به نام آنکه جان را فکرت آموخت

اصول و مبانی طراحی
سازه‌های هیدرولیکی

ترجمه

دکتر امیررضا زراتی

(استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست،دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس رضا روشن، مهندس بهروز خادم رابع

(گروه سازه‌های هیدرولیکی موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو)

دکتر حامد سرکرده

(استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه حکیم سبزواری)

فدک ایساتیس

عنوان و نام پدیدآور	:	اصول و مبانی طراحی سازه‌های هیدرولیکی/ ویراستار لاری‌دبلیو میز و همکاران؛ مترجمان امیررضا زراتی ... [و دیگران].
مشخصات نشر	:	تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	:	۴۰۸ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۱۷۰۰۰۰ ریال : ۳-۱۵۸-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: .Hydraulic design handbook,1999
یادداشت	:	مترجمان امیررضا زراتی، رضا روشن، بهروز خادم‌رابع، حامد سرکرده.
موضوع	:	سازه‌های هیدرولیکی-- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	:	میز، لاری دبلیو، ۱۹۴۸ - م.، ویراستار
شناسه افزوده	:	.Mays, Larry W
شناسه افزوده	:	زراتی، امیررضا، ۱۳۴۰ - ، مترجم
رده بندی کنگره	:	TC۱۸۰/الف۶ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	:	۶۲۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۲۹۲۴۶۱

فدک ایساتیس

اصول و مبانی طراحی
سازه‌های هیدرولیکی

مؤسسه تحقیقات آب

ترجمه	:	**امیررضا زراتی- رضا روشن- بهروز خادم رابع- حامد سرکرده**
مدیر تولید	:	**رضا کرمی‌شاهنده**
حروفچینی و صفحه‌آرایی	:	**واحد تولید انتشارات فدک ایساتیس(طاهره حقایق)**
نوبت چاپ	:	**اول - ۱۳۹۲**
تیراژ	:	**۵۰۰**
چاپ و صحافی	:	**گنج‌شایگان**
قیمت	:	**۱۷۰۰۰۰ ریال**
شابک	:	**۹۷۸ -۶۰۰-۱۶۰-۱۵۸ -۳**

دفتر انتشارات : **تهران- خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت- بین‌لبافی‌نژاد و جمهوری- ساختمان ۱۰**
تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

نمایندگی تهران : **خیابان انقلاب- نبش ۱۲فروردین- پلاک۱۳۱۲- انتشارات صانعی**
تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴- ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه یزد: **میدان آزادی (باغ ملی)- ابتدای خیابان فرخی- جنب مجتمع ستاره**
تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵- ۶۲۲۶۷۷۱- ۶۲۲۶۷۷۲

ایمیل و وب‌سایت: **www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir**

کلیهٔ حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایساتیس می‌باشد. هرگونه برداشت،تکثیر،کپی‌برداری به هرشکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایساتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایساتیس

