بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

تخلیه جزئی در تجهیزات فشار قوی سیستم های قدرت

مولف :

دکتر امیر قائدی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۴)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

chaponashr.ir

سرشناسه : قائدی، امیر، ۱۳۶۳-
عنوان و نام پدیدآور : تخلیه جزیی در تجهیزات فشار قوی سیستم‌های قدرت/ مولف امیر قائدی.
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران) ، ۱۴۰۴.
مشخصات ظاهری : ۳۲۸ ص.: مصور(بخشی رنگی)،جدول،نمودار(رنگی).
شابک : ۷-۲۴۵-۴۵۵-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه:ص.۳۲۷-۳۲۸.
موضوع : تخلیه برقی
Electric discharges
فشارقوی (برق)
High voltages
رده بندی کنگره : TJ۹۴۰
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۵۵
شماره کتابشناسی ملی : ۱۰۰۵۱۵۹۳
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : تخلیه جزئی در تجهیزات فشار قوی سیستم های قدرت
مولف : دکتر امیر قائدی
ناشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۴
چاپ : زبرجد
قیمت : ۳۵۴۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان :
https://chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۷-۲۴۵-۴۵۵-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www. chaponashr. ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

سخـن مؤلف

کتاب حاصل ۱۸ سال کار تحقیقاتی و تدریس مولف در دروس مرتبط با مطالعه پدیده تخلیه جزئی در تجهیزات فشارقوی سیستم‌های قدرت در دانشگاههای مختلف می‌باشد. به علاوه مولف در این سالها هم پایان نامه کارشناسی ارشد خود و هم پایان نامه تعداد زیادی از دانشجویان را به موضوع بررسی تخلیه جزئی در تجهیزات مختلف فشارقوی اختصاص داده است؛ که نتیجه آن چاپ و ارائه مقالات مختلف در مجلات معتبر ISI، مجلات علمی- پژوهشی و کنفرانسهای بین‌المللی و ملی بوده است. مطالب این کتاب حاصل جمع آوری مطالب آورده شده در این مقالات می‌باشد. مسلما به مانند هر کار علمی دیگر ممکن است در این کتاب نیز، مطالب مختلف به لحاظ نگارشی و علمی دارای نقصهایی باشند.

لذا بسیار خوشحال خواهم شد که پژوهشگران عزیز نقصهای این کتاب را از طریق ایمیل amir_ghaedi_63@yahoo. com اعلام فرموده و جهت ارتقای سطح علمی این کتاب پیشنهادات ارزنده خود را ارسال فرمایند. امید که کتاب حاضر بتواند در زمینه شناخت، آشکارسازی و مکانیابی تخلیه جزئی در تجهیزات مختلف فشارقوی سیستمهای قدرت راهگشا باشد. تمامی فایلهای شبیه سازی مربوط به این کتاب که از طریق نرم افزار EMTP-RV، ATPDraw و کدنویسی متلب (MATLAM mfile) صورت گرفته است موجود بوده و در صورت نیاز از طریق ایمیل در اختیار علاقه مندان به این مباحث قرار می‌گیرد.

تقدیم به

اگر مردم را رسم چنان است که با تقدیم تلاش هایشان به بزرگان به آنها تقرب جویند، شایسته است تحسین ثمره تحصیلم، پس از آن همه سال پیشکش متواضعانه ای باشد به تحسین معلمان زندگی ام

تقدیم به پدر، مادر، همسر و فرزندانم

و در پایان از جناب آقای علی محمد جهانبخشی و سرکار خانم مریم رویین تن و جناب آقای مهندس میلاد برزین

که ویراستاری این کتاب را انجام داده اند تشکر و قدردانی می نمایم .

