

۹۹۱۹۰



پژوهش‌شده ساختمان و مسکن

پایان‌نامه کارشناسی ارشد
مهندسی عمران - گرایش مهندسی زلزله

موضوع

طرح و تحلیل چلیک‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی

استاد راهنما
آقای دکتر علی کاوه

دانشجو
بهنام صابری مرادیان

وزارت اطلاعات وزارت علوم
سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

۱۵/۱۰/۱۳۸۷

زمستان ۱۳۸۲



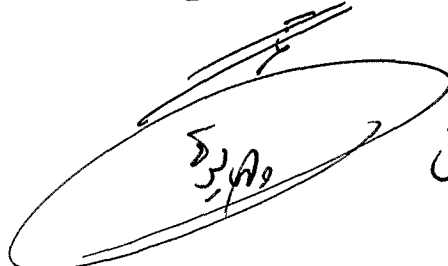
۱۵/۱۰/۱۳۸۷

۹۹۱۹۰



تاییدیه هیات داوران

آقای بهنام صابری مرادیان پایان نامه کارشناسی ارشد ۶ واحدی خود را با عنوان « طرح و تحلیل چلیکها با استفاده از شبکه‌های عصبی » که در تاریخ ۲۸ / ۱۱ / ۱۳۸۲ رایه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش مهندسی زلزله پیشنهاد می‌کنند.

امضا	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	آقای دکتر علی کاوه	۱- استاد راهنما
	آقای دکتر	۲- استاد مشاور
	آقای دکتر	۳- استادان ممتحن خارجی
	آقای دکتر	داخلی
	آقای دکتر	۴- مدیر گروه (یا نماینده گروه)
	آقای دکتر	تخصصی:

۹۹۱۹۰

کلیه حقوق این اثر اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس برای پژوهشگرده
ساختمان و مسکن محفوظ می باشد.

تقدیم به :

همسر عزیزم که با صبر و فداکاری خویش مرا در این راه
یاری نمود.

تشکر و قدردانی:

از زحمات استاد فرزانه جناب آقای پروفسور علی کاوه که در تهیه این پایان نامه از راهنماییهای گرانمایه ایشان بهره بردم؛ تشکر مینمایم.
همچنین از کلیه زحمات آموزش پژوهشکده ساختمان و مسکن بخصوص سرکار خانمها بصیری و بهاریان کمال تشکر را دارم.

چکیده

شبکه عصبی مصنوعی از روی شبکه عصبی طبیعی موجودات زنده به گونه‌ای مدل‌سازی شده است که تا حدودی خواص شبکه عصبی طبیعی را داشته باشد. شبکه‌های عصبی مصنوعی بعنوان یکی از سیستم‌های دینامیکی هوشمند شناخته می‌شوند.

علت کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مسائل مرتبط با مهندسی عمران حل مسائلی است که یا دارای روابط ریاضی مشخصی برای حل مساله نمی‌باشند یا تحلیل آنها زمانبر و طولانی است.

هدف این پایان نامه ایجاد یک پیوند عمیق و دقیق بین روشهای معمول در آنالیز و طراحی سازه‌های فضاکار و کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد. در این تحقیق، پیش‌بینی رفتار سازه‌های چلیکی تک‌لایه و دولایه در تحلیل خطی دینامیکی با الگوریتمهای مختلف شبکه عصبی مد نظر قرار گرفت و ملاحظه شد که نتایج حاصل از این روش بسیار دقیق و در بعضی حالات معادل حل دقیق مدلهای می‌باشد. همچنین ملاحظه شد که در پردازش اطلاعات هر مقدار پراکنندگی بین زوهای ورودی و خروجی کمتر باشد، پاسخ شبکه بسیار دقیق‌تر خواهد بود. در چنین حالاتی بکار بردن لایه‌های پنهان و افزایش تعداد المانهای پردازشگر سبب بهبود فرآیند یادگیری و تعمیم پذیری شبکه می‌شود.