پیشگفتار

با توجه به وجود طبیعت خشک و نیمه‌خشک در ایران و نیاز به توزیع و انتقال آب، طراحی و ساخت سد و سازه‌های هیدرولیکی درکشور بویژه در دو دهه اخیر رشد زیادی داشته است. متناسب با چنین فعالیت‌هائی تربیت و بروز رسانی نیروهای متخصص امری ضروری می‌باشد. خوشبختانه در این راستا اساتید دانشگاهها و متخصصین سدسازی و هیدرولیک در سالهای اخیر اقدام به تالیف و ترجمه آثار گرانبهائی نموده‌اند. همچنین تحقیقات گسترده‌ای نیز در دانشگاهها در زمینه سازه‌های هیدرولیکی به انجام رسیده و تجربیات زیادی نیز در کشور توسط مهندسان در عمل بدست آمده است که امید است بزودی مستندسازی شده و در آینده شاهد انتشار کتاب‌های بیشتری در این زمینه‌ها باشیم. کتاب "اصول و مبانی طراحی سازه‌های هیدرولیکی" نیز با هدف افزایش منابع قابل دسترس به زبان فارسی برای دانشجویان و مهندسین فعال در زمینه طراحی سازه‌های هیدرولیکی آماده شده است. کتاب حاضر ترجمه قسمت‌هائی از **"هندبوک طراحی هیدرولیک"** می‌باشد که توسط شرکت McGraw- Hill در سال ۱۹۹۹ منتشر شده است. متن کامل این کتاب شامل ۲۴ فصل می‌باشد و زمینه‌های مختلف در مبحث مهندسی هیدرولیک را پوشش می‌دهد. کتاب حاضر با هدف‌گیری بحث سازه‌های هیدرولیکی، ۸ فصل از این کتاب را در بر می‌گیرد. فصل اول مقدمه‌ای در مورد تاریخچه پیشرفت طراحی سازه‌های هیدرولیکی در گذشته و مراجع منتشر شده در این زمینه می‌باشد. باید خاطر نشان شود که مترجمین تاریخچه طراحی و ساخت سازه‌های ذخیره و انتقال آب را در ایران قدیم که از جمله مفاخر این سرزمین می‌باشد به این فصل اضافه نموده‌اند. همچنین در انتهای فصل اول روش‌های مرسوم و جدید در طراحی سیستم‌های هیدرولیکی معرفی شده است. فصل دوم و سوم به هیدرولیک جریان‌های تحت فشار و کانالهای باز اختصاص دارد. اگرچه مطالب این دو فصل در کتب درسی نیز یافت می‌شوند ولی برای کامل شدن مباحث مطروحه در بخش‌های طراحی هر چند خلاصه‌تر از متن اصلی در کتاب حاضر گنجانیده شده‌اند. فصول چهارم تا هفتم به طراحی سازه‌های هیدرولیکی اختصاص دارد. این فصول توسط مهندسان با سابقه نوشته شده و در آنها بدون ورود به مبانی تئوری، مباحث طراحی و عملی به صورت گام به گام و با ذکر مثال عددی ارائه شده است. فصل چهارم مربوط به طراحی سرریزهاست و در آن طراحی انواع سرریز به‌صورت خلاصه و همراه با نمودارهای مربوطه آمده است. فصل پنجم در مورد طراحی تونل‌های آب بر نیروگاه است. فصل هفتم به طراحی انواع حوضچه‌های آرامش و مستهلک‌کننده‌های انرژی اختصاص دارد. فصل هفتم موضوع جالبی را تحت عنوان "طراحی در مهندسی هیدرولیک بر اساس ریسک" مورد بحث قرار می‌دهد. این مبحث به نقش عدم قطعیت‌ها در طراحی هیدرولیکی می‌پردازد و نحوه درنظر گرفتن آنها را به‌صورت کمی با ارائه مثال‌های عددی بیان می‌کند. فصل هشتم کتاب نیز به موضوع بسیار کاربردی سازه‌های اندازه‌گیری آب و مسائل و مشکلات مربوط به طراحی و نصب این سازه‌ها می‌پردازد.

باید اذعان داشت که ترجمه متون فنی به‌صورتی که ضمن حفظ مفاهیم و محتوای متن اصلی بتواند متن شیوا و روانی را ارائه نماید از تالیف کتابی مشابه آسان‌تر نیست. برای استفاده ساده‌تر از کتاب و کمک به یکسان‌سازی واژه‌های فارسی ایندکس لغات و واژه نامه‌ای در انتهای کتاب قرار داده شده است.

از مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو برای ایجاد امکانات لازم و حمایت در ترجمه این کتاب صمیمانه تشکر می‌شود. در اینجا لازم است از آقایان دکتر احمد طاهر شمسی عضو هیئت علمی دانشگاه امیرکبیر و دکتر سیدمسعود تقوائی معاون نیروگاه‌های برقآبی شرکت مدیریت منابع آب ایران برای ارائه نظرات در مورد ترجمه بخش‌هائی از فصول ۳ و ۵ و از آقای طهماسبی دانشجوی دکترای دانشکده ریاضی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برای بازبینی فصل ۴ قدردانی می‌شود. همچنین از آقای مهندس ساسان توکل دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر برای طرح روی جلد تشکر می‌شود.

