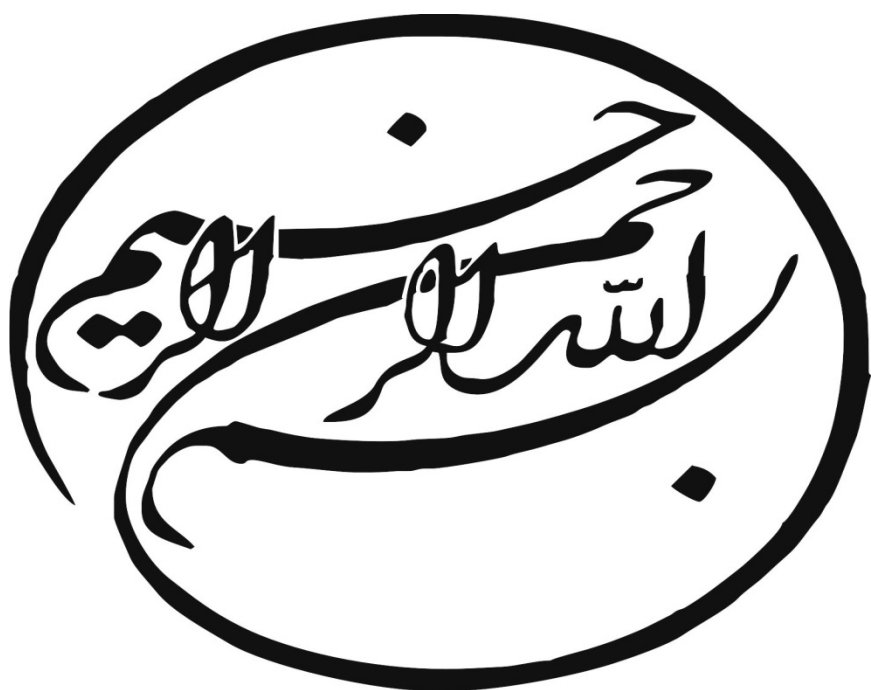
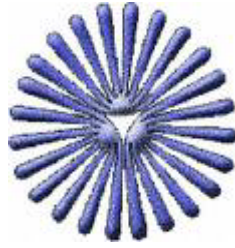






دانشگاه پیام نور استان یزد

گزارش نهایی طرح پژوهشی

عنوان طرح:

تعیین الگوی کشت مناسب جهت اقلیم‌های آسیب‌پذیر از
خشکسالی در استان یزد

مجری طرح:

حسین بری ابرقویی

پاییز ۹۰

سپاسگزاری

حمد و سپاس بی حد خدای احد را که در ظل توجهات و عنایات خاصه اش، همگان از خوان رحمت بی کرانش متنعم گشتند. و باز سپاس که درهای علم و دانش را به روی بندگان خود گشود و آنها را از جهل و نادانی به سوی نور علم و معرفت رهنمون ساخت. پس از او شاکریم که قطره کوچکی از اقیانوس بی منتهای علم و خزائن غیبش را نصیب کرد.

و اینک بر خود لازم می دانم از حمایت های دانشگاه پیام نور و سازمان جهاد کشاورزی استان یزد در انجام این تحقیق تقدیر و تشکر نمایم.

