

طراحی سیستم‌های برق خورشیدی

Design of Photovoltaic Solar Systems

مؤلفان:

دکتر محمد محمدی

(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد)

مهندس رضا پارسایی محمدی

(فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد)



۱۳۹۷

سرشناسه	محمدی، محمد، ۱۳۵۹-
عنوان و نام پدیدآور	Mohammadi, Mohammad طراحی سیستم‌های برق خورشیدی = Design of photovoltaic solar systems/ مؤلفان محمد محمدی، رضا پارسایی محمدی.
مشخصات نشر	بروجرد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۳۵۰ ص فصور.
شابک	978-964-10-5538-9: ریال ۳۲۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	برق -- سیستم‌های فتوولتایی -- طرح و ساختمان
یادداشت	Photovoltaic power systems -- Design and construction
عنوان دیگر	تولید برق از انرژی خورشیدی
موضوع	Photovoltaic power generation
موضوع	پارسایی محمدی، رضا، ۱۳۶۰-
رده‌بندی کنگه	دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد TK۱۰۸۷/م۲۷۵۵۴ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۳۱۲.
شماره کتابشناسی	۵۵۰۰۰۲



دانشگاه آزاد اسلامی - واحد بروجرد

طراحی سیستم‌های برق خورشیدی Design of Photovoltaic Solar Systems مؤلفان:

دکتر محمد محمدی

(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد)

و مهندس رضا پارسایی محمدی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

مدیر مسؤول: دکتر علی آریاپور

ناظر چاپ: حسام یاریار

چاپ و صحافی: نویسنده

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۷

شمارگان: ۲۰۰۰

بها: ۳۲۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۵۳۸-۹

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

بروجرد - میدان نواب - خیابان یادگار امام - مجتمع دانشگاهی امام خمینی (ره)

تلفکس: ۰۶۶-۴۲۵۱۸۰۱۳

فهرست مطالب

۱.....	پیش گفتار
۵.....	فصل اول - بخش‌های متداول تولید برق از انرژی خورشیدی
۶.....	مقدمه
۶.....	۱-۱ منبع انرژی خورشیدی
۷.....	۲-۱ نیروگاه‌های خورشیدی
۹.....	۱-۲-۱ نیروگاه متمرکز کننده سهمی خطی
۱۰.....	۲-۲-۱ نیروگاه‌های دریافت کننده مرکزی (هلیواستاتی)
۱۳.....	۳-۲-۱ نیروگاه‌های شلجمی بشقاب
۱۴.....	۴-۲-۱ برج‌های نیرو (دودکش‌های خورشیدی)
۱۷.....	۵-۲-۱ نیروگاه استخر خورشیدی
۲۱.....	۳-۱ کاربردهای غیر نیروگاهی
۲۵.....	۴-۱ نیروگاه‌های فتوولتائیک
۲۵.....	فصل دوم - بررسی ساختار سیستم‌های فتوولتائیک
۳۲.....	مقدمه
۳۲.....	۱-۲ سیستم‌های فتوولتائیک
۳۲.....	۲-۲ طبقه بندی نوع سیستم‌های فتوولتائیک از لحاظ کاربردی
۳۲.....	۱-۲-۲ سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه
۳۵.....	۲-۲-۲ سیستم‌های مستقل از شبکه برق سراسری
۳۶.....	۳-۲ اجزای سیستم‌های فتوولتائیک
۳۷.....	۱-۳-۲ آرایه فتوولتائیک
۳۸.....	۱-۳-۲-۱ نسل اول فناوریهای فتوولتائیک: سلولهای کریستالی
۳۹.....	۱-۳-۲-۱-۱ سیلیکون تک کریستالی - مونو کریستال
۳۹.....	۱-۳-۲-۱-۲ سیلیکون چند کریستالی
۳۹.....	۱-۳-۲-۳ آرسنیک گالیم
۴۰.....	۲-۳-۲ نسل دوم فناوریهای فتوولتائیک: سلولهای خورشیدی تین فیلم (فیلم نازک)

