



تغییر اقلیم و منابع آب

تالیف:

دکتر محمد رضا یزدانی

عضو هیات علمی دانشگاه سمنان

سرشناسه	: یزدانی، محمدرضا، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: تغییر اقلیم و منابع آب / تألیف محمدرضا یزدانی.
مشخصات نشر	: سمنان: دانشگاه سمنان، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۳۳ ص: مصور، جدرل، نمودار.
شابک	: 978-600-7065-37-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: واژه نامه .
موضوع	: تغییرات اقلیمی
موضوع	: تغییرات اقلیمی -- جنبه‌های زیست‌محیطی
شناسه افزوده	: دانشگاه سمنان
رده بندی کنگره	: ۹۸۱/۸/۴۱۳۹۳ ی ۷ الف/ ۹۸۱/۸ QC
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۹۲۲۵۴



انتشارات دانشگاه سمنان

تغییر اقلیم و منابع آب

مؤلف: دکتر محمدرضا یزدانی

ویراستار ادبی: فاطمه باالی پور

طرح جلد و صفحه آرایی: اسماعیل شجاعی

ناشر: انتشارات دانشگاه سمنان

نوبت چاپ: اول - پائیز ۱۳۹۳

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

بها: ۵۰۰,۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۰۶۵-۳۷-۲

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمنان می باشد.

وب سایت: www.press.semnan.ac.ir تلفن انتشارات دانشگاه سمنان: ۰۲۳-۳۳۲۸۳۲۷۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه: گرم شدن جهانی و تغییر اقلیم
۷	فصل اول: تغییرات مشاهده شده در سیستم‌های اقلیمی و آب
۷	۱-۱- مقدمه
۸	۱-۲- بارندگی و بخار آب
۱۲	۱-۳- برف و یخچال
۱۳	۱-۴- یخچال‌ها و کلاهک‌های یخی
۱۳	۱-۵- سطح دریا
۱۴	۱-۶- تبخیر و تعرق
۱۵	۱-۷- رطوبت خاک
۱۵	۱-۸- رواناب و دبی رودخانه
۱۶	۱-۹- آب‌های زیرزمینی
۱۸	۱-۱۰- کیفیت آب
۱۹	۱-۱۱- سیلاب‌ها
۲۰	۱-۱۲- خشکسالی‌ها
۲۵	فصل دوم: تغییرات پیش‌بینی شده اقلیمی در ارتباط با آب
۲۵	۲-۱- مقدمه
۲۶	۲-۲- بارندگی و بخار آب
۲۶	۲-۲-۱- متوسط بارندگی
۲۹	۲-۲-۲- مقادیر حد بارندگی
۳۱	۲-۳- برف و زمین‌های یخی
۳۲	۲-۴- سطح دریا
۳۲	۲-۵- تبخیر و تعرق
۳۶	۲-۵-۱- تغییرات دما

صفحه	عنوان
۳۸	۶-۲- رطوبت خاک
۳۹	۷-۲- رواناب و دبی رودخانه
۴۵	۸-۲- آب‌های زیرزمینی
۴۷	۹-۲- سیلاب‌ها
۴۸	۱۰-۲- خشکسالی‌ها
۴۹	۱۱-۲- کیفیت آب
۵۰	۱۲-۲- فرسایش آب و رسوب‌گذاری
۵۳	فصل سوم: سناریوهای اقلیمی
۵۳	۱-۳- مقدمه‌ای بر سناریوهای اقلیمی
۵۴	۲-۳- توسعه‌ی سناریوهای اقلیمی
۵۶	۳-۳- معیارهای انتخاب سناریوهای اقلیمی
۵۷	۴-۳- انواع سناریوهای اقلیمی
۵۷	۱-۴-۳- سناریوی مصنوعی
۵۸	۲-۴-۳- سناریوهای قیاسی
۵۹	۳-۴-۳- سناریوهای برگرفته از خروجی‌های مدل گردش عمومی
۶۰	۱-۴-۳- آزمایشات پاسخ تعادلی
۶۱	۲-۴-۳- آزمایشات پاسخ ناپایدار
۶۱	۵-۳- مدل‌های اقلیمی
۶۴	۱-۵-۳- LARS-WG مدل
۶۵	۲-۵-۳- RegCM مدل
۶۶	۶-۳- معیارهای انتخاب سناریوها در IPCC
۶۶	۷-۳- توسعه‌ی سناریوهای غیراقلیمی
۶۷	۱-۷-۳- سناریوهای انتشار IS92
۶۷	۲-۷-۳- سناریوهای انتشار SRES
۷۳	۳-۷-۳- سناریوهای تثبیتی پس از SRES
۷۴	۸-۳- کاربرد سناریوها در ارزیابی اثرات
۷۴	۱-۸-۳- انتخاب خروجی‌های مدل
۷۵	۱-۸-۳- شاخص بودن محصول