حسین بری ابرقویی

چکیده

خشکسالی یک ناهماهنگی موقت اقلیمی است و با خشکی متفاوت است. خشکسالی دوره زمانی است که طی آن آب قابل دسترس به طور قابل توجهی پایین تر از حد معمول است. خشکسالی تقریباً در تمام نواحی اقلیمی رخ می دهد، ولی ویژگی های آن از ناحیه ای به ناحیه دیگر بطور محسوسی متفاوت است. کشور ایران به لحاظ قرارگیری در کمربند خشک آب و هوای جهانی دارای بارش های با دو خصوصیت عمده است، کمی بارش و نوسانات منفی که موجبات خشکسالی را با شدت و ضعف های مختلف در کشور فراهم می آورد و در میان حوادث غیرمترقبه از فراوانی بیشتری برخوردار است. ویژگی های خشکسالی در ایران به گونه ای است که هیچ نقطه ای از کشور از این پدیده در امان نبوده و پیوسته در اغلب سال ها بخش هایی از کشور با خشکسالی مواجه می باشد. در این میان فراوانی وقوع خشکسالی در مناطق مرکز و جنوب شرق کشور بیشتر از سایر مناطق می باشد. کشاورزی در مناطق خشک با شرایط دمایی نامناسب و بارش کم مانند استان یزد بسیار دشوار است، ولی هنوز هم به عنوان یک منبع مهم تولید و کارآفرین به آن نگریسته می شود. یکی از فاکتورهای تعیین کننده در برآورد آب مورد نیاز اراضی کشاورزی، الگو و ترکیب کشت آنها می باشد. بنابراین یکی از موارد مهم و تاثیرگذار در این زمینه، هماهنگی الگوی کشت در این مناطق با پدیده خشکسالی می باشد. در این تحقیق با پایش و بررسی روند وقوع خشکسالی در استان یزد در چند دهه گذشته، اهمیت انجام تحقیق بیان شد. همچنین مناطق آسیب پذیر از خشکسالی در استان از طریق مدل زنجیره مارکف تعیین شد. مناطق در معرض تبخیر و تعرق شدید نیز با استفاده از روش پنمن-مانتیت مشخص شد. سپس با تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی استان، اولویت گیاهان مختلف برای قرار گرفتن در ترکیب کشت شهرستان های مختلف استان مشخص شد. در پایان با استفاده از تکنیک شبکه های عصبی مصنوعی (ANN)، قابلیت پیشبینی خشکسالی در مناطق خشک مانند استان یزد و کاربرد آن در زمینه تعیین الگوی کشت سال آینده بررسی شد.

کلمات کلیدی: استان یزد، الگوی کشت، تبخیر و تعرق، پهنه بندی، روند خشکسالی، زنجیره مارکف،

شبکه های عصبی مصنوعی، نیاز آبی.

این تحقیق به پیشنهاد سازمان جهاد کشاورزی و
تصویب شورای پژوهشی دانشگاه پیام نور استان یزد در
جلسه شماره ۶۹ مورخ ۱۳۹۰/۳/۱ با استفاده از
اعتبارات سازمان جهاد کشاورزی و دانشگاه پیام نور
استان یزد انجام شده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه‌ای بر خشکسالی	۱
۱-۱ کلیات	۲
۲-۱ انواع خشکسالی	۳
۳-۱ تاثیرات خشکسالی	۵
۴-۱ لزوم مطالعه خشکسالی	۷
۵-۱ خشکسالی در ایران	۹
۶-۱ سابقه مطالعه خشکسالی	۱۰
منابع	۱۶
۲- شاخص SPI	۲۳
۱-۲ پایش خشکسالی	۲۴
۲-۲ شاخص‌های خشکسالی	۲۵
۳-۲ موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی استان یزد	۲۷
۴-۲ آمار و اطلاعات	۳۰
۱-۴-۲ بازسازی نواقص آماری با استفاده از روش اسپلین	۳۲
۵-۲ شاخص SPI و سابقه کاربرد آن در ایران و جهان	۳۳
۶-۲ روش محاسبه شاخص SPI	۳۷
۷-۲ محاسبه SPI برای سری‌های زمانی مختلف	۴۰
منابع	۴۳
۳- پهنه‌بندی خشکسالی	۴۶
۱-۳ معرفی علم زمین آمار	۴۷

۲-۳	مرور منابع	۴۸
۳-۳	مواد و روش ها	۵۴
۱-۳-۳	روش عکس فاصله (Inverse distance method)	۵۴
۲-۳-۳	روش تهیه نقشه‌های گستره خشکسالی	۵۶
۳-۳-۳	منحنی های شدت-وسعت خشکسالی	۵۶
۴-۳	نتایج و بحث	۵۷
۱-۴-۳	نقشه‌های گستره خشکسالی	۵۷
۲-۴-۳	منحنی های شدت-وسعت خشکسالی	۶۵
	منابع	۷۰
۴-	روند خشکسالی در استان یزد	۷۳
۱-۴	مقدمه	۷۴
۲-۴	مرور منابع	۷۷
۳-۴	مواد و روش ها	۸۱
۱-۳-۴	بررسی معنا داری روند داده ها با استفاده از آزمون کندال(آزمون τ)	۸۱
۴-۴	نتایج و بحث	۸۳
۱-۴-۴	مقادیر N آزمون کندال برای سری‌های زمانی SPI	۸۳
۲-۴-۴	تحلیل مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای سری‌های زمانی SPI	۸۶
۳-۴-۴	نمودارهای روند میانگین متحرک ۱۰ ساله شاخص نرمال شده سری‌های زمانی SPI	۹۳
۵-۴	بررسی چگونگی روند خشکسالی	۱۰۰
	منابع	۱۰۲
۵-	زنجیره مارکف	۱۰۴
۱-۵	مقدمه	۱۰۵