فهـرست مطـالب

عنوان **صفحه**

فصـل اول:پدیده تخلیه جزئی در تجهیزات فشارقوی

۱-۱- تجهیزات فشارقوی ۳
۱-۱-۱- سوئیچگیرها ۳
۱-۱-۲-کابل‌های فشارقوی ۸
۱-۱-۳- ژنراتورها ۱۰
۱-۱-۴- ترانسفورماتورها ۱۲
۱-۱-۵- موتورها ۱۴
۱-۲- پدیده تخلیه جزئی ۱۵
۱-۳- آشکارسازی سیگنال تخلیه جزئی ۱۶
۱-۴- یک نمونه تست عملی ۲۹
۱-۵- تخلیه جزئی در مواد مختلف ۳۲
۱-۶- جداسازی نویز از سیگنال تخلیه جزئی ۳۷
۱-۶-۱- روش تفاضلی ۳۸
۱-۶-۲- فیلترهای فرکانسی ۳۸
۱-۶-۳- تبدیل موجک ۳۹
۱-۶-۴- فیلترهای وفقی ۳۹
۱-۶-۵-استفاده از روش فاصله باتاچاریا ۴۰
۱-۷- مدارهای آشکارساز سیگنال تخلیه جزئی ۴۳

فصـل دوم:تخلیـه جزئـی در کابل‌های فشـارقـوی

۲-۱- ساختار کابل‌های XLPE ۴۸
۲-۲- مدلسازی کابل‌های XLPE ۵۱
۲-۳- پدیده تخلیه جزئی در کابل‌های XLPE ۵۲

۲-۴-آشکارسازی سیگنال تخلیه جزئی ۵۹
۲-۵- انواع سنسورها..... ۶۱
۲-۵-۱- سنسور با تزویج القایی ۶۱
۲-۵-۲- سنسور با تزویج گالوانیک ۶۳
۲-۵-۳- سنسور با تزویج خازنی ۶۴
۲-۵-۴- سنسور با تزویج جهت دار ۶۷
۲-۵-۵- سنسور اثر هال..... ۶۸
۲-۵-۶- لایه نیمه هادی به عنوان سنسور با حساسیت بسیار زیاد..... ۶۹
۲-۶- مشخصه سیگنال تخلیه جزئی در کابل‌های XLPE ۷۰
۲-۷- حذف نویز با استفاده از تبدیل موجک (wavelet) ۷۶
۲-۸- نتایج اندازه گیری‌های آشکارسازی تخلیه جزئی ۹۸
۲-۸-۱-اندازه گیری‌های مربوط به یک کابل در پست پونک..... ۹۸
۲-۸-۲- اندازه گیری‌های مربوط به یک کابل دیگر(در استرالیا) ۱۰۳
۲-۸-۳- اندازه‌گیری‌های تخلیه جزئی مربوط به دو پست دیگر در کانادا ۱۰۷
۲-۹- مکانیابی تخلیه جزئی در کابل‌های فشارقوی..... ۱۰۹
۲-۹-۱- روش اول ۱۱۰
۲-۹-۲- روش دوم..... ۱۱۱
۲-۹-۳- روش سوم ۱۱۴
۲-۹-۴- نتایج شبیه‌سازی ۱۱۵

فصل سوم: تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای قدرت

۳-۱- پایش وضعیت ترانسفورماتورها ۱۴۰
۳-۱-۱- بوشینگ‌ها..... ۱۴۲
۳-۱-۲- تغییر شکل سیم پیچ‌ها (Winding distortion) ۱۴۸
۳-۱-۳-تخلیه جزئی..... ۱۴۹
۳-۱-۳-۱- روش الکتریکی ۱۵۰
۳-۱-۳-۲- روش‌های صوتی..... ۱۵۱
۳-۱-۴-پایش گاز، هیدروژن و رطوبت ۱۵۳
۳-۲- ترانسفورماتور و اجزای آن..... ۱۵۵
۳-۳-پدیده تخلیه جزئی در ترانسفورماتور و اصول مانیتورینگ آن ۱۵۹

۳-۴- روش‌های آشکارسازی تخلیه جزئی و اصول آشکارسازی الکتریکی آن ۱۹۷
۳-۵- دستگاه‌های اندازه‌گیری تخلیه جزئی ۲۱۰
۳-۵-۱- دستگاه اندازه‌گیری با باند بسیار وسیع ۲۱۰
۳-۵-۲- دستگاه اندازه‌گیری با باند پهن ۲۱۱
۳-۵-۳- پردازشگر اطلاعات (Data Processing) ۲۳۸
۳-۶- حذف تداخلات تدریجی از سیستم آشکارساز تخلیه جزئی ۲۳۹
۳-۷- مکان‌یابی تخلیه جزئی ۲۴۳
۳-۸- مشخصات سیگنال تخلیه جزئی در ترانسفورماتورها ۲۵۴

