقیاس

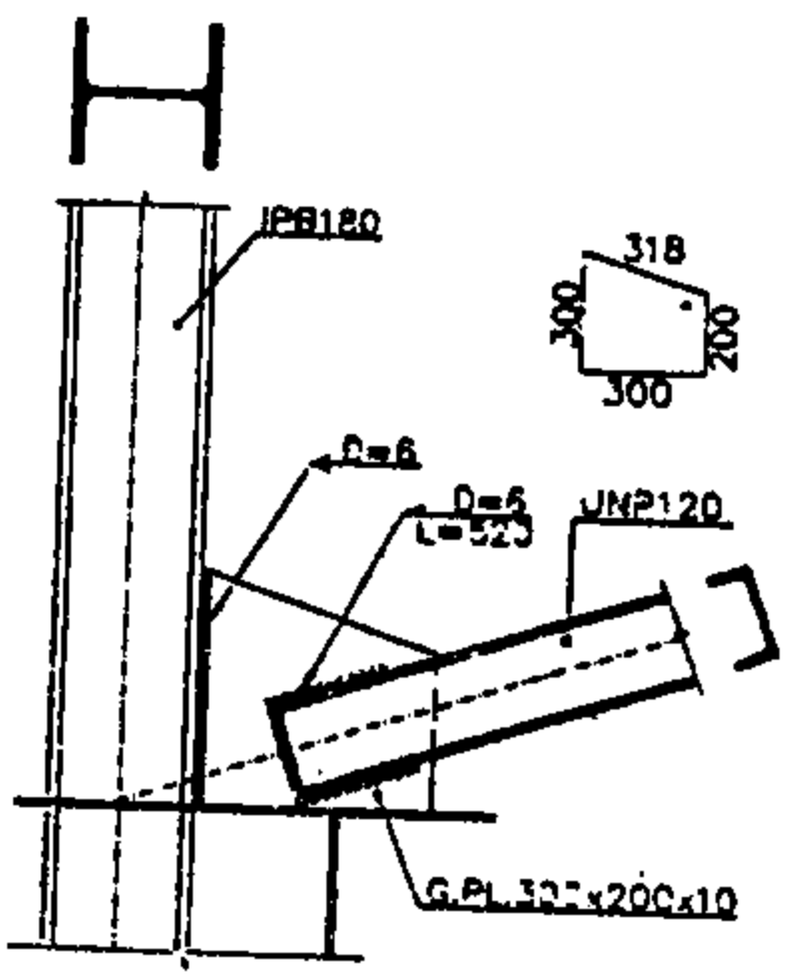


وصله ۱
مقیاس ۱:۲۰

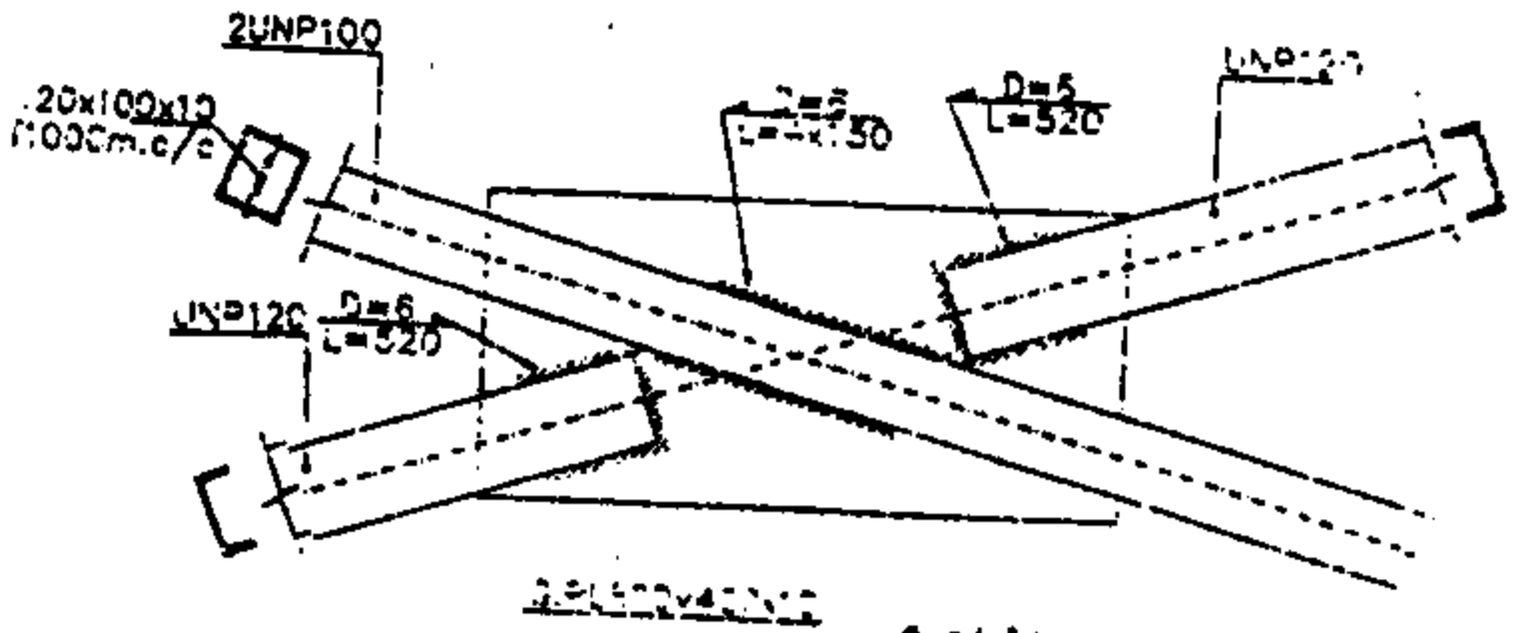


نمای ب
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع I

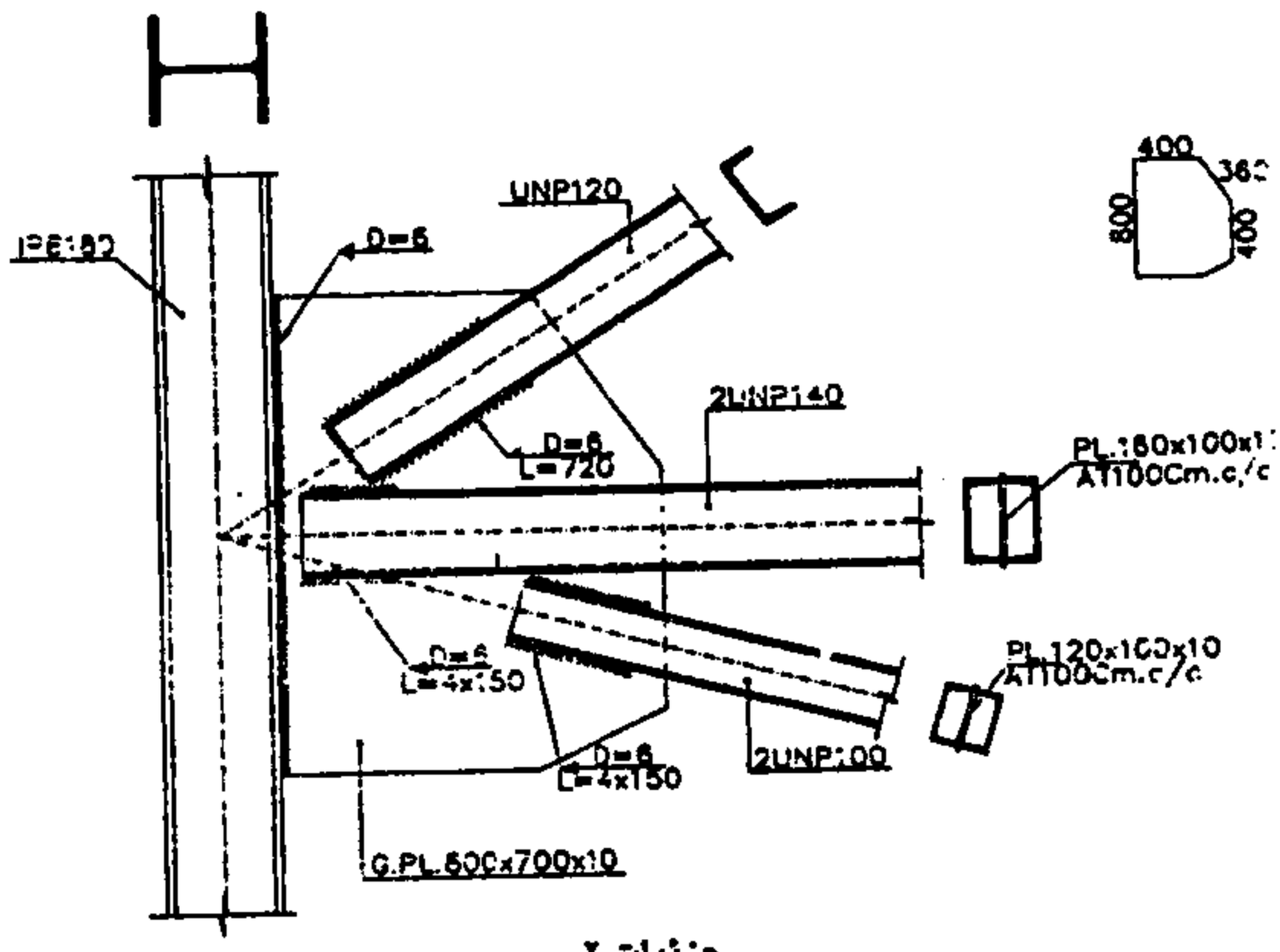


جزئیات ۱
مقیاس ۱:۲۰



جزئیات ۶
مقیاس ۱:۲۰

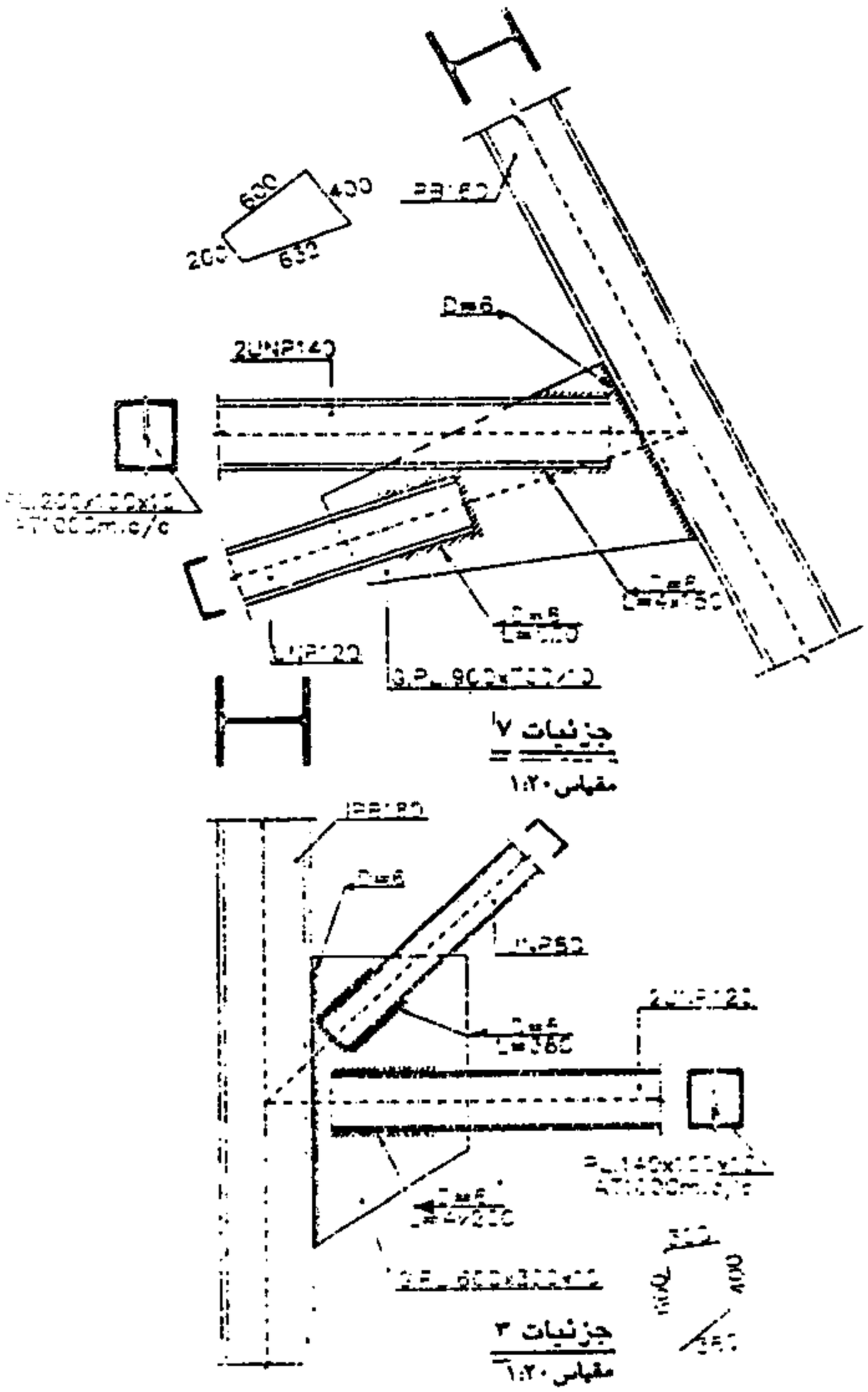
سازهٔ ۱۶ متری نوع I



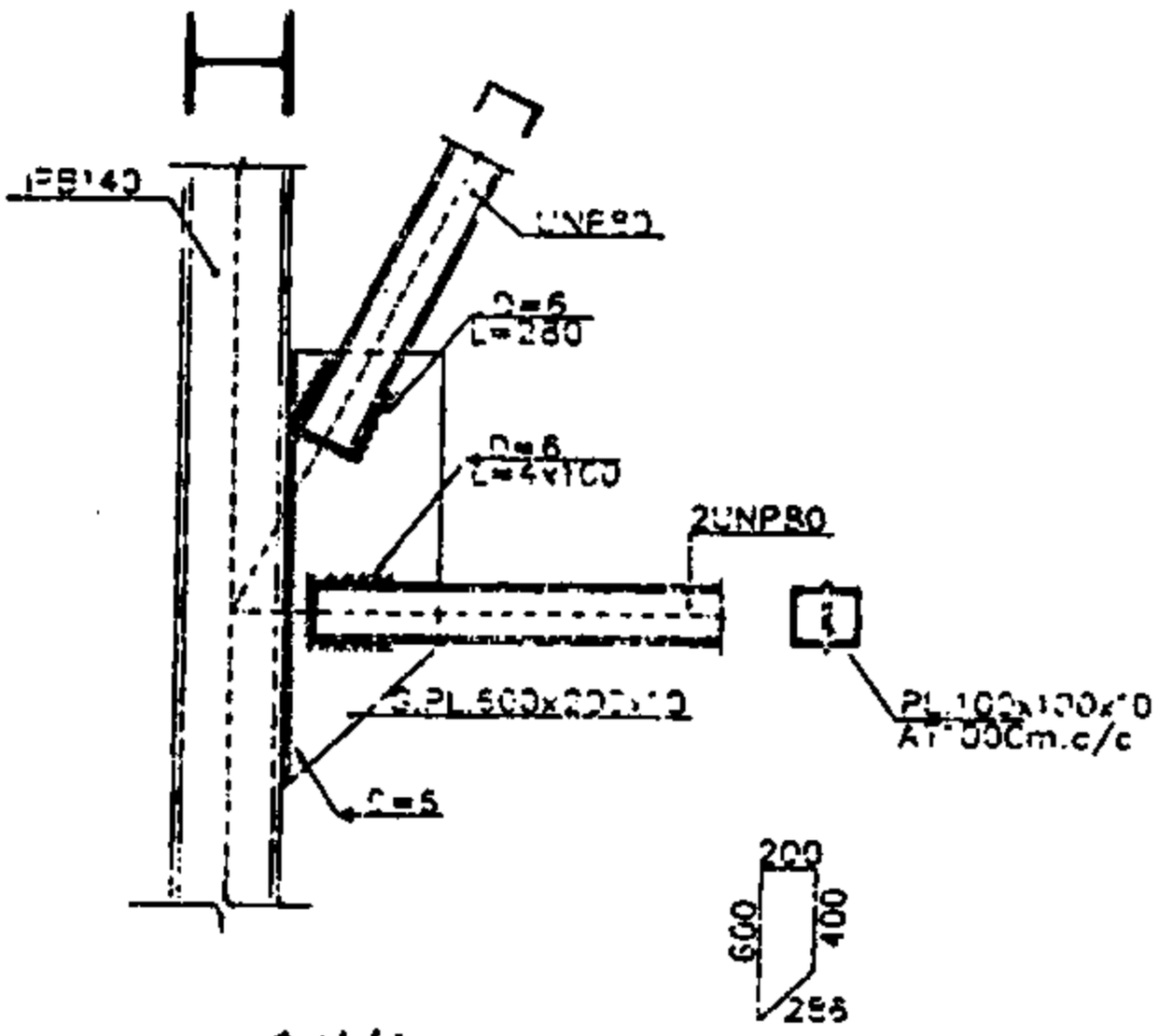
جزئیات ۲

مقیاس ۱:۲۰

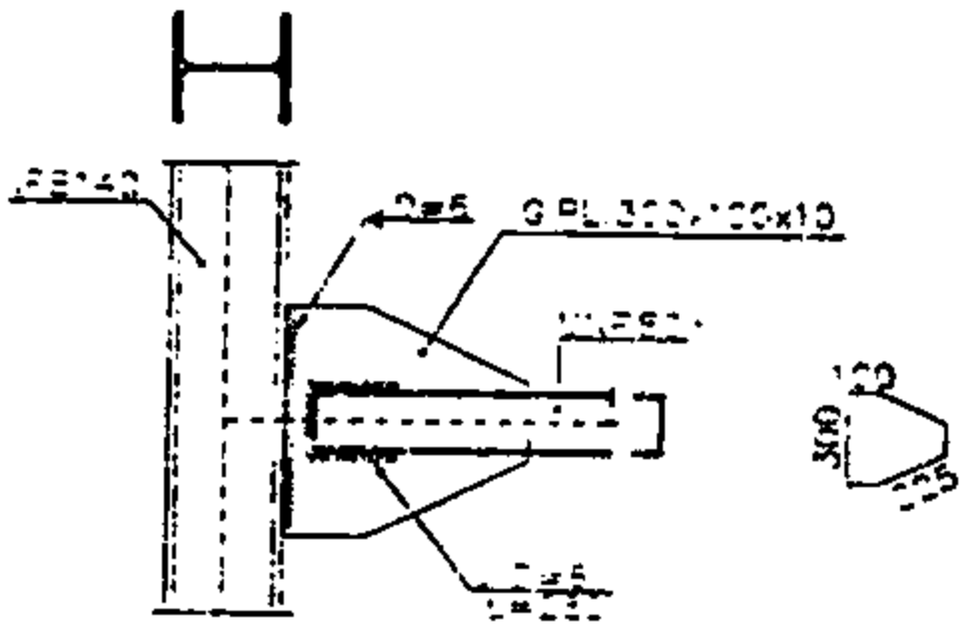
سازهٔ ۱۶ متری نوع I



سازهٔ ۱۶ متری نوع I

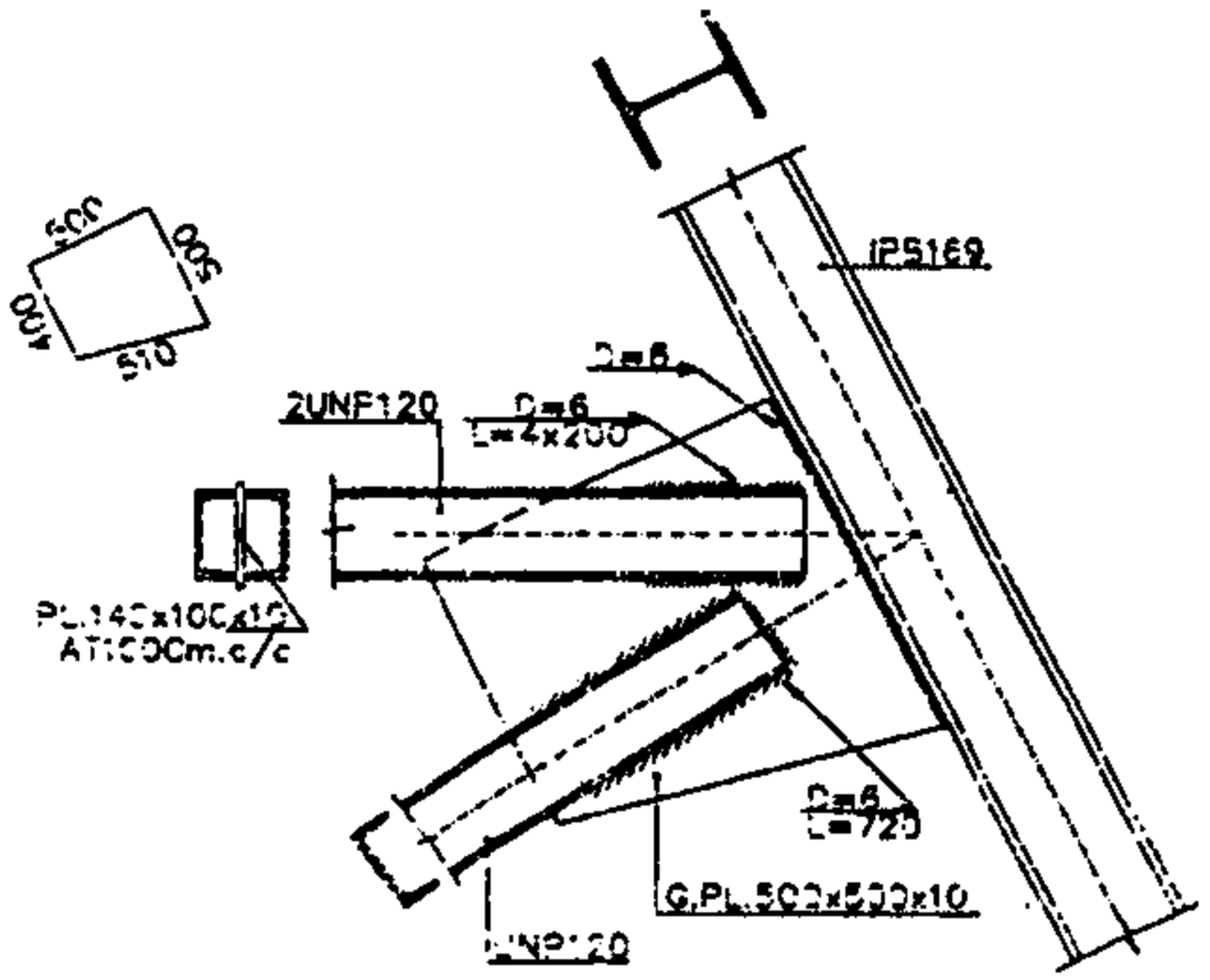


جزئیات ۴
مقیاس ۱:۲۰



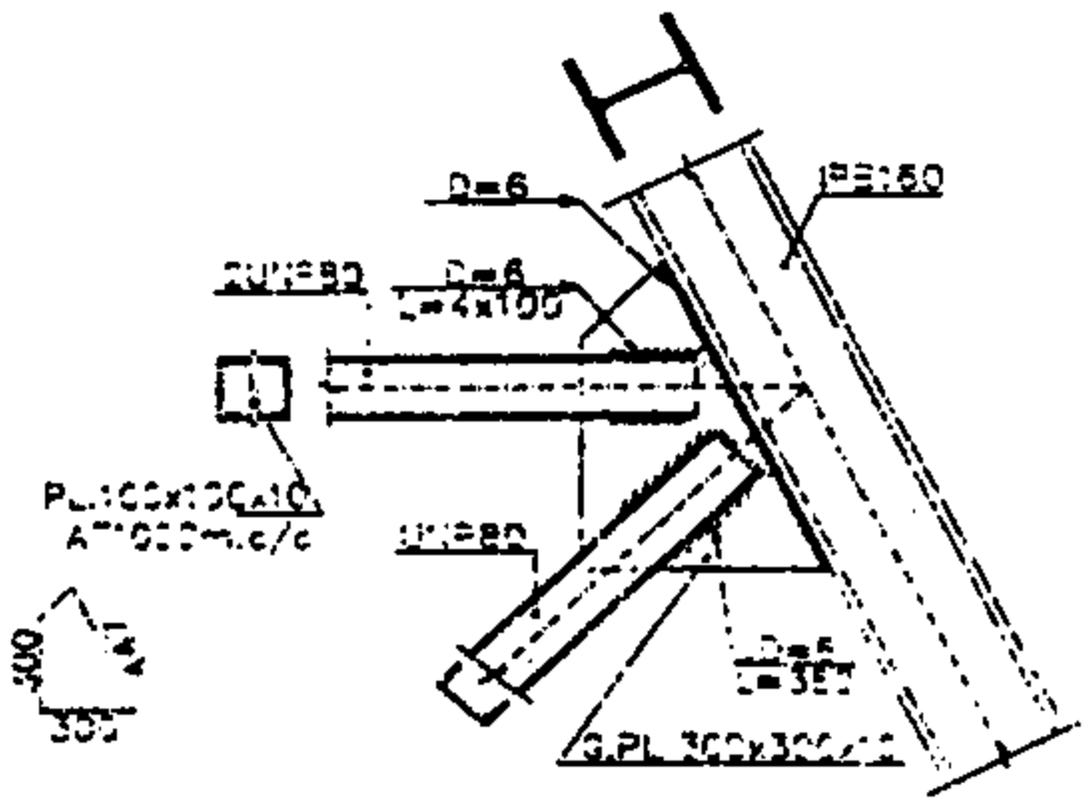
جزئیات ۵
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع I