۲-۵	مرور منابع	۱۰۶
۳-۵	مواد و روش ها	۱۱۲
۴-۵	نتایج	۱۱۵
۱-۴-۵	توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای سری‌های زمانی مختلف SPI	۱۱۸
۲-۴-۵	توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$)	۱۲۳
۳-۴-۵	توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک و رو به مرطوب به حالت خشک	۱۲۸
	منابع	۱۳۹
۶-	تبخیر و تعرق پتانسیل	۱۴۲
۱-۶	مقدمه	۱۴۳
۲-۶	مرور منابع	۱۴۴
۳-۶	مواد و روش ها	۱۴۷
۱-۳-۶	آمار و اطلاعات	۱۴۷
۲-۳-۶	بازسازی نواقص آماری با استفاده از روش نسبت نرمال (Normal ratio method)	۱۵۰
۳-۳-۶	بررسی صحت و همگنی داده ها	۱۵۰
۱-۳-۳-۶	روش آزمون توالی (ران تست)	۱۵۱
۴-۳-۶	روش فائو-پنمن-مانتیش	۱۵۱
۴-۶	نتایج و بحث	۱۵۶
	منابع	۱۷۱
۷-	الگوی کشت	۱۷۶
۱-۷	مقدمه	۱۷۵
۲-۷	مرور منابع	۱۷۹
۳-۷	مواد و روش ها	۱۸۴

۱۸۵.....	۷-۳-۱ روش فائو- پنمن- مانتیث
۱۸۵.....	۷-۳-۲ محاسبه ضریب گیاهی
۱۹۵.....	۷-۴ نتایج و بحث
۲۱۳.....	منابع
۲۱۷.....	۸- پیش‌بینی خشکسالی
۲۱۸.....	۸-۱ اهمیت پیش‌بینی خشکسالی
۲۲۰.....	۸-۲ شبکه‌های عصبی مصنوعی
۲۲۳.....	۸-۲-۱ تشابهات و انتظارات از یک شبکه عصبی مصنوعی و بیولوژیکی
۲۲۴.....	۸-۲-۲ تابع‌های محرک (تبدیل)
۲۲۴.....	۸-۲-۳ بیان انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی
۲۲۴.....	۸-۳ روند استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی
۲۲۶.....	۸-۳-۱ مرحله آموزش
۲۲۶.....	۸-۳-۲ آموزش نظارتی (با ناظر)
۲۲۷.....	۸-۳-۳ آموزش نظارت نشده
۲۲۸.....	۸-۳-۴ آموزش تقویت شده
۲۲۸.....	۸-۳-۵ مرحله بازخوانی
۲۲۸.....	۸-۳-۶ الگوریتم پس‌انتشار خطا
۲۲۹.....	۸-۳-۶-۱ مرحله رفت
۲۲۹.....	۸-۳-۶-۲ مرحله بازگشت و اصلاح وزن‌ها
۲۳۰.....	۸-۳-۷ تکرار محاسبات
۲۳۰.....	۸-۳-۸ کاربردهایی از شبکه‌های عصبی مصنوعی در منابع آب
۲۳۱.....	۸-۴ مرور منابع

۲۳۱.....	۸-۴-۱ کاربرد شبکه عصبی در هیدرولوژی
۲۳۲.....	۸-۴-۲ کاربرد شبکه عصبی در پیش‌بینی خشکسالی
۲۳۴.....	۸-۵ مواد و روش‌ها
۲۳۴.....	۸-۵-۱ منطقه مطالعه
۲۳۵.....	۸-۵-۲ داده‌های مورد استفاده
۲۳۸.....	۸-۵-۳ ساختار شبکه عصبی مورد استفاده در این تحقیق
۲۳۹.....	۸-۵-۴ داده‌های ورودی و خروجی
۲۴۰.....	۸-۵-۵ ارزیابی دقت و عملکرد مدل
۲۴۰.....	۸-۶ نتایج و بحث
۲۵۱.....	منابع