مسلما کار انجام شده بی‌نقص و عیب نمی‌باشد ولی مترجمین این متن امیدوارند این کتاب در کنار کتب با ارزش موجود به زبان فارسی بتواند راهنمائی برای دانشجویان مهندسی عمران و آب و مهندسین طراح هیدرولیک باشد. در انتها از خوانندگان محترم تقاضا می‌شود ما را از نظرات ارزشمند خود بهره‌مند نمایند.

امیررضا زراتی

رضا روشن

بهروز خادم رابع

حامد سرکرده تیر ماه ۹۲

فهرست مطالب

فصل ۱ **مقدمه ۱**

۱.۱ تاریخچه ۲
۲.۱ سازه‌های هیدرولیکی قدیمی ۴
۱.۲.۱ چشم‌انداز زمانی ۴
۲.۲.۱ سیستم‌های انتقال آب ۵
۳.۱ گسترش علم هیدرولیک ۱۷
۴.۱ تاثیرگذاری حکومت‌ها بر علم هیدرولیک ۱۸
۵.۱ فرآیند مرسوم طراحی هیدرولیکی ۱۸
۶.۱ نقش اقتصاد در طراحی هیدرولیکی ۲۰
۱.۶.۱ تحلیل اقتصاد مهندسی ۲۰
۲.۶.۱ تحلیل سود – هزینه ۲۲
۳.۶.۱ طول عمر تخمین زده شده سازه‌های هیدرولیکی ۲۵
۷.۱ نقش بهینه‌سازی در طراحی هیدرولیکی ۲۶
۸.۱ نقش تحلیل ریسک در طراحی هیدرولیکی ۲۸
۱.۸.۱ وجود عدم قطعیت‌ها ۲۸
۲.۸.۱ ارزیابی خطر ۲۹
۳.۸.۱ یک مدل برای طراحی بر اساس ریسک ۲۹

فصل ۲ **هیدرولیک جریان‌های تحت فشار ۴۳**

۱.۲ مقدمه ۴۴
۲.۲ اهمیت سیستم‌های خط لوله ۴۴
۳.۲ مدل‌های رایانه‌ای پایه‌ای برای تحلیل خط لوله ۴۵
۴.۲ روش مدل‌سازی ۴۶
۱.۴.۲ مشخصه‌های فیزیکی آب ۴۷
۲.۴.۲ قوانین بقا ۴۸
۳.۴.۲ بقای جرم ۴۸
۴.۴.۲ قانون دوم نیوتن ۴۹
۵.۲ ظرفیت سیستم (مسائلی در زمان و مکان) ۵۱

۶.۲ جریان دائمی ۵۳
۱.۶.۲ جریان آشفته ۵۴
۲.۶.۲ افت هد به‌وجود آمده به دلیل اصطکاک ۵۵
۳.۶.۲ مقایسه روابط افت هد ۶۰
۴.۶.۲ افت‌های موضعی ۶۲
۵.۶.۲ محاسبات سیستم انتقال: جریان یکنواخت دائمی ۶۳
۶.۶.۲ پمپ‌ها اضافه کردن انرژی به جریان ۶۷
۷.۶.۲ حل یک مثال برای کاربرد پمپ‌ها ۶۸
۷.۲ جریان شبه‌دائمی عملکرد سیستم ۷۱
۸.۲ جریان غیردائمی مقدمه‌ای بر جریان گذرا ۷۳
۱.۸.۲ اهمیت ضربه قوچ ۷۳
۲.۸.۲ علت حالت گذرا ۷۵
۳.۸.۲ طبیعت فیزیکی جریان گذرا ۷۶
۴.۸.۲ معادله حالت – روابط سرعت موج ۷۹
۵.۸.۲ رابطه تغییر فشار ۸۱
۶.۸.۲ شرایط جریان گذرا در شیرها ۸۲
۷.۸.۲ نتیجه‌گیری ۸۵