جزئیات ۸

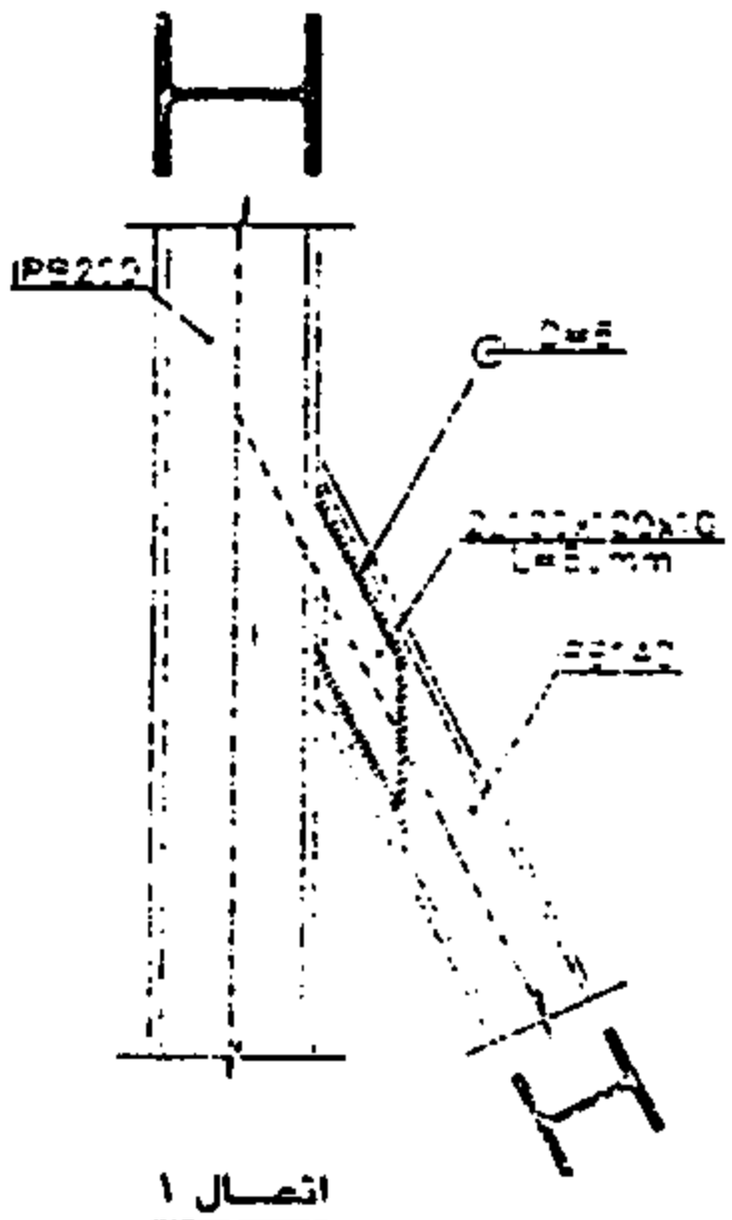
مقیاس ۱:۲۰

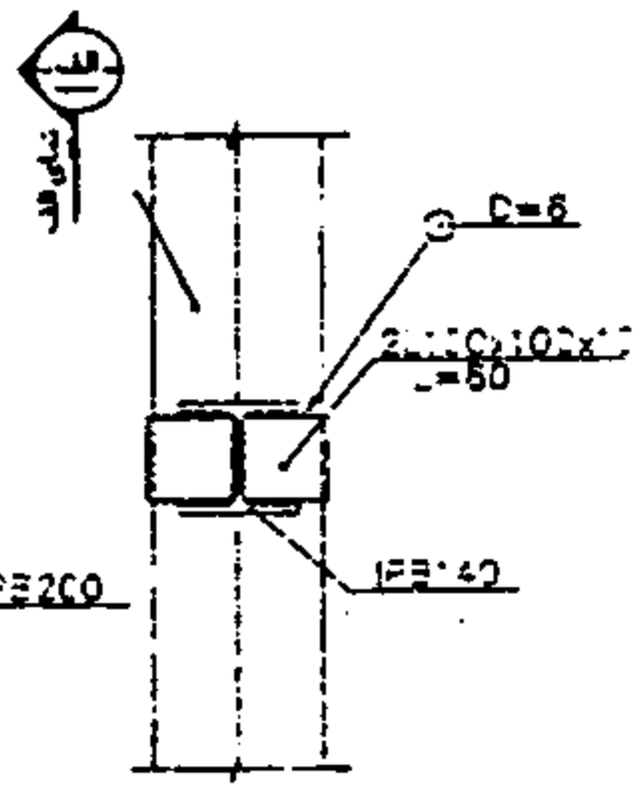


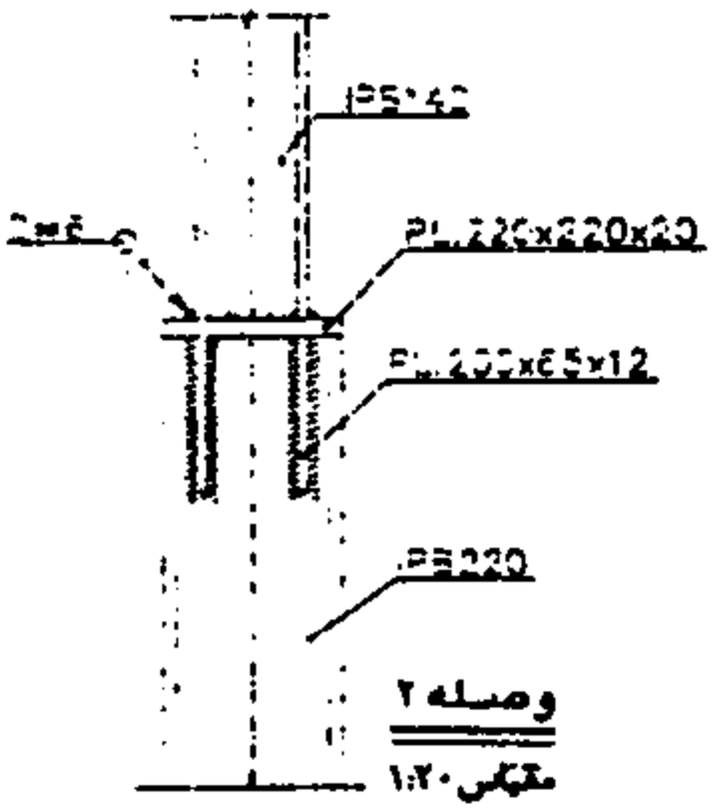
جزئیات ۹

مقیاس ۱:۲۰

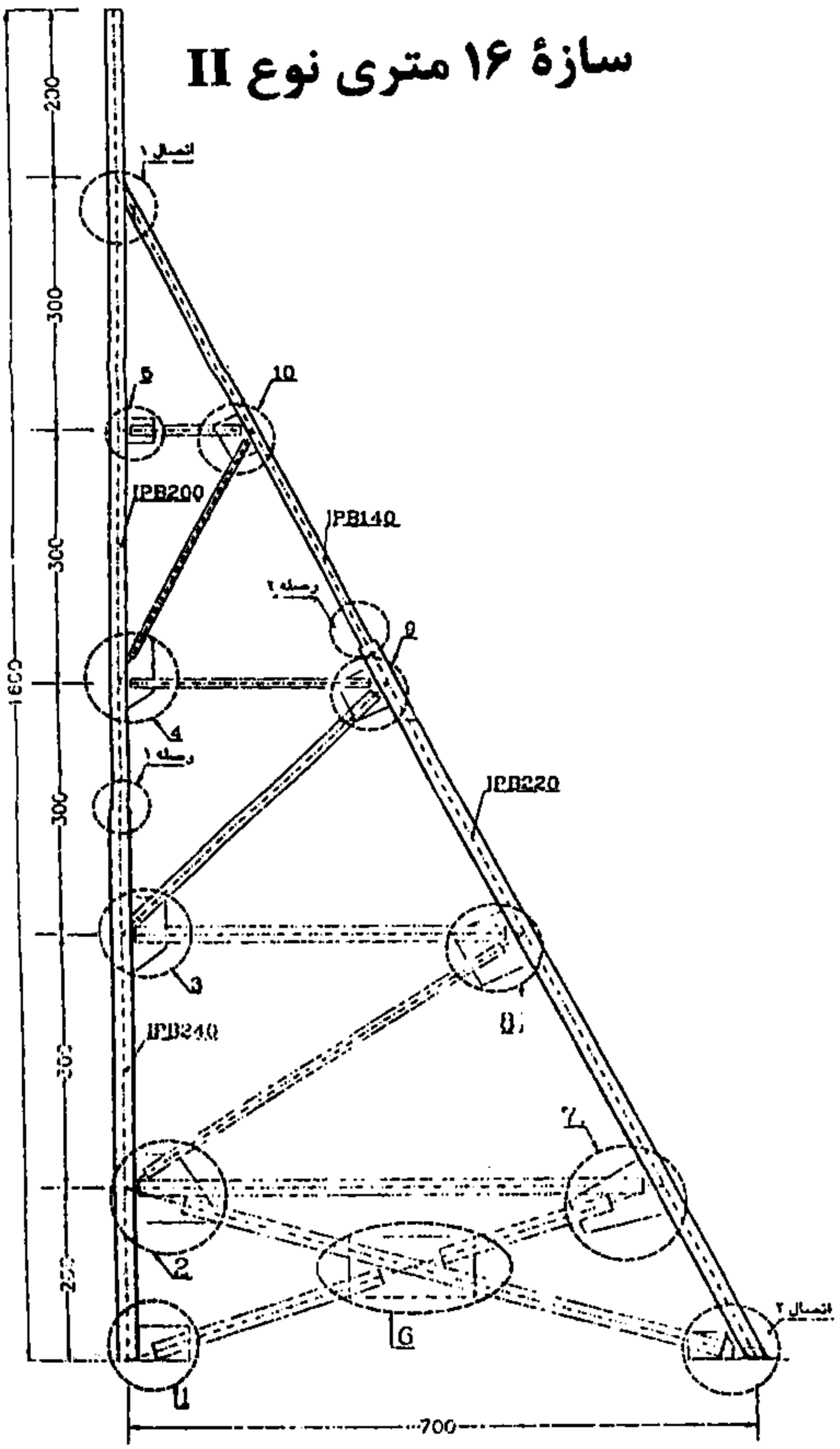
سازهٔ ۱۶ متری نوع I







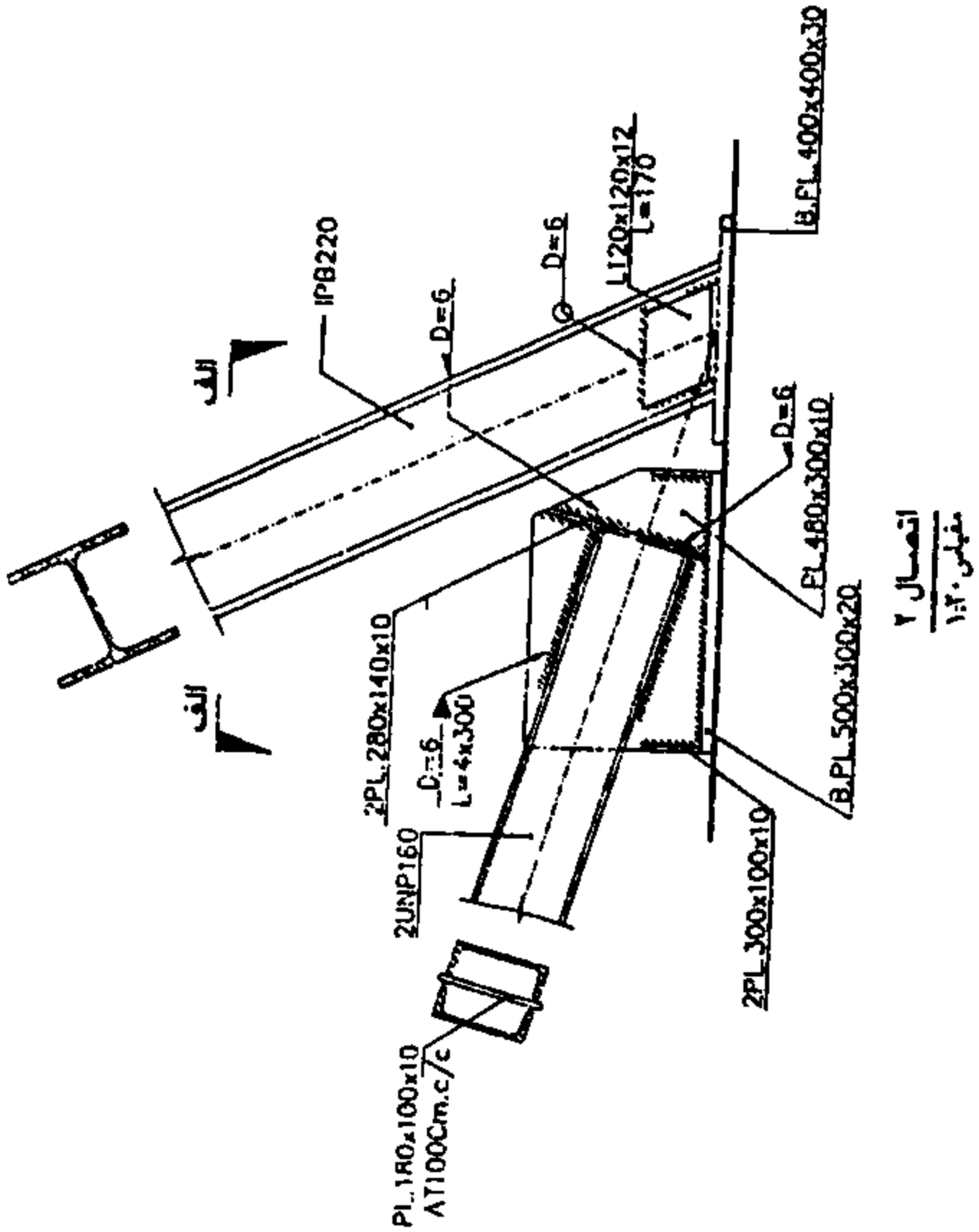
سازهٔ ۱۶ متری نوع II



نمای اصلی سازه ۱۶ متری تیپ II

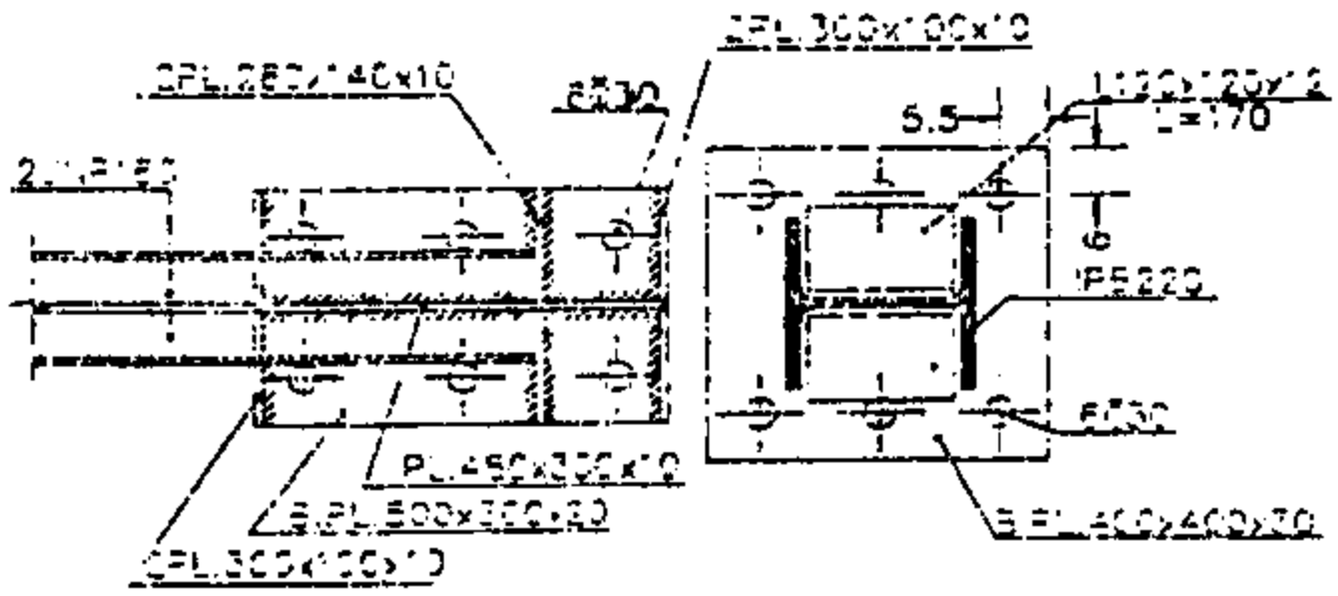
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع II

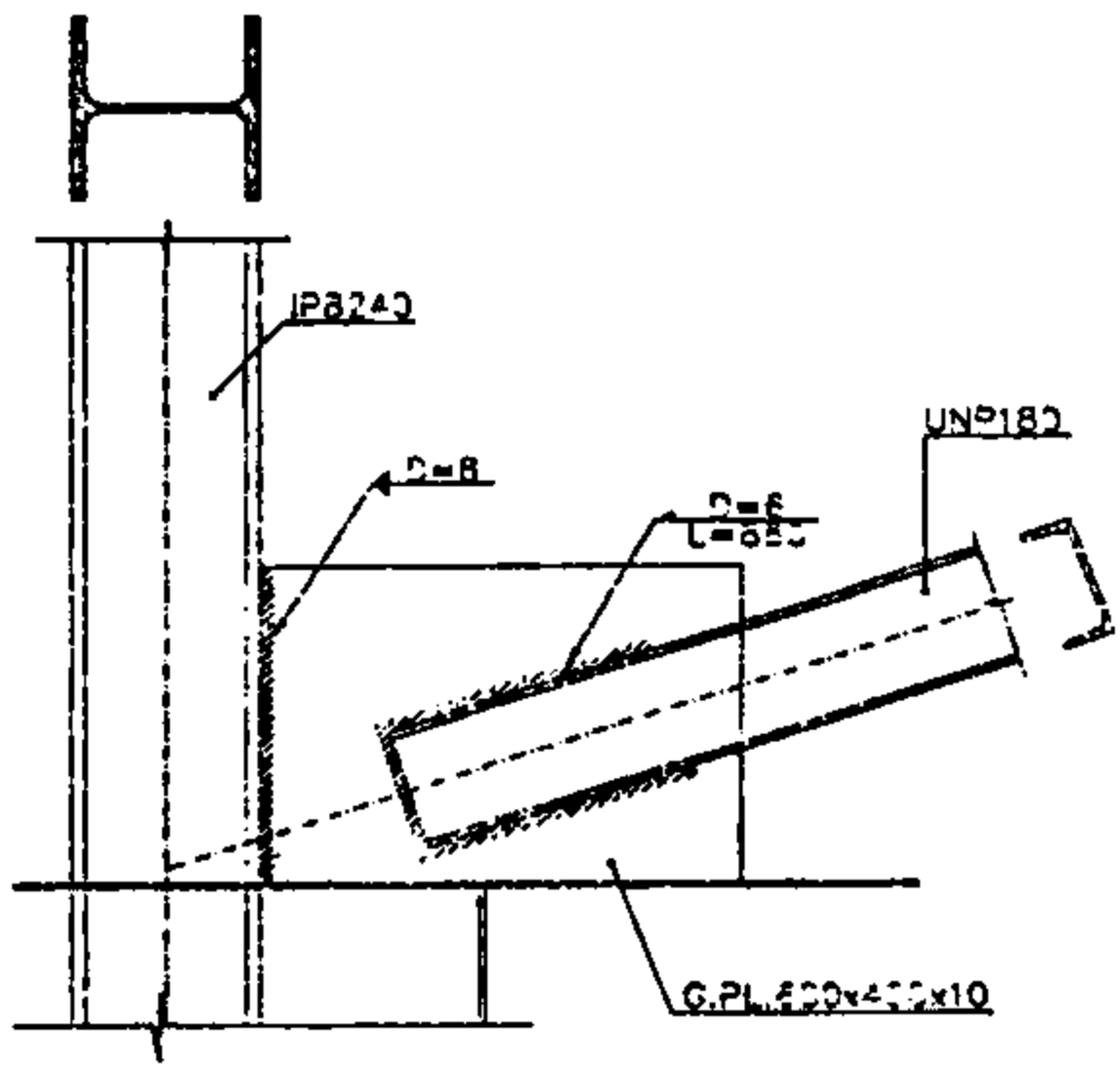


اتصال ۲
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع II



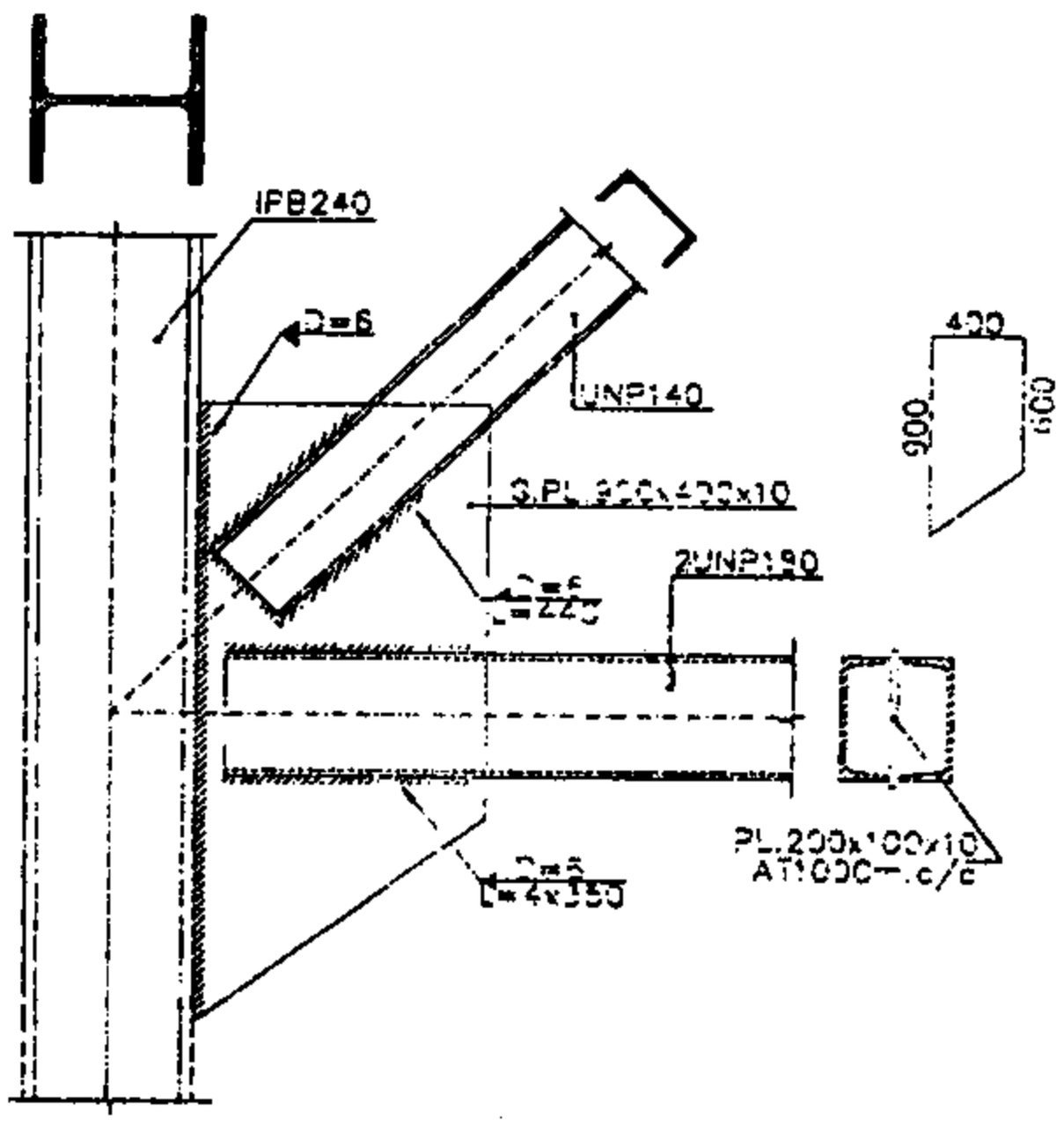
سازهٔ ۱۶ متری نوع II



جزئیات ۱

مقیاس ۱:۲۰

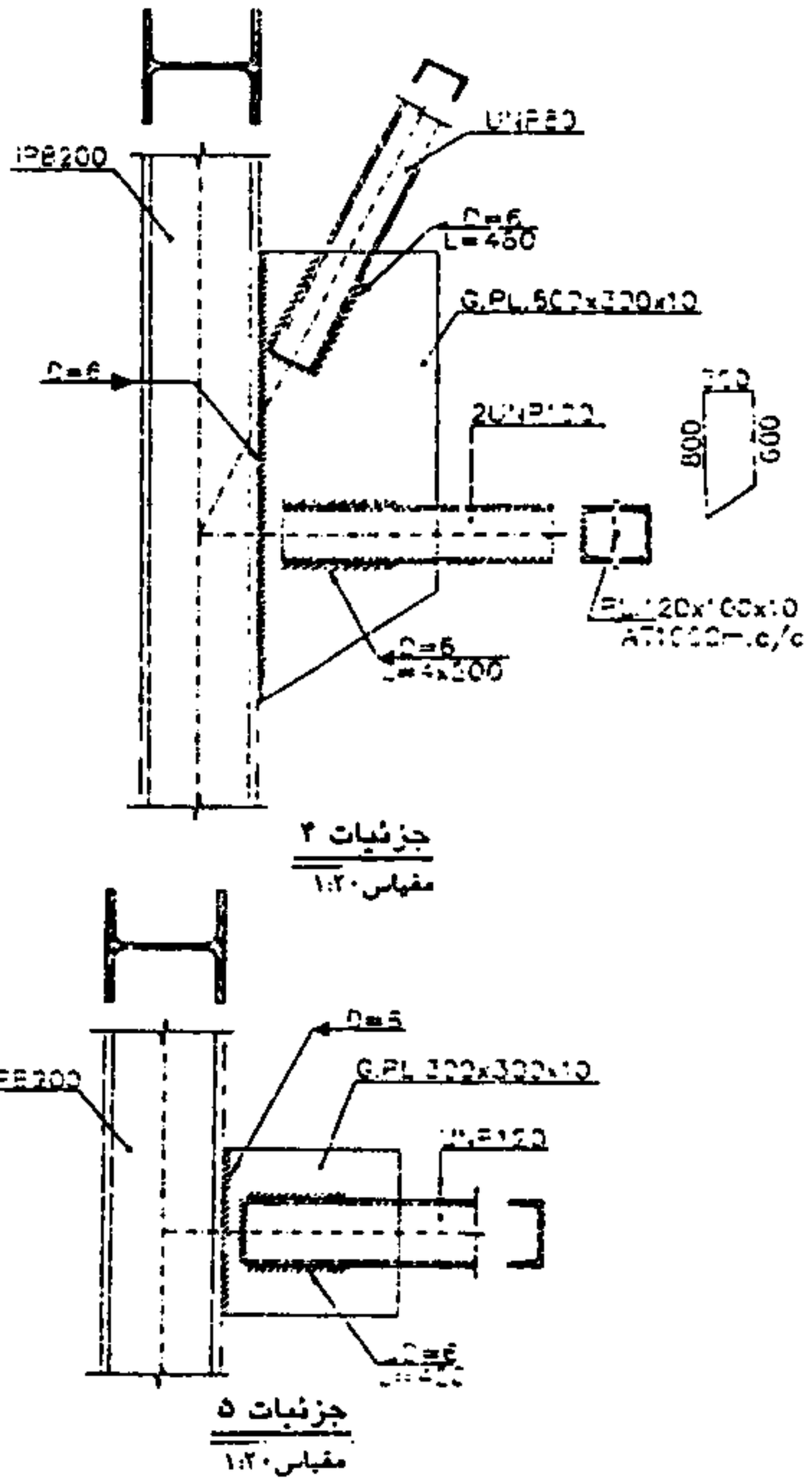
سازهٔ ۱۶ متری نوع II



جزئیات ۳

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع II



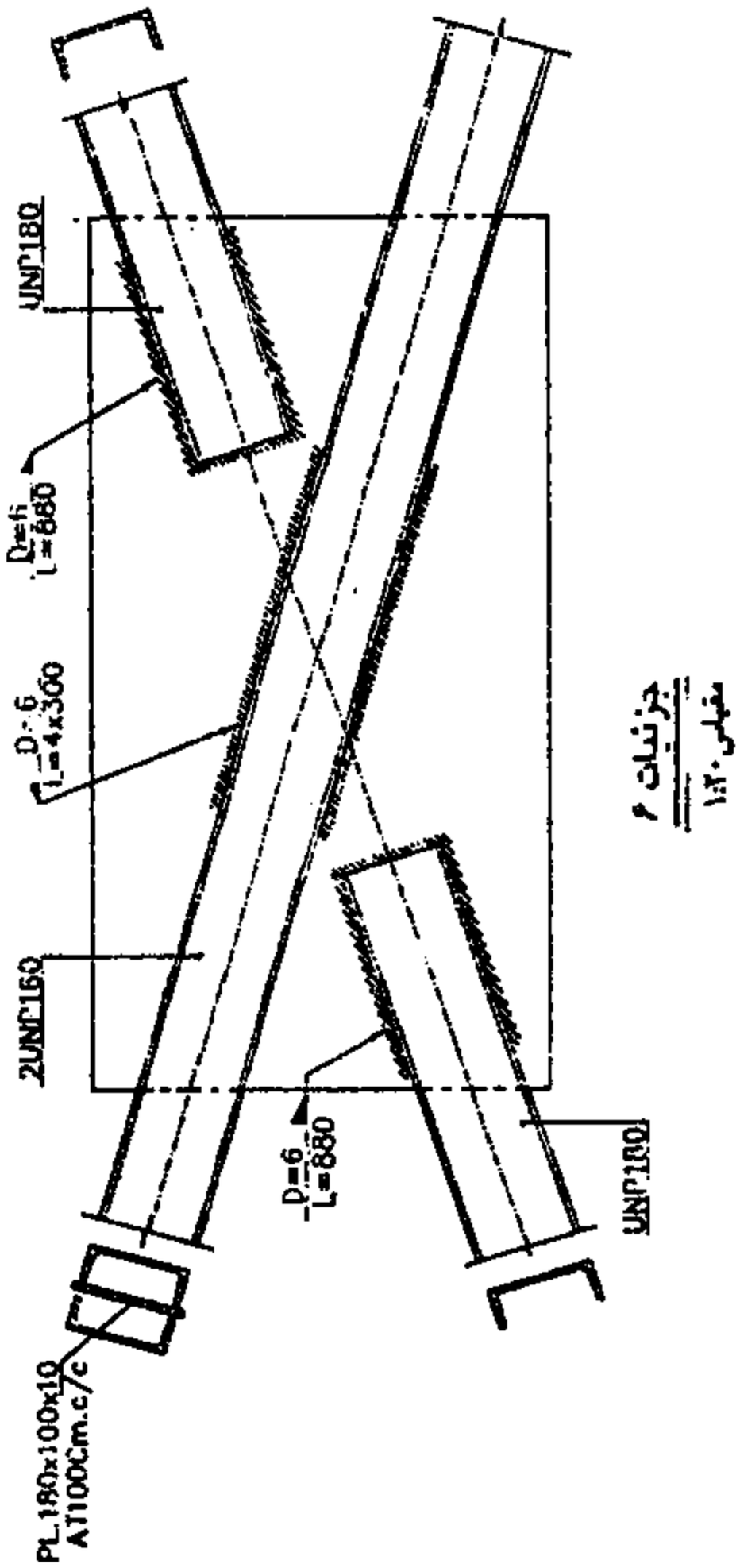
جزئیات ۴

مقیاس ۱:۲۰

جزئیات ۵

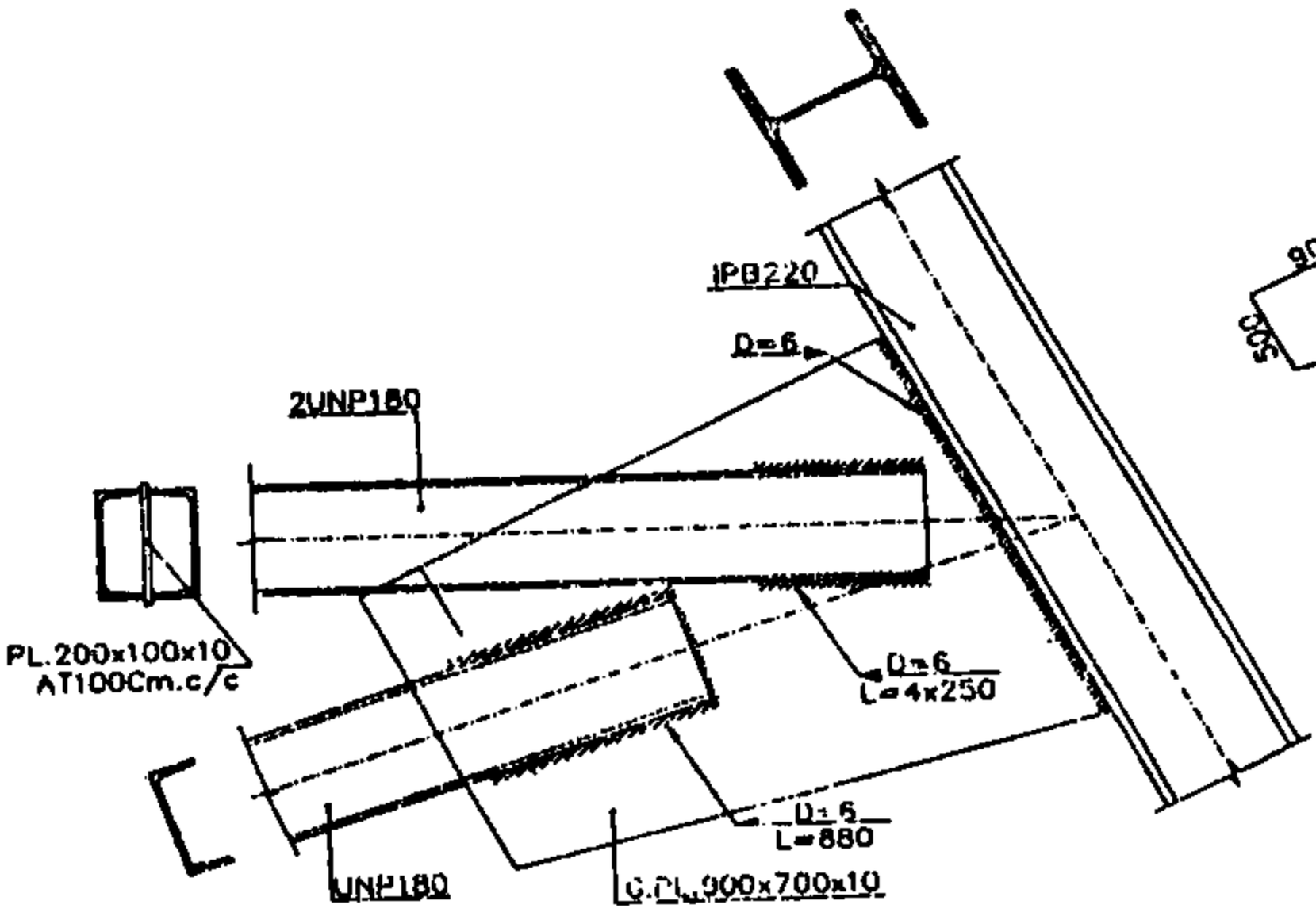
مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع II