عنوان صفحه

جدول ۱-۲: انواع شاخص‌های سنجش و ارزیابی خشکسالی ۲۶

جدول ۲-۲: اطلاعات و مشخصات عمومی ایستگاه‌های هواشناسی مورد نظر ۳۰

جدول ۳-۲: طبقه‌بندی شاخص SPI و تعریف کلاس‌های خشکسالی متناظر با آن ۴۰

جدول ۱-۳: درصد مساحت طبقات مختلف بر اساس شاخص SPI در سال ۱۹۹۹-۲۰۰۰ ۶۹

جدول ۱-۵: ماتریس احتمال انتقال SPI 6 ۱۱۶

جدول ۲-۵: احتمال تعادل حالت‌های تر (W)، خشک (D)، نرمال رو به مرطوب (N1) و نرمال رو به

خشک (N2) برای SPI شش ماهه ۱۱۷

جدول ۳-۵: میانگین احتمال تعادل حالت‌های تر (W)، خشک (D)، نرمال رو به مرطوب (N1) و نرمال رو

به خشک (N2) برای SPI در سری‌های زمانی ۶، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ماهه در ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۱۷

جدول ۱-۶: مشخصات ایستگاه‌های انتخاب شده جهت بررسی خشکسالی در استان یزد ۱۴۹

جدول ۱-۷: ضریب گیاهی ذرت دانه ای در دوره های مختلف رشد ۱۸۷

جدول ۲-۷: ضریب گیاهی گندم در دوره های مختلف رشد ۱۸۸

جدول ۳-۷: ضریب گیاهی ذرت علوفه ای در دوره های مختلف رشد ۱۸۸

جدول ۴-۷: ضریب گیاهی یونجه در دوره های مختلف رشد ۱۸۹

جدول ۵-۷: ضریب گیاهی پنبه در دوره های مختلف رشد ۱۹۰

جدول ۶-۷: ضریب گیاهی آفتابگردان در دوره های مختلف رشد ۱۹۰

جدول ۷-۷: ضریب گیاهی چغندر قند در دوره های مختلف رشد ۱۹۱

جدول ۸-۷: ضریب گیاهی کنجد در دوره های مختلف رشد ۱۹۱

جدول ۹-۷: ضریب گیاهی خیار (کشت اول) در دوره های مختلف رشد ۱۹۲

جدول ۱۰-۷: ضریب گیاهی خیار (کشت دوم) در دوره های مختلف رشد ۱۹۲

جدول ۱۱-۷: ضریب گیاهی هندوانه در دوره های مختلف رشد ۱۹۲

- جدول ۷-۱۲: ضریب گیاهی خریزه در دوره های مختلف رشد ۱۹۳
- جدول ۷-۱۳: ضریب گیاهی نخود در دوره های مختلف رشد ۱۹۳
- جدول ۷-۱۴: ضریب گیاهی لوبیا در دوره های مختلف رشد ۱۹۳
- جدول ۷-۱۵: ضریب گیاهی عدس در دوره های مختلف رشد ۱۹۴
- جدول ۷-۱۶: ضریب گیاهی ماش در دوره های مختلف رشد ۱۹۴
- جدول ۷-۱۷: ضریب گیاهی گوجه فرنگی (کشت اول) در دوره های مختلف رشد ۱۹۴
- جدول ۷-۱۸: ضریب گیاهی پیاز در دوره های مختلف رشد ۱۹۵
- جدول ۷-۱۹: ضریب گیاهی گوجه فرنگی (کشت دوم) در دوره های مختلف رشد ۱۹۵
- جدول ۸-۱: مشخصات ایستگاه های انتخاب شده جهت پیش بینی خشکسالی در شهرستان اردکان ۲۳۵
- جدول ۸-۲: مشخصات لایه ها و نتایج دقت مدل شبکه عصبی مورد استفاده در رابطه با SPI ۳ ماهه ۲۴۱
- جدول ۸-۳: مشخصات لایه ها و نتایج دقت مدل شبکه عصبی مورد استفاده در رابطه با SPI ۶ ماهه ۲۴۲
- جدول ۸-۴: مشخصات لایه ها و نتایج دقت مدل شبکه عصبی مورد استفاده در رابطه با SPI ۹ ماهه ۲۴۲
- جدول ۸-۵: مشخصات لایه ها و نتایج دقت مدل شبکه عصبی مورد استفاده در رابطه با SPI ۱۲ ماهه ... ۲۴۳
- جدول ۸-۶: مشخصات لایه ها و نتایج دقت مدل شبکه عصبی مورد استفاده در رابطه با SPI ۲۴ ماهه ... ۲۴۳
- جدول ۸-۷: نتایج آزمون F روی مقادیر مشاهده شده و پیش بینی شده SPI ۲۴۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲: نقشه سیاسی استان یزد	۲۹
شکل ۲-۲: موقعیت ایستگاه‌های انتخاب شده برای مطالعه خشکسالی در استان یزد	۳۱
شکل ۳-۲: منحنی‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ماهه SPI در ایستگاه باجگان	۴۱
شکل ۴-۲: منحنی‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ماهه SPI در ایستگاه یزد	۴۲
شکل ۱-۳: استفاده از روش عکس فاصله برای بازسازی آمار ناقص در نقطه O بر اساس ایستگاه شاهد B	۵۵
شکل ۲-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۷۹-۱۳۷۸ (خشکترین سال دوره آماری) در استان یزد	۵۸
شکل ۳-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (یک سال خشک) در استان یزد	۵۹
شکل ۴-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۶۵-۱۳۶۴ (یک سال مرطوب) در استان یزد	۶۰
شکل ۵-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۷۲-۱۳۷۱ (یک سال مرطوب) در استان یزد	۶۱
شکل ۶-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۷۸-۱۳۷۷ (یک سال مرطوب) در استان یزد	۶۲
شکل ۷-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۶۳-۱۳۶۲ (یک سال نرمال) در استان یزد	۶۳
شکل ۸-۳: نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۵ (یک سال نرمال) در استان یزد	۶۴
شکل ۹-۳: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۷۹-۱۳۷۸ (خشکترین سال) بر اساس شاخص SPI	۶۵
شکل ۱۰-۳: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (یک سال خشک) بر اساس شاخص SPI	۶۶
شکل ۱۱-۳: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۶۵-۱۳۶۴ (مرطوبترین سال) بر اساس شاخص SPI	۶۶
شکل ۱۲-۳: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۷۲-۱۳۷۱ (یک سال مرطوب) بر اساس شاخص SPI	۶۷