فصل چهارم: تخلیه جزئی در ماشین‌های چرخان

۴-۱- پایش ماشین‌های گردان (موتورها و ژنراتورها) ۲۵۹
۴-۲- تخلیه جزئی در ماشین‌های گردان ۲۶۱
۴-۳- روش‌های آشکارسازی سیگنال‌های تخلیه جزئی ۲۶۵
۴-۴- انواع تخلیه‌های جزئی ۲۷۲
۴-۴-۱- تخلیه درونی ۲۷۲
۴-۴-۲- تخلیه سطحی و کرونا ۲۷۳
۴-۴-۳- تخلیه در روغن و گازها ۲۷۴
۴-۴-۴- تخلیه در جامدها ۲۷۴
۴-۵- فاکتورهای مهم در تحلیل اندازه‌گیری تخلیه جزئی ۲۷۵
۴-۵-۱- ماکزیمم دامنه PD ۲۷۵
۴-۵-۲-نرخ تکرار پالس PD ۲۷۶
۴-۵-۳-شدت و یا قدرت تخلیه جزئی ۲۷۶
۴-۵-۴-روند تغییر سیگنال PD ۲۷۶
۴-۵-۵-تحلیل مشخصه سیگنالPD ۲۷۶
۴-۶- مشخصه سیگنال تخلیه جزئی در سیم‌پیچ‌ها ۲۷۷
۴-۷-مکانیابی سیگنال‌های تخلیه در سیم‌پیچ‌ها ۲۸۰
۴-۷-۱- مدل مشروح با المان‌های مجتمع ۲۸۱
۴-۷-۲- مدل MTL ۲۸۲
۴-۸- نتایج اندازه‌گیری بر روی سیم‌پیچ موجود در آزمایشگاه ۲۸۶
۴-۹- مدل سیم‌پیچ‌های ژنراتور در برابر سیر اموج تخلیه جزئی ۲۸۸

۴-۱۰- تکنیک مکانیابی ۲۹۳

فصل پنجم: آشکارسازی انواع مختلف تخلیه‌ها

۵-۱- مروری بر روش‌های آشکارسازی و مکانیابی تخلیه جزئی ۳۰۱
۵-۲- آشکارسازی انواع تخلیه‌ها در تجهیزات فشارقوی ۳۱۲

منابع و ماخذ ۳۲۷

فهـرست جـداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- ولتاژهای نامی بین ۱ تا ۳۵ کیلوولت ۴
جدول ۱-۲- ولتاژهای بین ۳۵ تا ۲۳۰ کیلوولت ۵
جدول ۲-۱- مقایسه توابع مختلف موجک مادر و تکنیکهای نوع نرم و سخت ۹۷
جدول ۲-۲- تاثیر تعداد سطوح تفکیک بر شاخص نسبت سیگنال به نویز ۱۰۳
جدول ۲-۳- میزان همبستگی بین سیگنال‌های حالت اول با سیگنال حالت دوم ۱۲۱
جدول ۳-۱- نرخ خرابی و متوسط زمان تجهیزات فشارقوی و فشارمتوسط ۱۳۸
جدول ۳-۲- تعیین وضعیت ترانسفورماتور با توجه به اندازه تخلیه جزئی ۱۴۹
جدول ۳-۳- مقایسه روش الکتریکی و آکوستیک در ترانسفورماتور ۱۵۰
جدول ۳-۴- رده‌بندی سطوح ولتاژ برای EFT ۱۷۱
جدول ۳-۵- رده‌بندی سطوح برای شکل موج ولتاژ ضربه ($10/1000\mu s$) ۱۷۲
جدول ۳-۶- رده‌بندی سطوح برای موج حلقوی ۵ کیلوهرتز ۱۷۲
جدول ۳-۷- مبدل‌های جریان و ولتاژ برای محل‌های مختلف ۱۸۳
جدول ۳-۸- نیازهای ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ۱۸۳
جدول ۳-۹- حساسیت مدار با توجه به نویز تقویت کننده ۲۳۰
جدول ۳-۱۰- حساسیت مدار آشکارساز تخلیه جزئی با توجه به نویز امپدانس آشکارساز ۲۳۲
جدول ۳-۱۱- حساسیت سیستم آشکارساز تخلیه جزئی در حالات مختلف ۲۳۵
جدول ۳-۱۲- تداخلات و روش برطرف کردن آنها در سیستم آشکارساز تخلیه جزئی ۲۴۲
جدول ۳-۱۳- نتایج محاسبه انرژی حاصل از همبستگی سیگنال (اعداد بر حسب ژول می‌باشد) ۲۵۴
جدول ۴-۱- میزان همبستگی بین سیگنال‌های حالت اول با سیگنال حالت دوم ۳۰۰