۴۱	۱-۲-۱-۳-۲ تلورید کادمیوم
۴۲	۲-۲-۱-۳-۲ مس ایندیوم گالیوم سئاید
۴۳	۳-۲-۱-۳-۲ سیلیکون آمورف
۴۳	۴-۲-۱-۳-۲ سلول‌های تاندوم چند کریستالی
۴۴	۵-۲-۱-۳-۲ سیلیکون پلی کریستالین بر روی شیشه
۴۴	۶-۲-۱-۳-۲ سلولهای فیلم نازک گالیوم ارسناید
۴۵	۳-۱-۳-۲ نسل سوم فناوریهای فتولتائیک
۴۶	۲-۳-۲ سیستم‌ای دنبال کننده تابش خورشید
۴۸	۳-۳-۲ اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت AC/DC
۴۹	۱-۳-۳-۲ مبدل‌های الکترونیک قدرت مجزا از شبکه
۵۰	۲-۳-۳-۲ مبدل‌های متصل به شبکه
۵۱	۴-۳-۲ ذخیره ساز
۵۱	۵-۳-۲ دنبال کننده حداکثر توان (MPPT)
۵۳	۶-۳-۲ سایر تجهیزات
۵۵	فصل سوم- انواع ساختارها و توپولوژی‌های اتصالات مولدهای خورشیدی
۵۶	مقدمه
۵۶	۱-۳ ضرورت مطالعه
۵۷	۲-۳ آرایش اینورتر مرکزی
۵۸	۳-۳ آرایش اینورتر رشته‌ای
۵۹	۴-۳ آرایش چند رشته‌ای
۵۹	۵-۳ طرح میکرو اینورتر
۶۵	فصل چهارم- الگوریتمهای دریافت حداکثر توان (MPPT) در مولدهای خورشیدی
۶۶	مقدمه
۶۶	۱-۴ ضرورت بکارگیری سیستمهای MPPT
۷۰	۲-۴ روش مشاهده و آشوب
۷۰	۱-۲-۴ روش مشاهده و آشوب گام ثابت سنتی
۷۲	۲-۲-۴ روش مشاهده و آشوب گام ثابت اصلاح یافته
۷۲	۳-۲-۴ روش مشاهده و آشوب گام متغیر (روش P&O ویرایش یافته)
۷۸	۳-۴ روش هدایت افزایشی
۷۸	۱-۳-۴ روش هدایت افزایشی گام ثابت
۸۴	۲-۳-۴ روش هدایت افزایشی گام متغیر

۸۸	۳-۳-۴ روش هدایت افزایشی گام متغیر اصلاح شده (MVSINC)
۹۴	۴-۴ روشهای مقاومتی
۹۴	۱-۴-۴ روش مقاومت ثابت
۹۷	۲-۴-۴ روش مقاومت افزایشی
۱۰۲	۵-۴ روش ولتاژ ثابت
۱۰۳	۶-۴ روش جریان اتصال کوتاه
۱۰۵	۷-۴ روش ولتاژ مدار باز
۱۰۸	۸-۴ روش خطای توان مجاز
۱۰۹	۹-۴ روش - و مرحله ای
۱۱۴	۱۰-۴ روش خازن پرریت
۱۱۶	۱۱-۴ روش دماس
۱۱۷	۱۲-۴ روشهای هوشمند
۱۱۷	۱-۱۲-۴ روش فازی
۱۲۳	۲-۱۲-۴ روش شبکه های عصبی
۱۳۵	فصل پنجم- انواع کانورتورهای AC/AC در ولدهای خورشیدی
۱۲۶	مقدمه
۱۲۶	۱-۵ کانورتر کوک
۱۲۹	۲-۵ کانورتر بوست
۱۳۱	۳-۵ کانورتر باک و باک-بوست
۱۳۵	فصل ششم- ساختار اینورترهای متداول در مولدهای فتوولتئیک
۱۳۶	مقدمه
۱۳۶	۱-۶ نقش اینورتر در سیستمهای فتوولتائیک
۱۳۸	۲-۶ طبقه بندی اینورترها
۱۳۸	۱-۲-۶ طبقه بندی اینورترها بر اساس تعداد طبقات بکار رفته در مبدل
۱۳۹	۲-۲-۶ طبقه بندی اینورترها بر اساس خازن جداکننده توان
۱۴۰	۳-۲-۶ طبقه بندی اینورترها بر اساس استفاده از ترانسفورماتور
۱۴۵	۳-۶ بررسی ساختارها و پیکربندیهای اینورترهای متصل به شبکه بدون ترانسفورمر
۱۴۵	۱-۳-۶ خانواده پل H
۱۴۵	۱-۱-۳-۶ ساختار ابتدایی نیم پل و تمام پل H
۱۴۶	۲-۱-۳-۶ اینورتر H5
۱۴۷	۳-۱-۳-۶ اینورتر HERIC