کلید واژه

شبکه عصبی مصنوعی - سازه‌های فضاکار - چلیک تک‌لایه - چلیک دولایه - تحلیل خطی دینامیکی

فهرست

صفحه

عنوان

فصل اول

۱	سازه های فضاکار و تاشه پردازی آنها
۲	۱- تعریف
۳	۲- انواع مختلف سازه های فضاکار
۳	الف (شبکه ها
۴	ب (شبکه های دو لایه
۴	ج (شبکه های مختلط
۵	د (چلیک ها
۶	ه (گنبد ها
۶	و (انواع دیگر سازه های فضاکار
۷	۳- سیستم های فضاکار
۷	سیستم اتصال گوی سان
۹	۴- نکاتی پیرامون سازه های فضاکار
۱۱	۵- تاشه پردازی سازه های فضاکار
۱۱	۵-۱- مقدمه
۱۲	۵-۲- جبر فرمکسها
۱۳	۵-۳- یک فرمکس چیست
۱۶	۵-۴- برخی از توابع فرمکس ها
۲۰	۵-۵- توابعی که امکان انجام شدن چندین عمل را می دهند
۲۱	۵-۶- چندین تابع فرمین دیگر

فصل دوم

۲۴	معرفی شبکه های عصبی مصنوعی
۲۵	۱- مقدمه
۲۵	۲- تاریخچه شبکه های عصبی و روند توسعه آنها
۲۶	۳- کلیات شبکه های عصبی مصنوعی

۲۸	۴- کاربردهای شبکه های عصبی مصنوعی
۲۸	۴-۱- تشخیص الگو
۲۸	۴-۲- تعریف تابع
۲۸	۴-۳- شناسایی سیستم
۲۹	۵- قابلیت و خصوصیات شبکه های عصبی مصنوعی
۲۹	۵-۱- قابلیت یادگیری
۲۹	۵-۲- پردازش اطلاعات به صورت مصنوعی
۳۰	۵-۳- قابلیت تعمیم پذیری
۳۰	۵-۴- قابلیت پردازش موازی
۳۰	۵-۵- مقاوم بودن
۳۰	۶- مراحل استفاده از شبکه عصبی مصنوعی
۳۰	۶-۱- مرحله آموزش
۳۰	۶-۲- مرحله بازخوانی و به یادآوری شبکه
۳۱	۷- روشهای کلی آموزش شبکه های عصبی مصنوعی
۳۱	۷-۱- آموزش نظارت شده
۳۱	۷-۱-۱- روش غیر همزمان
۳۱	۷-۱-۲- روش همزمان
۳۱	۷-۲- آموزش نظارت شده
۳۲	۷-۳- آموزش تقویت شده
۳۲	۸- نگرشی کلی بر آموزش شبکه
۳۴	۹- قوانین آموزش
۳۹	۱۰- توابع فعالیت
۳۹	۱۰-۱- تابع فعالیت همانی
۳۹	۱۰-۲- تابع فعالیت پله باینری
۳۹	۱۰-۳- تابع فعالیت پله دو قطبی
۴۰	۱۰-۴- تابع فعالیت آستانه
۴۰	۱۰-۵- تابع فعالیت خطی چند تکه
۴۰	۱۰-۶- تابع فعالیت سیگموئید

- ۴۰- ۷-۱۰- تابع فعالیت تانزانیت هیپر بولیک
- ۴۱- ۸-۱۰- تابع فعالیت پایه شعاعی (RBF)
- ۴۱- ۱۱- معماریهای مختلف شبکه های عصبی چند لایه
- ۴۱- ۱-۱۱- شبکه های پیشخور تک لایه
- ۴۲- ۲-۱۱- شبکه های پیشخور چند لایه
- ۴۲- ۳-۱۱- شبکه های برگشتی
- ۴۳- ۴-۱۱- ساختار شبکه ای
- ۴۳- ۱۲- شبکه عصبی پرسپترون
- ۴۴- ۱-۱۲- شبکه عصبی پرسپترون ساده
- ۴۴- ۱-۱-۱۲- بایاس و آستانه تحریک
- ۴۵- ۲-۱۲- شبکه عصبی پرسپترون تک لایه
- ۴۵- ۳-۱۲- شبکه عصبی پرسپترون چند لایه
- ۴۶- ۱۳- شبکه عصبی مصنوعی شعاعی
- ۴۷- ۱-۱۳- درون یابی دقیق
- ۴۸- ۲-۱۳- تعیین وزنها سیناپسی
- ۴۸- ۳-۱۳- توابع پایه شعاعی
- ۵۰- ۴-۱۳- شبکه های تابع پایه شعاعی
- ۵۱- ۵-۱۳- بهبود شبکه های RBF
- ۵۱- ۶-۱۳- یافتن اوزان خروجی
- ۵۲- ۷-۱۳- آموزش شبکه های RBF.
- ۵۲- ۸-۱۳- مقایسه شبکه های RBF و MLP
- ۵۳- ۱۴- الگوریتم پس انتشار خطا
- ۵۴- ۱-۱۴- مرحله رفت
- ۵۴- ۲-۱۴- مرحله بازگشت و اصلاح وزنها اتصال
- ۵۷- ۳-۱۴- تکرار محاسبات
- ۵۸- ۱۵- نکاتی راجع به استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا
- ۵۸- ۱-۱۵- نحوه دادن ورودیها در الگوریتم پس انتشار خطا
- ۵۸- ۲-۱۵- تهیه اطلاعات ورودی برای آموزش شبکه