صفحه	عنوان
۷۵	۳-۸-۱-۲- قدرت تفکیک
۷۵	۳-۸-۱-۳- صحت
۷۶	۳-۸-۱-۴- نماینده بودن نتایج
۷۷	۳-۹- دلیل نیاز به سناریوهای اقتصادی اجتماعی
۷۸	۳-۱۰- کاربرد سناریوهای اجتماعی اقتصادی
۷۸	۳-۱۰-۱- رویکرد بالا به پایین
۷۸	۳-۱۰-۲- راهکار پایین به بالا
۸۱	فصل چهارم: ریزمقیاس نمایی
۸۱	۴-۱- مقدمه
۸۳	۴-۲- ریزمقیاس نمایی آماری
۸۷	۴-۲-۱- طبقه‌بندی آب و هوایی
۸۷	۴-۲-۲- تخمین گرهای آب و هوایی
۸۷	۴-۲-۳- مدل‌های رگرسیونی
۹۳	۴-۳- روش‌های دینامیکی
۹۳	۴-۴- ریزنمایی آماری دینامیکی
۹۳	۴-۵- مدل‌های اقلیمی منطقه‌ای
۹۵	۴-۶- استفاده از اطلاعات با قدرت تفکیک بالا برای عدم قطعیت‌ها
۹۶	۴-۷- مفروضات کلیدی در ریزمقیاس نمایی
۹۸	۴-۸- مواردی در خصوص ریزنمایی آماری
۹۹	۴-۹- شرایط مناسب استفاده از روش‌های ریزنمایی آماری
۱۰۰	۴-۱۰- شرایط نامناسب استفاده از ریزنمایی آماری
۱۰۰	۴-۱۱- جایگزین‌هایی برای ریزنمایی
۱۰۲	۴-۱۲- مشخص نمودن قلمرو ریزمقیاس نمایی
۱۰۲	۴-۱۳- شبکه‌بندی مجدد و استانداردسازی داده‌ها
۱۰۳	۴-۱۴- ارزیابی قابلیت مدل با استفاده از داده‌های مستقل
۱۰۴	۴-۱۵- تولید سناریوهای ریزمقیاس نمایی شده
۱۰۴	۴-۱۶- ارزش افزوده‌ی مدل‌سازی منطقه‌ای