۱۴۸	۴-۱-۳-۶ REFU اینورتر
۱۴۹	۵-۱-۳-۶ FB-DCBP اینورتر
۱۵۰	۶-۱-۳-۶ FB-ZVR اینورتر
۱۵۱	۲-۳-۶ خانواده (NPC)
۱۵۱	۱-۲-۳-۶ اینورتر نیم پل NPC
۱۵۲	۲-۲-۳-۶ اینورترهای Conergy NPC
۱۵۲	۴-۶ مقایسه ساختارهای مختلف
۱۵۵	فصل هفتم - ۷.۱ بان نشی در اینورترهای فتوولتائیک
۱۵۶	مقدمه
۱۵۶	۱-۷ مدل سازی جریان نشی
۱۶۳	۲-۷ جریان نشی در یکرند های مختلف اینورترهای بدون ترانس
۱۷۰	۳-۷ تاثیر راهکارهای حذف کیپاسیته در جریان نشی
۱۷۹	فصل هشتم - طراحی فیلترهای خروجی مبدل های خورشیدی
۱۸۰	مقدمه
۱۸۰	۱-۸ فیلتر LCL در مازولهای خورشیدی متصل شبکه
۱۸۰	۱-۱-۸ مدار معادل، پارامترها و مشخصه فرکانسی LCL
۱۸۳	۲-۱-۸ طراحی پارامترهای فیلتر LCL
۱۹۸	۲-۸ فیلتر LC در مازولهای خورشیدی متصل به شبکه
۱۹۸	۱-۲-۸ مدار معادل، پارامترها و مشخصه فرکانسی فیلتر LC
۲۰۲	۲-۲-۸ طراحی پارامترهای فیلتر LC
۲۱۱	فصل نهم - استانداردها و الزامات سیستم های خورشیدی
۲۱۲	مقدمه
۲۱۲	۱-۹ مجموعه استانداردهای جهانی سیستم برق خورشیدی و پانل خورشیدی
۲۱۲	۱-۱-۹ استانداردهای بین المللی مازول و آرایه های فتوولتائیک
۲۱۴	۲-۱-۹ استانداردهای بین المللی سلولهای فتوولتائیک
۲۱۴	۳-۱-۹ استانداردهای بین المللی وسایل فتوولتائیک
۲۱۵	۴-۱-۹ استانداردهای بین المللی کلیات سیستم فتوولتائیک
۲۱۶	۵-۱-۹ استانداردهای بین المللی سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه
۲۱۷	۶-۱-۹ استانداردهای بین المللی سیستم فتوولتائیک در برق رسانی به مناطق روستایی
۲۱۸	۷-۱-۹ استانداردهای بین المللی سیستم روشنایی فتوولتائیک
۲۱۸	۸-۱-۹ استانداردهای بین المللی مبدل سیستم فتوولتائیک