جزئیات A
مقیاس ۱:۲۰

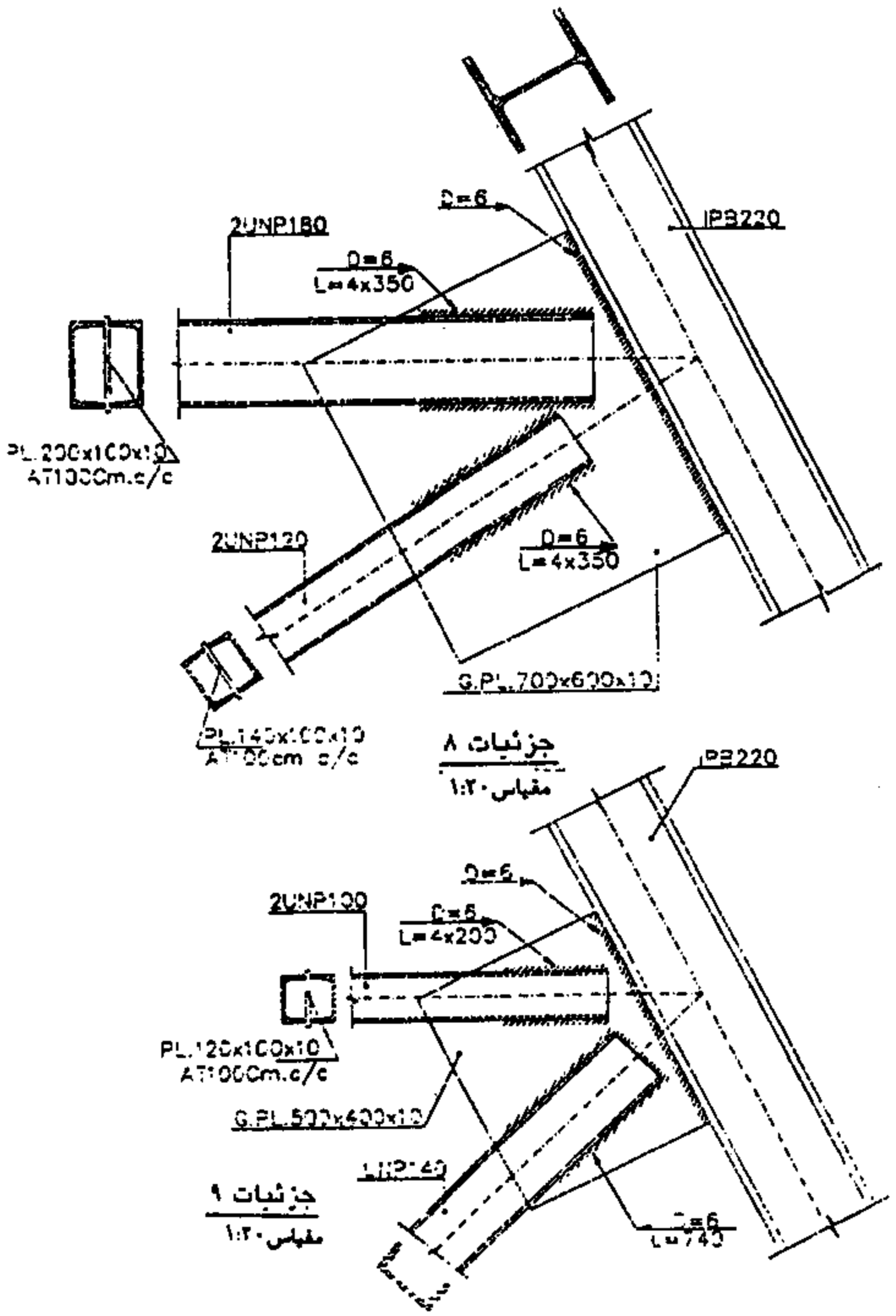
سازهٔ ۱۶ متری نوع II



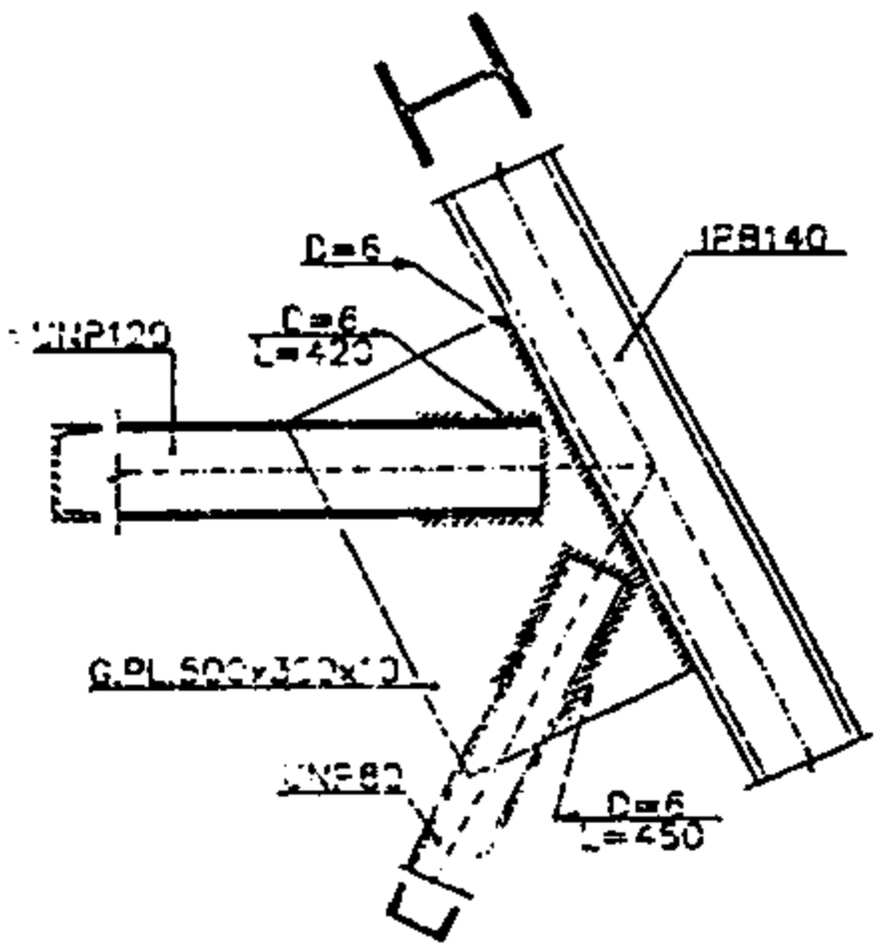
جزئیات ۷

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع II

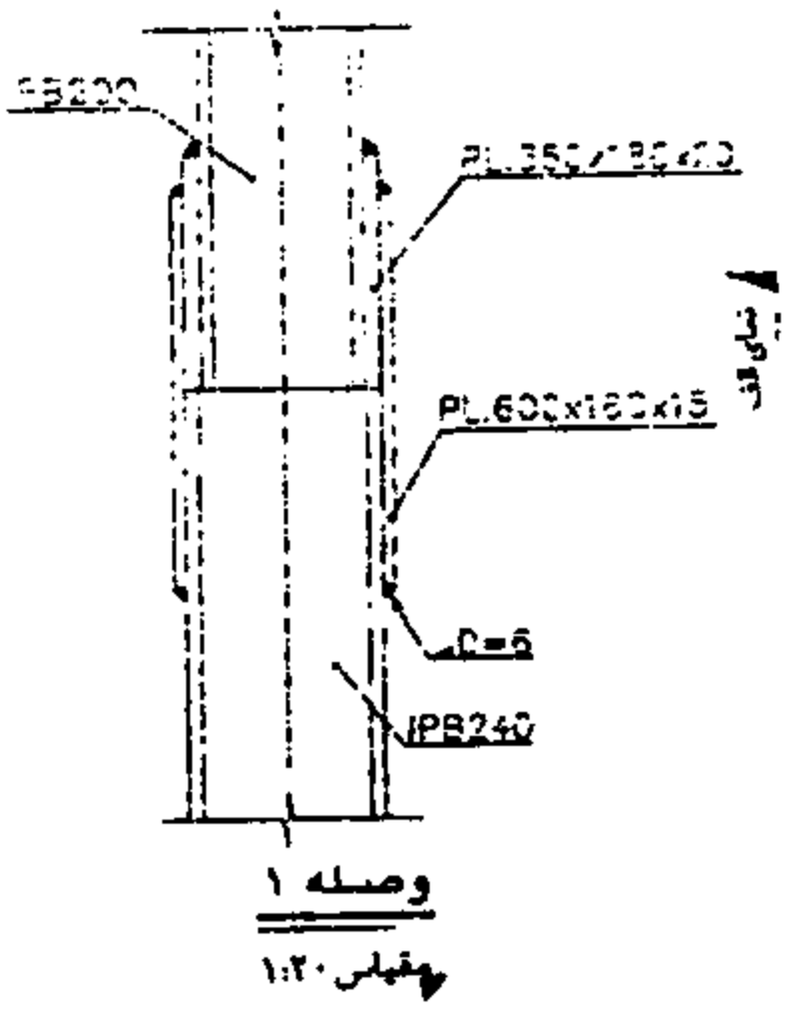


سازهٔ ۱۶ متری نوع II



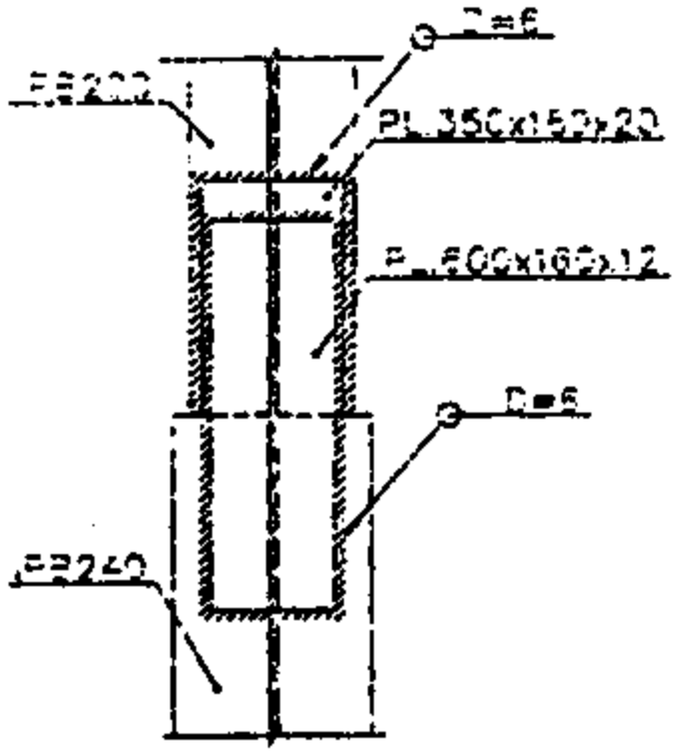
جزئیات ۱۰

مقیاس ۱:۲۰



وصله ۱

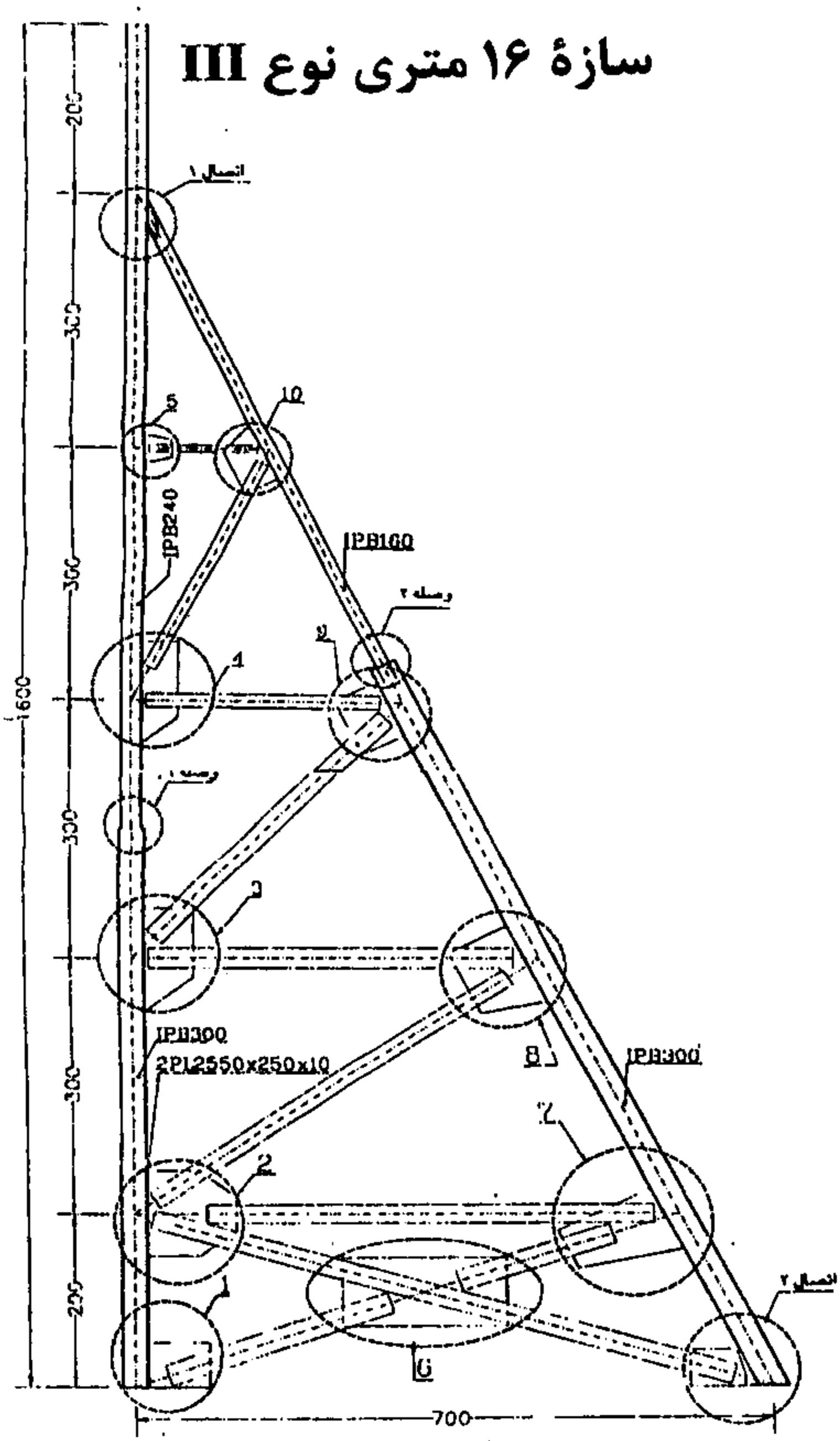
مقیاس ۱:۲۰



نمای الف

مقیاس ۱:۲۰

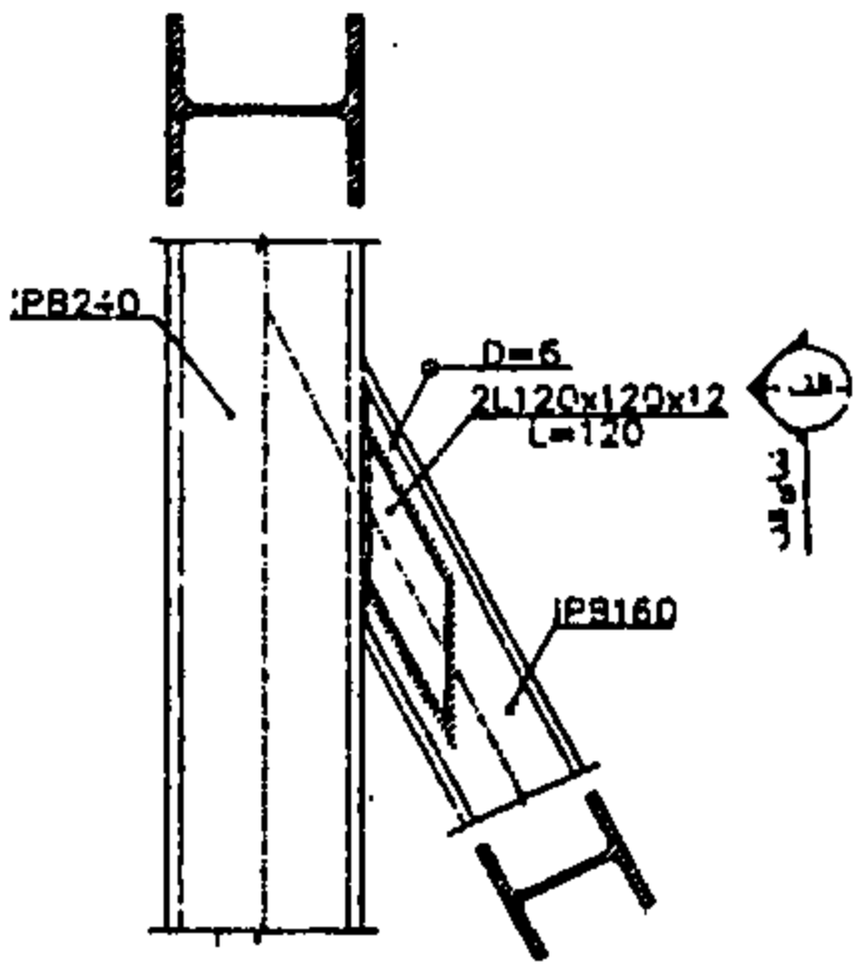
سازهٔ ۱۶ متری نوع III



قاب اصلی سازه ۱۶ متری تیپ III

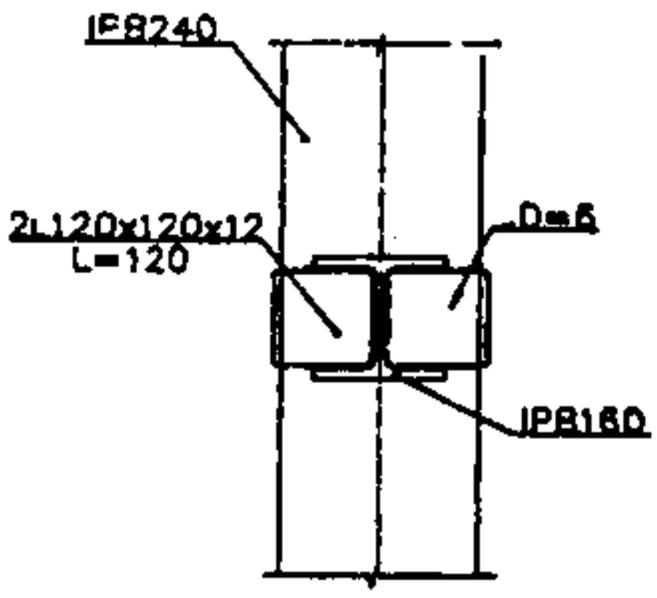
مقیاس ۱:۱۰۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع III



