بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سنجش از دور و GIS

عنوان :

برآورد مقدار تبخیر و تعرق با استفاده از سنجش از دور و شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه آن با روش پنمن- مانتیث- فائو در باغات مرکبات شهرستان دزفول در شمال خوزستان

استاد راهنما:

دکتر کاظم رنگزن

اساتید مشاور:

دکتر مصطفی کابلی زاده

دکتر محمد خرمیان

نگارنده:

عزیز عظیمی

شهریور ماه ۱۳۹۳

«فهرست مطالب»

عنوان **صفحه**

«فصل اول»: اهمیت و ضرورت تحقیق، پیشینه تحقیق و منطقه مورد مطالعه..... ۱

۱-۱) مقدمه ۲

۱-۲) اهمیت و ضرورت تحقیق..... ۴

۱-۳) سؤالات تحقیق..... ۵

۱-۴) فرضیات تحقیق..... ۶

۱-۵) اهداف تحقیق..... ۶

۱-۶) پیشینه تحقیق..... ۷

۱-۶-۱) استفاده از سنجش از دور..... ۷

۱-۶-۲) استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۱۰

۱-۷) معرفی منطقه مورد مطالعه..... ۱۳

۱ -۷-۱) اقلیم منطقه مورد مطالعه..... ۱۴

۱-۷-۲) علت انتخاب منطقه مورد نظر..... ۱۵

۱-۸) ساختار پایان نامه..... ۱۶

«فصل دوم»: تعاریف، مفاهیم و کلیات تحقیق..... ۱۷

۲-۱) مقدمه ۱۸

۲-۲) تبخیر..... ۱۸

۲-۳) تعرق..... ۱۹

۲-۴) تفاوت تبخیر و تعرق..... ۲۰

۲-۵) تبخیر و تعرق..... ۲۱

۲-۶) واحدهای اندازه گیری تبخیر و تعرق ۲۱

۲-۷) تبخیر و تعرق و انواع آن..... ۲۲

۲-۷-۱) تبخیر و تعرق پتانسیل..... ۲۲

۲-۷-۲) تبخیر و تعرق واقعی..... ۲۲

۲-۷-۳) تبخیر و تعرق گیاه مرجع..... ۲۲
۲-۷-۴) تبخیر و تعرق گیاهان تحت شرایط استاندارد..... ۲۳
۲-۷-۵) تبخیر و تعرق گیاهان تحت شرایط غیر استاندارد..... ۲۳
۲-۸) عوامل مؤثر بر تبخیر و تعرق ۲۴
۲-۸-۱) پارامترهای هواشناسی ۲۴
۲-۸-۲) عوامل گیاهی ۲۵
۲-۸-۳) عوامل زراعی و محیطی ۲۵
۲-۹) سنجش از دور..... ۲۶
۲-۹-۱) کاربرد سنجش از دور در برآورد تبخیر و تعرق..... ۲۶
۲-۹-۲) ماهواره لندست ۸..... ۲۷
۲-۱۰) روش‌های برآورد تبخیر و تعرق ۲۹
۲-۱۰-۱) روش‌های مستقیم..... ۲۹
۲-۱۰-۱-۱) روش لایسیمتری..... ۳۰
۲-۱۰-۱-۲) استفاده از تشت تبخیر..... ۳۰
۲-۱۰-۲) روش‌های غیر مستقیم..... ۳۱
۲-۱۰-۲-۱) روش‌های ترکیبی..... ۳۱
۲-۱۰-۲-۲) روش‌های تجربی..... ۳۲
۲-۱۰-۲-۳) روش‌های نوین..... ۳۳
۲-۱۰-۲-۳-۱) استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۳۳
۲-۱۰-۲-۳-۲) روش‌های زمین آمار..... ۳۳
۲-۱۰-۲-۳-۳) استفاده از سنجش از دور..... ۳۴
۲-۱۰-۲-۳-۳-۱) روش‌های مستقیم تجربی..... ۳۴
۲-۱۰-۲-۳-۳-۲) روش‌های مبتنی بر شاخص‌های گیاهی..... ۳۴
۲-۱۰-۲-۳-۳-۳) روش‌های قطعی..... ۳۴
۲-۱۰-۲-۳-۳-۴) روش‌های مبتنی بر انرژی توازن سطح..... ۳۵
۲-۱۱) الگوریتم سبال..... ۳۵
۲-۱۱-۱) مزایا و معایب الگوریتم سبال..... ۳۶