۹-۱-۹	استاندارد های بین المللی شارژ کنترل کننده سیستم فتوولتائیک	۲۱۸
۹-۱-۱۰	استاندارد های بین المللی باتری سیستم فتوولتائیک	۲۱۹
۹-۱-۱۱	استانداردهای بین المللی پایش سیستم فتوولتائیک	۲۱۹
۹-۱-۱۲	استانداردهای بین المللی مربوط به نصب سیستم فتوولتائیک	۲۱۹
۹-۲	مجموعه استانداردهای ملی سیستم برق خورشیدی و پانل خورشیدی	۲۲۰
۹-۲-۱	استانداردهای ملی ایران مربوط به ماژولهای فتوولتائیک	۲۲۱
۹-۲-۲	استانداردهای ملی ایران مربوط به سلولهای فتوولتائیک	۲۲۱
۹-۲-۳	استانداردهای ملی ایران مربوط به قطعات سیستم فتوولتائیک	۲۲۱
۹-۲-۴	استانداردهای ملی ایران مربوط به کلیات سیستم فتوولتائیک	۲۲۲
	فصل دهم - روشهای تشخیص جزیره‌ای	۲۲۳
	مقدمه	۲۲۴
۱-۱۰	پدیده جزیره‌ای شارژ	۲۲۴
۱-۱-۱۰	مفهوم پدیده جزیره‌ای شارژ	۲۲۴
۱-۱-۲	روشهای تشخیص پدیده جزیره‌ای	۲۲۵
۱-۱-۳	اثرات نامطلوب پدیده جزیره‌ای شارژ	۲۲۸
۱-۱-۴	مروری بر انواع روشهای تشخیص	۲۲۹
۱-۱-۴-۱	روشهای مبتنی بر راه دور	۲۲۹
۱-۱-۴-۲	روشهای محلی - پسیو	۲۲۹
۱-۱-۴-۳	روشهای محلی اکتیو	۲۲۹
۱-۱-۴-۴	روشهای تشخیص مرکب	۲۳۰
۱-۱-۴-۵	روشهای مبتنی بر روشهای هوشمند	۲۳۰
۱-۱-۵	بررسی اجمالی چندین روش پسیو و اکتیو	۲۳۰
۱-۱-۵-۱	بررسی اجمالی چند روش پسیو آدرس داده شده در مقالات	۲۳۰
۱-۱-۵-۲	بررسی اجمالی چند روش اکتیو آدرس داده شده در مقالات	۲۳۲
۱-۲	روش پسیو بکارگیری رله های اضافه و کاهش ولتاژ اضافه و کاهش فرکانس	۲۳۳
۱-۳	روش پسیو پرش زاویه ولتاژ یا روش (PJD)	۲۳۹
۱-۴	روش پسیو تشخیص ولتاژهای هارمونیک (DH)	۲۴۱
۱-۵	روش پسیو ولتاژ نامتعادل و جریان هارمونیک	۲۴۴
۱-۶	روش اکتیو تغییر و انحراف در دامنه ولتاژ موثر نقطه	۲۴۹
۱-۷	روش اکتیو انحراف فرکانس (AFD)	۲۵۵
۱-۸	روش اکتیو SMFS یا SMS	۲۶۵
۱-۹	روش اکتیو SFS	۲۷۴

۲۸۰	۱۰-۱۰ نواحی NDZ
۲۸۰	۱۰-۱۰-۱ بررسی نواحی NDZ در روشهای مختلف تشخیص جزیره ای
۲۸۹	۱۰-۱۰-۲ محاسبه ناحیه NDZ برای روشهای AFD و SFS و مقایسه با روشهای پسیو
۲۹۳	فصل یازدهم- طراحی سیستم فتوولتائیک
۲۹۴	مقدمه
۲۹۴	۱-۱۱ عوامل اثر گذار در طراحی
۲۹۵	۲-۱۱ اصول طراحی سیستمهای فتوولتائیک
۲۹۶	۳-۱۱ روند کلی طراحی سیستمهای فتوولتائیک
۳۰۰	۴-۱۱ طراحی سیستم فتوولتائیک برای یک منزل مسکونی
۳۰۰	۱-۴-۱۱ مراحل انتخاب ظرفیت و آرایش آرایه در طراحی بر اساس میزان انرژی سالانه مورد نیاز
۳۰۷	۲-۴-۱۱ مراحل انتخاب ظرفیت و آرایش آرایه فتوولتائیک در حالت طراحی بر اساس میزان فضای موجود
۳۱۰	۳-۴-۱۱ مراحل انتخاب ظرفیت و آرایش آرایه فتوولتائیک در حالت طراحی بر اساس میزان بودجه
۳۱۰	۴-۴-۱۱ مراحل انتخاب ظرفیت و آرایش آرایه فتوولتائیک در حالت حضور ذخیره ساز
۳۱۷	فصل دوازدهم- روشهای تخمین بار متوازی، مدل سیستم فتوولتائیک
۳۱۸	مقدمه
۳۱۸	۱-۱۲ مدلهای سلول خورشیدی
۳۲۰	۲-۱۲ روشهای تخمین پارامترهای مدلهای سلول خورشیدی
۳۲۳	مراجع