- ۵۸ ۱۵-۳- انتخاب تابع فعالیت در الگوریتم پس انتشار خطا
- ۵۹ ۱۵-۴- خصوصیات وزنهای فرض شده در الگوریتم پس انتشار خطا
- ۵۹ ۱۵-۵- مومنتوم
- ۶۰ ۱۶- محدودیتهای الگوریتم BP
- ۶۱ ۱۶-۱- نرخ یادگیری در الگوریتم BP
- ۶۲ ۱۷- اخطارها
- ۶۲ ۱۷-۱- ناتوانی شبکه
- ۶۳ ۱۷-۲- کمینه محلی
- ۶۳ ۱۷-۳- روشهای اصلاح کمینه کحلی
- ۶۴ ۱۷-۴- اندازه گام
- ۶۴ ۱۷-۵- ناپایداری موقتی
- ۶۴ ۱۸- سنجش میزان یادگیری و عملکرد شبکه
- ۶۵ ۱۸-۱- جذر میانگین مربع خطاها
- ۶۶ ۱۸-۲- ضریب همبستگی بین خروجیهای حقیقی و دلخواه
- ۶۷ ۱۸-۳- میانگین خطای نسبی بین خروجیهای حقیقی و دلخواه

فصل سوم

- ۶۹ تاشه پردازی، تحلیل و طراحی سازه
- ۷۰ ۱- مشخصات کلی در نظر گرفته شده برای سازه های مورد بررسی
- ۷۱ ۲- تاشه پردازی سازه های چلیکی با استفاده از برنامه فرمین
- ۷۳ ۳- تبدیل تاشه به اطلاعات ورودی SAP2000
- ۷۵ ۴- مشخصات هندسی المانها
- ۷۶ ۵- بار گذاری سازه های فضاکار
- ۸۱ ۶- مدل کردن جرم
- ۸۱ ۷- ترکیبات بار گذاری
- ۸۱ ۸- تحلیل سازه
- ۸۱ ۹- طراحی سازه
- ۸۲ ۱۰- عملیات تکرار تحلیل و طراحی
- ۸۲ ۱۱- استخراج نتایج

۸۸	۱۲- دسته بندی اطلاعات
۹۰	۱۳- مختصری در مورد نرم افزار Neural Works
۹۱	۱۴- ساخت شبکه عصبی
۹۵	۱۵- فایل اطلاعات ورودی
۹۶	۱۶- آموزش و آزمایش شبکه
۹۸	۱۷- منو های دیگر
	فصل چهارم
۱۰۰	آموزش شبکه های عصبی
۱۰۱	۱- مقدمه
۱۰۱	۲- شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی نیروی محوری چلیکها
۱۰۱	۲-۱- هدف، مشخصات و مفروضات
۱۰۱	۲-۲- تولید زوجهای اطلاعاتی
	۲-۳- معماری شبکه های عصبی در پیش بینی
۱۰۲	نیروی محوری چلیکها
۱۰۴	۲-۴- بررسی نتایج
۱۱۰	۳- شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی پرلود ارتعاش آزاد چلیکها
۱۱۰	۳-۱- هدف، مشخصات و مفروضات
۱۱۰	۳-۲- تولید زوجهای اطلاعاتی
	۳-۳- معماری شبکه های عصبی در پیش بینی
۱۱۰	پرلود ارتعاش آزاد چلیکها
۱۱۴	۳-۴- بررسی نتایج
۱۱۷	۴- شبکه های عصبی مصنوعی برای طراحی المانهای سازه های چلیکی
۱۱۷	۴-۱- هدف، مشخصات و مفروضات
۱۱۷	۴-۲- تولید زوجهای اطلاعاتی
	۴-۳- معماری شبکه های عصبی در پیش بینی
۱۱۸	مقاطع المانها
۱۲۲	۴-۴- بررسی نتایج
۱۲۶	۵- شبکه عصبی مصنوعی برای پردازش وزن سازه های چلیکی