- شکل ۳-۱۳: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۷۷-۱۳۷۸ (یک سال مرطوب) بر اساس شاخص SPI ۶۷
- شکل ۳-۱۵: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۵ (یک سال نرمال) بر اساس شاخص SPI ۶۸
- شکل ۳-۱۴: منحنی شدت-وسعت خشکسالی در سال ۱۳۶۳-۱۳۶۲ (یک سال نرمال) بر اساس شاخص SPI ۶۸
- شکل ۴-۱: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 3 ۸۳
- شکل ۴-۲: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 6 ۸۴
- شکل ۴-۳: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 9 ۸۴
- شکل ۴-۴: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 12 ۸۵
- شکل ۴-۵: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 18 ۸۵
- شکل ۴-۶: نمودار مقادیر N آزمون کندال برای SPI 24 ۸۶
- شکل ۴-۷: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 3 ۸۷
- شکل ۴-۸: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 6 ۸۸
- شکل ۴-۹: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 9 ۸۹
- شکل ۴-۱۰: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 12 ۹۰
- شکل ۴-۱۱: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 18 ۹۱
- شکل ۴-۱۲: گسترش مکانی مقادیر N آزمون من-کندال در استان یزد برای SPI 24 ۹۲
- شکل ۴-۱۳: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله (فیلتر کیلی) SPI 3 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد... ۹۴
- شکل ۴-۱۴: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله SPI 6 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد ۹۵
- شکل ۴-۱۵: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله SPI 9 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد ۹۶
- شکل ۴-۱۶: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله SPI 12 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد ۹۷