۲-۱۲) شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۳۶
۲-۱۲-۱) تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۳۷
۲-۱۲-۲) ساختار شبکه‌های عصبی..... ۳۹
۲-۱۲-۳) ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی..... ۴۰
۲-۱۲-۴) عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۴۱
۲-۱۲-۵) معماری شبکه عصبی مصنوعی..... ۴۲
۲-۱۲-۶) انواع اتصال در شبکه‌های عصبی..... ۴۲
۲-۱۲-۷) ساختار نرون..... ۴۳
۲-۱۲-۸) توابع انتقال..... ۴۴
۲-۱۳) انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۴۶
۲-۱۳-۱) انواع شبکه‌های عصبی بر مبنای آموزش..... ۴۶
۲-۱۳-۱-۱) آموزش با وزن ثابت..... ۴۷
۲-۱۳-۱-۲) آموزش با نظارت..... ۴۷
۲-۱۳-۱-۳) آموزش بدون نظارت..... ۴۷
۲-۱۳-۱-۴) آموزش تقویت شده ۴۸
۲-۱۳-۲) انواع شبکه‌های عصبی بر مبنای نوع اتصالات..... ۴۸
۲-۱۳-۲-۱) شبکه عصبی پسخور..... ۴۹
۲-۱۳-۲-۲) شبکه عصبی پیسخور..... ۴۹
۲-۱۳-۲-۲-۱) شبکه عصبی پرسپترون..... ۵۰
۲-۱۳-۲-۲-۱-۱) شبکه پرسپترون تک لایه..... ۵۰
۲-۱۳-۲-۲-۱-۲) شبکه پرسپترون چند لایه..... ۵۱
۲-۱۳-۲-۲-۲) شبکه عصبی شعاعی..... ۵۲
۲-۱۴) الگوریتم‌های مختلف آموزش ۵۳
۲-۱۴-۱) الگوریتم لونبرگ-مارکورت..... ۵۴
۲-۱۴-۲) الگوریتم گرادیان نزولی انتشار به عقب با **ممنتم**..... ۵۴
۲ -۱۴-۳) الگوریتم تنظیم بایزین..... ۵۵

۲-۱۵) نحوه ساخت یک مدل از شبکه عصبی مصنوعی..... ۵۵
۲-۱۶) انتخاب داده‌های آموزشی..... ۵۵
۲-۱۷) آماده کردن داده‌های آموزشی..... ۵۶
۲-۱۸) آموزش شبکه..... ۵۷
۲-۱۸-۱) توقف آموزش و نقش داده‌های صحت سنجی و تست..... ۵۷
۲-۱۹) تعداد لایه‌های مخفی..... ۵۸
۲-۲۰) تعداد نرون های هر لایه..... ۵۹
۲-۲۱) تعدادتکرار..... ۵۹
۲-۲۲) نرخ یادگیری..... ۶۰
۲-۲۳) فرایند یادگیری در شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۶۰
۲-۲۴) معایب شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۶۱
«فصل سوم»: روش انجام تحقیق..... ۶۳
۳-۱) مقدمه ۶۴
۳-۲) مواد و ابزار مورد استفاده..... ۶۴
۳-۲-۱) مواد مورد نیاز..... ۶۴
۳-۲-۲) نرم افزارهای مورد نیاز..... ۶۵
۳-۳) الگوریتم سبال..... ۶۶
۳-۳-۱) شار تابش خالص سطحی..... ۶۹
۳-۳-۱-۱) آلبیدوی سطحی..... ۷۰
۳-۳-۱-۱-۱) بازتابندگی هر باند..... ۷۱
۳-۳-۱-۱-۲) شفافیت اتمسفری..... ۷۲
۳-۳-۱-۲) تابش ورودی موج کوتاه($R_{s\downarrow}$) ۷۲
۳-۳-۱-۳) شاخص‌های گیاهی..... ۷۳
۳-۳-۱-۳-۱) شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده..... ۷۳
۳-۳-۱-۳-۲) شاخص تعدیل شده گیاهی بر اساس خاک..... ۷۳
۳-۳-۱-۳-۳) شاخص سطح برگ..... ۷۴
۳-۳-۱-۴) گسیلمندی سطح..... ۷۴