فصل ۳ **هیدرولیک جریان در مجاری باز ۸۷**

۱.۳ مقدمه ۸۸
۲.۳ اصل انرژی ۹۱
۱.۲.۳ تعریف انرژی مخصوص ۹۱
۲.۲.۳ عمق بحرانی و منحنی انرژی مخصوص ۹۱
۳.۳.۳ تغییر عمق با فاصله درجریانهای متغیر تدریجی ۹۴
۴.۲.۳ مجاری با مقطع مرکب ۹۵
۳.۳ ممنتوم ۹۶
۱.۳.۳ تعریف ممنتوم مخصوص ۹۶
۲.۳.۳ پرش‌های هیدرولیکی در کانال‌های مستطیلی ۹۷
۳.۳.۳ پرش هیدرولیکی در مجاری غیرمستطیلی ۹۸
۴.۳ جریان یکنواخت ۹۹
۱.۴.۳ معادلات مانینگ و شزی ۹۹
۲.۴.۳ برآورد ضریب مقاومت مانینگ ۱۰۰
۳.۴.۳ پارامتر زبری معادل K ۱۰۱
۴.۴.۳ مقاومت در کانال‌های با زبری متغیر ۱۰۳
۵.۴.۳ حل معادله مانینگ ۱۰۴

۶.۴.۳ حالت‌های خاص جریان یکنواخت ۱۰۵
۵.۳ جریان متغیر تدریجی و مکانی ۱۰۶
۱.۵.۳ مقدمه ۱۰۶
۲.۵.۳ جریان متغیر تدریجی با $S_f = ۰$ ۱۰۶
۳.۵.۳ جریان متغیر تدریجی با $S_f \neq ۰$ ۱۰۸
۶.۳ جریان غیردائمی متغیر تدریجی و مکانی ۱۱۳
۱.۶.۳ جریان غیردائمی متغیر تدریجی ۱۱۳
۲.۶.۳ جریان غیردائمی متغیر سریع ۱۱۵
۷.۳ نتیجه‌گیری ۱۱۹

فصل ۴ **طراحی هیدرولیکی سرریزها ۱۳۱**

۱.۴ مقدمه ۱۳۲
۲.۴ سرریز لبه آبریز ۱۳۲
۳.۴ سرریزهای تاج ۱۴۲
۴.۴ سرریز جانبی ۱۴۸
۵.۴ سرریز روزنه‌ای ۱۵۱
۶.۴ سرریز نیلوفری ۱۵۲
۷.۴ سرریز کنگره‌ای ۱۶۰
۸.۴ سرریز سیفونی ۱۶۳
۱.۸.۴ سرریز سیفونی استاندارد ۱۶۳
۲.۸.۴ سرریز سیفونی دارای کنترل هوا ۱۶۶
۹.۴ سرریز تونلی ۱۶۷
۱.۹.۴ سازه ورودی ۱۶۸
۲.۹.۴ مقطع تونل شیب‌دار ۱۶۸
۳.۹.۴ مقطع تونل کم‌شیب ۱۶۸
۴.۹.۴ جام پرتابی ۱۶۹
۱۰.۴ سرریز تندآب ۱۶۹
۱.۱۰.۴ تندآب ۱۶۹
۲.۱۰.۴ تندآب‌های پلکانی ۱۶۳
۱۱.۴ طراحی هواده سرریز ۱۷۱
۱۲.۴ یک مثال طراحی ۱۷۹
۱.۱۲.۴ هد طراحی ۱۸۰
۲.۱۲.۴ ضریب تخلیه ۱۸۰

۳.۱۲.۴ طول تاج ۱۸۰
۴.۱۲.۴ کنترل حداقل فشار بر روی تاج ۱۸۱
۵.۱۲.۴ نمودار دبی اشل ۱۸۱
۶.۱۲.۴ هندسه تاج ۱۸۱