اتصال ۱

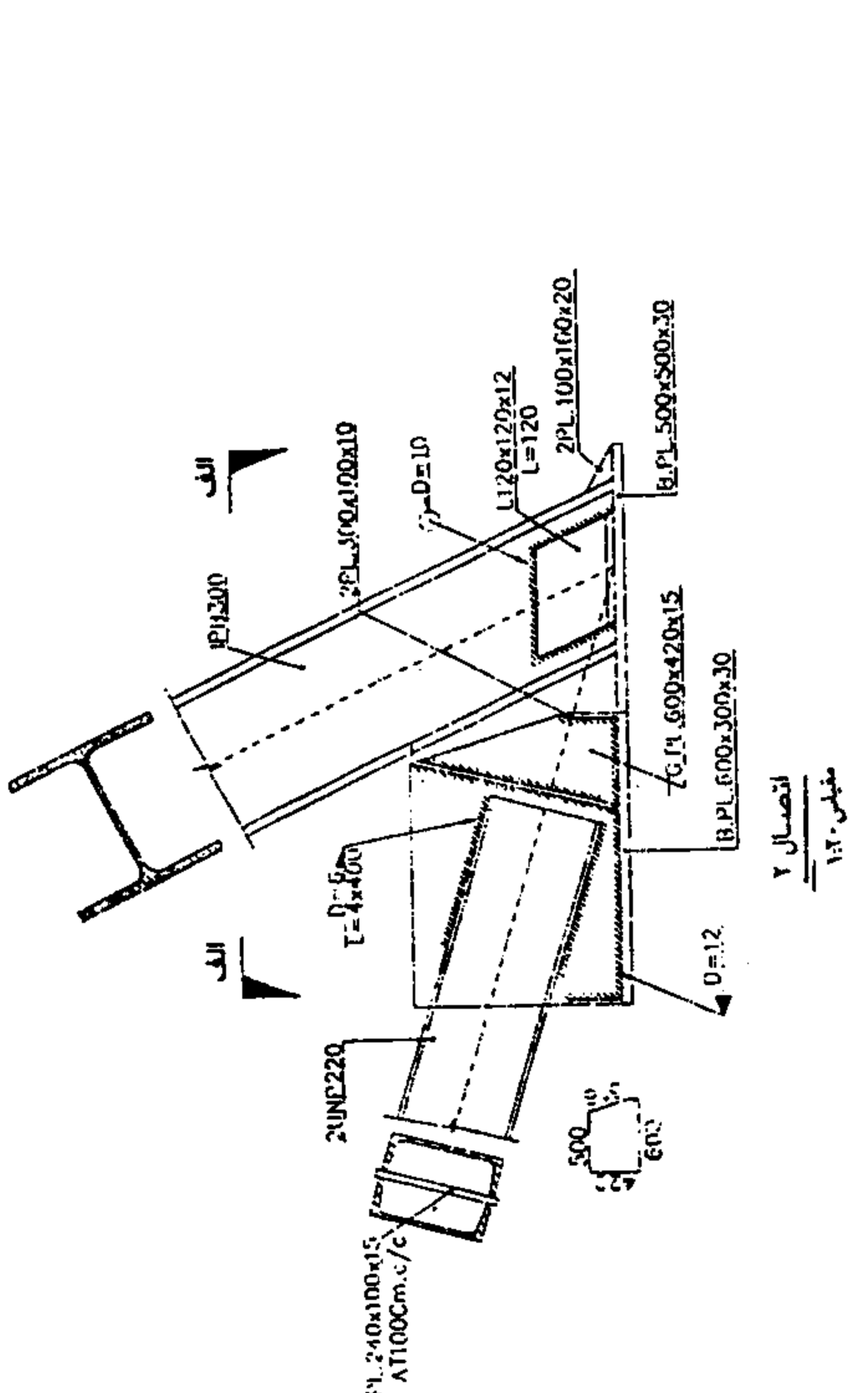
مقیاس ۱:۲۰



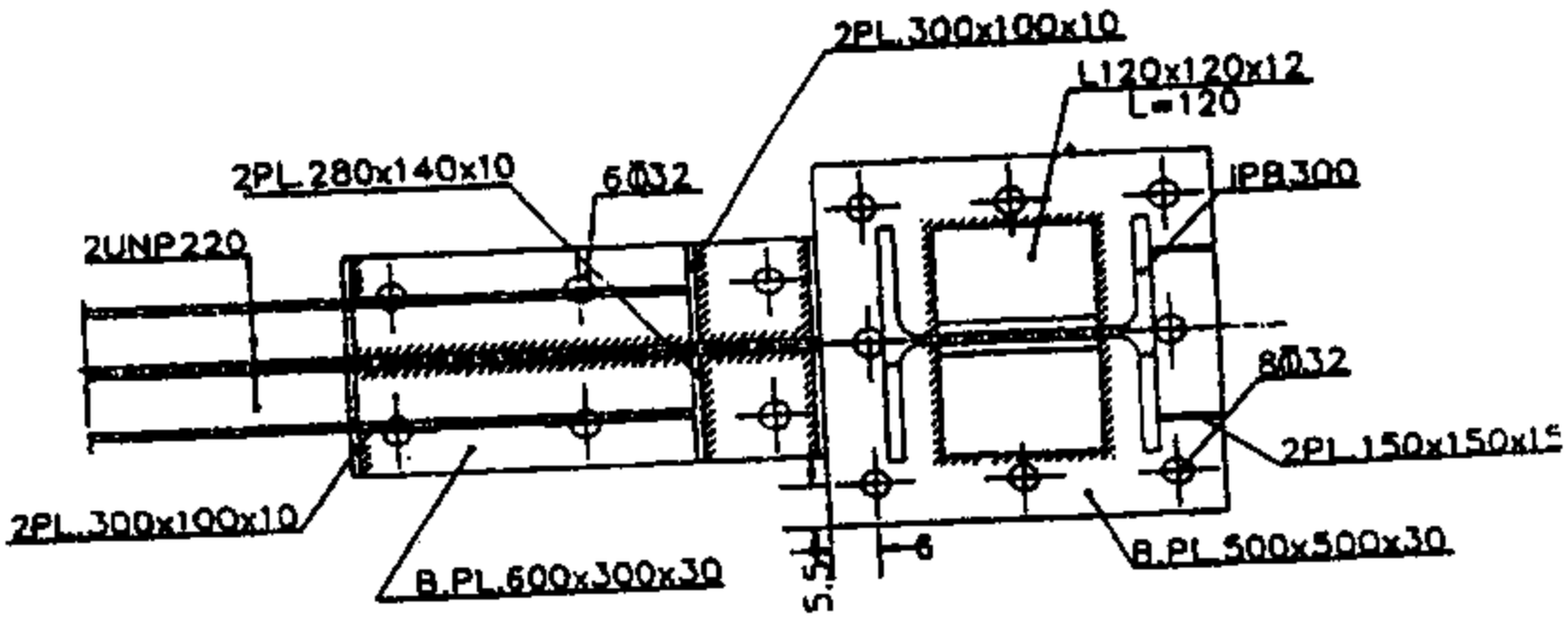
نمای الف

مقیاس ۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع III



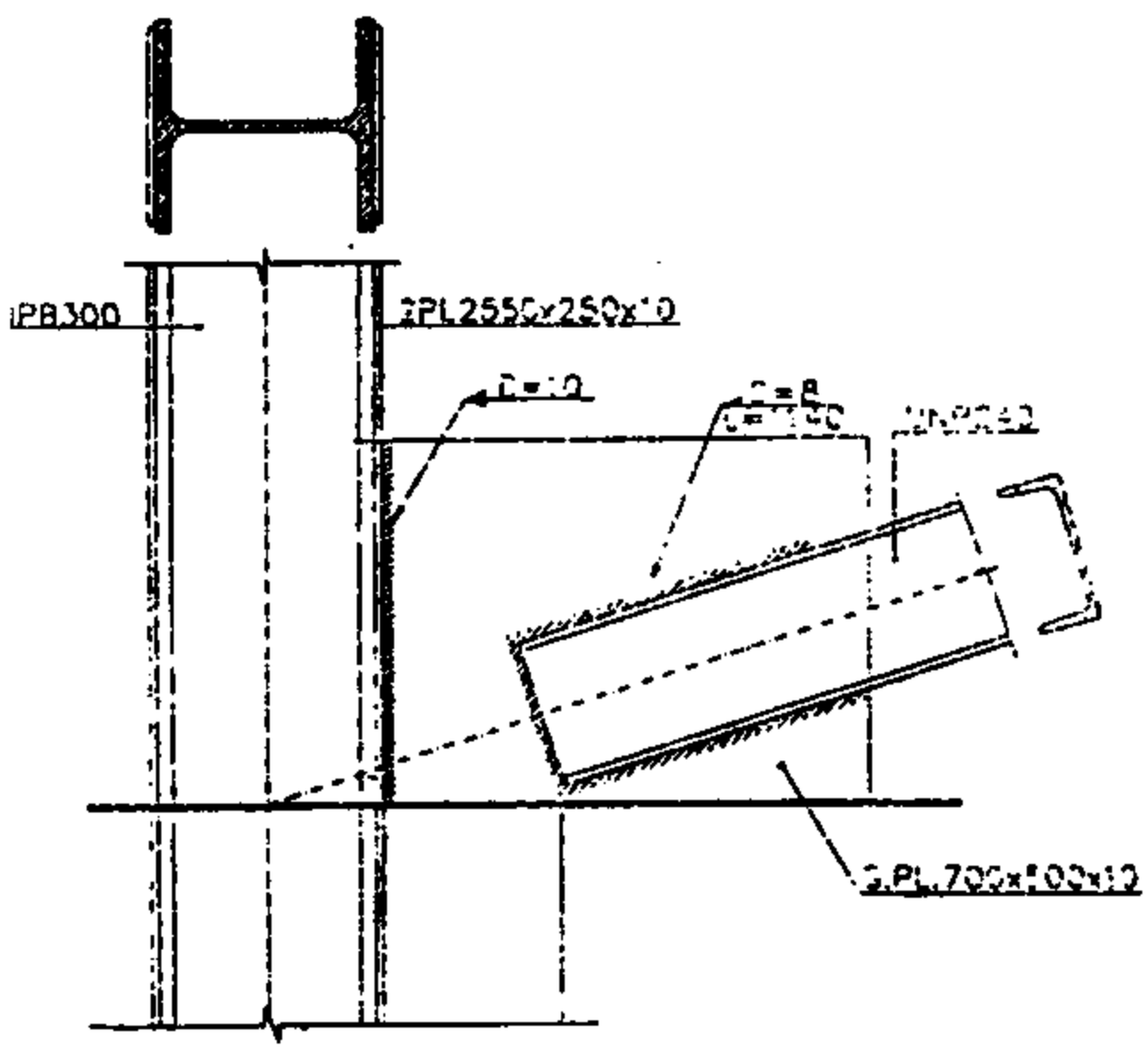
سازهٔ ۱۶ متری نوع III



برش الف – الف

مقیاس ۱:۲۰

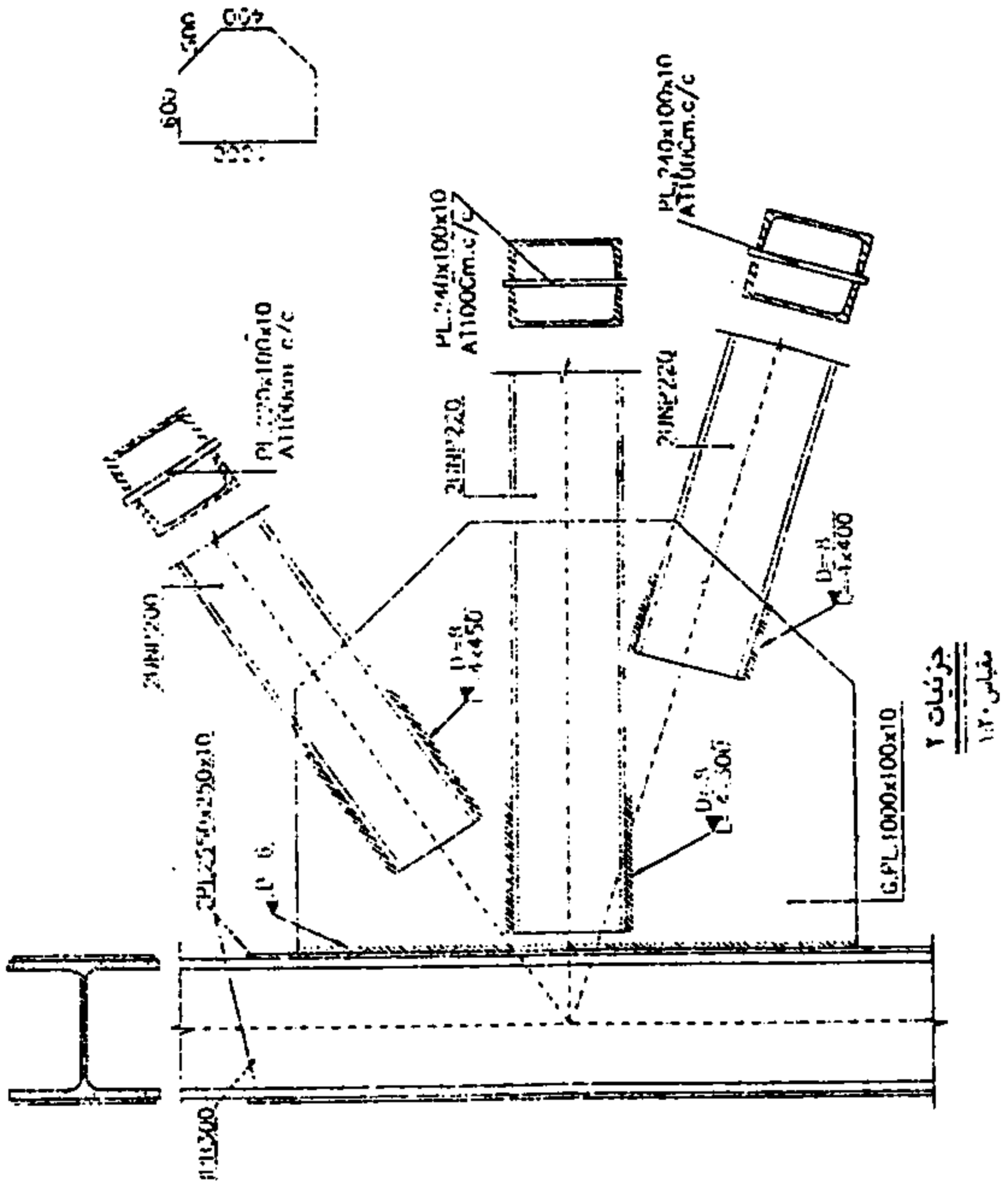
سازهٔ ۱۶ متری نوع III



جزئیات ۱

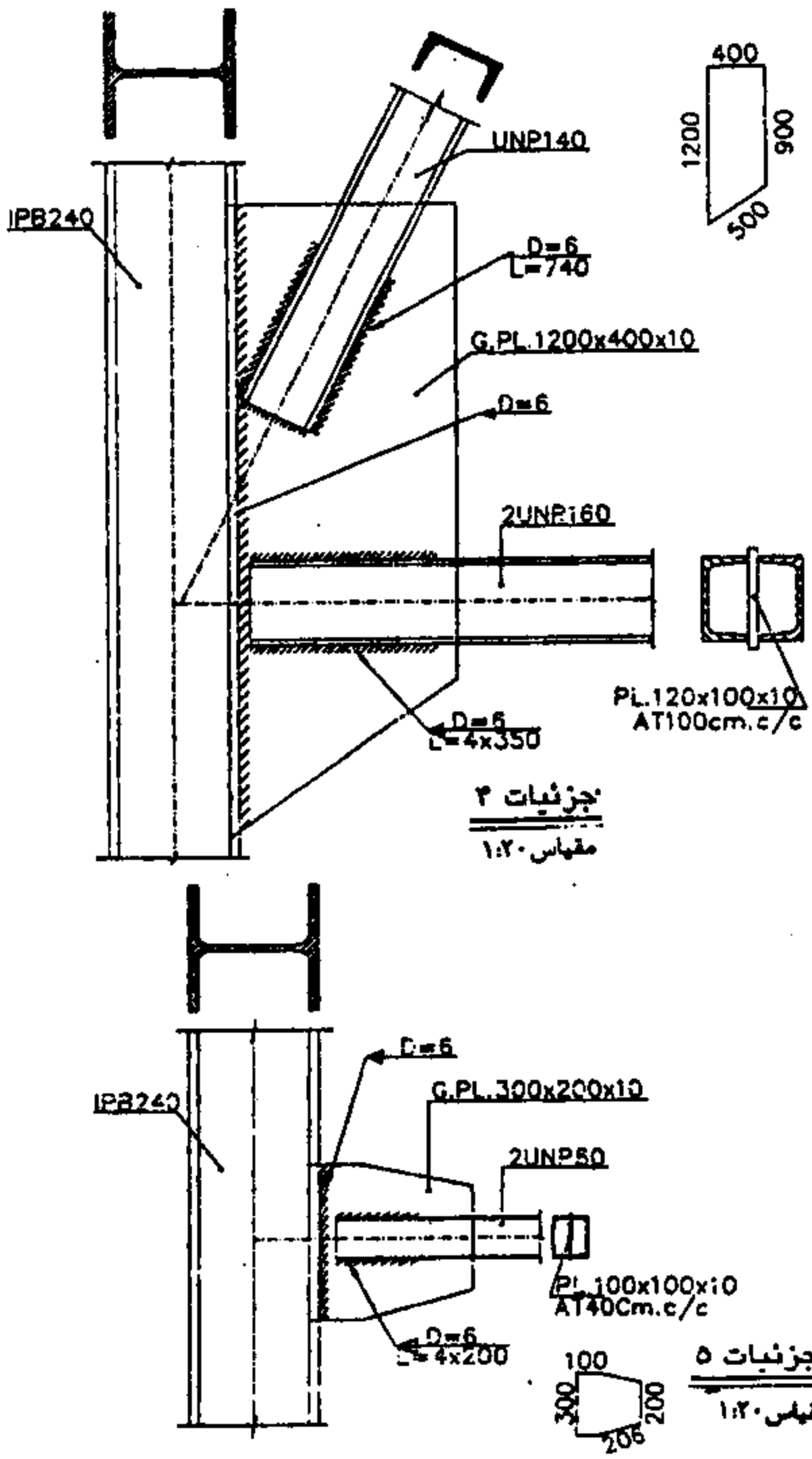
۱:۲۰

سازهٔ ۱۶ متری نوع III

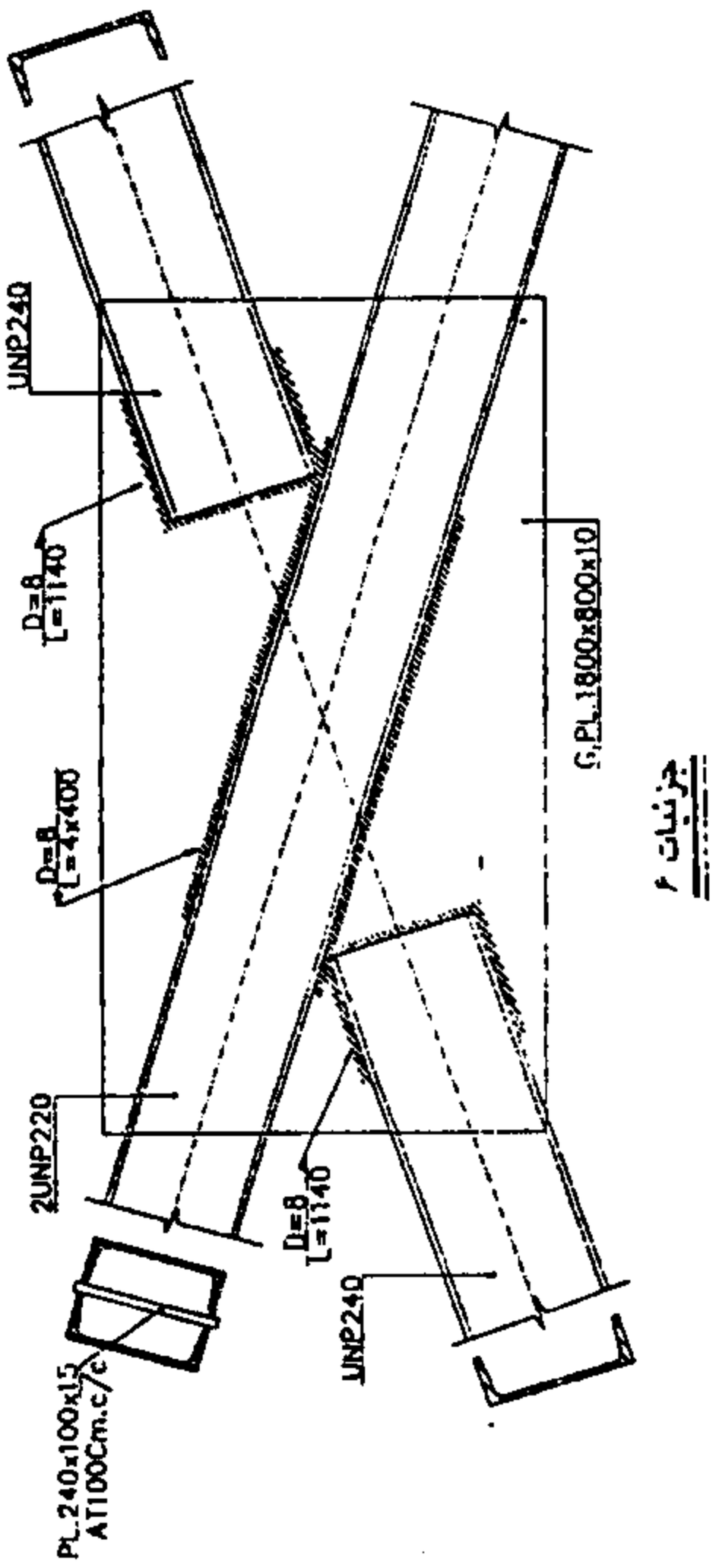


۲۶۸ ـــــــ

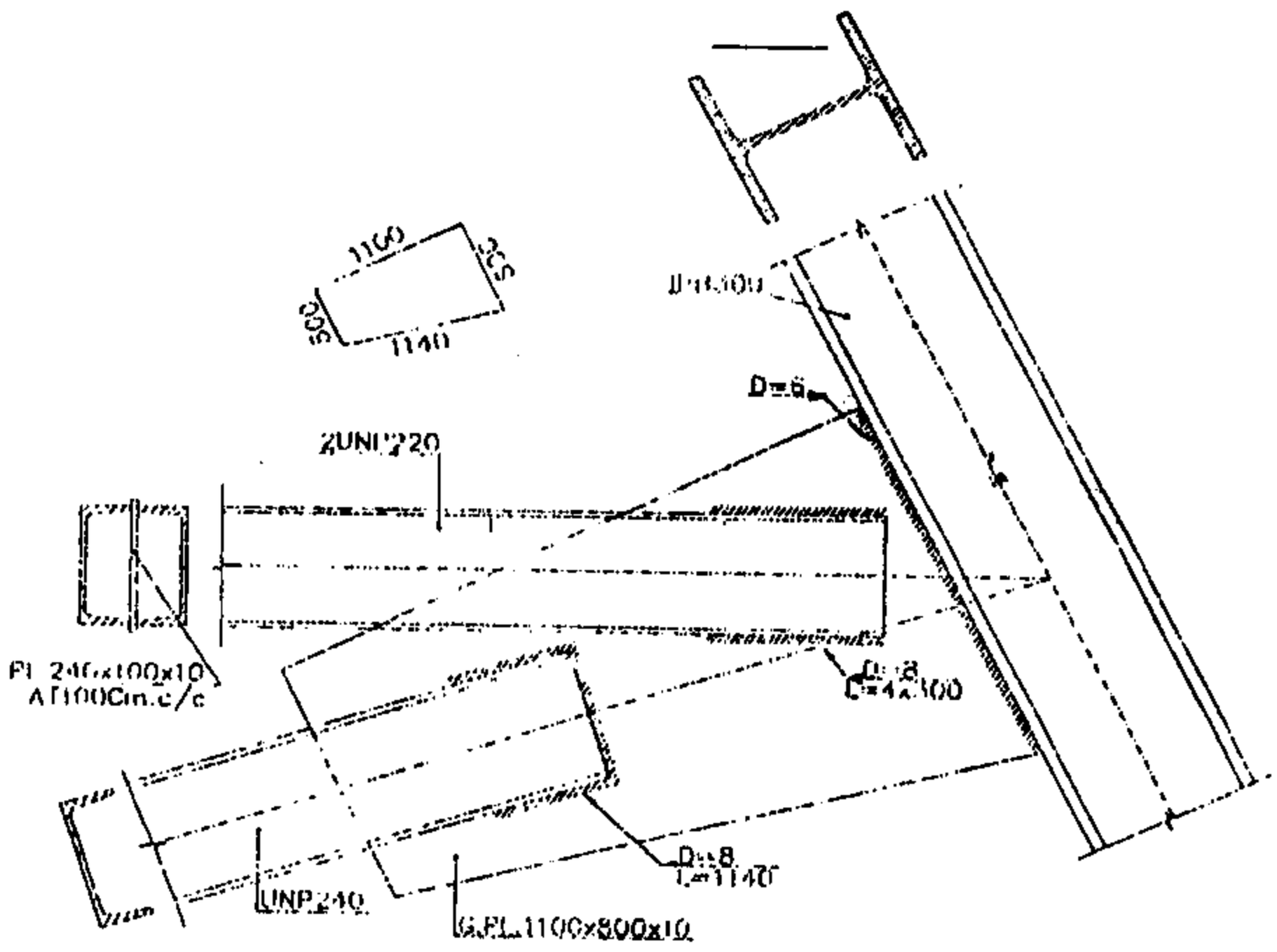
سازهٔ ۱۶ متری نوع III



سازهٔ ۱۶ متری نوع III



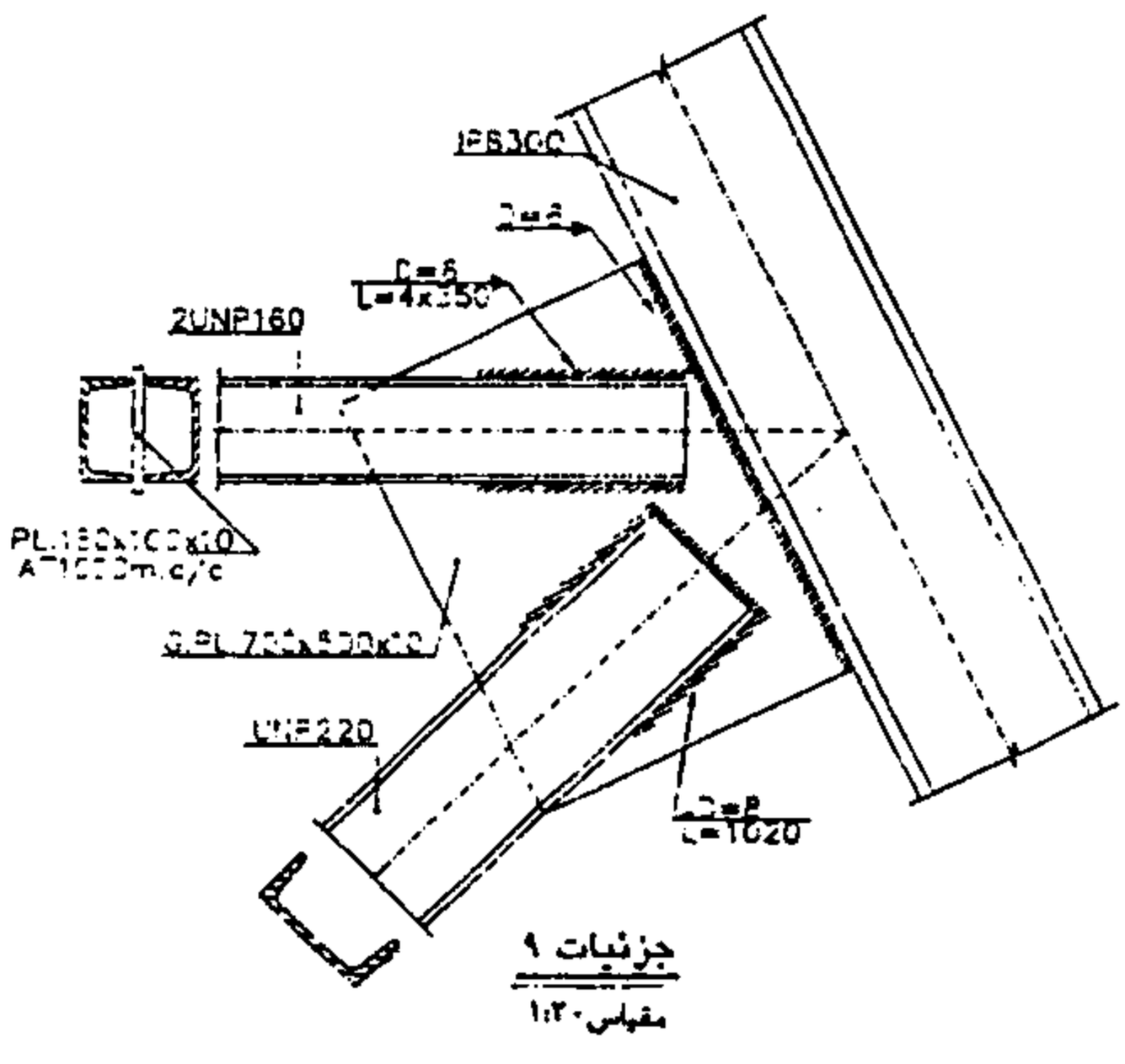
سازهٔ ۱۶ متری نوع III



جزئیات ۷
مقیاس ۱:۲۰

۲۷۲ ـــــــ

سازهٔ ۱۶ متری نوع III

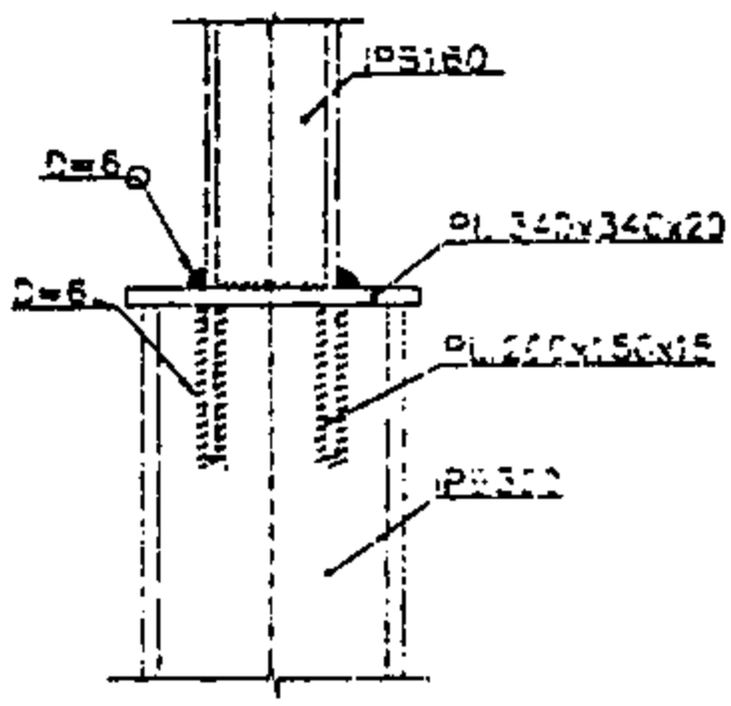


جزئیات ۹

مقیاس ۱:۲۰

۲۷۴ ـــــــ

سازهٔ ۱۶ متری نوع III



وصله ۲

مقیاس ۱:۲۰

فصل ششم

نقشه های جزئیات و تکمیلی سازه های نگهبان خرپایی

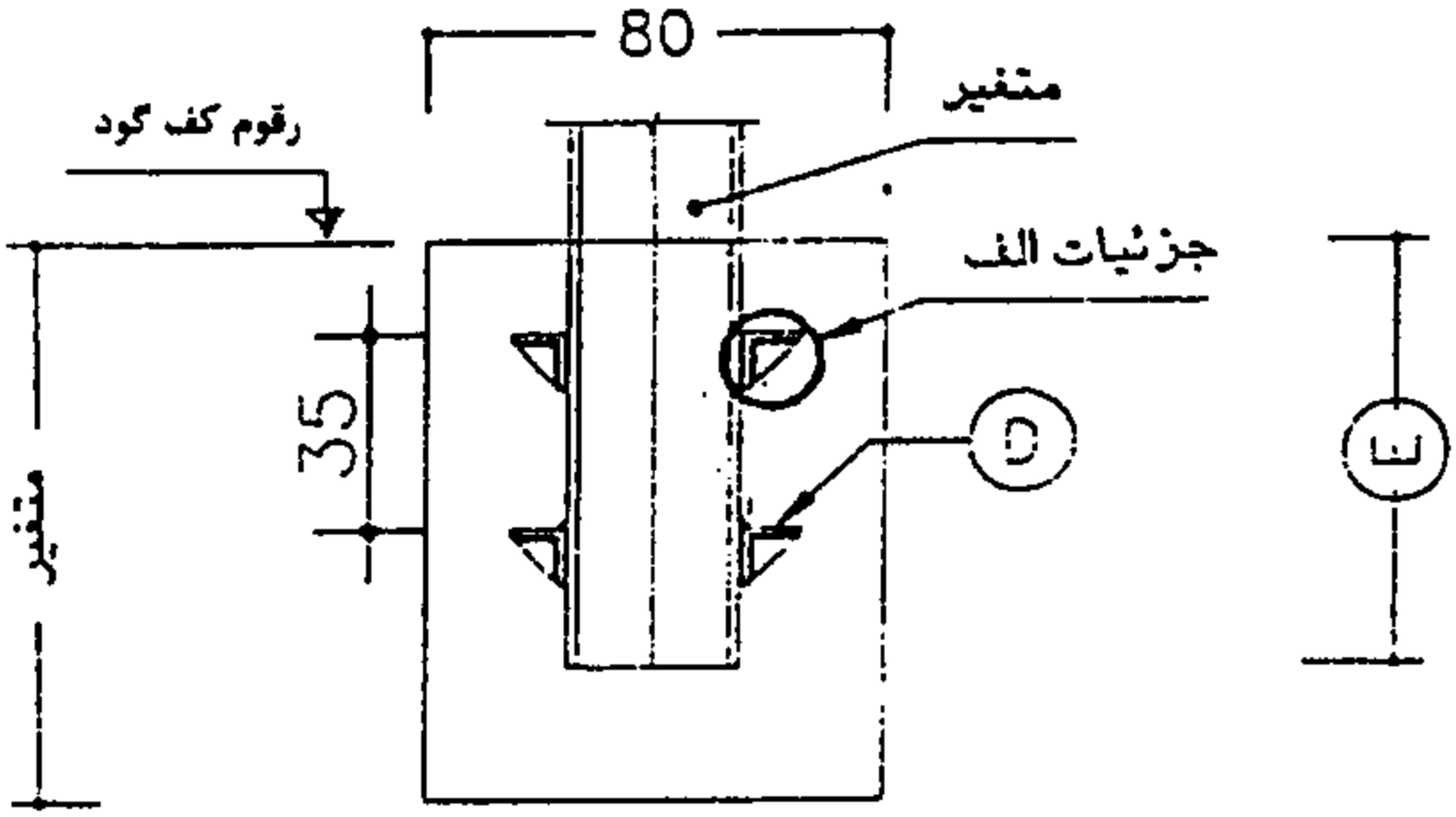
در این فصل نقشه های جزئیّات و تکمیلی سازه های نگهبان را ارائه خواهیم کرد. این نقشه ها عبارتند از:

۱) شمع ها و نحوهٔ اتّصال اعضای قائم به آنها
۲) فونداسیون
۳) شناژها
۴) مهاربندی ها

در این نقشه ها برخی از مقادیر اندازه ها تحت عنوان " متغیر " درج شده است که در یک سازهٔ نگهبان خاص باید به جای آنها مقادیر محاسبه شدهٔ آنها را قرار دهیم. همچنین به جای واژهٔ " رقوم کف گود " باید مقدار آن را به صورت عددی بر روی نقشه بنویسیم.

در این نقشه ها برخی از مقادیر و مشخّصات با علائم A، B، C،D،Eو نشان داده شده اند. این مقادیر و مشخّصات را باید از جدول ۶-۱ استخراج کرده و به جای علائم مزبور در نقشه ها بنویسیم.

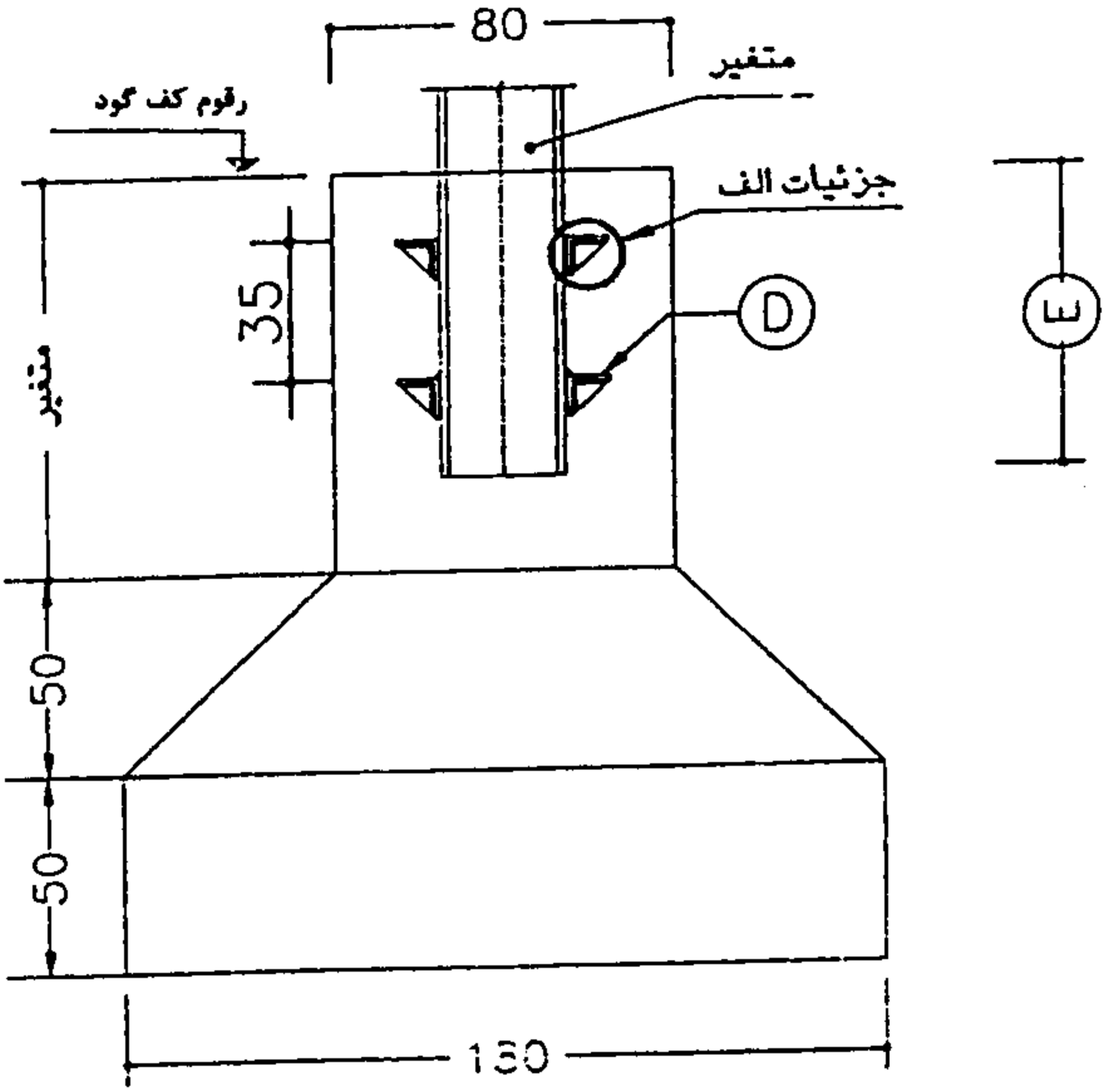
جزئیّات اتصال اعضای قائم به شمع های بدون پاشنه