فهـرست اشکـال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- بروز تخلیه در قسمت‌های مختلف سوئیچگیر ۸
شکل ۱-۲- آسیب دیدن کابل به علت بروز تخلیه و شکست عایقی ۹
شکل ۱-۳- پایش بهنگام تخلیه جزئی در کابل ۹
شکل ۱-۴- مدار کامل پایش بهنگام تخلیه جزئی در کابل ۹
شکل ۱-۵- نحوه ولتاژسازی در ژنراتور سنکرون ۱۰
شکل ۱-۶- خرابی عایقی، سمت راست کرونا در سیم‌پیچ ژنراتور و سمت چپ خرابی در اتصال‌دهنده فاز ژنراتور ۱۲
شکل ۱-۷- آمار خطاها در ترانسفورماتورها ۱۳
شکل ۱-۸- پایش بهنگام موتورها در کارخانه کاغذسازی ۱۵
شکل ۱-۹- مدل abc از PD ۱۵
شکل ۱-۱۰- چگونگی ایجاد پالس‌های تخلیه جزئی ۱۶
شکل ۱-۱۱- مولفه‌های سیگنال تخلیه در کابل و اساس کار سنسور القایی ۱۸
شکل ۱-۱۲- انواع ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریان فرکانس رادیویی(RFCT) ۱۸
شکل ۱-۱۳- مدار با سنسور خازنی و القایی برای آشکارسازی سیگنال تخلیه در ترانسفورماتور ۲۰
شکل ۱-۱۴- خازن‌های کوپلاژ ۲۰
شکل ۱-۱۵- پایش بهنگام تخلیه جزئی در سوئیچگیرها ۲۱
شکل ۱-۱۶- استفاده از ظرف اپوکسی در آشکارسازی تخلیه جزئی در سوئیچگیر ۲۱
شکل ۱-۱۷- مقاومت حساس به دما ۲۲
شکل ۱-۱۸- مقاومت‌های حساس به دما و ترکیب با دیگر سنسورها ۲۲
شکل ۱-۱۹- استفاده از نوار مسی در کابل‌ها ۲۶
شکل ۱-۲۰- سنسور خازنی در پست‌های GIS ۲۸
شکل ۱-۲۱- سنسورهای به کار رفته در پایش تخلیه جزئی در ژنراتور و موتور ۲۸
شکل ۱-۲۲- مدار آزمایشگاهی آشکارسازی سیگنال تخلیه در ترانسفورماتور ۲۹