پیش گفتار

امروزه با توجه به افزایش تقاضای بار و توجه به مشکلات توسعه نیروگاه های فسیلی اعم از مسائل اقتصادی و موضوعات آلودگی و نیز تلفات انتقال توان از نیروگاه ها تا مراکز بار مسأله بکارگیری منابع انرژی نو بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در بین منابع انرژی نو، انرژی خورشیدی به لحاظ دسترس پذیری آسان و اینکه اکثر مناطق دنیا آفتاب خیز هستند از توجه بیشتری برخوردار می باشد. لذا شناخت ساختار سیستم های خورشیدی، اجزا و نحوه بکارگیری و مشکلات بهره برداری از آنها به عنوان یک مسأله اساسی مطرح می باشد. فقدان منابع فارسی کافی در طراحی سیستم های برق خورشیدی و از سوی دیگر با توجه به ارائه شدن این بحث به عنوان یک درس ۳ واحدی در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت، لزوم تهیه و تألیف یک کتاب زبان ساده و در عین جامع را بسیار ضروری می نماید. لذا در این راستا بر اساس جستجوی آخرین مقالات، انتشارات، زمینه سیستم های برق خورشیدی در مجلات بین المللی و با مطالعه استانداردهای رایج در نصب و بکارگیری سیستم های خورشیدی کتابی تحت عنوان طراحی سیستم های برق خورشیدی با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی و تبریز به چاپ رسیده است که سرفصل های آن مطابق زیر پیوست می گردد.

این مجموعه مشتمل بر ۱۲ فصل شامل موارد زیر تدوین شده است:

فصل اول- روش های متداول تولید برق از انرژی خورشیدی

فصل دوم- بررسی ساختار سیستم های فتوولتائیک

فصل سوم- انواع ساختارها و توپولوژی های اتصال مولدهای خورشیدی

فصل چهارم- الگوریتم های دریافت حداکثر توان (MPPT) در مولدهای خورشیدی

فصل پنجم- ساختار اینورترهای متداول در مولدهای فتوولتائیک

فصل ششم- انواع کانورترهای DC/DC در مولدهای خورشیدی

فصل هفتم- جریان نشی در اینورترهای فتوولتائیک

فصل هشتم- طراحی فیلترهای خروجی مبدل های خورشیدی

فصل نهم- استانداردها و الزامات سیستم های خورشیدی

فصل دهم- روش های تشخیص جزیره ای

فصل یازدهم- طراحی سیستم فتوولتائیک

فصل دوازدهم- روش های تخمین پارامترهای مدل سیستم فتوولتائیک

در فصل اول در مورد انواع روش‌های ممکن استحصال برق از انرژی خورشیدی اعم از نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی که بر پایه تبدیل انرژی خورشیدی به حرارت و استفاده از حرارت آن برای ایجاد بخار و گرداندن توربین کار می‌نمایند و نیز در مورد سیستم‌های فتوولتائیک که مشتمل بر صفحات خورشیدی بوده و تابش آفتاب را مستقیم به الکتریسیته تبدیل می‌کنند بحث خواهد شد و اشاره خواهد شد که عمده مطالب کتاب از فصل‌های دو به بعد در مورد نوع دوم یعنی همان سیستم‌های فتوولتائیک خواهد بود. در فصل دوم اجزای سیستم‌های فتوولتائیک به صورت جزئی بررسی می‌شود و نحوه بهره‌برداری از آنها بصورت متصلا به شبکه سراسری و نیز بصورت مستقل از شبکه بررسی اجمالی می‌شود. در فصل سوم در مورد نحوه چارچوب و آرایش یک مزرعه خورشیدی متشکل از تعداد زیادی ماژول‌های خورشیدی صحبت خواهد شد و چهار آرایش اصلی اتصال مولدهای فتوولتائیک به یکدیگر مرور می‌شوند. در فصل چهارم در ارتباط با یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم‌های فتوولتائیک که عبارت از سیستم الکترونیکی ردیاب کننده حداکثر توان می‌باشد مفصل بحث خواهد شد و بیش از ده روش و الگوریتم موجود در ارتباط با روش‌های ردیابی نقطه حداکثر توان بررسی خواهد شد. در فصل پنجم به یکی دیگر از اجزای سیستم‌های فتوولتائیک یعنی اینورترهای الکترونیک قدرت که بر پایه تبدیل و آاز و توان DC تولیدی پانل‌های خورشیدی به حالت AC بکار گرفته می‌شوند اشاره خواهد شد و انواع اختار اینورترهای بدون ترانسفورماتور قابل استفاده در سیستم‌های فتوولتائیک معرفی و بررسی می‌شوند. در فصل شش اشاره مختصری به انواع کانورترهای DC/DC که وجود آنها برای تغییر سطح ولتاژ DC تولیدی پانل‌های خورشیدی جهت تطبیق با ولتاژ شبکه لازم و ضروری است اشاره خواهد شد و ساختار چند کانورتر معرفی و بررسی می‌شود. در فصل هفتم موضوع جریان نشی اینورترهای بکار رفته در سیستم‌های فتوولتائیک اشاره خواهد شد و نحوه مدلسازی آن و روش‌های موجود در جهت حذف و حداقل رسانی آنها بررسی می‌شود. در فصل هشتم در ارتباط با طراحی فیلترهای پسیو برای حذف هارمونیک‌های ناشی از کلیدزنی در اینورترهای بکار رفته در سیستم‌های فتوولتائیک صحبت خواهد شد و نحوه طراحی چند نوع فیلتر پسیو متداول در سیستم‌های فتوولتائیک بررسی می‌شود. در فصل نهم در ارتباط با استانداردها و الزامات سیستم‌های خورشیدی بحث خواهد شد. در فصل دهم روش‌های تشخیص جزیره‌ای شدن سیستم‌های خورشیدی به عنوان یک تولید پراکنده متصل به شبکه بررسی می‌شود و انواع روش‌های پسیو و اکتیو موجود در این زمینه بررسی می‌شود که بالغ بر بیش از هفت روش مهم و پرکاربرد در این باره بررسی دقیق خواهند شد. همچنین در این فصل در ارتباط با نواحی غیر قابل تشخیص روش‌های تشخیص حالت جزیره‌ای بحث خواهد شد و چند روش پسیو و اکتیو معرفی

معرفی شده در این فصل با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در فصل یازدهم طراحی سیستم فتولتائیک از نظر محاسبه توان ماژولها، توان اینورتر و سایر اجزا برای تامین توان معینی بررسی و یک مثال جامع در این فصل حل می‌شود. در فصل دوازدهم روش های تخمین پارامترهای مدل سیستم فتولتائیک جهت پیش بینی و مدلسازی پارامترهای مدل تک دیودی و دو دیودی پانل های خورشیدی ارائه می شود تا بر اساس نتایج مدار معادل الکتریکی آن از آن در آنالیز رفتار پانل های خورشیدی استفاده گردد.

در اینجا برخیزد لازم می‌دانیم از حسن توجه ریاست محترم واحد بروجرد جناب آقای دکتر داریوش جاوید و معارف محترم هوش و فناوری دانشگاه جناب آقای دکتر محمدرضا معظمی گودرزی و نیز از مدیر محترم انتشارات علم جناب آقای حسام یاریار که در زمینه فراهم ساختن چاپ و نشر کتاب مساعدت داشته‌اند صمیمانه تشکر و ابرودانی نمائیم.

با تشکر

دکتر محمد محمدی و مهندس رضا پارسایی محمدی

سال ۱۳۹۷