صفحه	عنوان
۱۰۷	فصل پنجم: ارزیابی اثرات اقلیمی
۱۰۷	۱-۵- مقدمه
۱۰۸	۲-۵- دوره‌ی پایه‌ی اقلیم‌شناسی
۱۰۹	۳-۵- متغیرها
۱۰۹	۴-۵- مقیاس مکانی مطالعه
۱۱۰	۱-۴-۵- ارزیابی‌های جامع جهانی
۱۱۰	۲-۴-۵- ارزیابی اثرات منطقه‌ای (زیر قاره یا ملل کوچک)
۱۱۰	۳-۴-۵- ارزیابی اثرات محلی
۱۱۱	۵-۵- مقیاس زمانی
۱۱۱	۶-۵- داده‌های مورد استفاده
۱۱۱	۱-۶-۵- داده‌های ایستگاهی
۱۱۱	۲-۶-۵- داده‌های آنالیز مجدد شده
۱۱۲	۳-۶-۵- خروجی‌های حاصل از شبیه‌سازی‌های کنترلی مدل‌های گردش عمومی
۱۱۲	۴-۶-۵- مدل‌های کامپیوتری
۱۱۳	۷-۵- راهکارهای موجود برای استفاده‌ی داده‌ها در ارزیابی اثرات
۱۱۴	۸-۵- نوع اطلاعات اقلیمی مورد نیاز
۱۱۵	۹-۵- ایجاد سناریوهایی با کیفیت بالا
۱۱۵	۱-۹-۵- استفاده از مدل‌سازی منطقه‌ای
۱۱۶	۲-۹-۵- ترکیب خروجی مدل اقلیم منطقه‌ای با داده‌های مشاهداتی
۱۱۷	۱۰-۵- استفاده از اطلاعات با قدرت تفکیک بالا در قالب دیگر عدم قطعیت‌ها
۱۱۹	فصل ششم: اثرات آبی تغییر اقلیم و منابع آب
۱۱۹	۱-۶- مدیریت آب در شرایط تغییر اقلیم
۱۲۴	۲-۶- الگوهای تغییرپذیری بزرگ مقیاس
۱۲۶	۳-۶- عدم قطعیت در پیش‌بینی‌های هیدرولوژیکی
۱۲۸	۴-۶- اثرات تغییرات هیدرولوژیکی بر اقلیم
۱۲۹	۵-۶- اثرات تغییر اقلیم بر آب‌های شیرین
۱۳۰	۶-۶- اثرات تغییر اقلیم بر تقاضای آب شیرین
۱۳۱	۷-۶- اثر تغییر اقلیم بر روی تنش آبی

صفحه	عنوان
۱۳۲	۸-۶- لزوم توجه به آب مجازی و آبرانه.....
۱۳۳	۹-۶- سازش با تغییر اقلیم در بخش آب.....
۱۳۷	فصل هفتم: روش‌های مورد استفاده در ریزمقیاس نمایی و ارزیابی اثرات در منابع آب.....
۱۳۷	۱-۷- مقدمه.....
۱۳۷	۲-۷- داده‌ها در هیدرولوژی.....
۱۳۸	۳-۷- آنالیز حساسیت و عدم قطعیت.....
۱۴۱	۴-۷- روند داده‌ها.....
۱۴۲	۱-۴-۷- آزمون t.....
۱۴۲	۲-۴-۷- رگرسیون خطی.....
۱۴۳	۳-۴-۷- آزمون من-کندال.....
۱۴۴	۴-۴-۷- آزمون اسپیرمن رانو.....
۱۴۵	۵-۴-۷- آزمون من ویتنی.....
۱۴۵	۵-۷- مدل‌سازی در هیدرولوژی و منابع آب.....
۱۴۶	۱-۵-۷- انواع مدل‌ها در هیدرولوژی.....
۱۴۷	۲-۵-۷- انتخاب مدل مناسب.....
۱۴۸	۶-۷- شبکه‌های عصبی مصنوعی.....
۱۵۲	۱-۶-۷- انواع شبکه‌ها.....
۱۵۲	۱-۱-۶-۷- شبکه پرسپترون.....
۱۵۴	۲-۱-۶-۷- شبکه مبتنی بر تابع شعاعی.....
۱۵۵	۳-۱-۶-۷- شبکه‌های عصبی ساختاری.....
۱۵۶	۴-۱-۶-۷- شبکه‌های عصبی مبتنی بر آنالیز مولفه‌های اصلی.....
۱۵۷	۵-۱-۶-۷- شبکه‌های نروفازی.....
۱۵۸	۶-۱-۶-۷- شبکه‌ی عصبی جوردن المان.....
۱۵۹	۷-۱-۶-۷- شبکه‌های عصبی زمان تاخیری.....
۱۶۰	۸-۱-۶-۷- شبکه‌های عصبی برگشتی.....
۱۶۱	۹-۱-۶-۷- شبکه‌ی همینگ.....
۱۶۲	۱۰-۱-۶-۷- شبکه‌ی هاپفیلد.....
۱۶۲	۱۱-۱-۶-۷- شبکه‌ی خودسازمانده کوهونی.....
۱۶۴	۱۲-۱-۶-۷- شبکه‌ی عصبی CTI.....