شکل ۱-۲۳- نمونه‌ای از سیگنال‌های تخلیه جزئی آشکارسازی شده در ترانسفورماتور ۳۰
شکل ۱-۲۴- طیف فرکانسی سیگنال‌های تخلیه جزئی در ترانسفورماتور ۳۰
شکل ۱-۲۵- مشخصه‌های عرض پالس و دامنه یک نمونه سیگنال تخلیه جزئی ۳۱
شکل ۱-۲۶- تغییر شکل در سیگنال تخلیه ۳۲
شکل ۱-۲۷- مثالی از پایش پیوسته به مدت دو ماه ۳۳
شکل ۱-۲۸- کرونا در هادی ولتاژ بالا ۳۴
شکل ۱-۲۹- تخلیه‌های نوعی در حفره‌های ورقه‌های جامد و یا مواد قالب‌گیری شده ۳۴
شکل ۱-۳۰- تخلیه‌ها در تعداد زیادی حفره و با اندازه‌ها و شکل‌های مختلف ۳۵
شکل ۱-۳۱- تخلیه‌ها در عایق‌های cast resin ۳۵
شکل ۱-۳۲- تخلیه‌ها در سیستم‌های عایقی روغن- کاغذ ۳۵
شکل ۱-۳۳- نویز اتصال ناشی از اتصال نادرست فلز به فلز ۳۵
شکل ۱-۳۴- تداخلات نوعی تریستور ۳۶
شکل ۱-۳۵- الگوی بسیار آشنای لامپ فلورسنت ۳۶
شکل ۱-۳۶- تابش از آمپلی‌فایرهای قدرت بالا و نوسان‌سازها ۳۶
شکل ۱-۳۷- تداخلات ناشی از تجهیزات فرکانس بالای صنعتی ۳۶
شکل ۱-۳۸- الگوی نمونه برای تخلیه جزئی در سیستم عایقی ترانسفورماتور ۳۷
شکل ۱-۳۹- مدار با امپدانس آشکارسازی RC ۴۴
شکل ۱-۴۰- شکل موج ولتاژ در مدار با امپدانس RC ۴۴
شکل ۱-۴۱- مدار با امپدانس آشکارسازیRLC ۴۵
شکل ۱-۴۲- شکل موج ولتاژ در مدار با امپدانس RLC ۴۵
شکل ۱-۴۳- مشخصه زمانی و فرکانسی سیگنال تخلیه جزئی ۴۵
شکل۲-۱- ایجاد پیوند عرضی در پلی اتیلن ۴۸
شکل ۲-۲- ساختار یک نمونه کابل تکفاز XLPE ۴۹
شکل ۲-۳- ساختار کابل سه فاز XLPE ۵۱
شکل ۲-۴- مدلسازی کابل XLPE ۵۱
شکل ۲-۵- منحنی وانی شکل تجهیزات ۵۳
شکل ۲-۶- روند گسترش تخلیه جزئی تا بروز شکست عایقی ۵۵
شکل ۲-۷- مدلسازی تخلیه جزئی در عایق ۵۸
شکل ۲-۸- ولتاژ دو سر حفره در هنگام بروز تخلیه ۵۹

شکل ۲-۹- ضربه‌های ناشی از بروز تخلیه جزئی برای یک سیکل ۵۰ هرتز ۵۹
شکل ۲-۱۰- مدار آشکارسازی سیگنال تخلیه جزئی ۶۰
شکل ۲-۱۱- مولفه‌های سیگنال تخلیه در کابل و سنسور القایی ۶۱
شکل ۲-۱۲-سنسور القایی با سیم پیچ رگوفسکی ۶۲
شکل ۲-۱۳- مدار آشکارسازی با سنسور القایی ۶۳
شکل ۲-۱۴- سنسور گالوانیک با مقاومت در انتهای کابل ۶۳
شکل ۲-۱۵- سنسور گالوانیک با مقاومت در پوشش محافظ ۶۴
شکل ۲-۱۶- سنسور با تزویج خازنی ۶۵
شکل ۲-۱۷- مدار با سنسور خازنی و القایی برای آشکارسازی سیگنال تخلیه در ترانسفورماتور ۶۵
شکل ۲-۱۸- مدار با سنسور خازنی و مقاومت آشکارساز برای آشکارسازی تخلیه در ترانسفورماتور . ۶۶
شکل ۲-۱۹- یک نمونه سنسور خازنی تفاضلی در طول کابل ۶۶
شکل ۲-۲۰- سنسور خازنی تفاضلی در بالا و پایین کابل ۶۷
شکل ۲-۲۱- سنسور با تزویج جهت دار ۶۸
شکل ۲-۲۲- سنسور هال ۶۸
شکل ۲-۲۳- ولتاژ صفر در صورت نبود میدان ۶۸
شکل ۲-۲۴- ولتاژ حاصل در صورت وجود میدان ۶۹
شکل ۲-۲۵- تقویت ولتاژ ناشی از اثر هال ۶۹
شکل ۲-۲۶- مدار آزمایشگاهی مربوط به آشکارسازی سیگنال تخلیه جزئی در کابل ۷۰
شکل ۲-۲۷- مشخصه سیگنال تخلیه جزئی در کابل ۷۰
شکل ۲-۲۸- مشخصه فرکانسی سیگنال تخلیه جزئی در کابل ۷۱
شکل ۲-۲۹- مدار آشکارسازی تخلیه بدون نویز مرجع ۷۲
شکل ۲-۳۰- آشکارسازی به هنگام سیگنال تخلیه جزئی به کمک نویز مرجع ۷۳
شکل ۲-۳۱- توزیع استاندارد گوسی مربوط به نویز سفید ۷۵
شکل ۲-۳۲- تبدیل موجک ۷۷
شکل ۲-۳۳- انواع مختلف موجک ۷۸
شکل ۲-۳۴- مراحل جداسازی نویز از سیگنال تخلیه جزئی با استفاده از تبدیل موجک ۷۹
شکل ۲-۳۵- سطوح مختلف تبدیل موجک ۸۰
شکل ۲-۳۶- سیگنال اولیه ۸۲
شکل ۲-۳۷- نوع سخت ۸۲