جزئیات اتصال عضو قائم به شمع

مقیاس ۱:۲۵ شمع بدون پاشنه

جزئیّات اتصال اعضای قائم به شمع های پاشنه دار

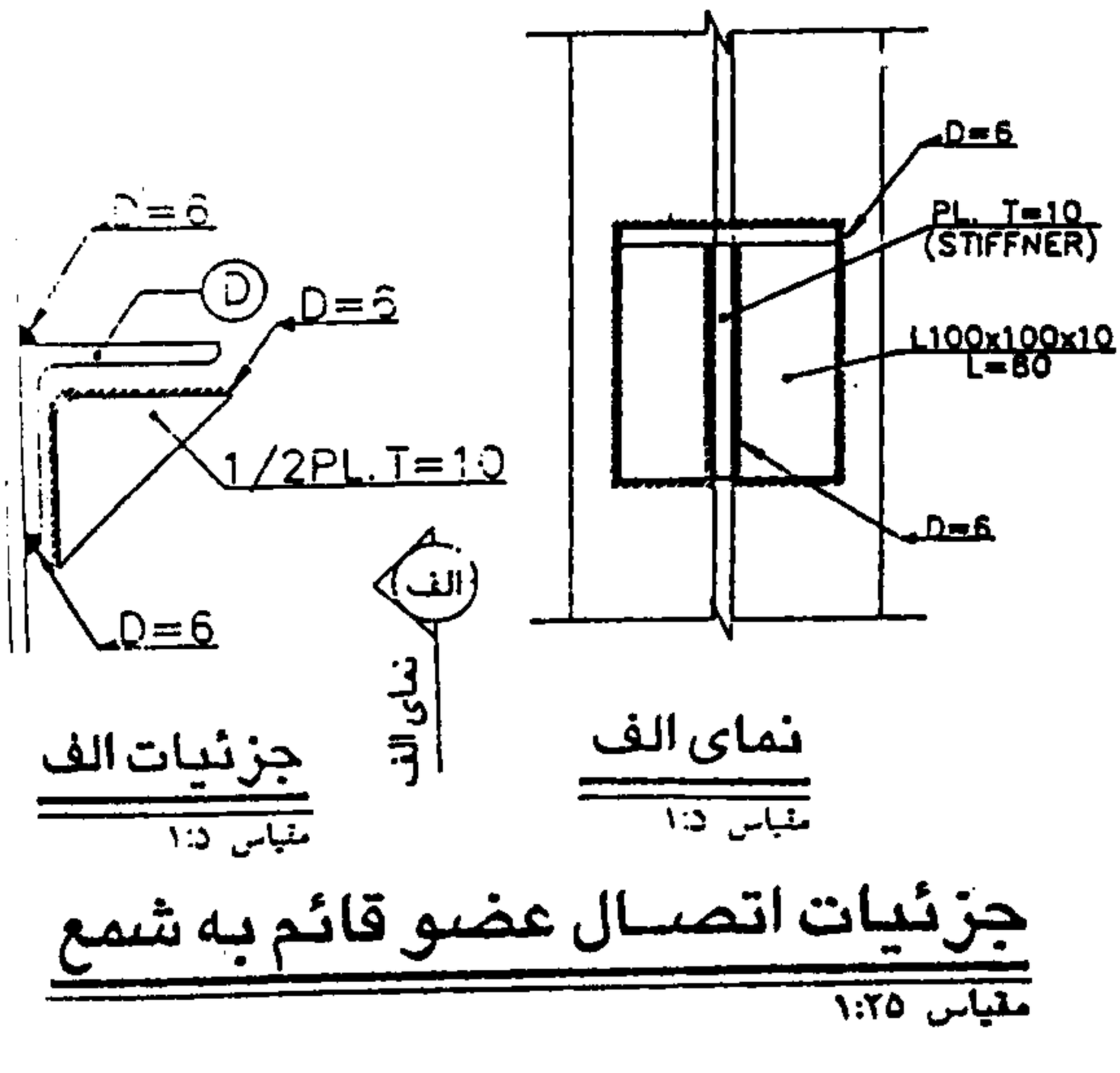


جزئیات اتصال عضو قائم به شمع

مقیاس ۱:۲۵

شمع با پاشنه

جزئیّات اتصال اعضای قائم به شمع ها



جزئیات الف

مقیاس ۱:۵

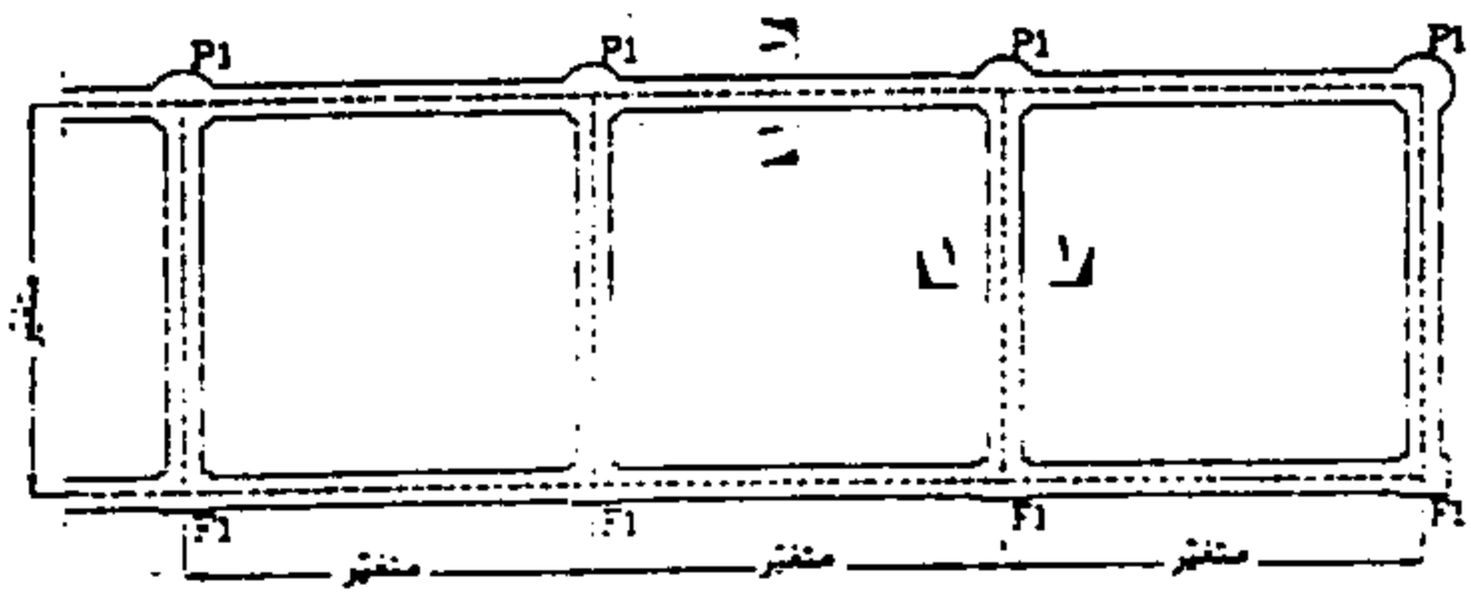
نمای الف

مقیاس ۱:۵

جزئیات اتصال عضو قائم به شمع

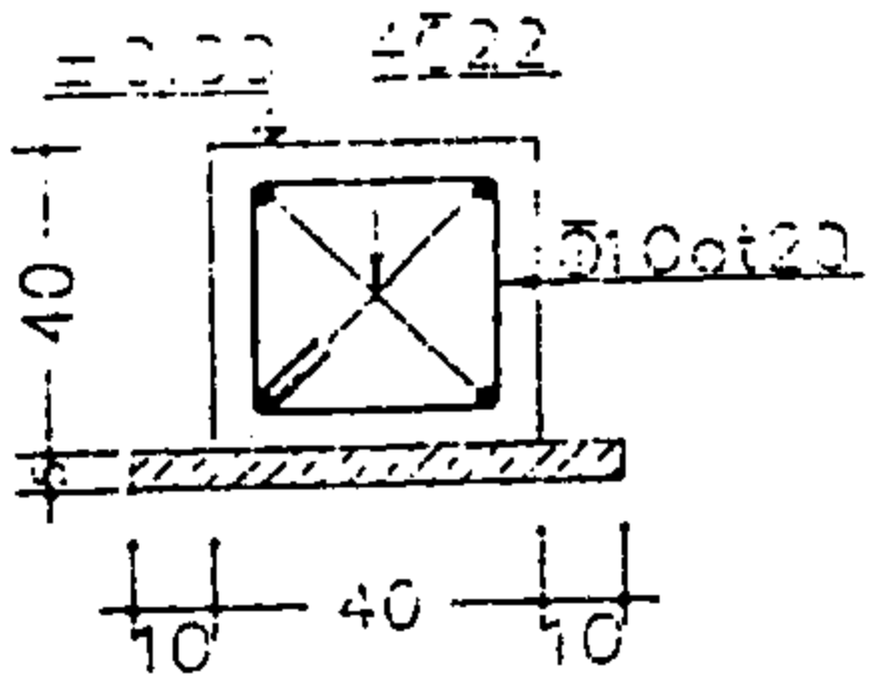
مقیاس ۱:۲۵

جزئیات پی و شناژ



پلان پی

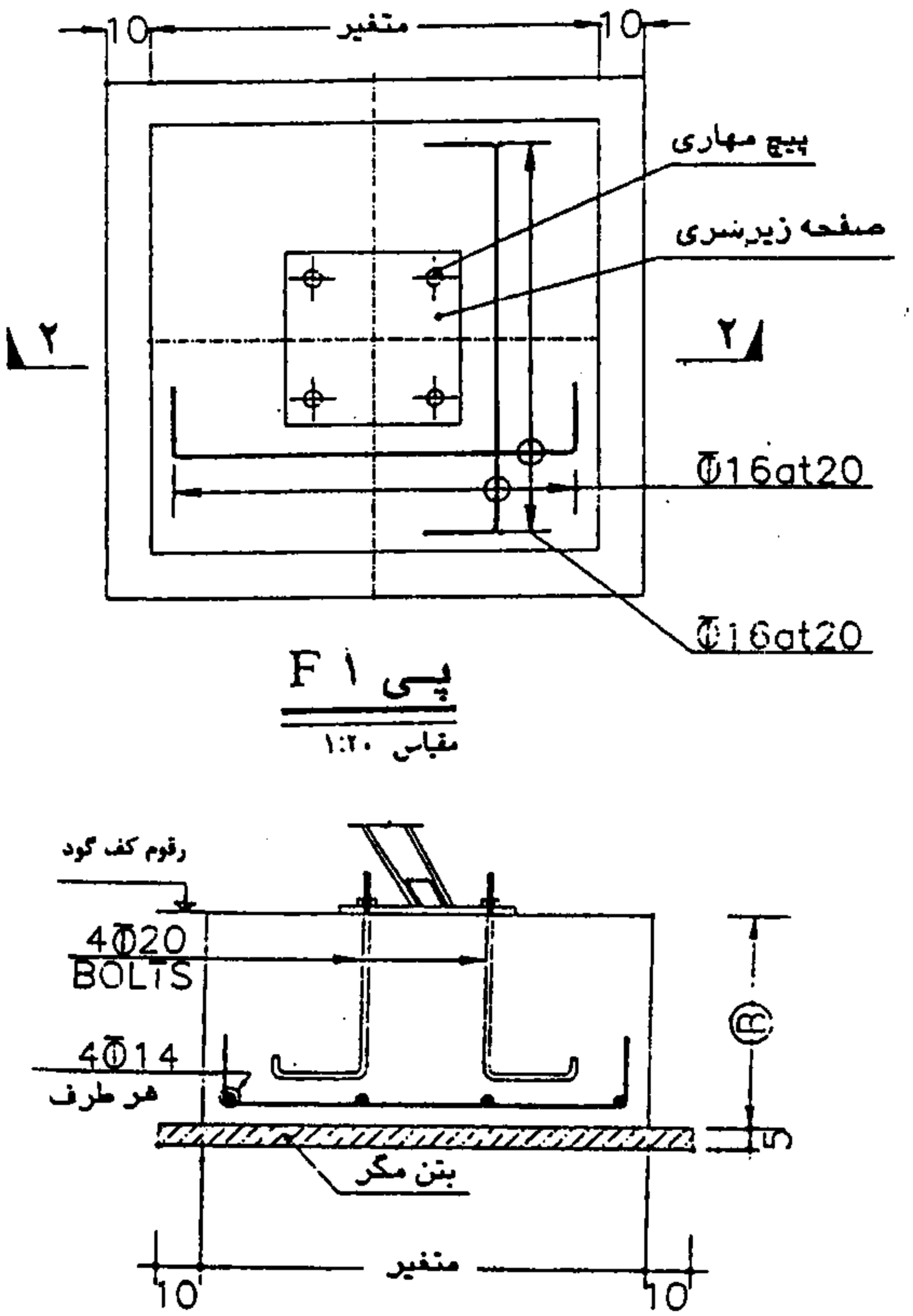
مقیاس



برش ۱ - ۱

مقیاس ۱:۲۰

جزئیات پی



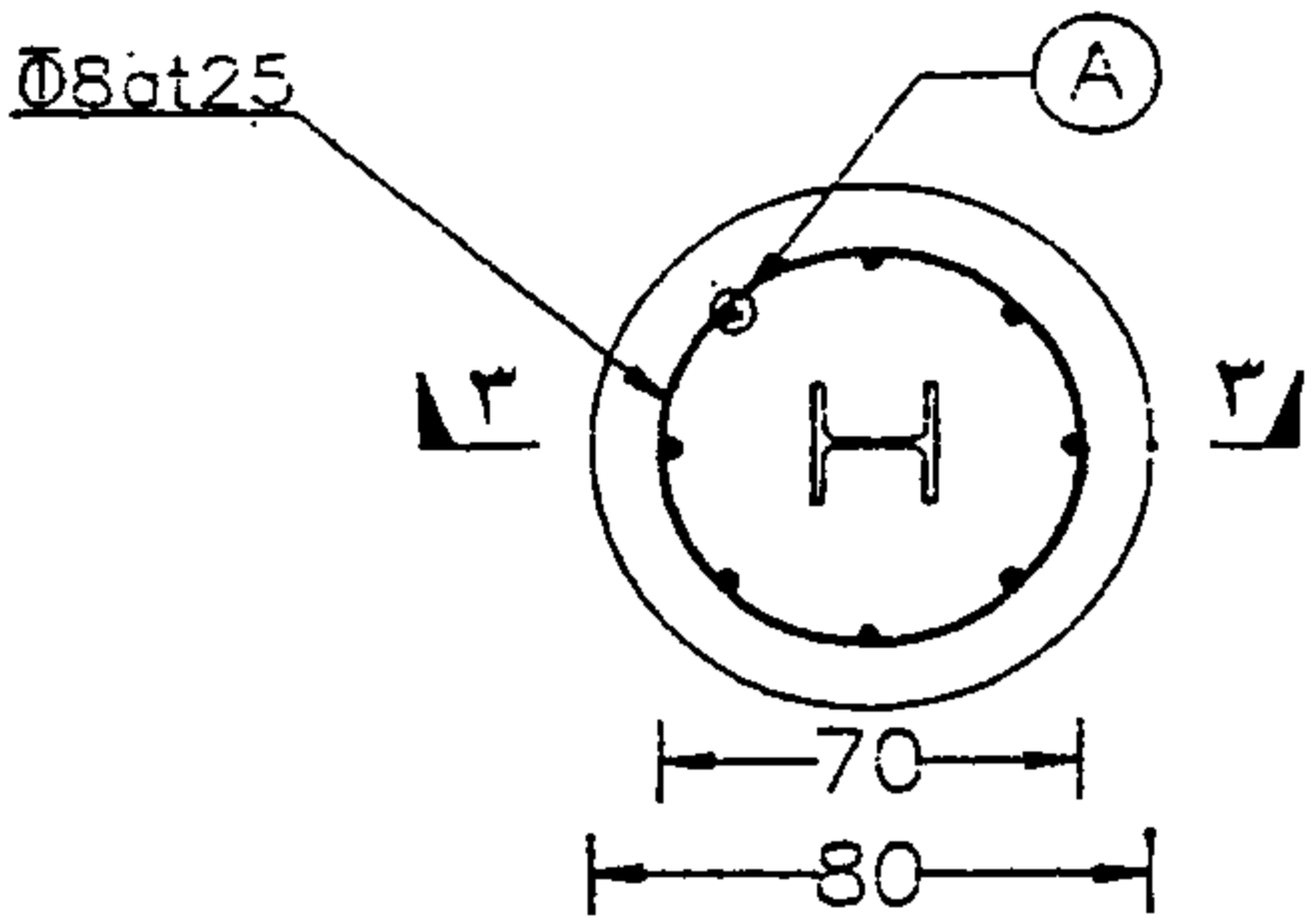
پی F ۱

مقیاس ۱:۲۰

برش ۲ - ۲

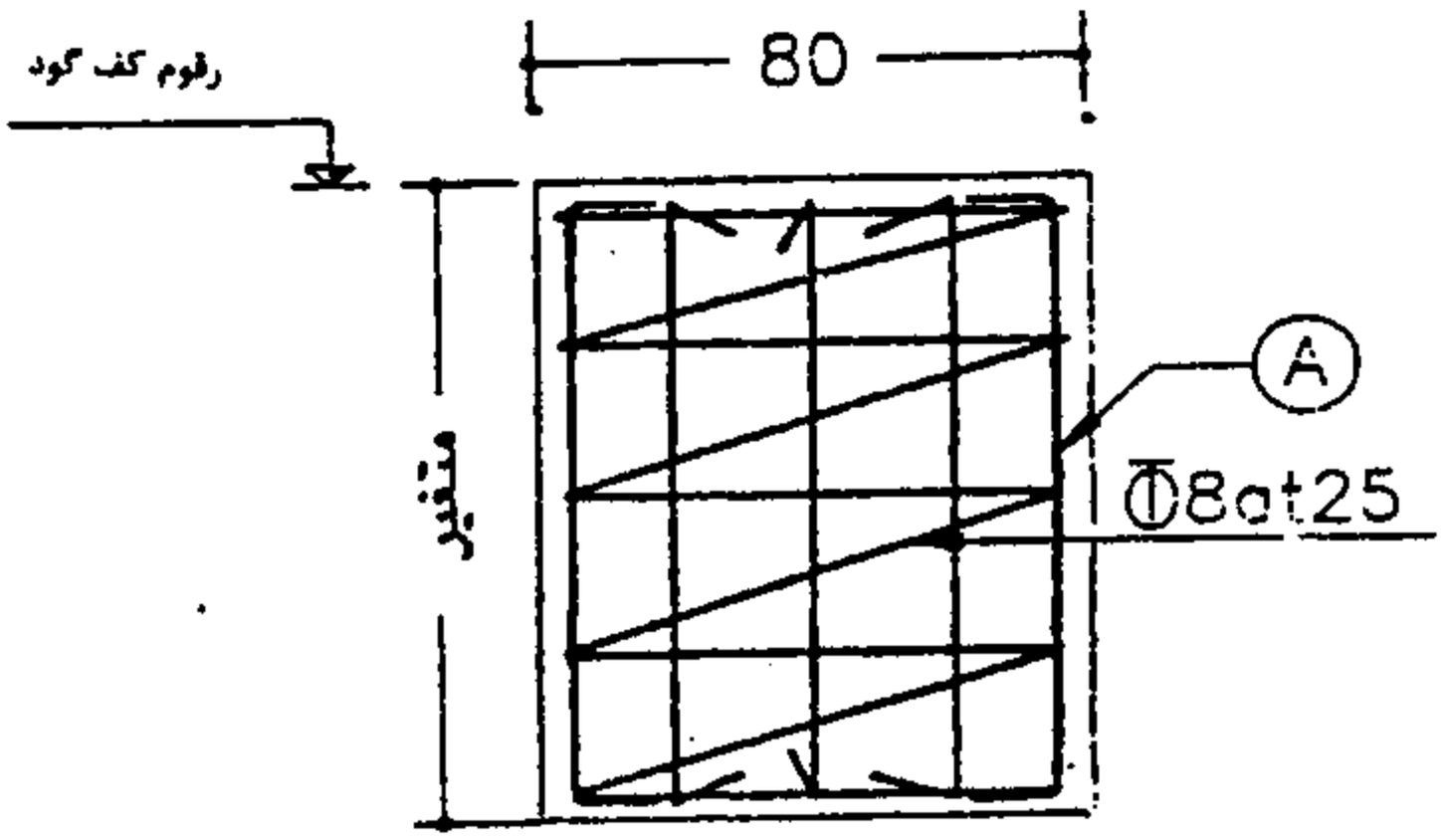
مقیاس ۱:۲۰

جزئیّات آرماتوربندی شمع های بدون پاشنه



شمع P۱

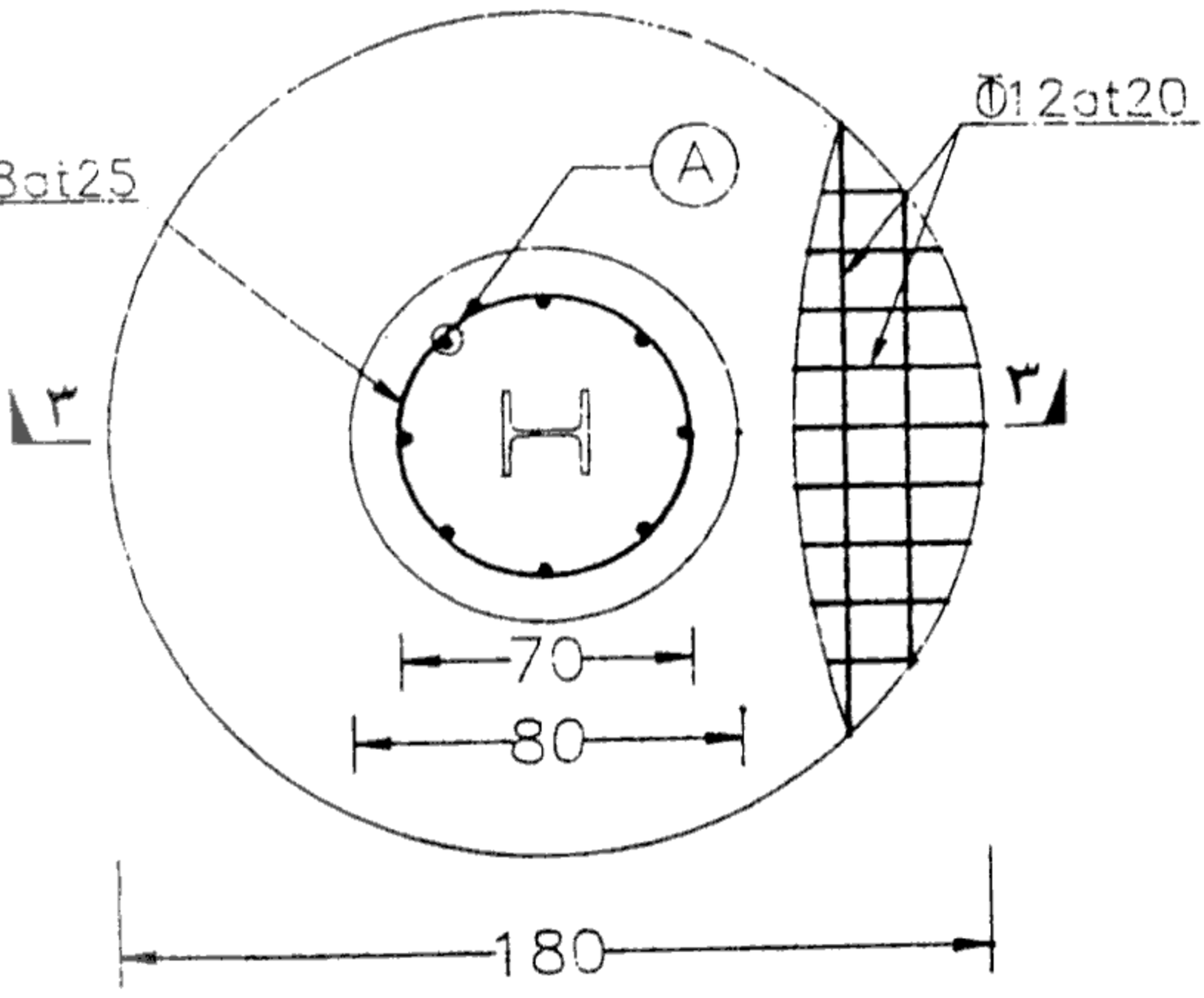
مقیاس ۱:۲۵



برش ۳-۳

مقیاس ۱:۲۵

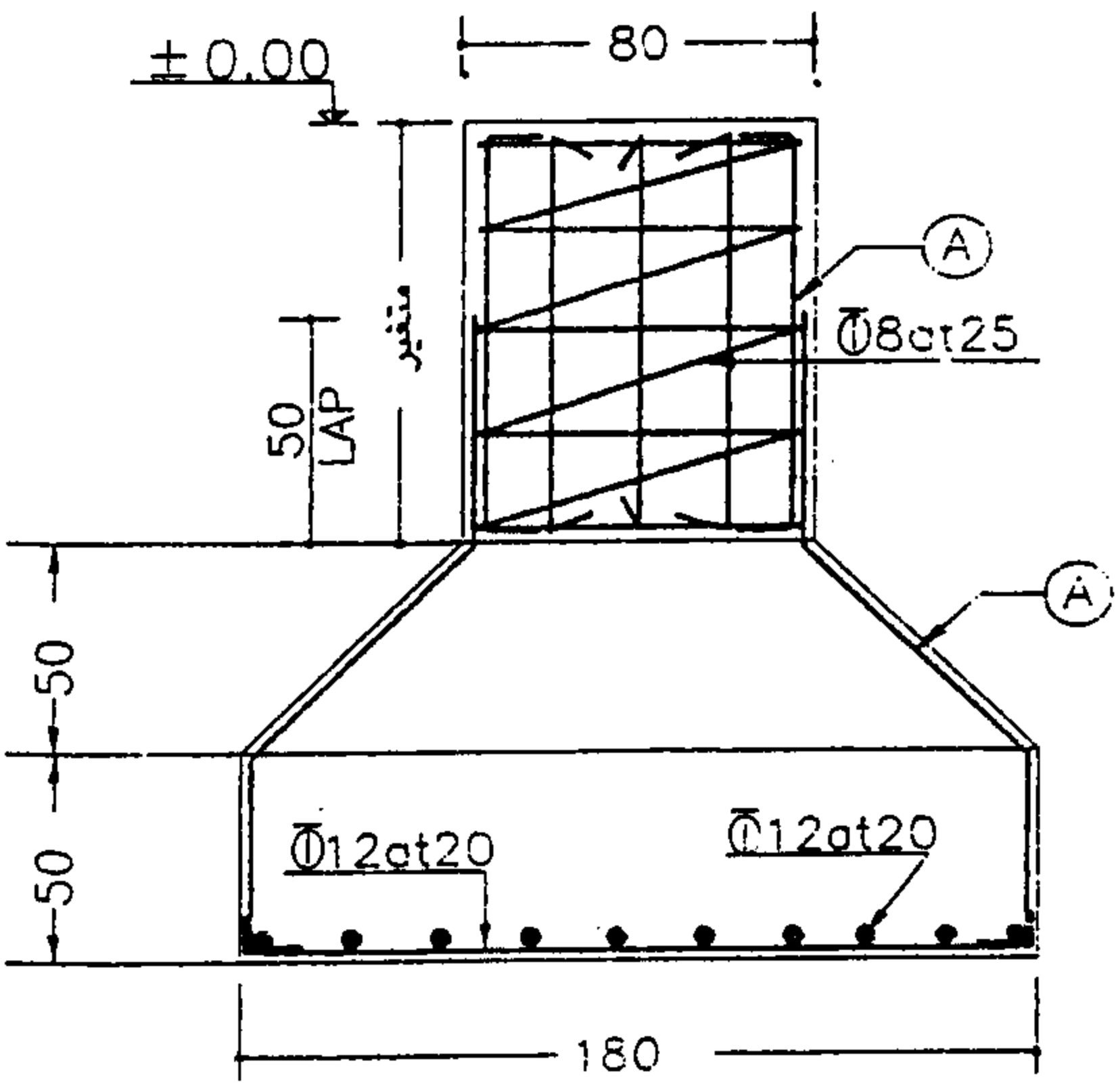
جزئیّات آرماتوربندی شمع های پاشنه دار



شمع P۱

مقیاس ۱:۲۵

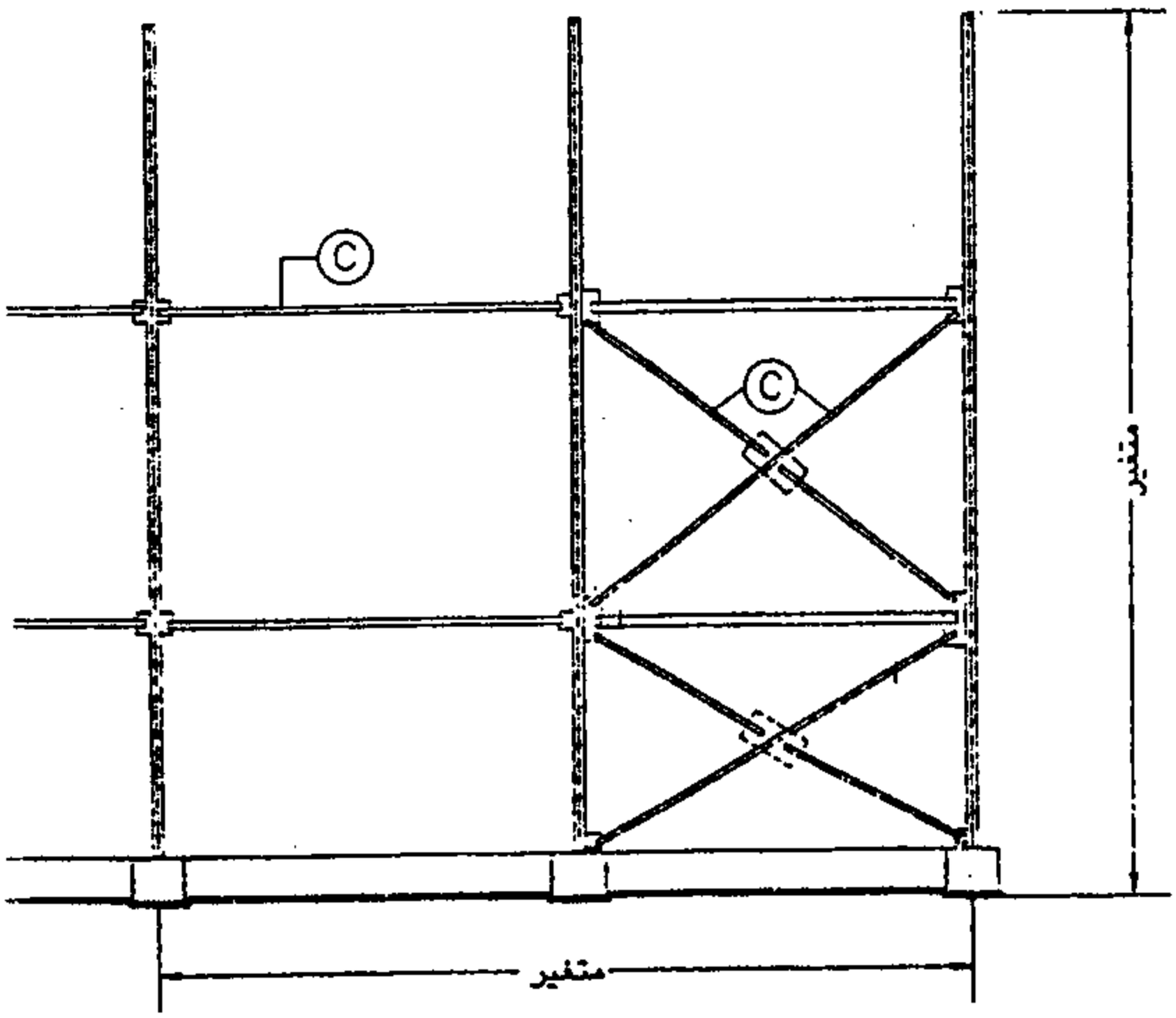
جزئیّات آرماتوربندی شمع های پاشنه دار



برش ۳-۳

مقیاس ۱:۲۵

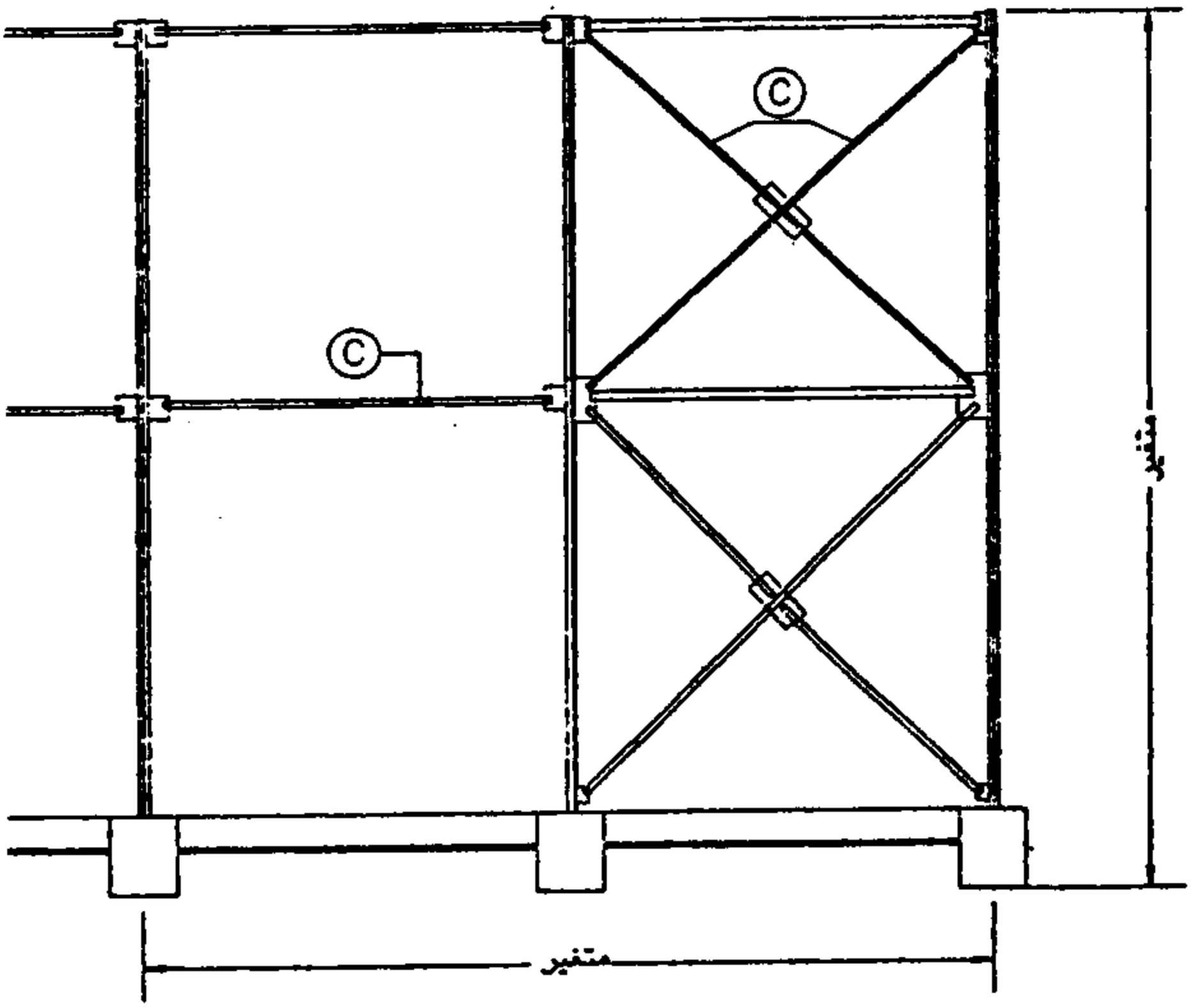
جزئیّات مهاربندی اعضای مایل



مهاربندی اعضای مایل

مقیاس ۱:۳۰۰

جزئیّات مهاربندی اعضای قائم



مهاربندی اعضـای قائم

مقیاس ۱:۳۰۰

جدول ۶-۱- مشخصات تکمیلی شمع ها، پی ها و اعضای مهاری

ردیف	نوع سازهٔ نگهبان		مهلگرد طولی شمع	ضخامت پی	قطعات مهاربندی اعضای مایل و قائم	قطعات مهاری عضو مایل در داخل شمع	حداقل طول گیرداری عضو قائم
	ارتفاع گود (m)	نوع سازه	A	B (cm)	C	D (طول بر حسب cm)	E (cm)
۱	۴	I	8Φ16	40	L60×60×6	2L60×60×6 (L=10)	60
۲		II	8Φ16	40	L60×60×6	2L60×60×6 (L=10)	60
۳		III	8Φ16	40	L60×60×6	2L60×60×6 (L=12)	60
۴	۷	I	8Φ16	40	L80×80×8	2L60×60×6 (L=10)	80
۵		II	8Φ16	40	L80×80×8	2L80×80×8 (L=10)	80
۶		III	8Φ16	40	L80×80×8	2×2L100×100×10 (L=10)	100
۷	۱۰	I	8Φ16	40	L100×100×10	2L80×80×8 (L=10)	100
۸		II	12Φ25	40	L100×100×10	2L100×100×10 (L=16)	100
۹		III	12Φ25	40	L100×100×10	2×2L80×80×8 (L=24)	120
۱۰	۱۳	I	12Φ25	50	L120×120×12	22L80×80×8 (L=10)	120
۱۱		II	12Φ25	50	L120×120×12	2×2L100×100×10 (L=15)	120
۱۲		III	12Φ25	50	L120×120×12	2×2L120×120×12 (L=24)	120
۱۳	۱۶	I	12Φ32	50	L120×120×12	2×2L80×80×8 (L=16)	150
۱۴		II	12Φ32	50	L120×120×12	2×2L120×120×12 (L=20)	150
۱۵		III	12Φ32	50	L120×120×12	3×2L120×120×12 (L=15)	200

فصل هفتم

مثالهای طرّاحی و کاربردی

در این فصل با نحوهٔ استفاده از منحنی ها برای طراحی سازه های نگهبان انواع گودها از طریق حلّ چند مثال طرّاحی و کاربردی آشنا خواهیم شد.

مثال ۱. برای احداث یک ساختمان نیاز به گودبرداری به عمق ۷ متر است. در اطراف این زمین هیچ سازه ای وجود ندارد و شرایط به گونه‌ای است که سربار وارد بر زمین های مجاور گود ناچیز است. مشخّصات خاک محل عبارتند از $\phi = 30°$ و $c = 0.4\,kg/cm^2$. سازهٔ نگهبان مورد نیاز برای این گود را طرّاحی کنید و نقشه‌های آن را ارائه دهید.

حل:

۱) داده ها:

$H = 7\ m$

$Q = 0$

فاصلهٔ بین خرپاها، را باید با توجه به پلان ساختمان در دست احداث تعیین کنیم. در اینجا با توجه به در دسترس نبودن پلان این ساختمان مقدار دلخواه متناسبی را اختیار می کنیم:

$L = 5m$

$c= 0.4\ kg/cm^2= 4\ ton/m^2$
$\phi= 30°$

۲) تعیین نوع سازهٔ نگهبان:

با توجه به مقادیر داده ها باید از نمودار صفحهٔ ۹۷ استفاده کنیم. ما در این مثال، این نمودار را همراه با نمودارهای تعیین ابعاد پی و تعیین طول شمع، یکجا در شکل ۷-۱ مجدداً آورده ایم.

$H= 7m$
$L= 5m$ ⟹ نمودار صفحهٔ ۹۷
$Q= 0$

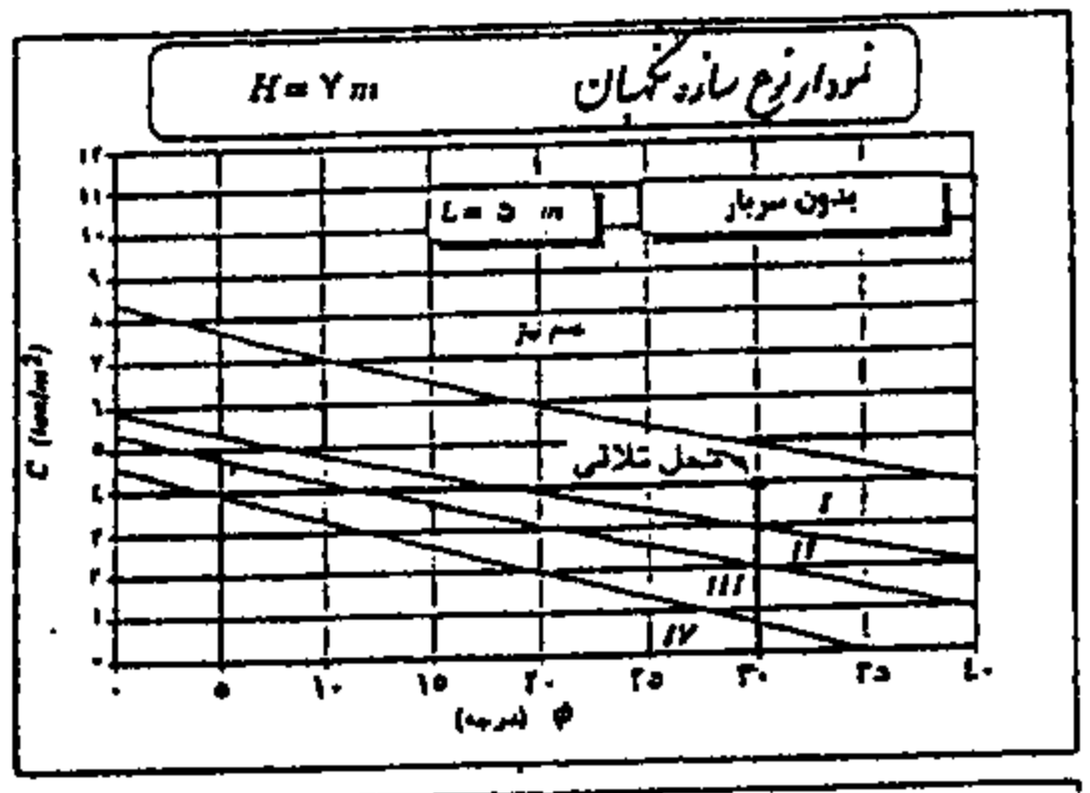
$c= 4\ ton/m^2$
$\phi= 30°$ ⟹ (نمودار مزبور) نوع سازهٔ نگهبان $= I$

۳) تعیین ابعاد پی:

$H= 7m$
$L= 5m$ ⟹ نمودار صفحهٔ ۱۲۸
$Q= 0$

$c= 4\ ton/m^2$
$\phi= 30°$ ⟹ (نمودار مزبور) $B_f = 0.8m$

توضیح آنکه با توجه به نمودار باید در اینجا از حداقل بعد پی یعنی 0.8 متر استفاده کنیم.



شکل ۷-۱- نمودارهای طرّاحی مثال ۱

۴) تعیین طول شمع:

$H= 7m$
$L= 5m$
$Q= 0$ ⟹ نمودار صفحهٔ ۱۵۹

$c= 4\ ton/m^2$
$\phi= 30°$ ⟹ (نمودار مزبور) $L_p = 1m$

در اینجا نیز حداقل طول شمع یعنی ۱ متر را در نظر می‌گیریم.

۵) تعیین پارامترهای A، B، C، D و E:

با توجّه به جدول ۶-۱، برای سازهٔ نگهبان ۷ متری نوع I داریم:

A = میلگرد طولی شمع = $8\Phi16$

B = ضخامت پی = $40\ cm$

C = نوع اعضای مهار بندی = $L\ 80 \times 80 \times 8$

D = نوع قطعات مهاری عضو قائم در شمع = $2\ L\ 60 \times 60 \times 6 (L=10\ cm)$

E = حداقل طول گیرداری عضو قائم در شمع = $60\ cm$

۶) نقشه های اجرایی:

برای نقشه های اجرایی این سازهٔ نگهبان، با توجه به مقادیر به دست آمده در فوق، برای از نقشه های صفحات ۱۸۷ تا ۱۹۰، ۲۷۸، ۲۸۰ تا ۲۸۳، ۲۸۶ و ۲۸۷، که مقادیر محاسبه شده را بر روی آنها درج کرده ایم، استفاده خواهیم کرد.

مثال ۲. می خواهیم در زمینی که در کنار یک ساختمان ۴ طبقه واقع است گودبرداری کنیم. عمق گود برابر با ۱۰ متر است. مشخصات مکانیکی خاک عبارت است از: $\phi= 34°$ و $c= 0.2\ kg/cm^2$. سازهٔ نگهبان این گود را طرّاحی کنید.

حل:

۱) داده ها:

$H= 10\ m$

با توجه به تعداد طبقات ساختمان مجاور، و معلوم نبودن بارهای مرده و زندهٔ آن، برای محاسبهٔ Q، سربار هر طبقه از ساختمان مجاور را برابر با ۱ تن بر مترمربع در نظر می گیریم:

$Q= 4\ ton/m^2$

همچنین، L را برابر با ۳ متر در نظر می گیریم:

$L= 3m$

مشخّصات خاک عبارتند از:

$\phi= 34^\circ$
$c= 0.2\ kg/cm^2 = 2\ ton/m^2$

۲) استفاده از نمودارهای طراحی:

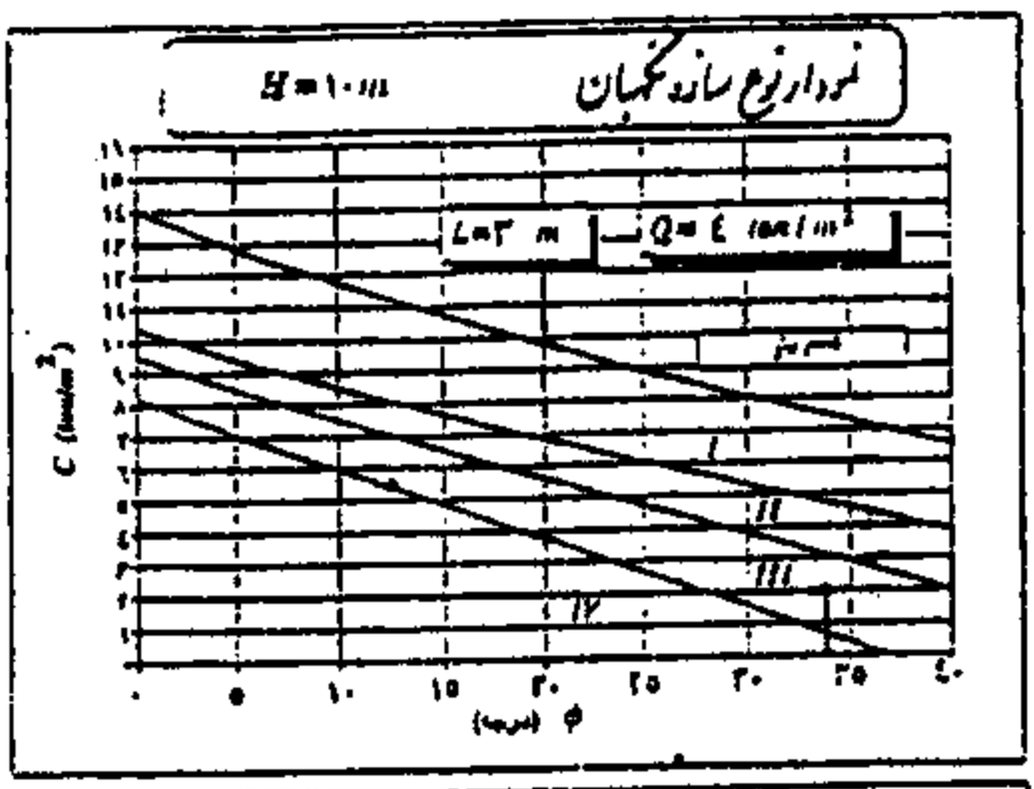
این نمودارها در صفحات ۱۰۰ و ۱۳۱ و ۱۶۲ کتاب آورده شده اند که ما در این مثال آنها را در یک جا در شکل ۷-۲ نشان داده ایم.