فصل ۵ **طراحی هیدرولیکی تونل‌های آب بر نیروگاه‌ها ۱۸۵**

۱.۵ مقدمه ۱۸۶
۲.۵ امواج استوکس ۱۸۶
۳.۵ آبگیرها ۱۸۹
۴.۵ تونل‌ها ۱۹۹
۵.۵ مخازن موج‌گیر ۱۹۹
۶.۵ پن‌استاک ۲۰۴
۱.۶.۵ انشعابات پن‌استاک ۲۰۸
۷.۵ خروجی‌های لوله مکش توربین ۲۱۲
۸.۵ تونل‌های انتهایی ۲۱۳
۱.۸.۵ مخازن موج‌گیر تونل انتهایی ۲۱۴
۲.۸.۵ سازه‌های خروجی تونل انتهایی ۲۱۵
۹.۵ کانال‌های خروجی ۲۱۵

فصل ۶ **طراحی هیدرولیکی حوضچه‌های آرامش و مستهلک کننده‌های انرژی ۲۱۹**

۱.۶ مقدمه ۲۲۰
۲.۶ حوضچه‌های آرامش ۲۲۱
۱.۲.۶ حوضچه آرامش ساده (حوضچه تیپ I) ۲۲۴
۲.۲.۶ حوضچه‌های آرامش برای سرریزهای سدهای خاکی و سدهای مرتفع و کانالهای بزرگ (حوضچه II) ۲۲۴
۳.۲.۶ حوضچه‌های آرامش کوچک برای کانال‌ها، تخلیه کننده‌ها و سرریزهای کوچک (حوضچه III و حوضچه SAF) ۲۲۹
۴.۲.۶ حوضچه‌های آرامش با عدد فرود کم (حوضچه IV و حوضچه IV اصلاح شده) ۲۳۴
۵.۲.۶ حوضچه آرامش با کف شیب‌دار ۲۳۸
۶.۲.۶ انواع دیگر حوضچه‌های آرامش ۲۴۳
۷.۲.۶ فشارهای نوسانی بر روی کف حوضچه‌های آرامش ۲۴۴
۳.۶ شیب شکن‌های مستهلک کننده انرژی ۲۴۵
۴.۶ موج‌گیرها ۲۴۶
۱.۴.۶ موج‌گیرهای نوع شناور ۲۴۶

۲.۴.۶ موج‌گیرهای نوع زیرگذر ۲۴۸
۵.۶ حوضچه آرامش نوع ضربه‌ای برای خروجی کانال‌های باز یا لوله‌ها ۲۵۱
۶.۶ تندآب‌های دارای بلوک‌های جداکننده برای کانال یا شیب‌شکن (حوضچه IX) ۲۵۴
۷.۶ سنگ‌چین برای محافظت پایین‌دست حوضچه آرامش ۲۶۰
۸.۶ جام‌های منحرف‌کننده مستغرق ۲۶۰
۹.۶ جام‌های پرتابی ۲۶۷
۱.۹.۶ فوق اشباع گاز ۲۷۱
۲.۹.۶ سایش در حوضچه‌های آرامش ۲۷۲
۱۰.۶ مثال‌های طراحی حوضچه آرامش ۲۷۳
۱.۱۰.۶ مثال طراحی ۱ ۲۷۳
۲.۱۰.۶ مثال طراحی ۲ ۲۷۴