۱۲۶	۱-۵-هدف، مشخصات و مفروضات
۱۲۷	۲-۵-تولید زوجهای اطلاعاتی
۱۲۷	۳-۵-معماری شبکه‌های عصبی در پیش بینی وزن سازه
۱۳۰	۴-۵-بررسی نتایج
	فصل پنجم
۱۳۴	نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۳۵	۱-نتیجه گیری
۱۳۵	۱-۱-مقدمه
۱۳۶	۲-۱-پردازش نیروی محوری المانها
۱۳۶	۳-۱-پردازش پریود ارتعاش آزاد
۱۳۷	۴-۱-پردازش سطح مقطع المانها
۱۳۸	۵-۱-پردازش حاصل از وزن سازه
۱۳۹	۲-پیشنهادات برای مطالعات آتی
۱۴۱	منابع و مراجع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷۶	جدول ۱-۳-۱- مشخصات هندسی و مکانیکی لوله ها
۷۸	جدول ۲-۳-۲- بار برف وارد بر چلیک تک لایه
۷۹	جدول ۳-۳-۳- بار برف وارد بر چلیک دو لایه
۱۰۳	جدول ۱-۴-۱- نتایج آموزش و آزمایش نیروی محوری المانها برای چلیک تک لایه با الگوریتم BP
۱۰۳	جدول ۲-۴-۲- نتایج آموزش و آزمایش نیروی محوری المانها برای چلیک دو لایه با الگوریتم BP
۱۰۴	جدول ۳-۴-۳- نتایج آموزش و آزمایش نیروی محوری المانها برای چلیک تک لایه با الگوریتم RBF
۱۰۴	جدول ۴-۴-۴- نتایج آموزش و آزمایش نیروی محوری المانها برای چلیک دو لایه با الگوریتم RBF
۱۰۵	جدول ۵-۴-۵- شبکه های با کمترین خطا
۱۰۷	جدول ۶-۴-۶- نتایج آزمایش شبکه a1B119
۱۰۸	جدول ۷-۴-۷- نتایج آزمایش شبکه a1R2009
۱۱۲	جدول ۸-۴-۸- نتایج آموزش و آزمایش پرپود ارتعاش آزاد چلیک تک لایه با الگوریتم BP
۱۱۲	جدول ۹-۴-۹- نتایج آموزش و آزمایش پرپود ارتعاش آزاد چلیک دو لایه با الگوریتم BP
۱۱۳	جدول ۱۰-۴-۱۰- نتایج آموزش و آزمایش پرپود ارتعاش آزاد چلیک تک لایه با الگوریتم RBF
۱۱۳	جدول ۱۱-۴-۱۱- نتایج آموزش و آزمایش پرپود ارتعاش آزاد چلیک دو لایه با الگوریتم RBF
۱۱۴	جدول ۱۲-۴-۱۲- شبکه های با کمترین خطا
۱۱۶	جدول ۱۳-۴-۱۳- نتایج آزمایش شبکه p1Bp642s
۱۱۶	جدول ۱۴-۴-۱۴- نتایج آزمایش شبکه p1R10010s