۳-۳-۱-۵) تابش حرارتی تصحیح شده(R_c).....۷۵
۳-۳-۱-۶) تابش طیفی ۷۶
۳-۳-۱-۷) دمای سطحی زمین(Ts).....۷۷
۳-۳-۱-۸) انتخاب پیکسل‌های سرد و گرم.....۷۸
۳-۳-۱-۹) تابش طول موج بلند خروجی($R_{L\uparrow}$) ۷۹
۳-۳-۱-۱۰) تابش طول موج بلند ورودی($R_{L\downarrow}$).....۸۰
۳-۳-۱-۱۱) تابش خالص(R_n).....۸۱
۳-۳-۲) شار گرمای خاک(G).....۸۲
۳-۳-۳) شار گرمای محسوس(H) ۸۲
۳-۳-۳-۱) پایداری اتمسفر.....۸۷
۳-۳-۴) شار گرمای نهان و تبخیر و تعرق لحظه‌ای.....۹۱
۳-۳-۵) کسر تبخیر و تعرق مرجع.....۹۲
۳-۳-۶) تبخیر و تعرق ۲۴ ساعته.....۹۳
۳-۴) شبکه‌های عصبی مصنوعی.....۹۴
۳-۴-۱) روش کلی کار.....۹۴
۳- ۴-۲) طراحی شبکه مورد نیاز.....۹۷
۳-۵) روش پنمن- مونتیث- فائو.....۹۹
۳-۶) شاخص‌های ارزیابی.....۱۰۰
«فصل چهارم»: پیاده سازی و نتایج.....۱۰۲
۴-۱) مقدمه ۱۰۳
۴-۲) نتایج حاصل از مدل سبال.....۱۰۳
۴-۲-۱) برآورد مقادیر آلبیدوی سطحی.....۱۰۳
۴-۲-۲) محاسبه تابش طول موج کوتاه ورودی.....۱۰۷
۴-۲-۳) برآورد شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی.....۱۰۸
۴-۲-۴) محاسبه دمای سطح زمین.....۱۰۹
۴-۲-۵) برآورد تابش طول موج بلند خروجی.....۱۱۱
۴-۲-۶) محاسبه تابش طول موج بلند ورودی.....۱۱۱