نوع سازهٔ نگهبان $= III$ ⇒ نمودار تعیین نوع سازهٔ نگهبان
بُعد پی $= B_f = 0.8\ m$ ⇒ نمودار تعیین ابعاد پی
طول شمع $= L_p = 2.5\ m$ ⇒ نمودار تعیین طول شمع

۳) تعیین پارامترهای A تا E:

با توجّه به جدول ۶-۱، برای سازهٔ نگهبان ۱۰ متری نوع III داریم:

A = میلگرد طولی شمع $= 12\ \Phi\ 25$
B = ضخامت پی $= 40\ cm$
C = نوع اعضای مهار بندی $= L\ 100 \times 100 \times 10$
D = نوع قطعات مهاری عضو قائم در شمع
$= 2\times 2\ L\ 80 \times 80 \times 8 (L=24\ cm)$
E = حداقل طول گیرداری عضو قائم در شمع $= 120\ cm$



شکل ۷-۲- نمودارهای طرّاحی مثال ۲

۴) نقشه های اجرایی:

نقشه های اجرایی این سازهٔ نگهبان با توجّه بـه نقشـه هـای صـفحات ۲۰۹ تـا ۲۱۳، ۲۷۸، ۲۸۰ تا ۲۸۳، ۲۸۶ و ۲۸۷ و با وارد کردن مقادیر به دست آمدهٔ فـوق در این نقشه ها تهیه خواهد شد.

مثال ۳. قرار است گودی به عمق ۱۳ متر را در یک زمین حفر کنیم. در اطراف این گود ساختمانی وجود ندارد و بار ناشی از سربار کنار گود ناچیز است. فواصل بین خرپاهای سازهٔ نگهبان را برابر با ۴ متر در نظر می گیریم. مشخّصات مکانیکی خـاک عبارت است از: $\phi = 35^\circ$ و $c = 0.4\ kg/cm^2$. سازهٔ نگهبان این گود را طرّاحی کنید.

حل:

۱) داده ها:

$H = 13m$
$L = 4m$
$Q = 0\ ton/m^2$
$\phi = 35^\circ$
$c = 0.4\ kg/cm^2 = 4\ ton/m^2$

۲) استفاده از نمودار های طرّاحی:

II = نوع سازهٔ نگهبان $\Rightarrow$ نمودار تعیین نوع سازهٔ نگهبان(ص ۱۰۷)

$B_f = 110\ cm$ = بُعد پی $\Rightarrow$ نمودار تعیین ابعاد پی(ص ۱۳۸)

با استفاده از درون یابی به دست می‌آید $\Rightarrow$ نمودارتعیین طول شمع(ص ۱۶۹)

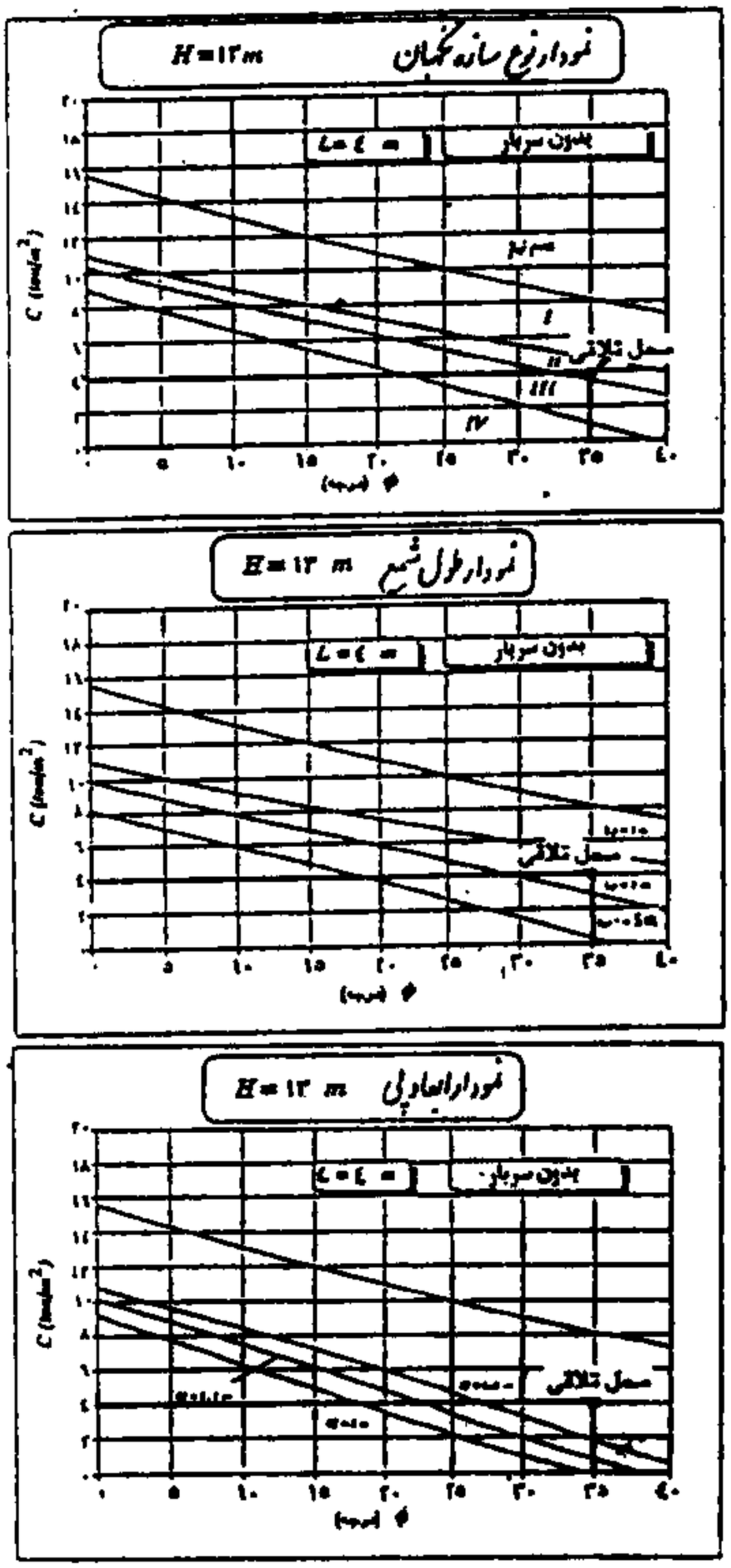
درون یابی برای یافتن L_p :

$$L_P = L_{P1} + \frac{L_1}{L_1 + L_2}(L_{P2} - L_{P1})$$

$$= 1.0 + \frac{5.0}{3.0 + 5.0}(3.0 - 1.0) = 2.25m$$

۳) تعیین پارامترهای A تا E:

با توجه به جدول ۶-۱، برای سازهٔ نگهبان ۱۳ متری نوع II داریم:



شکل ۷-۳- نمودارهای طرّاحی مثال ۳

A = میلگرد طولی شمع = $12\Phi25$

B = ضخامت پی = $50\ mm$

C = نوع اعضای مهار بندی = $L\ 120 \times 120 \times 12$

D = نوع قطعات مهاری عضو قائم در شمع

$= 2 \times 2\ L\ 100 \times 100 \times 10 (L=15\ cm)$

E = حداقل طول گیرداری عضو قائم در شمع = $120\ cm$

۴) نقشه های اجرایی:

نقشه های اجرایی این سازهٔ نگهبان با توجّه به نقشه های صفحات ۲۲۳ تا ۲۳۱، ۲۷۸، ۲۸۰ تا ۲۸۳، ۲۸۶ و ۲۸۷ و با وارد کردن مقادیر به دست آمده در این نقشه ها تهیّه خواهد شد.

مثال ۴. مطلوب است طرّاحی سازهٔ نگهبان لازم برای حفاظت یک گود به عمق ۱۶ متر که یک ساختمان ۶ طبقه در مجاورت آن قرار گرفته و مشخّصات مکانیکی خاک محل عبارت است از : $\phi = 30°$ و $c = 0.4\ kg/cm^2$

حل:

۱) داده ها:

$H = 16m$

$L = 5m$

$Q = 6\ ton/m^2$

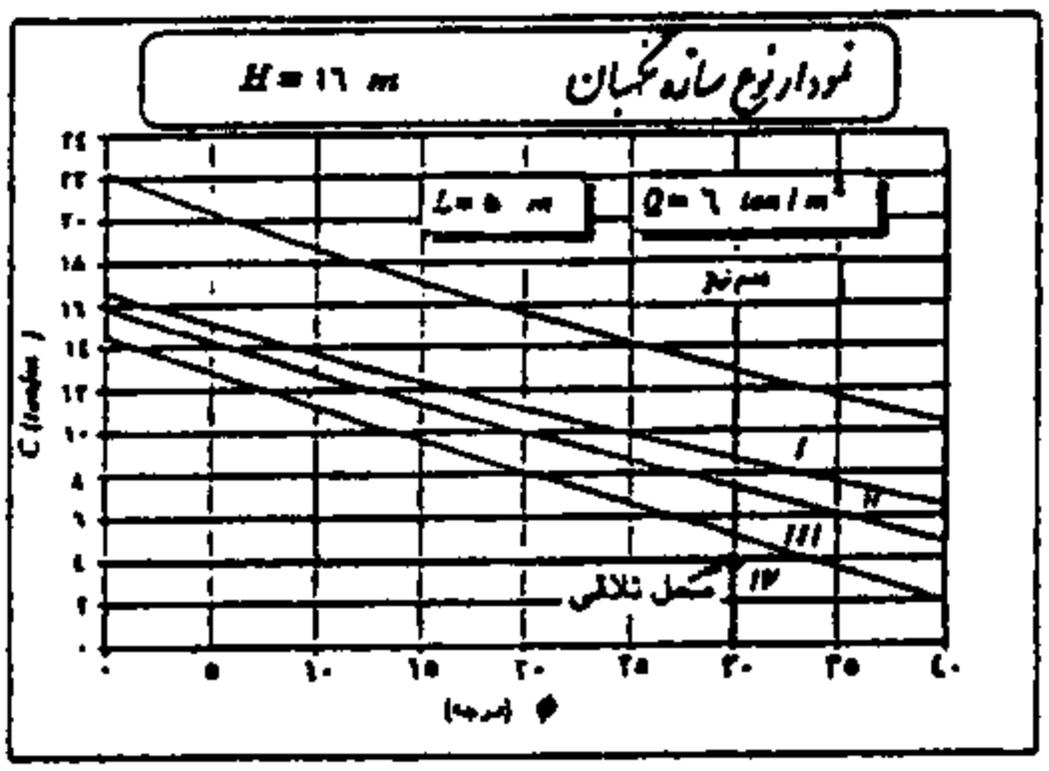
$\phi = 30°$

$c = 0.4\ kg/cm^2 = 4\ ton/m^2$

۲) تعیین نوع سازهٔ نگهبان:

با توجه به نمودار صفحهٔ ۱۱۶، که در شکل ۷-۴ مجدداً نشان داده شده است، مشاهده می کنیم که محلّ تلاقی خطوط عمود بر محورهای افقی و قائم در محدودهٔ IV قرار می گیرد. لذا نتیجه می گیریم که با توجه به شرایط خاص این گود، سازهٔ نگهبان آن را باید با مطالعات ویژه و بر اساس بررسی های بیشتر محلّی انجام داد.

شایان ذکر است که در صورتی که اطلاعات کامل تری از بارهای مرده و زندهٔ مجاور در دست بود امکان کمتر در نظر گرفتن مقادیر Q وجود داشت. همچنین در صورتی که ممکن بود که L را نیز کمتر در نظر بگیریم، آنگاه این امکان وجود داشت که با مقادیر کمتر Q و L محل تلاقی عمود های رسم شده در محدوده ای غیر از IV واقع شود و لذا بتوان با استفاده از نمودارهای کاربردی و نقشه های این کتاب، سازهٔ نگهبان مزبور را طرّاحی کرد.



شکل ۷-۴- نمودار تعیین نوع سازهٔ نگهبان مثال ۴

مثال ۵. مطلوب است طرّاحی سازهٔ نگهبان لازم برای یک گود به عمق ۴ متر که یک ساختمان دو طبقه در کنار آن قرار گرفته است.فاصلهٔ بین خرپاها را برابر با ۳ متر در نظر بگیرید. مشخّصات خاک محل عبارت است از: $\phi = 25°$ و $c = 0.4\ kg/cm^2$

حل:

۱) داده ها:

$H = 4m$

$Q = 2\ ton/m^2$

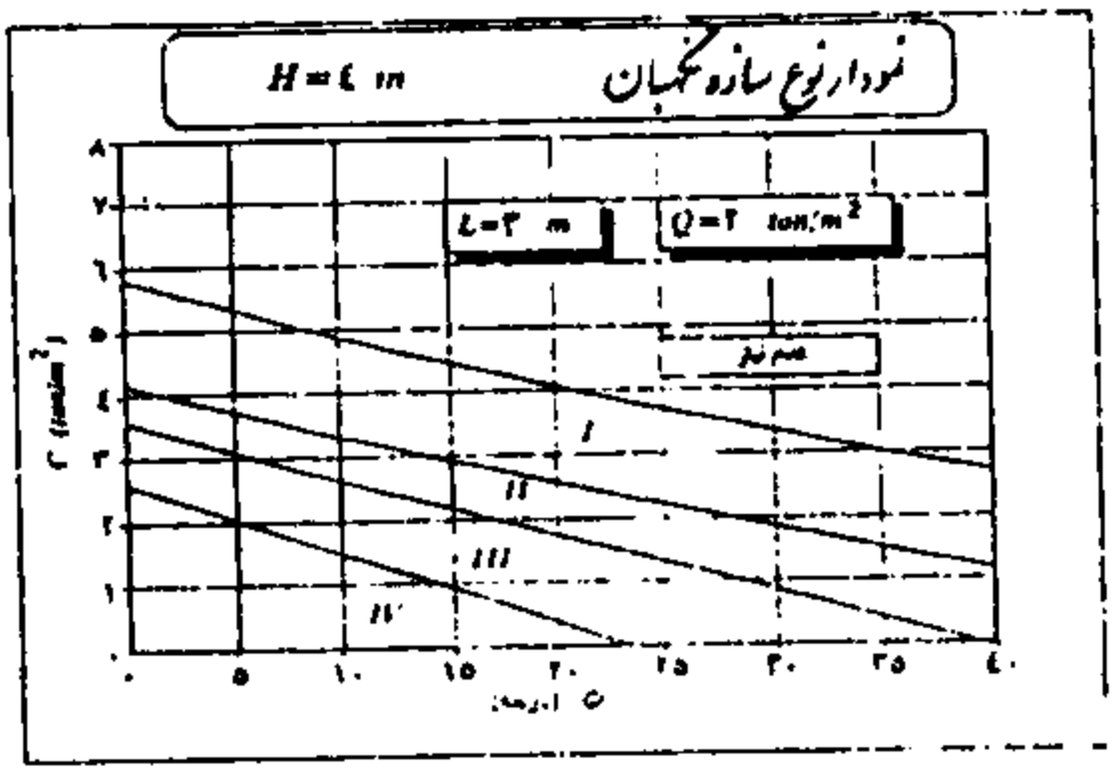
$L = 3m$

$\phi = 25°$

$c = 0.4\ kg/cm^2 = 4\ ton/m^2$

۲) تعیین نوع سازهٔ نگهبان:

با توجّه به نمودار صفحهٔ ۸۷، که در شکل ۷-۵ مجدّداً نشان داده شده است، مشاهده می کنیم که محلّ تلاقی خطوط عمود بر محورهای افقی و قائم در محدودهٔ " عدم نیاز " قرار می گیرد. لذا در این گود نیازی به سازهٔ نگهبان نیست.



شکل ۷-۵- نمودار تعیین نوع سازهٔ نگهبان مثال ۵

فصل هشتم

ضوابط و دستور العمل های گودبرداری، حفر چاه ها، و اجرای سازه های نگهبان

۸-۱- مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش دوّم، ۱۳۸۰

۱۲-۹- عملیات خاکی

۱۲-۹-۱- کلیات

۱۲-۹-۱-۱- منظور از عملیات خاکی عبارت است از: خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح زمین، گودبرداری، پی کنی ساختمانها، حفر شیارها، کانالها و مجاری آب و فاضلاب و حفر چاههای آب و فاضلاب با وسائل دستی یا ماشین آلات.

۱۲-۹-۱-۲- قبل از اینکه عملیات خاکی شروع شود، اقدامات زیر باید انجام شود:

الف: زمین مورد نظر از لحاظ استحکام و جنس خاک دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد.

ب: موقعیت تأسیسات زیر زمینی از قبیل کانالهای فاضلاب، قنوات قدیمی، لوله کشی آب و گاز، کابلهای برق، تلفن و غیره که ممکن است در حین عملیات گودبرداری و خاک برداری موجب بروز خطر و حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شوند، مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته و با همکاری سازمانهای ذیربط، نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یاقطع جریان آنها اقدام گردد.

ج: در صورتیکه تغییر مسیر یا قطع جریان برخی از تأسیسات مندرج در بند ب امکان پذیر نباشد، باید با همکاری سازمانهای مربوطه و به طرق مقتضی نسبت به حفاظت آنها اقدام شود.

د: چنانچه محل گودبرداری در نزدیکی و یا مجاورت یکی از ایستگاههای خدمات عمومی از قبیل آتش نشانی، اورژانس و غیره بوده و یا در مسیر اتومبیلهای مربوطه باشد، باید قبلاً مراتب به اطلاع مسئولین ذیربط رسانده شود تا احیاناً در سرویس رسانی عمومی وقفه ای ایجاد نشود.

ه : کلیه اشیاء زائد از قبیل تخته سنگ، ضایعات ساختمانی و یا بقایای درخت که ممکن است مانع از انجام کار شده و یا موجب بروز حوادث شوند، از زمین مورد نظر خارج گردند.

۱۲-۹-۱-۳- کلیهٔ کارگرانی که در عملیات خاکی مشغول بکار می شوند، باید از تجربهٔ کافی بر خوردار بوده و اشخاص ذیصلاح بر کار آنان نظارت نمایند. همچنین سایر افراد از جمله رانندگان و اپراتورهای ماشین آلات و تجهیزات مربوطه، باید از اشخاص ذیصلاح باشند.

۱۲-۹-۱-۴- در صورتیکه در عملیات خاکی از دستگاههای برقی مانند الکتروموتور برای هوادهی، تخلیه آب و نظایر آن استفاده شود، این گونه دستگاه ها باید با رعایت مفاد بخش ۱۲-۶-۱ به کار گرفته شده و به وسایل حفاظتی مناسب مجهز باشند.

۱۲-۹-۱-۵- چناچه محل مورد نظر برای عملیات خاکی نظیر حفر چاه در معابر عمومی یا محل هائی باشد که احتمال رفت و آمد افراد متفرقه وجود داشته باشد، باید با اقدامات احتیاطی از قبیل محصور کردن محوطه حفاری، نصب علائم هشدار دهنده و وسائل کنترل مسیر، از ورود افراد به نزدیکی منطقه حفاری جلوگیری به عمل آید.

۱۲-۹-۲- گودبرداری و خاکبرداری (حفر طبقات زیر زمین و پی کنی ساختمانها)

۱۲-۹-۲-۱- در صورتیکه در عملیات گودبرداری و خاکبرداری احتمال خطری برای پایداری دیوارها و ساختمانهای مجاور وجود داشته باشد، باید از طریق نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله مناسب و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه های نگهبان قبل از شروع عملیات، ایمنی و پایداری آنها تأمین گردد.

۱۲-۹-۲-۲- در خاکبرداری های با عمق بیش از ۱۲۰ سانتیمتر که احتمال ریزش یا لغزش دیواره ها وجود داشته باشد، باید با نصب شمع، سپر و مهارهای محکم و مناسب نسبت به حفاظت دیواره ها اقدام گردد، مگر آنکه شیب دیواره از زاویه شیب طبیعی خاک کمتر باشد.

۱۲-۹-۲-۳- در مواردیکه عملیات گودبرداری در مجاورت بزرگراهها، خطوط راه آهن یا مراکز و تأسیسات دارای ارتعاش انجام می شود، باید اقدامات لازم برای جلوگیری از لغزش یا ریزش دیواره ها صورت گیرد.

۱۲-۹-۲-۴- در موارد زیر باید دیواره های محل گودبرداری دقیقاً مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش یا لغزش دیواره ها بوجود آمده است، مهارها

۳۰۴ ـــــــ

۱۲-۹-۲-۸- قبل از استقرار ماشین آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل-مکانیکی، لودر، کامیون و غیره، یا انباشتن خاکهای حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در مجاورت گود، باید ضمن رعایت فاصله مناسب از لبه گود، نسبت به تأمین پایداری دیواره های گود اقدام گردد.

۱۲-۹-۲-۹- در گودهائی که عمق آنها بیش از یک متر می باشد، نباید کارگر در محل کار به تنهایی به کار گمارده شود.

۱۲-۹-۲-۱۰-در محل گودبرداری های عمیق و وسیع، باید یک نفر نگهبان مسئولیت نظارت بر ورود و خروج کامیونها و ماشین آلات سنگین را عهده دار باشد و نیز برای آگاهی کارگران و سایر افراد، علائم هشدار دهنده در معبر و محل ورود و خروج کامیونها و ماشین آلات مذکور نصب گردد.

۱۲-۹-۳- حفاری چاه ها و مجاری آب و فاضلاب

۱۲-۹-۳-۱- قبل از آغاز عملیات حفاری چاه ها و مجاری آب و فاضلاب به ویژه در حفر چاه های دستی، باید بررسیهای لازم در خصوص وجود و کیفیت موانعی از قبیل قنوات قدیمی، فاضلابها، پی ها، جنس خاک لایه های زمین و تأ سیسات مربوط به آب، برق، گاز، تلفن و نظایر آن به عمل آید و در صورت لزوم با سازمانهای ذیربط تماس برقرار گردد. محل حفاری نیز باید طوری تعیین شود که به هنگام کار، خطر ریزش یا نشت قنات و فاضلاب مجاور یا برخورد با تأسیسات یاد شده وجود نداشته باشد.

۱۲-۹-۳-۲- به منظور ایجاد تهویه کافی در عملیات حفاری چاه ها و مجاری آب و فاضلاب، باید هر نوع گاز، گرد و غبار ومواد آلوده کننده دیگر که برای سلامتی افراد

مضر است، به طرق مقتضی از محل کار خارج شود و در صورت لزوم باید کارگران به ماسک و دستگاههای تنفسی مناسب مجهز شوند تا همواره هوای سالم به آنها برسد.

۱۲-۹-۳-۳- کلیه افرادی که فعالیت آنها با عملیات حفاری چاه ها و مجاری آب و فاضلاب مرتبط است، باید متناسب با نوع کار به وسایل حفاظت فردی، مطابق با ویژگیهای فصل ۱۲-۴ مجهز شوند.

۱۲-۹-۳-۴- مقنی قبل از ورود به چاه برای عملیات چاه کنی، باید طناب نجات و کمربند ایمنی را بخود بسته و انتهای آزاد طناب را در بالای چاه در نقطه ثابتی محکم نموده باشد.

۱۲-۹-۳-۵- پس از خاتمه کار روزانه، دهانه چاه ها باید با صفحات مشبک مقاوم و مناسب به نحو مطمئن پوشانده شود.

۸-۲- مشخّصات فنّی عمومی کارهای ساختمانی (نشریهٔ ۵۵ سازمان مدیریّت و برنامه ریزی کشور)، تجدید نظر دوّم، ۱۳۸۳ (فصل ۲۶)

۲۶-۸- ایمنی در انجام عملیات خاکی

۲۶-۸-۱- کلیات

در انجام کارهای خاکی باید ضوابط ایمنی و دستور العملهای مربوط به دقت رعایت شوند. هنگام اجرای عملیات خاکی در نزدیکی ایستگاههای اصلی خدمات عمومی از قبیل آتش نشانی، باید مراتب قبلاً به اطلاع آن دستگاه برسد تا در ارائه خدمات عمومی وقفه ای رخ ندهد. در صورت برخورد با کابلهای برق، تلفن و یا خطوط لوله آب، گاز و غیره باید کار متوقّف شده و مراتب به اطلاع مسئولین مربوط برسد.

قطع و ریشه کنی درختان، باید چنان صورت گیرد که باعث خرابی ساختمانهای مجاور یا صدمه به اشخاص نشود. درختان باید طوری قطع شوند که هنگام سقوط در جهت پیش بینی شده، که حفاظتهای لازم در آن صورت گرفته، بیفتند.

۲۶-۸-۲- مقدمات گودبرداری

قبل از شروع گودبرداری باید درخت یا تخته سنگ و موانع مشابه را که ممکن است موجب وقوع حادثه شوند، از محل کار خارج کرد.

اگر با گودبرداری، پایداری ساختمانهای مجاور دچار مخاطره می شود، باید ایمنی آنها به وسیله شمع، سپر و مهار کردن ساختمانها و شمع بندی زیر پایه ها به طور مطمئنی تأمین گردد و این عوامل حفاظتی باید تا رفع خطر مرتباً به وسیله اشخاص ذی صلاح بازدید شوند تا موجبات حفاظت مؤثر ساختمانهای مجاور تأمین باشد.

مشخصات چوبهایی که برای شمع، سپر و مهار به کار می رود، باید با مشخصات ذکر شده در فصل دوم مطابقت نمایند، ابعاد این چوبها باید متناسب با فشار وارده انتخاب شوند.

پیمانکار موظف است تجهیزات ایمنی لازم برای حفاظت کارگران را در اختیار آنان قرار دهد. در حفاری با بیل و کلنگ، باید کارگران فاصله کافی از یکدیگر داشته باشند. در گودالها و شیارهای عمیق که عمق آنها از یک متر بیشتر باشد، نباید کارگران را به تنهایی به کار گمارد.

۲۶-۸-۳- گودبرداری

در زمینهای با رطوبت طبیعی می توان گودبرداری تا عمق ۱ متر برای ماسه، ۱/۲۵ متر برای ماسه رس دار، ۱/۵ متر برای خاک رس و ۲ متر برای خاک

بسیار متراکم را بدون پایه های ایمنی، سپر و حایل انجام داد. در سایر موارد توصیه می شود با توجه به مسائلی نظیر جنس خاک، عمق گودبرداری و شرایط ترافیکی اطراف، تدابیر ایمنی لازم اتخاذ گردند. در زمینهای ریزشی، هنگام عملیات حفاری، پیمانکار مسئول ایمنی کارگران بوده و باید در مهاربندی نهایت دقت را به عمل آورد، در مواردی که کارگران درون ترانشه یا گود کار می کنند، باید مرتباً بازرسی انجام پذیرد و در صورت احتمال خطر ریزش یا مشاهده ترک و بازشدگی، کار متوقف شده و با نظر دستگاه نظارت حفاظتهای لازم انجام پذیرد.

هنگامی که گودبرداری در مجاورت خطوط راه آهن و بزرگراه ها یا مراکزی که تولید ارتعاش می کند انجام می گیرد، باید تدابیر احتیاطی برای جلوگیری از ریزش اتخاذ گردد.

خاک برداشته شده را نباید در فاصله ای نزدیکتر از ۰/۵ متر به لبه گود ریخت، در نقاطی که امکان ریزش خاک وجود دارد، نباید ماشین آلات را در نزدیکی گود مستقر نموده و یا از آن عبور داد، همچنین در زمان عملکرد ماشین خاکبرداری، ایستادن اشخاص در زیر جام و یا بازوی دستگاه و نیز مشغول به کار بودن کارگران در قسمتی که ماشین کار می کند ممنوع است.

همه افرادی که مستقیماً انجام عملیات خاکبرداری نیستند، باید حداقل در فاصله ۵ متری دایره عملکرد دستگاه قرار گیرند، برای پر کردن کامیون باید جام دستگاه خاکبرداری از پشت کامیون عبور کند و از روی اتاقک راننده نگذرد.

در جایی که از بالابر برای حمل مصالح حاصل از گودبرداری استفاده می شود، باید پایه های بالابر به نحوی مطمئن در محل قرار گیرد و این مصالح با محفظه مطمئن بالا برده شوند. در استفاده از جکها باید دقت شود که جک بیش از

ظرفیت مجاز بارگذاری نشود، جکها باید مجهز به ضامن باشند و به طور مدام توسط اشخاص ذی صلاح مورد بازدید قرار گیرند. راههای شیبداری که برای عبور کارگران و افراد به کار می روند، باید دارای نرده های حفاظتی لازم باشند. درصورتی که راههای شیبدار برای عبور وسایل نقلیه به کار می روند، باید عرض راه کمتر از ۴ متر نباشد و توسط نرده های مناسب محافظت گردد. چنانچه این حفاظها از چوب ساخته می شوند، قطر چوبها نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد.

برای ورود و خروج کارگران در محل گودهایی که عمق آن بیش از ۶ متر باشد، باید در هر ۶ متر یک سکو یا پاگرد در نردبانها، پله ها و یا راههای شیبدار پیش بینی گردد، این سکو ها باید به وسیله جان پناه محصور شوند.

بعد از وقوع بارندگی، طوفان، زلزله و یا سیل، باید دیواره های محل گودبرداری مورد بازدید قرار گیرند تا در محلهایی که احتمال ریزش افزایش یافته، تدابیر لازم برای تقویت اتخاذ گردند.

۲۶-۸-۴- حفاظت عمومی هنگام انجام عملیات گودبرداری

مصالح حاصل از گودبرداری نباید در پیاده روها و معابر انباشته شوند. معابر عمومی مجاور محل گودبرداری، باید دارای نرده و حفاظ مطمئنی باشند. در محلهایی که احتمال سقوط اشیا به داخل گود وجود دارد، نیز باید حفاظ لازم برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به کارگران پیش بینی گردد. در حفاریهای عمیق باید هنگام روز با استفاده از پرچم قرمز و شبها به وسیله چراغهای خطر، کارگران و عابرین را متوجه ساخت. تعبیه نرده های حفاظتی در امتداد کانالها و حفاریها الزامی است. در مواردی که حفاری در زیر پیاده روها ضروری باشد، باید در زیر معبر از شمع و سپری که قادر به تحمل ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع فشار باشد، استفاده شود.

در محوطه خاکبرداری به ویژه در محلهایی کـه بیـل مکـانیکی، جرثقیـل و وسایل مشابه کار می کنند، باید از عبور و مرور افراد متفرقه جلوگیری به عمـل آیـد. همچنین باید یک نفر مسئول ورود و خروج کامیونهـا باشند و بـرای آگـاهی عـابرین علامت خطر در معبر ورود و خروج کامیونها نصب شود.

شیب معابر نباید از (۲۰٪) تجاوز نماید، اگر اجباراً شیب معبـر از ایـن حـد تجاوز نماید، باید برای عبور کارگران به فاصله هر ۴۰ سانتیمتر جاپایی در طـول راه ایجاد شود.

۲۶-۹- رعایت نکات ایمنی در حفر چاه.

۲۶-۹-۱- مقدمات حفر چاه

پیمانکار موظف است افرادی را برای حفر چاه به کـار گیـرد کـه از تجـارب حرفه ای لازم برخوردار باشند. قبل از شروع عملیات چاه کنی باید وسـایل کمکهـای اولیه مناسب فراهم گردد. کارگران مسئول حفر چاه، باید به وسایل حفاظتی از قبیـل کفش ایمنی، طناب، کمربند ایمنی، دستکش و لباس کار و در صـورت لـزوم عینـک حفاظتی مجهز باشند. قبل از شروع حفاری باید از مناسـب بـودن شـرایط متـه هـا، چکشها و وسایل مربوط اطمینان حاصل شود، در صورت مشاهده هـر نـوع نقـص در وسایل برقی و سایر دستگاههای مورد استفاده، باید مراتب به مسئول کارگاه گـزارش شود، قبل از به کار انداختن دستگاه حفاری، باید اطمینان حاصل شـود کـه دسـتگاه در محل صحیح قرار گرفته و موتورهای الکتریکی و سایر و سایل به طـور ایمـن روی زمین مستقر شده اند، در صورت استفاده از ابزار دستی برای چاه کنی، بایـد وسـایلی نظیر کلنگ، چرخ چاه، دلو، طناب و قلاب مورد بازدید قـرار گرفتـه و از سـالم بـودن آنها اطمینان حاصل شود.

چنانچه محل حفر چاه در معابر عمومی یا نقاطی باشد که احتمال رفت وآمد افراد مختلف وجود دارد، باید به وسیله ایجاد حصارهای لازم در فاصله مناسب، نصب علائم هشدار دهنده و چراغهای احتیاط از ورود افراد به نزدیکی منطقه عملیات جلوگیری به عمل آید.