فصل ۷ **طراحی در مهندسی هیدرولیک براساس ریسک /قابلیت اطمینان ۲۷۹**

۱.۷ مقدمه ۲۸۰
۱.۱.۷ عدم قطعیت در طراحی مهندسی هیدرولیک ۲۸۰
۲.۱.۷ قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی هیدرولیک ۲۸۱
۲.۷ روش‌های تحلیل عدم قطعیت ۲۸۴
۱.۲.۷ روش تحلیلی: تبدیل‌های فوریه و نمایی ۲۸۴
۲.۲.۷ روش تحلیلی تبدیل ملین ۲۸۶
۳.۲.۷ روش تقریبی روش تخمین واریانس مرتبه اول ۲۸۹
۴.۲.۷ روش تقریبی روش تخمین نقطه احتمال روزنبلوث ۲۹۳
۵.۲.۷ روش تقریبی روش تخمین نقطه احتمال هار ۲۹۸
۳.۷ روش‌های تحلیل قابلیت اطمینان ۳۰۲
۱.۳.۷ توابع عملکرد و شاخص قابلیت اطمینان ۳۰۲
۲.۳.۷ روش انتگرال‌گیری مستقیم ۳۰۵
۳.۳.۷ روش مقدار میانگین مرتبه اول گشتاور دوم MFOSM ۳۰۸
۴.۳.۷ روش مرتبه اول گشتاور دوم پیشرفتهAFOSM ۳۰۹
۵.۳.۷ روش‌های شبیه سازی مونت کارلو ۳۲۷
۴.۷ طراحی سازه‌های هیدرولیکی بر اساس ریسک ۳۲۹
۱.۴.۷ مفهوم پایه‌ای ۳۲۹
۲.۴.۷ تاریخچه روش‌های طراحی هیدرولیکی ۳۳۱
۳.۴.۷ هزینه‌های ملموس در طراحی سازه‌های هیدرولیکی بر اساس ریسک ۳۳۲
۴.۴.۷ برآوردهای هزینه سالیانه خسارت ممکنه سیل ۳۳۴
۵.۴.۷ تحلیل ریسک برای طرح سازه‌های کاهش‌دهنده خسارت سیل از روش مهندسین ارتش آمریکا ۳۳۷

فصل ۸ طراحی هیدرولیکی سازه‌های اندازه‌گیری جریان ۳۴۵

۱.۸ مقدمه ۳۴۶
۲.۸ مفاهیم پایه‌ای در اندازه‌گیری آب ۳۴۷
۱.۲.۸ طبقه‌بندی آب سنج‌ها ۳۴۷
۲.۲.۸ نیازمندی‌های تاسیسات اندازه‌گیری ۳۴۸
۳.۲.۸ مثال‌هایی از یکنواخت‌سازی جریان در موقعیت‌های میدانی ۳۵۱
۳.۸ استهلاک موج ۳۵۳
۴.۸ دقت اندازه‌گیری ۳۵۵
۱.۴.۸ تعریف عبارت‌های مرتبط با دقت ۳۵۶
۲.۴.۸ عبارت‌های مرتبط با توانایی اندازه‌گیری ۳۵۷
۳.۴.۸ استانداردهای مقایسه‌ای ۳۵۸
۵.۸ انتخاب المان‌های اولیه دستگاه‌های اندازه‌گیری آب ۳۵۹
۱.۵.۸ نیازمندی‌های عمومی ۳۵۹
۲.۵.۸ انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری ۳۶۰
۳.۵.۸ راهنمای انتخاب ۳۶۸
۶.۸ انتخاب دستگاه‌های ثانویه برای کنترل و قرائت دبی ۳۷۳
۱.۶.۸ استفاده‌های مورد نظر ۳۷۳
۲.۶.۸ تضمین کیفیت ۳۷۳
۷.۸ کاربردهای فلوم‌های با گلوگاه بلند ۳۷۴
۱.۷.۸ سازه‌های مخصوص کانال‌های ذوزنقه‌ای پوشش‌دار ۳۷۶
۲.۷.۸ سازه‌های مستطیلی برای کانال‌های بدون پوشش ۳۸۴
۳.۷.۸ سازه‌هایی برای کانال‌های دایره‌ای ۳۸۷
۸.۸ تکنیک‌های اندازه‌گیری ساده و مناسب میدانی ۳۹۱
۱.۸.۸ اندازه‌گیری زبری کانال و پروفیل سطح آب ۳۹۱
۲.۸.۸ فلوم‌های قابل حمل اندازه‌گیری جریان ۳۹۲
۳.۸.۸ شناور سطحی ۳۹۳
۴.۸.۸ کنترل پروفیل سرعت ۳۹۳
۵.۸.۸ لوله وانتوری کم فشار ۳۹۴

فصل اول

مقدمه