صفحه	عنوان
۱۶۴	۷-۶-۱۳-شبکه‌ی عصبی LI
۱۶۵	۷-۶-۱۴-شبکه‌ی یاداشتار گراسبرگ (CP)
۱۶۵	۷-۶-۲-آموزش شبکه
۱۶۶	۷-۶-۳-تقسیم داده‌ها
۱۶۷	۷-۶-۴-تعیین ساختار مدل
۱۷۲	۷-۷-سری‌های زمانی
۱۷۲	۷-۷-۱-انواع سری‌های زمانی
۱۷۲	۷-۷-۲-انتخاب مدل
۱۷۴	۷-۸-منطق فازی
۱۷۶	۷-۹-مدل‌های ANFIS
۱۷۷	۷-۱۰-آنالیز مولفه‌های مبدا
۱۸۰	۷-۱۱-الگوریتم ژنتیکی
۱۸۴	۷-۱۲-برنامه‌ریزی ژنتیکی
۱۸۵	۷-۱۳-رگرسیون چندگانه
۱۸۷	۷-۱۴-میانایی و زمین آمار
۱۸۹	۷-۱۴-۱-روش‌های میانایی
۱۹۱	۷-۱۴-۱-۱-روش میانگین متحرک وزنی
۱۹۱	۷-۱۴-۱-۲-روش فاصله‌ی وزنی معکوس
۱۹۲	۷-۱۴-۱-۳-روش کریگینگ
۱۹۳	۷-۱۴-۱-۴-روش کوکریگینگ
۱۹۴	۷-۱۴-۱-۵-روش درون‌یابی
۱۹۵	۷-۱۴-۱-۶-روش TPSS
۱۹۵	۷-۱۴-۲-تعداد همسایه‌ها و مقدار توان در توابع
۱۹۸	۷-۱۴-۳-الگوهای مکانی تغییرات پارامترها
۲۰۰	۷-۱۵-محاسبه‌ی خطا
۲۰۱	منابع
۲۱۲	واژه‌نامه‌ی انگلیسی-فارسی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۶	جدول ۱: اثرات محتمل تغییرات اقلیم بر آب با افزایش دما.....
۲۳	جدول ۱-۱: تغییرات مشاهده شده در رواناب، جریان رودخانه، سطح دریا، سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها.....
۳۸	جدول ۱-۲: درصد تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل نسبت به دوره‌ی پایه برای مدل‌ها و سناریوها در ایستگاه‌های منتخب.....
۵۱	جدول ۲-۲: اثرات محتمل تغییر اقلیم بر بارش و وقایع اقلیمی بر اساس پیش‌بینی‌ها تا پایان قرن ۲۱.....
۶۴	جدول ۱-۳: مدل‌های زوجی اتمسفری اقلیم‌ی و سناریوهای انتشار.....
۷۲	جدول ۲-۳: جهت‌های کیفی سناریوی‌های انتشار برای شاخص‌های متفاوت.....
۷۳	جدول ۳-۳: سناریوهای انتشار و غلظت دی‌اکسید کربن آن‌ها.....
۷۴	جدول ۴-۳: برخی از ویژگی‌های سناریوی‌های انتشار برای دو زمان ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰.....
۸۸	جدول ۱-۴: نقاط قوت و ضعف روش‌های اصلی ریزنمایی آماری.....
۱۲۰	جدول ۱-۶: اثرات مشاهده شده یا محتمل تغییر اقلیم در بخش آب.....
۱۲۱	جدول ۲-۶: مثال‌هایی از اثرات تغییر اقلیم در آسیا.....
۱۳۱	جدول ۳-۶: اثر رشد جمعیت و تغییر اقلیم بر تنش آبی جمعیتی.....
۱۳۴	جدول ۴-۶: گزینه‌های سازشی برای دو بخش تامین و تقاضای آب.....
۱۳۵	جدول ۵-۶: مواردی از استراتژی‌های سازش در ارتباط با آب در آسیا.....
۱۴۴	جدول ۱-۷: نتایج آزمون من‌کنندال برای سری‌های بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه.....
۱۶۹	جدول ۲-۷: تاثیر ورودی‌ها بر میزان خطای یادگیری شبکه.....
۱۷۷	جدول ۳-۷: مقایسه‌ی خطای دو نوع تابع بل و گوسی و تعداد توابع عضویت در روش نروفازی برای پیش‌بینی دما.....
۱۷۹	جدول ۴-۷: مولفه‌های اصلی برای نقاط مدل IPCC4.....
۱۹۷	جدول ۵-۷: تعیین تعداد همسایه در روش‌های میانبایی در مدل NCCCSM.....
۱۹۸	جدول ۶-۷: میزان خطای حاصل از افزایش توان در روش‌های میانبایی.....