- شکل ۴-۱۷: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله SPI 18 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد ۹۸
- شکل ۴-۱۸: روند میانگین متحرک ۱۰ ساله SPI 24 در ایستگاه‌های مورد بررسی استان یزد ۹۹
- شکل ۵-۱: توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای SPI 6 در استان یزد ۱۱۸
- شکل ۵-۲: توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای SPI 9 در استان یزد ۱۱۹
- شکل ۵-۳: توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای SPI 12 در استان یزد ۱۲۰
- شکل ۵-۴: توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای SPI 18 در استان یزد ۱۲۱
- شکل ۵-۵: توزیع مکانی احتمال تعادل خشکسالی برای SPI 24 در استان یزد ۱۲۲
- شکل ۵-۶: توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$) برای SPI 6 در استان یزد ۱۲۳
- شکل ۵-۷: توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$) برای SPI 9 در استان یزد ۱۲۴
- شکل ۵-۸: توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$) برای SPI 12 در استان یزد ۱۲۵
- شکل ۵-۹: توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$) برای SPI 18 در استان یزد ۱۲۶
- شکل ۵-۱۰: توزیع مکانی احتمال ماندن در تله خشکسالی ($P_{D,D}$) برای SPI 24 در استان یزد ۱۲۷
- شکل ۵-۱۱: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به مرطوب به حالت خشک ($P_{N1,D}$) برای SPI 6 در استان ۱۲۹
- شکل ۵-۱۲: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به مرطوب به حالت خشک ($P_{N1,D}$) برای SPI 9 در استان یزد ۱۳۰
- شکل ۵-۱۳: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به مرطوب به حالت خشک ($P_{N1,D}$) برای SPI 12 در استان یزد ۱۳۱
- شکل ۵-۱۴: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به مرطوب به حالت خشک ($P_{N1,D}$) برای SPI 18 در استان یزد ۱۳۲
- شکل ۵-۱۵: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به مرطوب به حالت خشک ($P_{N1,D}$) برای SPI 24 در استان یزد ۱۳۳

- شکل ۵-۱۶: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک به حالت خشک ($P_{N2.D}$) برای SPI 6 در استان یزد ۱۳۴
- شکل ۵-۱۷: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک به حالت خشک ($P_{N2.D}$) برای SPI 9 در استان یزد ۱۳۵
- شکل ۵-۱۸: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک به حالت خشک ($P_{N2.D}$) برای SPI 12 در استان یزد ۱۳۶
- شکل ۵-۱۹: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک به حالت خشک ($P_{N2.D}$) برای SPI 18 در استان یزد ۱۳۷
- شکل ۵-۲۰: توزیع مکانی احتمال انتقال از حالت نرمال رو به خشک به حالت خشک ($P_{N2.D}$) برای SPI 24 در استان یزد ۱۳۸
- شکل ۶-۱: نقشه پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده برای تهیه نقشه تبخیر و تعرق مرجع استان یزد ۱۴۸
- شکل ۶-۲: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط فروردین ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۵۷
- شکل ۶-۳: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط اردیبهشت ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۵۸
- شکل ۶-۴: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط خرداد ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۵۹
- شکل ۶-۵: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط تیر ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۰
- شکل ۶-۶: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط مرداد ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۱

- شکل ۶-۷: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط شهریور ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۲
- شکل ۶-۸: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط مهر ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۳
- شکل ۶-۹: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط آبان ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۴
- شکل ۶-۱۰: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط آذر ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۵
- شکل ۶-۱۱: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط دی ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۶
- شکل ۶-۱۲: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط بهمن ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۷
- شکل ۶-۱۳: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط اسفند ماه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۸
- شکل ۶-۱۴: نقشه پهنه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل متوسط سالانه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۸۹ در استان یزد ۱۶۹
- شکل ۷-۱: نیاز آبی (میلیمتر) گندم در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۶
- شکل ۷-۲: نیاز آبی (میلیمتر) ذرت دانه ای در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۷
- شکل ۷-۳: نیاز آبی (میلیمتر) یونجه در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۷
- شکل ۷-۴: نیاز آبی (میلیمتر) ذرت علوفه ای در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۸
- شکل ۷-۵: نیاز آبی (میلیمتر) پنبه در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۸
- شکل ۷-۶: نیاز آبی (میلیمتر) چغندر قند در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۹