۴-۲-۷) محاسبه مقادیر تابش خالص ۱۱۲
۴-۲-۸) برآورد شار گرمای خاک..... ۱۱۴
۴-۲-۹) محاسبه شار گرمای محسوس..... ۱۱۶
۴-۲-۱۰) محاسبه شار گرمای نهان و تبخیر و تعرق لحظه‌ای ۱۲۰
۴-۲-۱۱) محاسبه تبخیر و تعرق ۲۴ ساعته..... ۱۲۱
۴-۳) نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۲۳
۴-۳-۱) تعیین متغیرهای ورودی مدل..... ۱۲۴
۴-۳-۱-۱) پیاده سازی شبکه ANN1..... ۱۲۵
۴-۳-۱-۲) پیاده سازی شبکه ANN2..... ۱۳۱
۴-۳-۱-۳) پیاده سازی شبکه ANN3..... ۱۳۲
۴-۳-۱-۴) پیاده سازی شبکه ANN4..... ۱۳۴
۴-۳-۱-۵) پیاده سازی شبکه ANN5..... ۱۳۶
۴-۳-۱-۶) پیاده سازی شبکه ANN6..... ۱۳۷
۴-۳-۱-۷) پیاده سازی شبکه ANN7..... ۱۳۹
۴-۳-۱-۸) پیاده سازی شبکه ANN8..... ۱۴۰
۴-۳-۱-۹) پیاده سازی شبکه ANN9..... ۱۴۲
۴-۳-۱-۱۰) پیاده سازی شبکه ANN10..... ۱۴۳
۴-۳-۱-۱۱) پیاده سازی شبکه ANN11..... ۱۴۵
۴-۳-۱-۱۲) پیاده سازی شبکه ANN12..... ۱۴۷
۴-۳-۱-۱۳) پیاده سازی شبکه ANN13..... ۱۴۹
۴-۳-۱-۱۴) پیاده سازی شبکه ANN14..... ۱۵۰
۴-۳-۱-۱۵) پیاده سازی شبکه ANN15..... ۱۵۱
۴-۳-۲) نتایج استخراج شده از مدل‌های مختلف شبکه ANN..... ۱۵۳
۴-۴) نتایج حاصل از اجرای معادله پنمن- مانتیث- فائو..... ۱۵۵
۴-۵) ارزیابی نتایج بدست آمده..... ۱۵۶
۴-۵-۱) مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش سنجش از دور و..... ۱۵۷
۴-۵-۲) مقایسه نتایج بدست آمده از به کارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۱۵۷

«فصل پنجم»: نتیجه گیری و پیشنهادات.....۱۵۸

۵-۱) مقدمه.....۱۵۹

۵-۲) یافته‌ها.....۱۶۰

۵-۳) پیشنهادات.....۱۶۲

«منابع و مراجع».....۱۶۳

منابع فارسی.....۱۶۴

منابع لاتین.....۱۶۸

«فهرست اشکال»

عنوان شکل **صفحه**

شکل(۱-۱) منطقه مورد مطالعه..... ۱۴
شکل (۲-۱) تبخیر و تعرق گیاه مرجع..... ۲۲
شکل(۲-۲) تبخیر و تعرق گیاهان تحت شرایط استاندارد..... ۲۳
شکل(۲-۳) تبخیر و تعرق گیاهان تحت شرایط غیراستاندارد..... ۲۳
شکل(۲-۴) عوامل موثر بر تبخیر و تعرق بر مبنای مفاهیم مرتبط با آن..... ۲۴
شکل(۲-۵) ماهواره لندست ۸..... ۲۷
شکل(۲-۶) مدل ریاضی یک نرون..... ۴۳
شکل(۲-۷) انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۴۸
شکل(۲-۸) شبکه تک لایه..... ۵۱
شکل(۲-۹) شبکه چند لایه..... ۵۲
شکل(۲-۱۰) تصویر شماتیک شبکه RBF..... ۵۳
شکل(۲-۱۱) نحوه آموزش شبکه..... ۶۱
شکل(۳-۱) شمای کلی از الگوریتم سبال..... ۶۷
شکل(۳-۲) تغییر اجزای موازنه انرژی در بالای یک سطح..... ۶۹
شکل(۳-۳) شمای کلی روند محاسبه تابش خالص..... ۸۱
شکل(۳-۴) مقاومت آیرودینامیکی ایجاد شده به وسیله گیاه..... ۸۴
شکل(۳-۵) سه حالت پایداری اتمسفر..... ۸۸
شکل(۳-۶) شمای کلی از روند محاسبه شار گرمای محسوس ۹۱
شکل(۳-۷) میانگین سه پارامتر دمایی موثر..... ۹۵
شکل(۳-۸) میانگین سه پارامتر رطوبتی موثر..... ۹۵
شکل(۳-۹) میانگین ساعات آفتابی ماهانه..... ۹۶