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱: تغییرات غلظت گازهای گلخانه‌ای برای یک دوره‌ی ۲۰۰۰ ساله.....
	شکل ۲: مقایسه‌ی متوسط تغییر دمای سطحی جهانی با مدل‌های متفاوت AOGCMs
۳	با یک درصد افزایش سالانه در غلظت دی اکسید کربن.....
۳	شکل ۳: شبیه‌سازی پاسخ متوسط درجه حرارت جهانی بر حسب درجه‌ی سانتیگراد.....
	شکل ۱-۱: روند بارش سالانه از ۱۹۰۱ تا ۲۰۰۵ بر حسب درصد در قرن و از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۵
۱۰	بر حسب درصد در دهه نسبت به درصد متوسط دوره‌ی پایه یعنی ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰.....
	شکل ۳-۱: متوسط آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل هیدرولوژیکی جهانی WGHM
۱۷	طی دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰.....
۱۸	شکل ۳-۱: نقشه‌ی جهانی میزان تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی ناشی از فعالیت‌های بشری.....
۲۱	شکل ۴-۱: الگوی مکان شاخص ماهانه‌ی خشکسالی پالمیر برای دوره‌ی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۲.....
	شکل ۵-۱: تغییرات زمانی شاخص خشکسالی پالمیر در مقیاس جهانی برای دوره‌ی ۱۹۰۰
۲۲	تا ۲۰۰۲.....
	شکل ۱-۲: متوسط تغییرات بارندگی ۱۵ مدل بر حسب میلیمتر در روز برای ماه‌های
۲۷	دسامبر، ژانویه و فوریه و ماه‌های ژوئن، جولای و اکتوبر.....
۲۷	شکل ۲-۲: متوسط تغییرات بارندگی ۱۵ مدل بر حسب درصد.....
	شکل ۳-۲: تغییرات بارندگی متوسط سالانه نسبت به دوره‌ی پایه در حوزه‌ی آبخیز
۲۹	زاینده رود براساس میانگین مدل‌ها و سناریوها.....
	شکل ۴-۲: تغییر در الگوهای مکانی شدت بارندگی بر حسب انحراف معیار با استفاده از
۳۰	نتایج شبیه‌سازی ۹ مدل اقلیمی زوجی.....
۳۳	شکل ۵-۲: متوسط تغییرات تبخیر ۱۵ مدل بر حسب درصد.....
	شکل ۶-۲: تغییرات ماهانه‌ی تبخیر و تعرق پتانسیل نسبت به سه دوره‌ی زمانی در
۳۴	ایستگاه دامغان، میانگین سناریوها و مدل‌ها.....
	شکل ۷-۲: تغییرات ماهانه‌ی تبخیر و تعرق پتانسیل نسبت به سه دوره‌ی زمانی با روش
۳۴	بلانی کریدل در ایستگاه دامغان، مجموع سناریوها و مدل‌ها.....
	شکل ۸-۲: تغییرات ماهانه‌ی تبخیر و تعرق پتانسیل نسبت به سه دوره‌ی زمانی با روش
۳۵	نورنویت در ایستگاه دامغان، میانگین سناریوها و مدل‌ها.....
۳۶	شکل ۹-۲: تغییرات دمای متوسط ماهانه نسبت به دوره‌ی پایه در ایستگاه سمنان.....
۳۹	شکل ۱۰-۲: متوسط تغییرات رطوبت خاک ۱۵ مدل بر حسب درصد.....