۲۶-۹-۲- رعایت نکات ایمنی در عملیات حفر چاه

در عملیات چاه کنی تا عمق ۵ متر، وجود حداقل دو نفر و با افزایش عمق چاه، حداقل وجود ۳ نفر برای ادامه عملیات الزامیست، با شروع حفر انباری چاه یک نفر کمک کلنگ دار به افراد گروه اضافه می شود.

برای حفاظت کارگران از خطر ریزش اطراف چاه، باید در محل ایستادن کارگران تخته یا الوارهای زیرپایی با مقاومت و پهنای کافی گذاشته شود. برای جلوگیری از سقوط خاک و سنگ به داخل چاه، دور دهانه باید آستانه ای به عرض حداقل ۱۵ سانتیمتر با مصالح مقاوم تعبیه گردد.

مقنّی قبل از ورود به چاه برای عملیات چاه کنی، باید طناب نجات را به کمک کمربند ایمنی مخصوص به خود بسته باشد.

در مواردی که نوع مصالح استخراج شده از حفاری چاه به صورتی است که کلاه و سپر حفاظتی تکافو نمی کند، باید در فواصل مناسب از دیواره میله چاه پناهگاههایی تعبیه شود که در صورت لزوم مقنی در این محلها مستقر شود.

خاک حاصل از کندن چاه، نباید به فاصله کمتر از ۲ متر از کناره های چاه ریخته شود به نحوی که احتمال ریزش آن به داخل چاه وجود نداشته باشد.

در صورتی که احتمال کمبود اکسیژن در اعماق چاه وجود داشته باشد، باید نسبت به تعبیه وسایل مناسب برای هوادهی به داخل چاه اقدام شود، این

وسایل باید به تجهیزات ایمنی لازم برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی مجهز شده باشند.

وجود علائم قرار دادی بین مقنی و فردی که در بالای چاه مستقر است، ضروری بوده و باید فرد مستقر در بالای چاه همواره از وضعیت مقنی آگاه باشد.

کلیه کارگرانی که در نزدیک چاه به کار مشغول هستند، باید به کمربند ایمنی و طناب مجهز باشند. سر طناب باید به محل مناسبی محکم شده باشد تا از سقوط احتمالی آنها به داخل چاه جلوگیری شود. با پیشرفت کار چاه کنی بخصوص در موقع بارندگی، باید دیواره های چاه به وسیله مقنی مورد بازدید قرار گرفته و از ریزشی نبودن دیواره چاه اطمینان حاصل شود، چنانچه رطوبت بیش از حد مشاهده گردد، باید بررسیهای لازم انجام گیرد و در صورت لزوم عملیات متوقف شود، سپس پیش بینیهای لازم طوری صورت پذیرد که برای مقنی و کارگران خطری وجود نداشته باشد.

در تأمین روشنایی داخل چاههایی که وجود گازهای قابل اشتعال در آنها محتمل باشد، باید از چراغهای قوه ای با حداکثر ولتاژ ۱۲ ولت استفاده شود.

هنگام حفاری چاه در عمق بیش از ۲ متر، باید وسیله ای به عنوان سپر در پایین چاه مورد استفاده قرار گیرد که هنگام سقوط احتمالی اشیا مانع برخورد آن با مقنی باشد.

بعد از خاتمه کار روزانه علاوه بر پیش بینیهای احتیاطی لازم برای جلوگیری از سقوط افراد و حیوانات به داخل چاه، دهانهٔ چاه باید به نحوی مطمئن با صفحات مقاوم و مناسب پوشیده شود.

رعایت مقررات حفاظتی حفر چاههای دستی مصوب شورای عـالی حفاظـت فنی الزامی است.

۸-۳- مشخّصات فنّی عمومی راه (نشریهٔ ۱۰۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور)، تجدید نظر اوّل، ۱۳۸۲ (فصل ۲۴)

۲۴-۱۰-۴- عملیات خاکی

قبل از شروع کار محل اجرای عملیات بایـد بـه طـور کامـل و دقیـق مـورد بازرسی قرار گیرد. در مسیر حرکت ماشین آلات، وضعیت ترافیک، وجود گودال، گـل و لای، گرد و غبار زیاد و مه غلیظ، جنس خاک، احتمال ریزش، نزدیکی بـه پرتگـاه، خطوط لولهٔ آب، فاضلاب و گاز، موانع، کابلهای برق و تلفن در زیر زمین و بالای سـر و به طور کلی هر نوع شرایط غیر عادی و خطرناک احتمالی بایـد شناسـایی شـوند و تمهیدات لازم برای تأمین ایمنی کارکنان فراهم گردد.

کلیهٔ کارکنان در هنگام اجرای عملیات خاکی باید به وسایل حفاظت فردی مناسب مجهز شوند و به وظایف خود آشـنایی کـافی داشـته باشـند و بـه طـور غیـر ضروری خود را در معرض عوامل زیان آور مانند گرد و غبار، صـدا، گرمـا و پرتوهـای خورشیدی و نیز عوامل مخاطره آمیز مانند سقوط از ارتفاع، ریزش مواد و برخورد بـا ماشین آلات قرار ندهند. در صورت لزوم برای تعیین موقعیتهـای خطرنـاک و حفـظ هوشیاری کارکنان باید از علائم هشدار دهنده و برچسبهای ایمنی استفاده کرد.

در صورت نیاز برای جلوگیری از ریزشهای احتمالی دیـوارهٔ محـل حفاریهـا، ترانشه ها و شیروانیها باید با قرار دادن و بستن حایلهای موقـت محافظـت شـوند. در

زمینهای ریزشی، در مهاربندیها و بکارگیری سپرها باید دقت بیشتر بـه عمـل آیـد و قفل و بستهای مناسب تأمین شود.

در مواردی که قرار است کارکنان درون ترانشه یا محل حفـاری کـار کننـد باید بازرسیهای زیر از نظر ریـزش و اکسـیژن مـورد نیـاز انجـام پـذیرد و در صـورت کاهش درصد اکسیژن هوا و خطر ریزش یا مشاهدهٔ ترک در جبهه خاک و یا سـنگ، کار متوقف شود. برای شروع دوباره عملیات، تأمین نظـر دسـتگاه نظـارت بـه لحـاظ رعایت مقررات ایمنی ضروری است:

الف: حداقل روزی یک بار، در صورتی که کارکنان به طور مرتب درون ترانشه کار می کنند.

ب: پس از هر ریزش غیر منتظره مصالح به داخل ترانشه.

۸-۴- آیین نامهٔ حفاظتی کارگاه های ساختمانی، معاونت روابـط کـار وزارت کار و امور اجتماعی

فصل ششم- گودبرداری و حفاری

بخش اوّل- عملیات مقدماتی گودبرداری و حفاری

ماده ۲۳۸: قبل از اینکه عملیات گودبرداری و حفاری شروع شود، اقـدامات زیـر بایـد انجام شود.

الف- زمین مورد نظر از لحاظ استحکام دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد.

ب- موقعیت تأسیسات زیر زمینی از قبیل کانال های فاضلاب، لولـه کشـی آب، گـاز، کابل های برق، تلفن و غیره که ممکـن اسـت در حـین انجـام عملیـات گـودبرداری موجب بروز خطر حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شـوند، بایـد مـورد شناسـایی

قرار گرفته و در صورت لزوم نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یا قطع جریان آنها اقدام گردد.

ج- در صورتی که تغییر مسیر یا قطع جریان تأسیسات مندرج در بند ب امکان پذیر نباشد باید به طرق مقتضی از قبیل نگهداشتن به طور معلق و یا محصور کردن و غیره، نسبت به حفاظت آن ها اقدام شود.

د- موانعی از قبیل درخت، تخته سنگ و غیره از زمین مورد نظر خارج گردند.

ه- در صورتی که عملیات گودبرداری و حفاری احتمال خطری برای پایداری دیوارها و ساختمان های مجاور در بر داشته باشد، باید از طریق نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله مناسب و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه های نگهبان قبل از شروع عملیات، ایمنی و پایداری آنها تأمین گردد.

بخش دوم- اصول کلی گودبرداری و حفاری

ماده ۲۳۹: اگر در مجاورت محل گودبرداری و حفاری کارگرانی مشغول به کار دیگری باشند، باید اقدامات احتیاطی برای ایمنی آنان به عمل آید.

ماده ۲۴۰: دیواره های هر گودبرداری که عمق آن بیش از ۱۲۰ سانتیمتر بوده و احتمال خطر ریزش وجود داشته باشد، باید به وسیله نصب شمع، سپر و مهارهای محکم و مناسب حفاظت گردد، مگر آنکه دیواره ها دارای شیب مناسب (کمتر از زاویه پایدار شیب خاکریزی) باشند.

ماده ۲۴۱: در مواردی که عملیات گودبرداری و حفاری در مجاورت خطوط راه آهن، بزرگراه ها و یا مراکز و تأسیساتی که تولید ارتعاش می نمایند، انجام شود باید تدابیر احتیاطی از قبیل نصب شمع، سپر و مهار های مناسب برای جلوگیری از خطر ریزش اتخاذ گردد.

ماده ۲۴۲: مصالح حاصل از گودبرداری و حفاری نباید به فاصله کمتر از نیم متر از لبه گود ریخته شود. همچنین این مصالح نباید در پیاده روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شود که مانع عبور و مرور گردد.

ماده ۲۴۳: دیواره های محل گودبرداری و حفاری در موارد ذیل باید دقیقاً مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش بوجود آمده است، وسایل ایمنی نصب و یا نسبت به تقویت آنها اقدام گردد.

الف- بعد از یک وقفه ۲۴ ساعته یا بیشتر در کار.

ب- بعد از هر گونه عملیات انفجاری.

ج- بعد از ریزش های ناگهانی.

د- بعد از صدمات اساسی به مهارها.

هـ- بعد از یخبندان های شدید.

و- بعد از باران های شدید.

ماده ۲۴۴: در محل هایی که احتمال سقوط اشیاء به محل گودبرداری و حفاری وجود دارد، باید موانع حفاظتی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به کارگران پیش بینی گردد. همچنین برای پیشگیری از سقوط کارگران و افراد عابر به داخل محل گودبرداری و حفاری نیز باید اقدامات احتیاطی از قبیل محصور کردن محوطه گودبرداری، نصب نرده ها، موانع، وسایل کنترل مسیر، علایم هشدار دهنده و غیره انجام شود.

ماده ۲۴۵: شب ها در کلیه معابر و پیاده روهای اطراف محوطه گودبرداری و حفاری باید روشنایی کافی تأمین شود و همچنین علایم هشدار دهنده شبانه از قبیل چراغ های احتیاط، تابلوهای شبرنگ و غیره در اطراف منطقه محصور شده نصب گردد، به

طوریَ که کلیه عابران و رانندگان وسایل نقلیه از فاصله کافی و به موقع متوجه خطر۔ گردند.

ماده ۲۴۶: قبل از قرار دادن ماشین آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، کامیون و غیره و یا انباشتن خاک های حاصل از گودبرداری و حفاری و مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه های گود، باید شمع، سپر و مهار های لازم جهت افزایش مقاومت در مقابل بارهای اضافی در دیواره گود نصب گردد.

ماده۲۴۷: در صورتی که از وسایل بالابر برای حمل خاک و مواد حاصل از گودبرداری وحفاری استفاده شود، باید پایه های این وسایل به طور محکم و مطمئن نصب گردیده و خاک و مواد مذکور نیز باید با محفظه های ایمن و مطمئن بالا آورده شود.

ماده ۲۴۸: هرگاه دیواری جهت حفاظت یکی از دیواره های گودبرداری مورد استفاده قرار گیرد باید به وسیله مهار های لازم پایداری آن تأمین شود.

ماده ۲۴۹: در صورتی که از موتورهای احتراق داخلی در داخل گود استفاده شود، باید با اتخاذ تدابیر فنی، گازهای حاصله از کار موتور به طور موثر از منطقه کار کارگران تخلیه گردد.

ماده ۲۵۰: چنانچه وضعیت گود یا شیار به نحوی است که روشنایی کافی با نور طبیعی تأمین نمی شود باید جهت جلوگیری از حوادث ناشی از فقدان روشنایی، از منابع نور مصنوعی استفاده شود.

ماده ۲۵۱: در صورتی که احتمال نشت و تجمع گازهای سمی و خطرناک در داخل کانال وجود داشته باشد باید با اتخاذ تدابیر فنی و نصب وسایل تهویه، هوای منطقه

تنفسی کارگران به طور موثر تهویه گردد. همچنین در صورت تجمع آب در کانال باید نسبت به تخلیه آن اقدام شود.

ماده ۲۵۲: در مواردی که حفاری در زیر پیاده روها ضروری باشد، باید جهت پیشگیری از خطر ریزش، اقدامات احتیاطی از قبیل نصب مهارهای مناسب با استقامت کافی انجام و با نصب موانع، نرده ها و علایم هشداردهنده، منطقه خطر به طور کلی محصور و از عبور و مرور افراد جلوگیری به عمل آید.

ماده ۲۵۳: در گود ها و شیارهایی که عمق آن ها از یک متر بیشتر باشد، نباید کارگران را به تنهایی به کار گمارد.

ماده ۲۵۴: در حفاری با بیل و کلنگ باید کارگران به فاصله کافی از یکدیگر به کار گمارده شوند.

ماده ۲۵۵: در شیارهای عمیق و طولانی که عمق آنها بیش از یک متر باشد، باید به ازاء حداکثر هر سی متر طول، یک نردبان کار گذارده شود. لبه بالایی نردبان باید تا حدود یک متر بالاتر از لبه شیار ادامه داشته باشد.

بخش سوم- راه های ورود و خروج به محل گودبرداری و حفاری

ماده ۲۵۶: برای رفت و آمد کارگران به محل گودبرداری باید راه های ورودی و خروجی مناسب و ایمن در نظر گرفته شود. در محل گودهایی که عمق آن بیش از ۶ متر باشد باید برای هر شش متر یک سکو یا پاگرد برای نردبان ها، پله ها و راه های شیب دار پیش بینی گردد. این سکوها یا پاگردها و همچنین راه های شیب دار و پلکان ها باید به وسیله نرده های مناسب محافظت شوند.

ماده ۲۵۷: عرض معابر و راه های شیب دار ویژه وسایل نقلیه نباید کمتر از چهار متر باشد و در طرفین آن باید موانع محکم و مناسبی نصب گردد. در صورتی که این حفاظ از چوب ساخته شود قطر آن نباید از بیست سانتیمتر کمتر باشد.

ماده ۲۵۸: در محل گودبرداری باید یک نفر نگهبان مسئول نظارت بر ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات سنگین باشد و نیز برای آگاهی کارگران و سایر افراد، علایم هشداردهنده در معبر ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات مذکور نصب گردد.

ماده ۲۵۹: راه های شیب دار و معابری که در زمین های سخت (بدون استفاده از تخته های چوبی) ساخته می شود باید بدون پستی و بلندی و ناهمواری باشد.

ماده ۲۶۰: افرادی که در عملیات گودبرداری و حفاری بکار گرفته می شوند، باید دارای تجربه کافی بوده و همچنین افراد ذیصلاح بر کار آنان نظارت نمایند.

بخش چهارم- حفر چاه های آب و فاضلاب با وسایل دستی

ماده ۲۶۱: کلیه پیمانکاران چاه کن باید دارای وسایل و ابزار کار سالم و بدون نقص و همچنین وسایل حفاظت فردی طبق ضوابط آیین نامه حفاظتی حفر چاه های دستی و آیین نامه وسایل حفاظت انفرادی، به ویژه کلاه ایمنی، پمپ هوادهی، چکمه لاستیکی، کمربند ایمنی و طناب نجات باشند و این وسایل را در اختیار کارگران خود قرار داده و در مورد کاربرد صحیح آن نظارت نمایند.

ماده ۲۶۲: افرادی که در عملیات حفر چاه های آب و فاضلاب بکار گرفته می شوند، باید دارای تجربه کافی در این امر بوده و پیمانکاران مربوطه بر کار آنان نظارت نمایند.

ماده ۲۶۳: در انتخاب محل حفر چاه فاضلاب باید موقعیت چاه های فاضلاب قدیمی مورد توجه قرار گرفته و فاصله چاه جدید با چاه قدیم با نظر مهندس ناظر و صاحب کار و یا پیمانکار اصلی صاحب کار به اندازه ای در نظر گرفته شود که خطر ریزش و مرتبط شدن خود به خود دو چاه وجود نداشته باشد و یا قبل از شروع حفاری، نسبت به تخلیه چاه فاضلاب قدیمی و پر کردن آن با خاک و شفته یا مصالح مناسب دیگر اقدام گردد.

ماده ۲۶۴: در هر مرتبه ورود مقنی به چاه، باید بررسی لازم از نظر وجود گازهای سمی و خطرناک و همچنین کمبود اکسیژن بعمل آید.

ماده ۲۶۵: برای پیشگیری از خطرات و عوارض مربوط به کمبود اکسیژن و وجود گازهای زیان آور و خطرناک، باید به وسیله پمپ هوادهی نسبت به تهویه هوای چاه اقدام گردد و چنانچه شرایط کار به نحوی باشد که اقدام فوق کافی و موثر نباشد، باید کارگر مقنی به ماسک تنفسی با هوای فشرده و لوله خرطومی مجهز گردد.

ماده۲۶۶: مقنی قبل از ورود به چاه باید طناب نجات و کمربند ایمنی را به خود بسته و انتهای آزاد طناب نجات را در بالای چاه در نقطه ثابتی محکم نموده باشد.

ماده ۲۶۷: پس از خاتمه کار روزانه، دهانه چاه باید به وسیله صفحات محکم، مقاوم و مناسب به نحو ایمن پوشانده شده و علامت گذاری شود.

ماده۲۶۸: دهانه چاه باید به عمق حداقل ۱/۵ متر با آجر و ملات سیمان طوقه چینی شده و در خاتمه عملیات طوری مسدود و پوشانده شود که مقاومت کافی در برابر بارهای وارده و نیز عوامل جوی داشته باشد، همچنین در زمین هایی که خاک دستی ریخته شده باشد، عمل طوقه چینی باید بعد از برداشتن خاک دستی انجام شود.

ماده ۲۶۹: لوله های فاضلاب باید از طریق گلدان به چاه مرتبط گردند. همچنین گلدان باید دارای استحکام کافی بوده و نحوه استقرار آن در دهانه چاه به نحوی باشد که بتواند فاضلاب را به طور عمودی و در امتداد محور استوانه چاه هدایت و از ریزش آب به دیواره چاه جلوگیری نماید.

ماده ۲۷۰: چنانچه دهانه چاه دارای درب باشد، این درب باید مجهز به قفل و بست مناسب و مطمئن باشد.

ماده ۲۷۱: برای هر نوع چاه اعم از آب یا فاضلاب باید لوله هواکش مناسب پیش بینی شود.

ماده ۲۷۲: محل چاه باید در نقشه نهایی ساختمان دقیقاً مشخص باشد. همچنین در خاتمه عملیات ساختمانی بر روی محل احداث یا پوشش دهانه چاه نیز باید علایم مشخصه نصب گردد.

ماده ۲۷۳: در عملیات حفر چاه با وسایل دستی، باید علاوه بر موارد فوق، مفاد آیین نامه و مقررات حفاظتی حفر چاه های دستی نیز رعایت گردد.

۸-۵- منتخبی از آیین نامه و مقررات حفاظتی حفر چاه های دستی، معاونت روابط کار وزارت کار و امور اجتماعی

فصل چهارم – مقدمات ایمنی عملیات حفاری

ماده ۱۴: قبل از اقدام به هر گونه عملیات مربوط به کندن چاه دستی بررسی های لازم باید با توجّه به وجود قنوات قدیمی، فاضلاب و پی ها و جنس خاک و لایه های زمینی و تأسیسات آب، برق، گاز و تلفن به عمل آید و در صورت لزوم ضمن تماس با سازمانهای ذیربط، محلّ چاه طوری تعیین شود که به هنگام چاه کنی خطر ریزش یا

۳۲۲ ـــــــ

ماده۲۱: در مواقعی که نوع آوار استخراجی حاصل از عملیات کندن چاه به صورتی است که پیش بینی های حفاظتی چون استفاده از کلاه و سپر محافظتی تکافو نمی نماید باید در فواصل مناسبی از دیواره میل چاه پناهگاه های مناسبی تعبیه شود که در موارد لزوم مقنی در این پناهگاه مستقر گردد.

توضیح: سپر وسیلهٔ محافظتی مخصوصی است که مقنی را از آسیب ناشی از سقوط احتمالی مواد و اشیاء محفوظ نگه می دارد.

ماده ۲۲: خاکهای حاصل از کندن چاه نباید به فاصلهٔ کمتر از ۲ متر از کناره های چاه ریخته شود و در هر حال احتمال ریزش آن وجود نداشته باشد.

ماده ۲۳: به محض رسیدن چاه به عمقی که خاک واجد استحکام لازم باشد عملیات طوقه چینی باید شروع گردد. به اضافه در زمینهایی که خاک دستی ریخته شده باشد عمل طوقه چینی بعد از برداشتن خاک دستی انجام می گیرد. در زمینهای با خاک سست یا دستی هر گونه پیش گیری احتیاطی از قبیل مهار کردن دیواره به وسایل و طرق مختلف قبل از رسیدن به زمین سخت باید انجام شود. در هر حال در زمینهای با خاک سست و یا دستی با عمق بیشتر از ۱/۵ متر عملیات حفر می بایست زیر نظر افراد مجرب و با سابقه در این امر انجام گیرد.

توضیح: طوقه، دیوار حلقوی ساخته شده از مصالح ساختمانی در بالاترین قسمت از میل چاه (منتهی به دهانهٔ چاه) می باشد که بر روی آن درپوش چاه قرار داده می شود.

ماده ۲۴: چنانچه در عمق معینی از چاه احتمال داده شود که به علت کمبود اکسیژن عوارضی برای مقنی ایجاد خواهد شد قبلاً باید نسبت به تهیه وسایل

هوادهی به داخل چاه اقدام نمود. این وسایل باید بـه کلیـه تجهیـزات ایمنـی جهـت جلوگیری از خطر برق گرفتگی و تماس با قطعات متحرک مجهز شده باشد.

ماده۲۵: وجود علایم قراردادی بین مقنی و فردی کـه در بـالای چـاه مسـتقر اسـت ضروری بوده و باید فرد مستقر در بالای چاه همواره از وضعیت مقنی آگاه باشد. ایـن علایم می تواند به صورت.تکان دادن طناب و یا استفاده از وسایل صوتی مانند زنـگ اخبار باشد.

ماده ۲۶: بعد از خاتمه کار روزانه علاوه بر پیش بینی هـای احتیـاطی لازم جهـت جلوگیری از سقوط افراد و حیوانات به داخل چاه دهانه چاه باید به نحوه مطمئن بـه وسیله صفحات مشبک مقاوم و مناسب پوشانیده شود.

ماده ۲۷: با پیشرفت کار چاه کنی به خصوص در موقع بارندگی همواره دیـواره هـای چاه باید به وسیله مقنی مورد بازدید مرتب قرار گیرد تا اطمینـان حاصـل شـود کـه هیچ قسمتی از دیواره چاه احتمال ریزش وجود ندارد.

ماده ۲۸: چنانچه به هنگام بازدید در دیواره چاه رطوبت بیش از حد معمول مشـاهده گردد باید بررسی لازم به عمل آید تا چنانچه به وجود فاضلاب و یا هـر گونـه منبـع دیگر آب در مجاورت چاه یقین حاصل شود ادامه عملیات چاه کنی بلافاصله متوقـف شده و با پیش بینی های اساسی لازم نسبت به ادامه کار بـه صـورتی کـه هیچگونـه خطری برای مقنی و کارگران دیگر وجود نداشته باشد اقدام نمایند.

ماده ۲۹: در تأمین وسیله روشنایی داخل چاه هایی که وجود گازهای قابل اشـتعال و انفجار محتمل باشد باید از چراغ های قوه ای یا دور گرد ضد جرقه حداکثر بـا ولتـاژ ۱۲ ولت استفاده شود و به هر حال در این نوع چاه ها نباید شعله و یا سیسـتم هـای جرقه زا بکار برده شود.

ماده ۳۰: مقنی موظف است ضمن حفر چاه جاپاهایی حداکثر با فواصل ۵۰ سانتی متر در طرفین جهت بالا آمدن خود در دیوارهٔ چاه تعیین نماید تا بتواند به سهولت بالا بیاید.

ماده ۳۱: قلوه سنگهای حاصل از حفر چاه باید در زیر یا بین لایه های خاک دلو قرار گرفته و همچنین مواد داخلی دلو تا آن حد ریخته شود که احتمال ریزش و سقوط مواد به هنگام جابجایی دلو وجود نداشته باشد.

ماده ۳۲: به هنگام حفاری چاه بهتر است در عمق بیش از ۳ متر وسیله ای به عنوان سپر در پایین چاه مورد استفاده قرار گیرد که احیاناً در مواقع سقوط اشیاء مانع برخورد آن با مقنی باشد.

ماده ۳۳: به هنگامی که در حفر چاه ها نیاز به هدایت لوله های بتنی و یا کول ها جهت جلوگیری از ریزش دیواره های چاه وجود دارد مقنی باید موقعیت مناسب را به هنگام خالی کردن زیر منطقه استقرار لوله های بتنی اختیار کند به طوری که هیچ قسمت از اعضای بدن او در زیر آنها قرار نگیرد و خالی کردن زیر لوله های بتنی و یا کول ها باید در تمام محیط و به طور یکنواخت انجام گیرد.

توضیح: کول، حلقه یا نیم حلقه ای است که از جنس فولاد یا سیمان یا سفال بوده و برای جلوگیری از ریزش دیواره های میل چاه یا انباری استفاده می گردد.

ماده ۳۴: لوله های بتنی « کول ها » مورد استفاده در داخل چاه ها برای جلوگیری از ریزش دیواره ها باید مسلح و به حد کافی مقاوم باشند که فشار جانبی وارده از دیواره چاه و نیز فشارهای قائم را به خوبی تحمل نموده و نشکنند.

ماده ۳۵: اقدام لازم در جهت سقف زدن و مهارکردن دیواره های پاکند باید به عمل آید تا از ریزش خاک جلوگیری شود.

توضیح: پاکند مسیر شیب داری جهت رفت و آمد و حمل و نقل وسایل است که از فاصله ای دورتر از دهانهٔ چاه شروع و تا نزدیکی سطح آب ادامه می یابد.

ماده ۳۶: برای جلوگیری از سقوط به داخل چاه محل پرتگاه های پاکند باید حفاظ گذاری گردد.

ماده ۳۷: محل استقرار الکتروپمپ جهت تخلیهٔ آبهای حاصل از پیشرفت عملیات حفاری باید به صورتی باشد که هیچگونه امکان نفوذ رطوبت و آب یا برخورد مواد تخلیه شده با آن نباشد.

ماده ۳۸: آب و گل و لای حاصل از پیشرفت عملیات حفاری باید در محلی تخلیه گرددکه امکان نفوذ آن به داخل چاه وجود نداشته باشد، به اضافه هیچگونه خطری برای ساختمانها و اماکن مجاور نیز فراهم نکند.

فصل یازدهم – متفرقه

ماده ۷۷: ارتباط دادن چاه احداثی جدید به چاه های فاضلاب قدیمی ممنوع است مگر بعد از تخلیه و تهویه کامل فاضلاب قدیمی و اطمینان از بی خطر بودن آن. فاصلهٔ چاه جدید از چاه قدیم باید به اندازه ای باشد که خطر ریزش و مرتبط شدن خود به خود دو چاه وجود نداشته باشد.

ماده ۷۸: در هر مرتبه ورود مقنی به چاه می بایستی آزمایش لازم از نظر وجود گازهای سمی و کمبود اکسیژن به عمل آید.

ماده ۷۹: مسیر لوله های حامل مواد مختلف مانند آب، گاز و مشتقات نفتی و مواد شیمیایی و بخارات مختلف نباید در مجاورت چاه باشد و در صورت عدم امکان باید پیش بینی های لازم ایمنی به عمل آید.

ماده ۸۰: متخلفین از اجرای این آیین نامه برابر قوانین جاری تحت پیگرد قرار خواهند گرفت.

۸ – ۶ توصیه های سازمان آتش نشانی تهران

۱- مهندسان ناظر و مجری باید قبل از هر گونه کاری در جهت ساختمان سازی اطلاعات کافی در مورد شناسایی خاک منطقه و محل داشته باشند.

۲- اگر منطقه محل خاکریزهای دستی و ضایعات بوده، عملیات خاکبرداری باید تدریجی و با مهار کردن کامل دیوارهای جانبی گودال انجام شود.

۳- اگر گودبرداری دارای عمقی بیش از سه متر باشد، باید قبل از خاکبرداری محل ستونها گودبرداری شود و با اجرای ستونها و مهار آنها به یکدیگر از ریزش و رانش خاکهای سست جلوگیری کرد.

۴- هنگام حفر چاهک برای ستونها و اجرای ستونها باید چاهک کاملاً طوقه چینی و مهار شود تا کارگر یا کارگران در اثر ریزش خاک مدفون نشوند.

۵- در مناطقی که ساختمانهای قدیمی تخریب و بجای آنها قرار است ساختمان جدید ساخته شود مهندسان ناظر و مجری باید مقاومت ایستایی ساختمانهای همجوار را نیز بررسی نمایند و چنانچه احتمال داده شود که در اثر گودبرداری ساختمان مجاور دچار حادثه می شود باید به اقدامات ایمنی کامل متوسل شد.

۶- هنگام عملیات خاکبرداری با ماشین آلات سنگین از ساکنین ساختمانهای مجاور بخواهید تا در اثر شنیدن هر صدای مشکوک (شکستن شیشه، ترک در دیوارها و ...) فوراً محل مسکونی را ترک و به مکان امنی خارج از ساختمان پناه ببرند.

۷- در عملیات خاکبرداری سعی شود از افراد با تجربه و حداقل تعداد کارگران استفاده شود.

۸- حفاظ گذاری و ایجاد حریم برای جلوگیری از سقوط افراد به داخل گود الزامی است.

۳۳۰ ـــــــ

رعایت می شد حادثه ای اتفاق نمی افتاد، قتل و یا ضرب و یـا جـرح در حکـم شـبه عمد خواهد بود.

مادهٔ ۲۹۶- در مواردی که کسی قصد تیراندازی بـه کسـی یـا شـیئی یـا حیـوانی را داشته باشد و تیر او به انسان بی گناه دیگری اصـابت کنـد، عمـل او خطـای محـض محسوب می شود.

مادهٔ ۳۰۴- در قتل عمد و شبه عمد مسئول پرداخت دیه خود قاتل است.

مادهٔ ۳۰۵- در قتل خطای محض در صورتی که قتل با بینه یا قسامه یـا علـم قاضـی ثابت شود، پرداخت دیه به عهدهٔ عاقله است و اگر با اقرار قاتل یا نکـول او از سـوگند یا قسامه ثابت شود به عهدهٔ خود اوست.

تبصرهٔ مادهٔ ۳۳۵- هرگاه کسی اتفاقاً و بدون قصد به شخصی برخورد کنـد و موجـب آسیب او شود، خطاء محض می باشد.

تبصرهٔ مادهٔ ۳۳۶- تقصیر اعم است از بی احتیاطی، بی مبـالاتی، عـدم مهـارت، عـدم رعایت نظامات دولتی.

مادهٔ ۳۳۹- هرگاه کسی در معبر عام یا هـر جـای دیگـری کـه تصـرف در آن مجـاز نباشد، چاهی بکند یا سنگ یا چیز لغزنده ای بر سر راه عابران قرار دهد یا هر عملـی که موجب آسیب یا خسارت عابران گردد انجام دهد، عهده دار دیه یا خسارت خواهد بود ولی اگر این اعمال در ملک خود یا در جایی که تصرفش در آن مجاز اسـت واقـع شود، عهده دار دیه یا خسارت نخواهد بود.

مادهٔ ۶۱۶ – در صورتی که قتل غیرعمد به واسطهٔ بی احتیاطی یا بی مبـالاتی یـا اقـدام بـه امری که مرتکب در آن مهارت نداشته است یا به سـبب عـدم رعایـت نظامـات واقـع شـود

۳۳۲ ـــــــ

جبران خسارات بر عهدهٔ اداره یا مؤسسهٔ مربوطه است ولی در مورد اعمال حاکمیت دولت، هرگاه اقداماتی که برحسب ضرورت برای تأمین منافع اجتماعی طبق قانون به عمل آید و موجب ضرر دیگری شود، دولت مجبور به پرداخت خسارات نخواهد بود.

مادهٔ۱۲-کارفرمایانی که مشمول قانون کار هستند، مسئول جبران خساراتی می باشند که از طرف کارکنان اداری و یا کارگران آنان در حین انجام کار یا به مناسبت آن وارد شده است مگر اینکه محرز شود تمام احتیاط هایی که اوضاع و احوال قضیه ایجاب می نموده، به عمل آورده یا اینکه اگر احتیاط های مزبور را به عمل می آوردند با زهم جلوگیری از ورود زیان مقدور نمی بود کارفرما می تواند به واردکنندهٔ خسارت در صورتی که مطابق قانون مسئول شناخته شود مراجعه نماید.

مادهٔ۱۳- کارفرمایان مشمول مادهٔ۱۲ مکلفند تمام کارگران و کارکنان اداری خود را در مقابل خسارات وارده از ناحیهٔ آنان به اشخاص ثالث بیمه نمایند.

مادهٔ۱۴- در مورد مادهٔ ۱۲، هرگاه چند نفر مجتمعاً زیانی وارد آورند متضامناً مسئول جبران خسارات وارده هستند.