شکل(۳-۱۰) میانگین تبخیر ماهانه.....۹۷
شکل(۴-۱) نقشه توزیع مقادیر آلبیدوی سطحی در تاریخ‌های مختلف.....۱۰۵
شکل(۴-۲) نقشه توزیع مقادیر شاخص پوشش گیاهی.....۱۰۸
شکل(۴-۳) نقشه توزیع مقادیر دمای سطح درتاریخ‌های مختلف.....۱۱۰
شکل(۴-۴) نقشه توزیع مقادیر شار تابش خالص در تاریخ‌های مختلف.....۱۱۳
شکل(۴-۵) نقشه توزیع مقادیر شار گرمای خاک در تاریخ‌های مختلف.....۱۱۵
شکل(۴-۶) نمودار NDVI/α در برابر ارتفاعات مختلف.....۱۱۶
شکل(۴-۷) نقشه توزیع مقادیر شار گرمای محسوس در تاریخ‌های مختلف.....۱۱۹
شکل(۴-۸) نقشه توزیع شار گرمای نهان تبخیر در تاریخ‌های مختلف.....۱۲۰
شکل(۴-۹) نقشه توزیع مقادیر تبخیر و تعرق ۲۴ ساعته در تاریخ‌های مختلف.....۱۲۲
شکل(۴-۱۰) میزان خطای MSE حاصل از به کارگیری الگوریتم‌های آموزشی مختلف.....۱۳۰

«فهرست جداول»

عنوان جدول **صفحه**

جدول(۲-۱) باندهای طیفی OLI..... ۲۸
جدول(۲-۲) باندهای طیفی TIRS..... ۲۸
جدول(۲-۳) ضریب تشت کلاس A برای برآورد تبخیر از سطح آزاد آب..... ۳۱
جدول(۲-۴) رایج‌ترین توابع فعال ساز..... ۴۵
جدول(۳-۱) مشخصات تاریخ گذر ماهواره..... ۶۴
جدول(۳-۲) مقادیر ESUN برای باندهای مختلف لندست ۸ ..... ۷۱
جدول (۳-۳) مقادیرضریب وزنی برای هر باندرلندست ۸..... ۷۱
جدول(۳-۴) مقادیر Z_{om} برای انواع سطوح زمین ۸۵
جدول(۴-۱) مقادیر آماری آلبیدوی موجود در منطقه..... ۱۰۴
جدول(۴-۲) مقادیر تابش طول موج کوتاه ورودی ۱۰۶
جدول(۴-۳) مقادیر آماری شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی موجود در منطقه..... ۱۰۷
جدول(۴-۴) مقادیر آماری دمای سطح زمین در منطقه..... ۱۰۹
جدول(۴-۵) نتایج دمای حاصله، از سنجش از دور و دمای اندازه گیری شده..... ۱۱۱
جدول(۴-۶) مقادیر آماری تابش طول موج بلند خروجی در منطقه..... ۱۱۱
جدول(۴-۷) مقادیر تابش طول موج بلند ورودی..... ۱۱۲
جدول(۴-۸) مقادیر آماری تابش خالص موجود در منطقه..... ۱۱۲
جدول(۴-۹) مقادیر آماری شار گرمای خاک موجود در منطقه..... ۱۱۴
جدول(۴-۱۰) ضرایب a و b بدست آمده و مقادیر آماری طول زبری برای..... ۱۱۶
جدول(۴-۱۱) مشخصات پیکسل‌های سرد و گرم انتخاب شده برای هر تصویر..... ۱۱۷
جدول(۴-۱۲) مقادیر آماری شار گرمای محسوس موجود در منطقه..... ۱۱۸