صفحه	عنوان
۴۱	شکل ۱۱-۲: متوسط تغییرات رواناب ۱۵ مدل برحسب درصد.....
۴۲	شکل ۱۲-۲: تغییر در میزان رواناب سالانه (میلیمتر در سال) در دنیا براساس مدل HADCM3 سناریوی A2.....
۴۵	شکل ۱۳-۲: تغییرات دبی متوسط ماهانه و فصلی و سالانه در سه دوره‌ی زمانی آبی نسبت به دوره‌ی پایه (میانگین سناریوها).....
۴۷	شکل ۱۴-۲: شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم برای متوسط سالانه‌ی طولانی‌مدت تغذیه آب-های زیرزمینی.....
۴۹	شکل ۱۵-۲: تغییر در الگوهای مکانی شدت روزهای خشک برحسب انحراف معیار با استفاده از نتایج شبیه‌سازی ۹ مدل اقلیمی زوجی.....
۵۵	شکل ۱۶-۳: گام‌های لازم برای تولید سناریوهای تغییر اقلیم برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم.....
۵۷	شکل ۲-۳: ساختار شماتیک سناریوهای متناوب از حالت توصیفی تا مدل‌های کمی.....
۶۳	شکل ۳-۳: ساختار مکانی مورد استفاده در مدل‌های گردش عمومی.....
۶۸	شکل ۴-۳: ساختار خط‌مشی داستان و سناریوها در گزارش ویژه‌ی سازمان بین‌الدول تغییر اقلیم بر سناریوهای انتشار.....
۷۱	شکل ۵-۳: چهار سناریوی SRES.....
۸۳	شکل ۱-۴: نمایی از قدرت تفکیک سطح زمین و اتمسفر مدل اقلیم منطقه‌ای مرکز هدی.....
۸۵	شکل ۲-۴: قدرت تفکیک مدل‌های گردش عمومی و محدودی اثر.....
۸۶	شکل ۳-۴: مراحل اساسی در ریزمقیاس نمایی آماری.....
۹۰	شکل ۴-۴: میزان فراوانی مدل‌های ریزنمایی دما با کم‌ترین خطا در ایستگاه‌ها در مدل-های گردش عمومی منتخب.....
۹۱	شکل ۵-۴: میزان فراوانی مدل‌های ریزنمایی دما با کم‌ترین خطا در ایستگاه‌ها در مدل-های گردش عمومی منتخب.....
۹۲	شکل ۶-۴: میزان فراوانی مدل‌های ریزنمایی بارش با کم‌ترین خطا در ایستگاه‌ها در مدل‌های گردش عمومی.....
۹۲	شکل ۷-۴: میزان فراوانی مدل‌های ریزنمایی بارش با کم‌ترین خطا در ایستگاه‌ها در مدل‌های گردش عمومی.....
۹۵	شکل ۸-۴: تغییر در متوسط سالانه‌ی رواناب سطحی برای اقلیم پیش‌بینی شده‌ی ۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹ نسبت به اقلیم کنونی برای دو مدل گردش عمومی جو و مدل اقلیم منطقه‌ای.....
۱۰۷	شکل ۱-۵: ساختار ۷ مرحله‌ای برای ارزیابی اثرات اقلیمی.....
۱۲۷	شکل ۱-۶: ساختار عدم قطعیت در توسعه‌ی مراحل ارزیابی اثرات اقلیمی.....