- جدول ۴-۱۵- نتایج آموزش و آزمایش سطح مقطع المانها
 ۱۲۰ در چلیک تک لایه با الگوریتم BP
- جدول ۴-۱۶- نتایج آموزش و آزمایش سطح مقطع المانها
 ۱۲۰ در چلیک دو لایه با الگوریتم BP
- جدول ۴-۱۷- نتایج آموزش و آزمایش سطح مقطع المانها
 ۱۲۱ در چلیک تک لایه با الگوریتم RBF
- جدول ۴-۱۸- نتایج آموزش و آزمایش سطح مقطع المانها
 ۱۲۱ در چلیک دو لایه با الگوریتم RBF
- جدول ۴-۱۹- شبکه های با کمترین خطا
 ۱۲۲
- جدول ۴-۲۰- نتایج آزمایش شبکه s1B75
 ۱۲۴
- جدول ۴-۲۱- نتایج آزمایش شبکه s1R2507
 ۱۲۵
- جدول ۴-۲۲- معماری و نتایج آموزش و آزمایش وزن سازه
 ۱۲۸ در چلیک تک لایه با الگوریتم BP
- جدول ۴-۲۳- معماری و نتایج آموزش و آزمایش وزن سازه
 ۱۲۹ در چلیک دو لایه با الگوریتم BP
- جدول ۴-۲۴- معماری و نتایج آموزش و آزمایش وزن سازه
 ۱۲۹ در چلیک تک لایه با الگوریتم RBF
- جدول ۴-۲۵- معماری و نتایج آموزش و آزمایش وزن سازه
 ۱۳۰ در چلیک دو لایه با الگوریتم RBF
- جدول ۴-۲۶- شبکه های با کمترین خطا
 ۱۳۱
- جدول ۴-۲۷- نتایج آزمایش شبکه w1Bp52t
 ۱۳۲
- جدول ۴-۲۸- نتایج آزمایش شبکه w1R306
 ۱۳۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱- مدلهای مختلف شبکه ای
۳	شکل ۲-۱- مدلهای مختلف شبکه ای
۴	شکل ۳-۱- مدلهای مختلف شبکه های دو لایه
۵	شکل ۴-۱- انواع چلیکها
۶	شکل ۵-۱- انواع گنبدها
۶	شکل ۶-۱- انواع دیگر سازه های فضاکار
۷	شکل ۷-۱- سیستمهای سازه های فضاکار
۸	شکل ۸-۱- سیستم Mero
۱۰	شکل ۹-۱- انتقال بار سازه فضاکار از طریق ستون
۱۰	شکل ۱۰-۱- انتقال بار سازه فضاکار از طریق ستون
۱۰	شکل ۱۱-۱- منحنی عمق به دهانه-خیز
۱۱	شکل ۱۲-۱- منحنی عمق به دهانه-وزن
۱۳	شکل ۱۳-۱- تاشه فرمکسی
۱۴	شکل ۱۴-۱- برماره
۱۵	شکل ۱۵-۱- یکانه
۱۵	شکل ۱۶-۱- تژ و لاد
۱۷	شکل ۱۷-۱- چند تاشه
۱۸	شکل ۱۸-۱- انتقال یک تاشه
۱۹	شکل ۱۹-۱- تابع لاندا
۲۷	شکل ۱-۲- ساختار کلی شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه
۳۳	شکل ۲-۲- تشخیص تصویر
۳۴	شکل ۳-۲- شبکه انتشار برگشتی دو لایه
۴۲	شکل ۴-۲- ساختار کلی شبکه های پیشخور تک لایه
۴۲	شکل ۵-۲- ساختار کلی شبکه های پیشخور چند لایه
۴۳	شکل ۶-۲- ساختار کلی شبکه های برگشتی
۴۳	شکل ۷-۲- ساختار مشبک