شکل ۲-۳۸- نوع نرم ۸۲
شکل ۲-۳۹- بازسازی سیگنال تخلیه جزئی در حوزه زمان ۸۳
شکل ۲-۴۰- مقایسه توزیع نویزهای پست و نویز سفید ۸۴
شکل ۲-۴۱- سیگنال‌های تخلیه شبیه سازی شده ۸۶
شکل ۲-۴۲- مشخصه یکی از سیگنال‌های تخلیه شبیه سازی شده ۸۶
شکل ۲-۴۳- نویز مرجع ۸۶
شکل ۲-۴۴- نویز مرجع باز شده در زمان ۸۷
شکل ۲-۴۵- سیگنال‌های تخلیه آمیخته شده با نویز ۸۷
شکل ۲-۴۶- تبدیل موجک نویز مرجع با موجک مادر db7 -نرم افزار MATLAB ۸۸
شکل ۲-۴۷- مقادیر آستانه‌ها در هر سطح- نرم افزار MATLAB ۸۸
شکل ۲-۴۸- تبدیل موجک سیگنال همراه با نویز با تابع موجک مادر db7- نرم افزار MATLAB ۸۸
شکل ۲-۴۹- جداسازی نویز- نرم افزار MATLAB ۸۹
شکل ۲-۵۰- سیگنال جداسازی شده توسط db7 ۸۹
شکل ۲-۵۱- مشخصه یکی از سیگنال‌های جداسازی شده ۸۹
شکل ۲-۵۲- تبدیل موجک نویز مرجع توسط موجک مادر db2- نرم افزار MATLAB ۹۰
شکل ۲-۵۳- مقادیر آستانه‌ها در هر سطح- نرم افزار MATLAB ۹۰
شکل ۲-۵۴- تبدیل موجک سیگنال همراه با نویز توسط موجک مادر db2- نرم افزار MATLAB ۹۱
شکل ۲-۵۵- جداسازی نویز- نرم افزار MATLAB ۹۱
شکل ۲-۵۶- سیگنال جداسازی شده توسط موجک مادر db2 ۹۱
شکل ۲-۵۷- مشخصه یکی از سیگنال‌ها پس از جداسازی توسط موجک مادر db2 ۹۲
شکل ۲-۵۸- تبدیل موجک نویز مرجع توسط موجک مادر Haar-نرم افزار MATLAB ۹۲
شکل ۲-۵۹- مقادیر آستانه‌ها در هر سطح-نرم افزار MATLAB ۹۳
شکل ۲-۶۰- تبدیل موجک سیگنال همراه با نویز توسط موجک مادر Haar-نرم افزار MATLAB ۹۳
شکل ۲-۶۱- جداسازی نویز-نرم افزار MATLAB ۹۳
شکل ۲-۶۲- سیگنال‌های جداسازی شده توسط موجک مادر Haar ۹۴
شکل ۲-۶۳- مشخصه یکی از سیگنال‌ها پس از جداسازی توسط موجک مادر Haar ۹۴
شکل ۲-۶۴- تبدیل موجک نویز مرجع توسط موجک مادر coif2-نرم افزار MATLAB ۹۴
شکل ۲-۶۵- مقادیر آستانه‌ها در هر سطح-نرم افزار MATLAB ۹۵
شکل ۲-۶۶- تبدیل موجک سیگنال همراه نویز توسط موجک مادر coif2-نرم افزار MATLAB ۹۵