صفحه	عنوان
۱۴۰	شکل ۱-۷: تحلیل حساسیت دبی خروجی نسبت به ورودی های بارش (P) و دما (T).....
۱۴۶	شکل ۲-۷: مفهوم کلی ساختار مدل ها.....
۱۴۸	شکل ۳-۷: نقش مدل سازی با توجه به تمایل کاربر و عدم صحت علمی.....
۱۵۰	شکل ۴-۷: ساختار یک نرون مصنوعی.....
۱۵۱	شکل ۵-۷: بعضی از توابع محرک مورد استفاده در شبکه های عصبی.....
۱۵۴	شکل ۶-۷: ساختار کلی پرسپترون چند لایه.....
۱۵۵	شکل ۷-۷: شبکه تابع بنیادی شعاعی.....
۱۵۵	شکل ۸-۷: توپولوژی شبکه های عصبی ساختاری.....
۱۵۷	شکل ۹-۷: ساختار کلی شبکه های عصبی مبتنی بر PCA.....
۱۵۷	شکل ۱۰-۷: ساختار کلی شبکه های زوفازی (ANFIS).....
۱۵۸	شکل ۱۱-۷: پاسخ واحد زمینه ای.....
۱۵۸	شکل ۱۲-۷: ساختار کلی شبکه های عصبی جوردن المان.....
۱۵۹	شکل ۱۳-۷: ساختار کلی شبکه های عصبی زمان تاخیری.....
۱۶۱	شکل ۱۴-۷: توپولوژی شبکه های عصبی برگشتی.....
۱۶۴	شکل ۱۵-۷: ساختار کلی شبکه های عصبی خودسازماندهی کوهن.....
۱۶۶	شکل ۱۶-۷: متحنی یادگیری در ۵۰۰۰ تکرار.....
۱۶۸	شکل ۱۷-۷: رابطه ی تعداد عناصر پردازش گر شبکه و میزان خطای آموزش.....
۱۶۹	شکل ۱۸-۷: تغییرات تعداد تکرار با میزان خطا.....
۱۷۰	شکل ۱۹-۷: تاثیر حجم نمونه ی آموزشی بر میزان یادگیری و قدرت تعمیم شبکه.....
۱۷۱	شکل ۲۰-۷: خط برازش بین دبی مشاهداتی و تخمینی در مرحله ی آزمون مدل.....
۱۷۴	شکل ۲۱-۷: سری زمانی داده های دبی ماهانه در ایستگاه قلمه ی شاهرخ و جریان تخمینی براساس بهترین مدل انتخاب شده ARMA.....
۱۸۲	شکل ۲۲-۷: حلقه ی ساده ی الگوریتم ژنتیکی.....
۱۸۴	شکل ۲۳-۷: مقایسه ی خطای (MSE) دو روش سعی و خطا و الگوریتم ژنتیکی در مدل سازی بارش ماهانه با روش های مختلف شبکه ی عصبی مصنوعی.....
۱۹۳	شکل ۲۴-۷: نمونه ای از یک تغییر نما.....
۱۹۹	شکل ۲۵-۷: تغییرات پیش بینی شده ی بارش بهاره در حوضه ی آبخیز زاینده رود.....