جدول (۴-۱۳) مقادیر تبخیر و تعرق بدست آمده در تاریخ‌های مختلف.....۱۲۳
جدول (۴-۱۴) مدل‌های ورودی ساخته شده بر اساس پارامترهای موثر.....۱۲۴
جدول(۴-۱۵) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN1 با الگوریتمLM ۱۲۵
جدول(۴-۱۶) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN1 با الگوریتم‌های.....۱۲۷
جدول(۴-۱۷) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN2 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۱
جدول(۴-۱۸) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN3 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۳
جدول(۴-۱۹) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN4 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۴
جدول(۴-۲۰) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN5 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۶
جدول(۴-۲۱) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN6 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۷
جدول(۴-۲۲) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN7 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۳۹
جدول(۴-۲۳) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN8 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۰
جدول(۴-۲۴) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN9 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۲
جدول(۴-۲۵) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN10 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۴
جدول(۴-۲۶) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN11 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۵
جدول(۴-۲۷) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN12 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۷
جدول(۴-۲۸) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN13 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۴۸
جدول(۴-۲۹) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN14 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۵۰
جدول(۴-۳۰) نتایج حاصل از آموزش شبکهANN15 با الگوریتم‌های مختلف.....۱۵۲
جدول(۴-۳۱) مقایسه نتایج شبکه‌های طراحی شده برمبنای پارامترهای ورودی.....۱۵۳
جدول (۴-۳۲) نتایج مربوط به برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از شبکه‌های.....۱۵۵
جدول (۴-۳۳) نتایج مربوط به مقادیر تبخیر و تعرق روزانه به روش پنمن- مانتیث- فائو.....۱۵۵
جدول(۴-۳۴) نتایج بدست آمده از روش‌های سنجش از دور و روش پنمن-مانتیث- فائو.....۱۵۶
جدول(۴-۳۵) نتایج بدست آمده از روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و..... ۱۵۷

نام خانوادگی : عظیمی	نام: عزیز	شماره دانشجویی :۹۱۳۵۳۰۲

عنوان پایان نامه : برآورد مقدار تبخیر و تعرق با استفاده از سنجش از دور و شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه آن با روش پنمن- مانتیث- فائو در باغات مرکبات شهرستان دزفول در شمال خوزستان

استاد/ اساتید راهنما: دکتر کاظم رنگزن

استاد/ اساتید مشاور: دکتر مصطفی کابلی زاده- دکتر محمد خرمیان

درجه تحصیلی:کارشناس ارشد	رشته: سنجش از دور و GIS	گرایش: آب و خاک
دانشگاه :شهید چمران اهواز	دانشکده: علوم زمین	گروه : سنجش از دور و GIS

تاریخ فارغ‌التحصیلی : **تعداد صفحه:**

کلید واژه‌ها : تبخیر و تعرق، سنجش از دور، الگوریتم سبال، شبکه‌های عصبی مصنوعی، معادله پنمن-مانتیث- فائو

چکیده: تبخیر و تعرق یکی از عوامل مهم سیکل هیدرولوژی بوده که باید در طرح‌های آبیاری، مطالعات زهکشی و هیدرولوژیکی برآورد شود. در حال حاضر دقیق‌ترین روش برای برآورد آن، استفاده از لایسیمتر است. ولی استفاده از لایسیمتر مستلزم هزینه زیادی است. از این رو عمدتا تخمین تبخیر و تعرق با استفاده از پارامترهای هواشناسی و به کار بردن مدل‌های تجربی انجام می‌گیرد. در این میان، معادله پنمن- مانتیث- فائو به عنوان روشی استاندارد در محاسبه تبخیر و تعرق مرجع شناخته می‌شود. از آنجایی که این روش به تجهیزات هواشناسی گران قیمتی نیاز دارد کاربرد آن در بسیاری از مناطق محدود است. لذا استفاده از روش‌های جایگزین همواره دارای اهمیت بسیار زیادی است. یکی از روش‌های نوین برآورد تبخیر و تعرق استفاده از سنجش از دور می‌باشد. سنجش از دور به کمک الگوریتم سبال، قادر به برآورد میزان تبخیر و تعرق از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. برای اجرای الگوریتم سبال نیاز به محاسبه فاکتورهایی چون آلبیدوی سطحی، شاخص پوشش گیاهی نرمال شده، دمای سطحی زمین، شار تابش خالص، شار گرمای خالص، شار گرمای محسوس و در نهایت تبخیر و تعرق روزانه در منطقه می‌باشد. به این منظور، در این تحقیق از چهار تصویر لندست ۸ استفاده شد. مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش، سنجش از دور و معادله پنمن- مانتیث- فائو، نشان می‌دهد که میانگین مربعات خطا ۱/۵۴و میانگین خطای مطلق ۱/۰۴ میلیمتر در روز می‌باشد. برای حل پیچیدگی فرایند تبخیر، از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش بینی تبخیر از تشت بر اساس داده‌های هواشناسی استفاده می شود. در این تحقیق، از شبکه پرسپترون با الگوریتم پس انتشار خطا برای آموزش آن استفاده شد. برای آموزش شبکه از داده‌های اقلیمی روزانه‌ی ۱۳ ساله ایستگاه صفی آباد دزفول استفاده شد. نتایج حاصل از محاسبات نشان داد بهترین شبکه، شبکه‌ای با همه ورودی‌ها، با یک لایه پنهان و ۲۸ نرون در لایه میانی می‌باشد. نتایج پیاده سازی این شبکه نشان دهنده، شاخص‌های آماری MSE=۰/۰۰۳۲، MAE=۰/۰۴۴۵ و R^2=۰/۹۶۰۹ می‌باشد. مقایسه نتایج بدست آمده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش پنمن- مانتیث- فائو نشان می‌دهد که میانگین مربعات خطا ۱/۱۱و میانگین خطای مطلق ۰/۵۲ میلیمتر در روز می‌باشد. این نتایج، بیانگرعملکرد بهتر شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به الگوریتم سبال در برآورد میزان تبخیر و تعرق می‌باشد.