در این مورد میزان مسئولیت هریک از آنان با توجه به نحوهٔ مداخلهٔ هریک از طرف دادگاه تعیین خواهد شد.

۹-۳- موادی از قانون کار

مادهٔ۸۵- برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور، رعایت دستورالعملهایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی (جهت تأمین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری های حرفه ای و تأمین بهداشت

کار و کارگر و محیط کار) تدوین می شود، برای کلیهٔ کارگاهها، کارفرمایان، کارگران، و کارآموزان الزامی است.

تبصره- کارگاههای خانوادگی نیز مشمول مقررات این فصل (فصل چهارم قانون کار: حفاظت فنی و بهداشت کار) بوده و مکلف به رعایت اصول فنی و بهداشت کار می باشند.

مادهٔ۸۹- کارفرمایان مکلفند پیش از بهره برداری از ماشین ها، دستگاهها، ابزار و لوازمی که آزمایش آنها مطابق آیین نامه های مصوب شورای عالی حفاظت فنی ضروری شناخته شده است، آزمایش های لازم را توسط آزمایشگاه ها و مراکز مورد تأیید شورای عالی حفاظت فنی انجام داده و مدارک مربوطه را حفظ و یک نسخه از آنها را برای اطلاع به وزارت کار و امور اجتماعی ارسال نمایند.

مادهٔ۹۱- کارفرمایان و مسئولان کلیهٔ واحدهای موضوع مادهٔ ۸۵ این قانون مکلفند بر اساس مصوبات شورای عالی حفاظت فنی برای تأمین حفاظت و سلامت و بهداشت کارگران در محیط کار، وسایل و امکانات لازم را تهیه و در اختیار آنان قرار داده و چگونگی کاربرد وسایل فوق الذکر را به آنان بیاموزند و در خصوص رعایت مقررات حفاظتی و بهداشتی نظارت نمایند. افراد مذکور نیز ملزم به استفاده و نگهداری از وسایل حفاظتی و بهداشتی فردی و اجرای دستورالعمل های مربوطهٔ کارگاه می باشند.

مادهٔ۹۵- مسئولیت اجرای مقررات و ضوابط فنی و بهداشت کار بر عهدهٔ کارفرما یا مسئولین واحدهای موضوع ذکر شده در مادهٔ ۸۵ این قانون خواهد بود. هرگاه بر اثر عدم رعایت مقررات مذکور از سوی کارفرما یا مسئولین واحد، حادثه ای رخ دهد،

شخص کارفرما یا مسئول مذکور از نظر کیفری و حقوقی و نیز مجازات های مندرج در این قانون مسئول است.

تبصرهٔ۱- کارفرما یا مسئولان واحدهای موضوع مادهٔ ۸۵ این قانون موظفند کلیهٔ حوادث ناشی از کار را در دفتر ویژه ای که فرم آن از طریق وزارت کار و امور اجتماعی اعلام می گردد ثبت و مراتب را سریعاً به صورت کتبی به اطلاع ادارهٔ کار و امور اجتماعی محل برسانند.

مادهٔ۱۰۵- هرگاه در حین بازرسی، به تشخیص بازرس کار یا کارشناس بهداشت حرفه ای احتمال وقوع حادثه و یا بروز خطر در کارگاه داده شود، بازرس کار یا کارشناس بهداشت حرفه ای مکلف هستند مراتب را فوراً و کتباً به کارفرما یا نمایندهٔ او و نیز به رئیس مستقیم خود اطلاع دهند.

تبصرهٔ۱- وزارت کار و امور اجتماعی و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی حسب مورد گزارش بازرسان کار و کارشناسان بهداشت حرفه ای از دادسرای عمومی محل و در صورت عدم تشکیل دادسرا از دادگاه عمومی محل تقاضا خواهد کرد فوراً قرار تعطیل و لاک و مهر تمام یا قسمتی از کارگاه را صادر نماید. دادستان بلافاصله نسبت به صدور قرار اقدام و قرار مذکور پس از ابلاغ قابل اجرا است.

دستور رفع تعطیل توسط مرجع مزبور در صورتی صادر خواهد شد که بازرس کار یا کارشناس بهداشت حرفه ای و یا کارشناسان ذیربط دادگستری رفع نواقص و معایب موجود را تأیید نموده باشند.

تبصرهٔ۲- کارفرما مکلف است در ایامی که به علت فوق کار تعطیل می شود، مزد کارگران کارگاه را بپردازد.

تبصرهٔ۳- متضرران از قرارهای موضوع این ماده در صورت اعتراض به گزارش بازرس کار و یا کارشناس بهداشت حرفه ای و تعطیل کارگاه می توانند از مراجع مزبور، به دادگاه صالح شکایت کنند و دادگاه مکلف است به فوریت و خارج از نوبت به موضوع رسیدگی نماید. تصمیم دادگاه قطعی و قابل اجرا است.

۹-۴- موادی از آیین نامهٔ کمیتهٔ حفاظت فنی و بهداشت کار

مادهٔ۱- به منظور تأمین مشارکت کارگران و کارفرمایان و نظارت بر حسن اجرای مقررات حفاظت فنی و بهداشت کار، صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور در کارگاه های مشمول و همچنین پیشگیری از حوادث و بیماری های ناشی از کار، حفظ و ارتقاء سلامتی کارگران و سالم سازی محیط های کار، تشکیل کمیته های حفاظت فنی و بهداشت کار با رعایت ضوابط و مقررات مندرج در این آیین نامه در کارگاه های کشور الزامی است.

مادهٔ۲- کارگاه هایی که دارای ۲۵ نفر کارگر باشند، کارفرما مکلف است کمیته ای به نام کمیتهٔ حفاظت فنی و بهداشت کار در کارگاه با اعضاء ذیل تشکیل دهد:

۱- کارفرما یا نمایندهٔ تام الاختیار او

۲- نمایندهٔ شورای اسلامی کار یا نمایندهٔ کارگران کارگاه

۳- مدیر فنی و در صورت نبودن او یکی از سراستادکاران کارگاه

۴- مسئول حفاظت فنی

۵- مسئول بهداشت حرفه ای

مادهٔ۵- وظایف کمیتهٔ حفاظت فنی و بهداشتی کار به شرح ذیل است:

۱- طرح مسائل و مشکلات حفاظتی و بهداشتی در جلسات کمیته و ارائهٔ پیشنهادات لازم به کارفرما جهت رفع نواقص و سالم سازی محیط کار.

۲- انعکاس کلیهٔ ایرادات و نواقص حفاظتی و بهداشتی و پیشنهادات لازم جهت رفع آنها به کارفرمای کارگاه

۳- همکاری و تشریک مساعی با کارشناسان بهداشت حرفه ای و بازرسان کار جهت اجرای مقررات حفاظتی و بهداشت کار

۴- توجیه و آشناسازی کارگران نسبت به رعایت مقررات و موازین بهداشتی و حفاظتی در محیط کار

۵- همکاری با کارفرما در تهیهٔ دستورالعمل های لازم برای انجام کار مطمئن، سالم و بدون خطر و همچنین استفادهٔ صحیح از لوازم تجهیزات بهداشتی و حفاظتی در محیط کار

۶- پیشنهاد به کارفرما جهت تشویق کارگرانی که در امر حفاظت فنی و بهداشت کار علاقه و جدیت دارند.

۷- پیگیری لازم به منظور تهیه و ارسال صورت جلسات کمیته و همچنین فرمهای مربوط به حوادث ناشی از کار و بیماری های ناشی از کار به ارگان های ذیربط

۸- پیگیری لازم در انجام معاینات قبل از استخدام و معاینات ادواری به منظور پیشگیری از ابتلاء کارگران به بیماری های ناشی از کار و ارائهٔ نتایج حاصله به مراکز بهداشت مربوطه

۹- اعلام موارد مشکوک به بیماری های حرفه ای از طریق کارفرما به مرکز بهداشت مربوطه و همکاری در تعیین شغل مناسب برای کارگرانی که به

تشخیص شورای پزشکی به بیماری های حرفه ای مبتلا شده و یا در معرض ابتلاء قرار دارند. (موضوع تبصرهٔ ۱ مادهٔ ۹۲ قانون کار)

۱۰-جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط از نقطه نظر مسائل حفاظتی و بهداشتی و تنظیم و تکمیل فرم صورت نواقص موجود در کارگاه

۱۱-بازدید و معاینهٔ ابزار کار وسایل حفاظتی و بهداشتی در محیط کار و نظارت بر حسن استفاده از آنها

۱۲-ثبت آمار حوادث و بیماری های ناشی از کار کارگران و تعیین ضریب تکرار و ضریب شدت سالانهٔ حوادث

۱۳-نظارت بر ترسیم نمودار میزان حوادث و بیماری های حرفه ای و همچنین نصب پوسترهای آموزشی بهداشتی و حفاظتی در محیط کار

۱۴-اعلام کانون های ایجاد خطرات حفاظتی و بهداشتی در کارگاه

۱۵-نظارت بر نظم و ترتیب و آرایش مواد اولیه و محصولات و استقرار ماشین آلات و ابزار کار به نحو صحیح و ایمن و همچنین تطابق صحیح کار و کارگر در محیط کار

۱۶-تعیین خط مشی روشن و منطبق با موازین حفاظتی و بهداشتی برحسب شرایط اختصاصی هر کارگاه جهت حفظ و ارتقاء سطح بهداشت و ایمنی محیط کار و پیشگیری از ایجاد خوادث احتمالی و بیماری های شغلی

۱۷-تهیه و تصویب و صدور دستورالعمل های اجرایی حفاظتی و بهداشتی جهت اعمال در داخل کارگاه در مورد پیشگیری از ایجاد عوارض و بیماری های ناشی از عوامل فیزیکی، شیمیایی، ارگونومیکی، بیولوژیکی و روانی محیط کار.

مادهٔ۶- وجود کمیتهٔ فنی و بهداشت کار و مسئولین حفاظت و بهداشت حرفـه ای در کارگاه به هیچ وجه رافع مسئولیت های قانونی کارفرما در قبال مقـررات وضـع شـده نخواهد بود.

۹-۵- موادی از قانون تأمین اجتماعی

مادهٔ۵۴- بیمه شدگان و افراد خانوادهٔ آنها از زمانی که مشـمول مقـررات ایـن قـانون قرار می گیرند، در صورت مصدوم شدن بر اثر حوادث یا ابتلاء به بیماری مـی تواننـد از خدمات پزشکی استفاده نمایند. خـدمات پزشـکی کـه بـهٔ عهـدهٔ سـازمان تـأمین خدمات درمانی است شامل کلیـهٔ اقـدامات درمـانی سـرپایی- بیمارسـتانی، تحویـل داروهای لازم و انجام آزمایشات تشخیص طبی می باشد.

مادهٔ ۶۰- حوادث ناشی از کار، حوادثی است که در حین انجام وظیفه و بـه سـبب آن برای بیمه شده اتفاق می افتد. مقصود از حین انجام وظیفه، تمـام اوقـاتی اسـت کـه بیمه شده در کارگاه یا مؤسسات وابسته یا ساختمان هـا و محوطـهٔ آن مشـغول کـار باشد و یا به دستور کارفرما در خارج از محوطـهٔ کارگـاه عهـده دار انجـام مـأموریتی باشد. مراجعه به درمانگاه و یا بیمارستان و یا برای معالجات درمانی و توان بخشـی و اوقات رفت و برگشت بیمه شده از منزل به کارگاه جزء اوقات انجام وظیفه محسـوب می گردد مشروط براین که حادثه در زمان عادی رفـت و برگشـت بـه کارگـاه اتفـاق افتاده باشد. حوادثی که برای بیمه شُده حین اقدام برای نجات سایر بیمـه شـدگان و مساعدت به آنان اتفاق می افتد حادثهٔ ناشی از کار محسوب می شود.

مادهٔ۶۶- در صورتی که ثابت شود وقوع حادثه مستقیماً ناشی از عدم رعایت مقررات حفاظت فنی و بروز بیماری ناشی از عدم رعایت مقررات بهداشتی و احتیاط لازم از طرف کارفرما یا نمایندگان او بوده سازمان هزینه های مربوط به معالجه و غرامات و مستمری ها و غیره را پرداخته و طبق مادهٔ ۵۰ این قانون از کارفرما مطالبه و وصول خواهد نمود.

تبصرهٔ۱- مقصر می تواند با پرداخت معادل ده سال مستمری موضوع این ماده به سازمان از این بابت بریء الذمه شود.

فصل نهم

برخی از قوانین مرتبط با گودبرداری و ایمنی

۹-۱- برخی از مواد قانون «مجازات اسلامی»

مادهٔ ۱۷- مجازات بازدارنده، تأدیب یا عقوبتی است که از طرف حکومت به منظور حفظ نظم و مراعات مصلحت اجتماع در قبال تخلف از مقررات و نظامات حکومتی تعیین می گردد، از قبیل حبس، جزای نقدی، تعطیل محل کسب، لغو پروانه و محرومیت از حقوق اجتماعی و اقامت در نقطه یا نقاط معین و منع از اقامت در نقطه یا نقاط معین و مانند آن.

مادهٔ ۲۰۴- قتل نفس بر سه نوع است: عمد، شبه عمد، خطا

مادهٔ ۲۰۶- قتل در موارد زیر قتل عمدی است:

الف- مواردی که قاتل با انجام کاری قصد کشتن شخص معین یا فرد یا افرادی غیر معین از یک جمع را دارد خواه آن کار نوعاً کشنده باشد خواه نباشد ولی در عمل سبب قتل شود.

۳۴۲ ـــــــ

فرم شمارهٔ ۱ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

وزارت مسکن و شهرسازی

معاونت امور مسکن و ساختمان

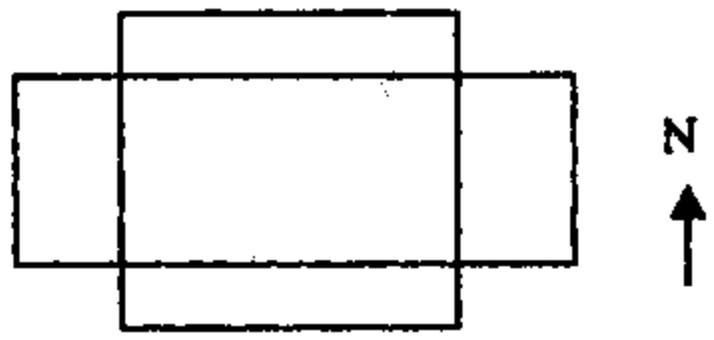
دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

چک لیست مشخّصات گود

۱. نام و نام خانوادگی مالک:	۲. شمارهٔ ثبتی ملک:
۳. استان:	۴. شهر:
۵. منطقهٔ شهرداری:	۶. شمارهٔ پروندهٔ شهرداری:

۷. نشانی ملک:

۸. موقعیت محل گودبرداری:



در خانه های اطراف محل زمین، بسته به مورد، موارد زیر درج شود:

س: ساختمان

ز: زمین

م: معبر

۹. وضعیت معابر یا ساختمان‌های مجاور محل مورد گودبرداری: (در صورت وجود)

	کاربری (در ساختمان) یا عرض (در معبر)	قدمت (در ساختمان)	تعداد طبقات (در ساختمان)
ضلع شرقی			
ضلع غربی			
ضلع شمالی			
ضلع جنوبی			

مهر و امضای مهندس محاسب تاریخ:	مهر و امضای مهندس ناظر تاریخ:	مهر و امضای مجری ذیصلاح تاریخ:

فرم شمارهٔ ۱ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

مشخّصات خاک محل گودبرداری	
۱۰. وضعیت احتمالی آب زیرزمینی:	
۱۱. $\gamma =$ t/m^3	۱۲. (درجه) $\phi =$
۱۳. $c =$ kg/m^3	
۱۴. نحوهٔ تعیین مشخصات خاک محل:	
☐ آزمایشگاهی ☐ تخمین چشمی ☐ توأم ☐ سایر	
مشخصات و پارامترهای گودبرداری	
۱۵. عمق گود (H): متر	
۱۶. سربار مؤثر کنار گود (Q): (t/m^2)	
۱۷. فواصل بین خرپاها (L): متر	
مشخصات مهندس محاسب	
۱۸. نام و نام خانوادگی:	
۱۹. رشته:	۲۰. پایه:
۲۱. شمارهٔ پروانهٔ اشتغال:	
۲۲. تاریخ اعتبار پروانهٔ اشتغال:	
۲۳. شمارهٔ ردیف شهرداری:	
۲۴. شمارهٔ عضویت نظام مهندسی:	
۲۵.-نشانی:	

مهر و امضای مهندس محاسب	مهر و امضای مهندس ناظر	مهر و امضای مجری ذیصلاح
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:

فرم شمارهٔ ۱ گودبرداری و سازه های نگهبان

مشخّصات مهندس ناظر	
۲۶. نام و نام خانوادگی:	
۲۷. رشته	۲۸. پایه:
۲۹. شمارهٔ پروانهٔ اشتغال:	
۳۰. تاریخ اعتبار پروانهٔ اشتغال:	
۳۱. شمارهٔ ردیف شهرداری:	
۳۲. شمارهٔ عضویت نظام مهندسی:	
۳۳. نشانی:	
مشخّصات مجری	
۳۴. نام:	
۳۵. رشته	۳۶. پایه:
۳۷. شمارهٔ پروانهٔ اشتغال:	
۳۸. تاریخ اعتبار پروانهٔ اشتغال:	
۳۹. شمارهٔ ردیف شهرداری:	
۴۰. شمارهٔ عضویت نظام مهندسی:	
۴۱. سایر مجوزهای اجرا:	
۴۲. نشانی:	

:مهر و امضای مهندس محاسب	مهر و امضای مهندس ناظر	مهر و امضای مجری ذیصلاح
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:

فرم شمارهٔ ۲- الف گودبرداری و سازه‌های نگهبان

وزارت مسکن و شهرسازی معاونت امور مسکن و ساختمان دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان	
چک لیست مشخّصات سازهٔ نگهبان	
۱. نام و نام خانوادگی مالک:	۲. شمارهٔ ثبتی ملک:
۳. استان:	۴. شهر:
۵. منطقهٔ شهرداری:	۶. شمارهٔ پروندهٔ شهرداری:
۷. نشانی ملک:	
مشخصات سازهٔ نگهبان	
۸. ضلع ساختمان: ☐ شمالی ☐ جنوبی ☐ شرقی ☐ غربی	
۹. مشخصهٔ کنار گود: ☐ ساختمان ☐ زمین ☐ معبر	
۱۰. نوع سازهٔ نگهبان:	
۱۱. ابعاد پی در پلان (B_f): سانتیمتر	

مهر و امضای مهندس محاسب تاریخ:	مهر و امضای مهندس ناظر تاریخ:	مهر و امضای مجری ذیصلاح تاریخ:

فرم شمارهٔ ۲- الف گودبرداری و سازه‌های نگهبان

۱۲. ضخامت پی (B): سانتیمتر
۱۳. نوع شمع: ☐ بدون پاشنه ☐ پاشنه دار
۱۴. طول شمع (L_p یا * L_p): سانتیمتر
۱۵. مشخصات میلگردهای طولی شمع (A):
۱۶. قطر میلهٔ شمع (D): سانتیمتر
۱۷. قطر پاشنهٔ شمع (D'): سانتیمتر (در شمع های پاشنه دار)
۱۸. مشخصات عناصر بادبندی (C):
۱۹. مشخصات قطعات مهاری عضو قائم (D):
۲۰. حداقل طول گیرداری عضو قائم (E): سانتیمتر
۲۱. برای طراحی سازهٔ نگهبان: ☐ از نمودارهای کمک‌طراحی استفاده شده است ☐ محاسبات مستقیماً انجام شده است (دفترچهٔ محاسبات ضمیمه است) ☐ از نقشه‌های کتاب استفاده شده است. ☐ نقشه‌های خاص برای سازهٔ نگهبان تهیه شده است. ☐ سایر موارد (ذکر شود)

مهر و امضای مهندس محاسب	مهر و امضای مهندس ناظر	مهر و امضای مجری ذیصلاح
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:

فرم شمارهٔ ۲- ب گودبرداری و سازه‌های نگهبان

وزارت مسکن و شهرسازی

معاونت امور مسکن و ساختمان

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

چک لیست گودبرداری و سازه‌های نگهبان

۱. نام و نام خانوادگی مالک:	۲. شمارهٔ ثبتی ملک:
۳. استان:	۴. شهر:
۵. منطقهٔ شهرداری:	۶. شمارهٔ پروندهٔ شهرداری:
۷. نشانی ملک:	
۸. ضلع ساختمان: ☐ شمالی ☐ جنوبی ☐ شرقی ☐ غربی	
۹. مشخصهٔ کنار گود: ☐ ساختمان ☐ زمین ☐ معبر	
۸. ضلع ساختمان	
۹. مشخصهٔ کنار گود:	
مشخصات سازهٔ نگهبان	
۱۰. نوع سازهٔ نگهبان و روش انتخاب شده:	

مهر و امضای مهندس محاسب	مهر و امضای مهندس ناظر	مهر و امضای مجری ذیصلاح
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:

فرم شمارهٔ ۲- ب گودبرداری و سازه‌های نگهبان

۱۱. شرح مختصر سازهٔ نگهبان و محاسبات مربوطه:

۱۲. شرح اسناد ضمیمه (دفترچه‌های محاسبات، نقشه‌ها، ...)

مهر و امضای مهندس محاسب	مهر و امضای مهندس ناظر	مهر و امضای مجری ذیصلاح
تاریخ:	تاریخ:	تاریخ:

فرم شمارهٔ ۳ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

وزارت مسکن و شهرسازی

معاونت امور مسکن و ساختمان

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

تعهدنامهٔ ایمن‌سازی گود و اجرای سازهٔ نگهبان

۱. نام و نام خانوادگی مالک:	۲. شمارهٔ ثبتی ملک:
۳. استان:	۴. شهر:
۵. منطقهٔ شهرداری:	۶. شمارهٔ پروندهٔ شهرداری:
۷. نشانی ملک:	

مشخّصات مجری

۸. نام:	
۹. رشته:	۱۰. پایه:
۱۱. شمارهٔ پروانهٔ اشتغال:	
۱۲. تاریخ اعتبار پروانهٔ اشتغال:	

مهر و امضای مجری ذیصلاح

تاریخ:

فرم شمارهٔ ۳ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

۱۳. شمارهٔ ردیف شهرداری:
۱۴. شمارهٔ عضویت نظام مهندسی:
۱۵. سایر مجوزهای اجرا:
۱۶. نشانی:

اینجانب ..... به عنوان مجری ساختمان با مشخصات فوق متعهد می‌گردم که به منظور ایمن‌سازی گود نقشه‌های اجرایی سازهٔ نگهبان را زیر نظر مهندس ناظر اجرا کنم و در صورت عدم اجرا یا اجرای ناقص و ناکافی و عدم انطباق با مشخصات و ضوابط فنی و عدم رعایت کلیهٔ نظامات فنی الزامی، مسبّب تبعات ناشی از آن خواهم بود. ضمناً اعلام می‌نمایم که اطّلاع کافی از جزئیات و روش اجرای کار دارم. همچنین متعهد می‌گردم که در صورتی که به هر علّت، ازجمله عدم همکاری مالک یا ناظر، اجرای صحیح کار امکان‌پذیر نشد، مراتب را فوراً به صورت کتبی به شهرداری منطقهٔ مربوطه و سازمان نظام مهندسی استان اعلام نمایم.

توضیحات:

مهر و امضای مجری ذیصلاح

تاریخ:

فرم شمارهٔ ۴ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

وزارت مسکن و شهرسازی **معاونت امور مسکن و ساختمان** **دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان**
گزارش گودبرداری و اجرای سازهٔ نگهبان

۱. نام و نام خانوادگی مالک:	**۲. شمارهٔ ثبتی ملک:**
۳. استان:	**۴. شهر:**
۵. منطقهٔ شهرداری:	**۶. شمارهٔ پروندهٔ شهرداری:**
۷. نشانی ملک:	
مشخّصات مهندس ناظر	
۸. نام و نام خانوادگی:	
۹. رشته:	**۱۰. پایه:**
۱۱. شمارهٔ پروانهٔ اشتغال:	
۱۲. تاریخ اعتبار پروانهٔ اشتغال:	
۱۳. شمارهٔ ردیف شهرداری:	

مهر و امضای مهندس ناظر

تاریخ:

فرم شمارهٔ ۴ گودبرداری و سازه‌های نگهبان

۱۴. شمارهٔ عضویت نظام مهندسی:

۱۵. نشانی:

۱۶. سازهٔ نگهبان مطابق نقشه‌های اجرایی: ☐ اجرا شده است

☐ اجرا نشده است

توضیح:

۱۷. مراتب به مالک ابلاغ شده است: ☐ بلی ☐ خیر

توضیح:

۱۸. مراتب به مجری ابلاغ شده است: ☐ بلی ☐ خیر

توضیح:

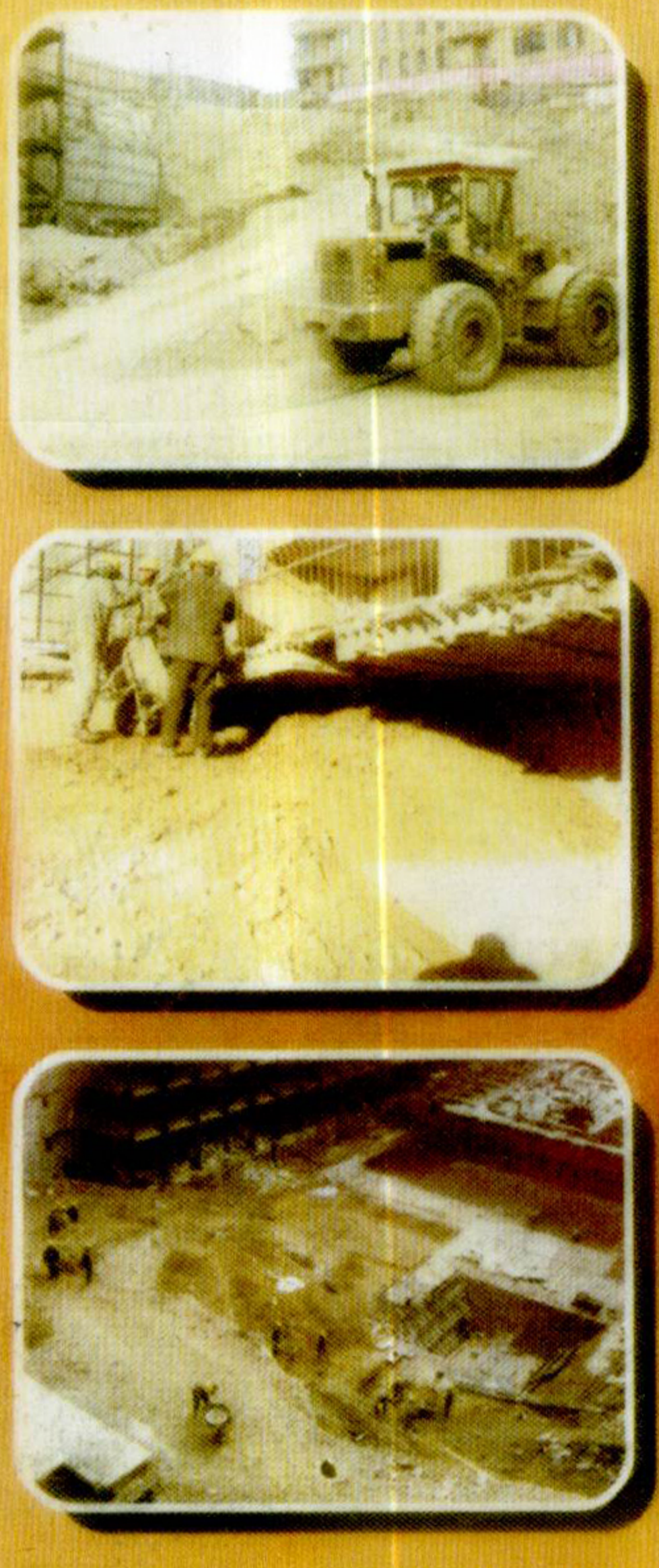
مهر و امضای مهندس ناظر

تاریخ:

فهرست موضوعی

آزاد شدن فشار سربار قائم ۱۷
آزمون برش پره ای ۱۷
آیین نامه های ساختمانی ۶۵
آیین نامهٔ کمینهٔ حفاظت فنی و بهداشت کار۳۳۵
اجرای شمع ۲ و ۱۰
ارتعاش ۳۰۳ و ۳۰۸
اندرکنش خاک و سازه ۴۶
بتن مصرفی ۵۹
بر چیدن سازهٔ نگهبان ۷۵
بنتونیت ۸
بهبود پایداری شیب ترانشه ها ۱۹
بوسینسک ۲۳
پشت بند افقی ۱۲
پشتهٔ خاکریز ۲۱ و ۳۲
پنجهٔ شیروانی ۱۹
پی ۲۸۱ و۲۸۲
پیچ مهاری سنگ ۱۹
تأثیر آب بر طراحی سازه های نگهبان ۴۷
تاملینسون ۳۴
تختهٔ چوبی حفاظ خاک ۶۰
ترانشهٔ محیطی ۱۵
ترزاقی ۳۸
تزریق بتن ۳ و ۶
تزریق فورانی ۱۹
تنش مجاز خاک ۴۱
تنش مرزی ۲۲
چاه ۳۰۵ و ۳۱۰ و ۳۱۹ و ۳۲۱
چک لیست ۳۴۱
خاک مرکب ۲۰
درون یابی خطی ۸۲ و ۸۴
دست خوردگی خاک ۱۷
دستور العمل های گودبرداری ۳۰۱
دوخت به پشت ۲ و ۶
دیوارهٔ دیافراگمی ۲ و ۸
رانکین ۲۷
رقوم کف گود ۲۷۷
روش α ۳۴
روش اجرای سازه های نگهبان خرپایی ۵۱
روش تاملینسون ۳۴
ریزش دیواره ۳۰۳
سازمان آتش نشانی تهران ۳۲۷
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۳۰۶ و ۳۱۳
سازهٔ ثقلی ۲۱
سازهٔ نگهبان ۱ و ۳۰۳
سازهٔ نگهبان خاص ۷۹
سازهٔ نگهبان خرپایی ۲ و ۱۳ و ۴۹
سپر ۳۲۳
سپر کوبی ۲ و ۱۲ ، ۳۰۳ و ۳۰۹
سرعت افت فشار آب منفذی ۱۸
سکوی شیب بُر خاکی ۱۹

شمع بدون پاشنه ۸۳ و ۲۷۸ و ۲۸۳
شمع پاشنه دار ۳۵ و ۴۸ و ۸۳ و ۲۷۹ و ۲۸۴ و ۲۸۵
شناز ۲۸۱
شوت سقوط ۵۹
شیب پایدار ۱۵
شیروانی جانبی ۱۵
طراحی شمع ۳۳
طراحی سازهٔ نگهبان در برابر لغزش ۴۳
طوقه ۳۲۳
ظرفیت باربری ۳۸
عمق پایدار گود ۳۲
فرم بازبینی ۳۴۱
فشار آب منفذی ۱۷
فشار هیدرواستاتیکی ۴۷
قانون تأمین اجتماعی ۳۳۹
قانون مجازات اسلامی ۳۲۹
قانون مسئولیت مدنی ۳۳۲
قانون کار ۳۳۳
قنات ۳۰۵
قید فشاری قائم ۱۲
قیف و لوله ۵۹
کمربند ایمنی ۳۰۶
کمیتهٔ حفاظت فنی و بهداشت کار ۳۳۶
کول ۳۲۵
کولن ۲۷
گاز ۳۰۵ و ۳۱۲ و ۳۱۲ و ۳۱۷ و ۳۲۶
لغزش خاک ۱۸
مثال طراحی ۲۸۹
مسئلهٔ بوسینسک ۲۳
مشخصات مکانیکی خاکها ۶۴ و ۶۸
مقاومت برشی زهکشی شده ۱۸
مقاومت برشی زهکشی نشدهٔ سریع ۱۷
مقاومت مجاز خاک ۶۴
مقررات ملی ساختمان ۳۰۱
مقطع معادل ۱۸۰
مهار سازی ۲ و ۳
مهار متقابل ۲ و ۹
مهاربندی اعضای قائم ۵۸ و ۲۸۷
مهاربندی اعضای مایل ۵۸ و ۲۸۶
نشست تحکیمی درازمدت ۶۷
نظریهٔ رانکین ۲۷ و ۲۸
نظریهٔ کولن ۲۷
نقشه های جزئیات ۲۷۷
نقشه های سازه های نگهبان خرپایی ۱۷۹
نمودار کمک طراحی تعیین ابعاد فونداسیون در پلان ۷۴ و ۸۰ و ۱۱۷
نمودار کمک طراحی تعیین نوع سازهٔ نگهبان ۷۲ و ۷۷ و ۸۶
نمودار کمک طراحی تعیین نوع و طول شمع ۷۴ و ۸۳ و ۱۴۸
نمودارهای کمک طراحی ۶۹
نیروی وارد بر خرپا ۳۲
وزارت کار و امور اجتماعی ۳۱۴ و ۳۲۱



اصول و مبانی موزه داری و سازه های نگهبان

مرکز پخش : تهران - بزرگراه رسالت - خیابان شهید کابلی
خیابان شهید آریان محمودی - بن بست شفیعی - پلاک ۳
تلفن : ۸۸۰۷۸۳۴۲ - ۸۸۰۸۲۹۷۲

اصول و مبانی گودبرداری
و سازه نگهبان. اشرفی (بهینه)
کتاب رشد ۳ - ۰۶۱۱ ۲۲۱۷۰۰۰