- شکل ۲-۸- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون ساده ۴۴
- شکل ۲-۹- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون تک لایه ۴۵
- شکل ۲-۱۰- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ۴۶
- شکل ۲-۱۱- ساختار کلی شبکه عصبی شعاعی ۴۷
- شکل ۲-۱۲- شبکه تابع پایه شعاعی ۵۰
- شکل ۲-۱۳- موقعیت اتصال مربوط به لایه آخر ۵۴
- شکل ۲-۱۴- موقعیت اتصال مربوط به لایه پنهان ۵۶
- شکل ۲-۱۵- تابع تحریک سیگموئید ۵۹
- شکل ۳-۱- شکل کلی چلیک تک لایه ۷۹
- شکل ۳-۲- شکل کلی چلیک دو لایه ۷۳
- شکل ۳-۳- گروه بندی اعضاء در چلیک تک لایه ۷۴
- شکل ۳-۴- گروه بندی اعضاء در چلیک تک لایه ۷۴
- شکل ۳-۵- گروه بندی اعضاء در چلیک دو لایه ۷۵
- شکل ۳-۶- شماره گذاری چلیک تک لایه ۷۷
- شکل ۳-۷- توزیع بار برف بر چلیک تک لایه ۷۸
- شکل ۳-۸- شماره گذاری چلیک دو لایه ۷۸
- شکل ۳-۹- نیروی محوری چلیک تک لایه ۸۳
- شکل ۳-۱۰- نیروی محوری چلیک تک لایه ۸۳
- شکل ۳-۱۱- نیروی محوری چلیک دو لایه ۸۴
- شکل ۳-۱۲- خیز ماکزیمم چلیک تک لایه ۸۴
- شکل ۳-۱۳- خیز ماکزیمم چلیک دو لایه ۸۴
- شکل ۳-۱۴- پرپود ارتعاش آزاد چلیک تک لایه ۸۵
- شکل ۳-۱۵- پرپود ارتعاش آزاد چلیک دو لایه ۸۵
- شکل ۳-۱۶- سطح مقطع المانها در چلیک تک لایه ۸۶
- شکل ۳-۱۷- سطح مقطع المانها در چلیک تک لایه ۸۶
- شکل ۳-۱۸- سطح مقطع المانها در چلیک دو لایه ۸۷
- شکل ۳-۱۹- نمودار وزن چلیک تک لایه ۸۷
- شکل ۳-۲۰- نمودار وزن چلیک دو لایه ۸۸

۸۸	شکل ۳-۲۱- فایل آزمایشی مربوط به وزن چلیک تک لایه
۸۹	شکل ۳-۲۱- فایل آموزشی مربوط به وزن چلیک تک لایه
	شکل ۳-۲۳- یک شبکه تیپ از المانهای پردازشگر لایه ها
۹۰	و ارتباطات بین آنها
۹۲	شکل ۳-۲۴- گزینه های موجود در جعبه معماری شبکه BP
۱۰۲	شکل ۴-۱- معماری شبکه a1B62
۱۰۶	شکل ۴-۲- تغییرات RMS در الگوریتم RBF
۱۰۶	شکل ۴-۳- تغییرات RMS در الگوریتم BP
	شکل ۴-۴- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۰۹	برای شبکه aB119
	شکل ۴-۵- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۰۹	برای شبکه a1R2509
۱۱۱	شکل ۴-۶- معماری شبکه p2Bp642s
۱۱۵	شکل ۴-۷- تغییرات RMS در الگوریتم RBF
۱۱۶	شکل ۴-۸- تغییرات RMS در الگوریتم BP
	شکل ۴-۹- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۱۷	برای شبکه p1Bp642s
	شکل ۴-۱۰- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۱۷	برای شبکه p1R10010s
۱۱۹	شکل ۴-۱۱- معماری شبکه s2B862s
۱۲۳	شکل ۴-۱۲- تغییرات RMS در الگوریتم RBF
۱۲۳	شکل ۴-۱۳- تغییرات RMS در الگوریتم BP
	شکل ۴-۱۴- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۲۶	برای شبکه S1B1197
	شکل ۴-۱۵- پراکتدگی پاسخهای واقعی در مرحله آزمایش
۱۲۶	برای شبکه S1R250
۱۲۸	شکل ۴-۱۶- معماری شبکه w2Bp52s
۱۳۱	شکل ۴-۱۷- تغییرات RMS در الگوریتم RBF

۱۳۲

شکل ۴-۱۸- تغییرات RMS در الگوریتم BP

شکل ۴-۱۹- پراکندگی پاسخ های واقعی در مرحله آزمایش

۱۳۳

برای شبکه w1Bp52t

شکل ۴-۲۰- پراکندگی پاسخ های واقعی در مرحله آزمایش

۱۳۳

برای شبکه w1R306



فصل اول
سازه‌های فضاکار
و تاشه پردازی آنها