- شکل ۷-۷: نیاز آبی (میلیمتر) آفتابگردون در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۱۹۹
- شکل ۷-۸: نیاز آبی (میلیمتر) کنجد در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۰
- شکل ۷-۹: نیاز آبی (میلیمتر) خیار (کشت اول) در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۰
- شکل ۷-۱۰: نیاز آبی (میلیمتر) خیار (کشت دوم) در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۱
- شکل ۷-۱۱: نیاز آبی (میلیمتر) هندوانه در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۱
- شکل ۷-۱۲: نیاز آبی (میلیمتر) خربزه در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۲
- شکل ۷-۱۳: نیاز آبی (میلیمتر) نخود در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۲
- شکل ۷-۱۴: نیاز آبی (میلیمتر) لوبیا در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۳
- شکل ۷-۱۵: نیاز آبی (میلیمتر) عدس در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۳
- شکل ۷-۱۶: نیاز آبی (میلیمتر) ماش در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۴
- شکل ۷-۱۷: نیاز آبی (میلیمتر) پیاز در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۴
- شکل ۷-۱۸: نیاز آبی (میلیمتر) گوجه فرنگی (کشت اول) در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۵
- شکل ۷-۱۹: نیاز آبی (میلیمتر) گوجه فرنگی (کشت دوم) در سال برای مناطق مختلف استان یزد ۲۰۵
- شکل ۷-۲۰: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه ابرکوه ۲۰۶
- شکل ۷-۲۱: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه بافق ۲۰۷
- شکل ۷-۲۲: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه عقدا ۲۰۷
- شکل ۷-۲۳: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه بهاباد ۲۰۸
- شکل ۷-۲۴: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه هرات ۲۰۸
- شکل ۷-۲۵: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه گاریز ۲۰۹
- شکل ۷-۲۶: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه مروست ۲۰۹
- شکل ۷-۲۷: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه میبد ۲۱۰
- شکل ۷-۲۸: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه مهریز ۲۱۰

- شکل ۷-۲۹: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه رباط پشت بادم ۲۱۱
- شکل ۷-۳۰: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه طبس ۲۱۱
- شکل ۷-۳۱: نیاز آبی (میلیمتر) در سال برای محصولات مختلف در منطقه یزد ۲۱۲
- شکل ۸-۱: موقعیت شهرستان اردکان در استان یزد ۲۳۴
- شکل ۸-۲: موقعیت ایستگاه‌های انتخاب شده جهت پیش‌بینی خشکسالی در شهرستان اردکان ۲۳۶
- شکل ۸-۳: سری زمانی SPI ۳ ماهه شهرستان اردکان برای دوره آماری ۱۹۶۹-۲۰۰۸ ۲۳۷
- شکل ۸-۴: سری زمانی SPI ۶ ماهه شهرستان اردکان برای دوره آماری ۱۹۶۹-۲۰۰۸ ۲۳۷
- شکل ۸-۵: سری زمانی SPI ۹ ماهه شهرستان اردکان برای دوره آماری ۱۹۶۹-۲۰۰۸ ۲۳۷
- شکل ۸-۶: سری زمانی SPI ۱۲ ماهه شهرستان اردکان برای دوره آماری ۱۹۶۹-۲۰۰۸ ۲۳۸
- شکل ۸-۷: سری زمانی SPI ۲۴ ماهه شهرستان اردکان برای دوره آماری ۱۹۶۹-۲۰۰۸ ۲۳۸
- شکل ۸-۸: شکل شماتیکی از یک شبکه عصبی ۳ لایه و ورودی‌ها و خروجی‌های آن که بر اساس سری-
های زمانی مرتب شده اند ۲۳۹
- شکل ۸-۹: مقایسه مقادیر مشاهده شده، برآورد شده و تخمین زده شده SPI ۳ ماهه در شهرستان اردکان
..... ۲۴۴
- شکل ۸-۱۰: مقایسه مقادیر مشاهده شده، برآورد شده و تخمین زده شده SPI ۶ ماهه در شهرستان اردکان ..
..... ۲۴۴
- شکل ۸-۱۱: مقایسه مقادیر مشاهده شده، برآورد شده و تخمین زده شده SPI ۹ ماهه در شهرستان اردکان ..
..... ۲۴۵
- شکل ۸-۱۲: مقایسه مقادیر مشاهده شده، برآورد شده و تخمین زده شده SPI ۱۲ ماهه در شهرستان اردکان
..... ۲۴۵
- شکل ۸-۱۳: مقایسه مقادیر مشاهده شده، برآورد شده و تخمین زده شده SPI ۲۴ ماهه در شهرستان اردکان
..... ۲۴۶

- شکل ۸-۱۴: نمودار جعبه‌ای مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده SPI ۳ ماهه ۲۴۸
- شکل ۸-۱۵: نمودار جعبه‌ای مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده SPI ۶ ماهه ۲۴۸
- شکل ۸-۱۶: نمودار جعبه‌ای مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده SPI ۹ ماهه ۲۴۹
- شکل ۸-۱۷: نمودار جعبه‌ای مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده SPI ۱۲ ماهه ۲۴۹
- شکل ۸-۱۸: نمودار جعبه‌ای مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده SPI ۲۴ ماهه ۲۵۰