فصل اول:

کلیات، طرح مسئله،

پیشینه تحقیق و منطقه مورد

مطالعه

۱-۱)مقدمه

با افزایش جمعیت جهان در سالهای اخیر، نیاز به تولید غذا به شدت افزایش یافته است. اما تولید غذای بیشتر، نیازمند مقابله با برخی محدودیت‌ها است. درگذشته، انسان سعی کرد در اولین گام با افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، مشکل کمبود غذا را رفع کند، اما خیلی زود متوجه شد افزایش سطح زیر کشت، خود به خود به وجود آورنده‌ی مشکلات جدیدی است. یکی از بزرگ‌ترین این مشکلات، کمبود آب بود. بنابراین تحقیقات در زمینه کنترل مصرف آب و بررسی روش‌های کاهش مصرف در اولویت بخش کشاورزی قرار گرفت.

بررسی‌های انجام شده در زمینه سرانه منابع آب تجدید شونده در جهان نشان می‌دهد که در سال ۱۹۵۰ میلادی ایران جزء مناطقی با سرانه آب تجدید شونده بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر مکعب بوده است. درحالی‌که پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۲۵ میلادی سرانه آب تجدید شونده در ایران به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب برسد. بیشتر مساحت ایران را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد و از طرفی میزان متوسط بارندگی در ایران حدود یک سوم متوسط بارندگی جهانی می‌باشد. این عوامل، اهمیت و ضرورت استفاده بهینه از آب در همه زمینه‌ها، به خصوص بخش کشاورزی را نشان می‌دهد (اصغر زاده و ثنایی نژاد،۱۳۸۵). با توجه به اینکه بخش کشاورزی، مصرف کننده اصلی آب در کشور است لذا می‌بایست با بهبود مدیریت مصرف آب در این بخش و افزایش راندمان در مصرف آب در مصرف آن صرفه جویی کرد. یکی از مهم‌ترین روش‌های بهبود مدیریت مصرف آب در مزارع، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاهان است(هژبر،۱۳۹۱). اندازه گیری واقعی آب مصرفی گیاهان تحت شرایط گوناگون فیزیکی و اقلیمی، کاری بسیار زمان بر و پرهزینه است، از این رو روش‌های سریع و در عین حال قابل اطمینانی لازم است تا کارشناسان، زارعین و اقلیم‌شناسان بتوانند بر حسب نیاز خود، آب مصرفی گیاهان را برای مناطقی که هیچ گونه اطلاعات مدون اندازه گیری شده از آن در دست نمی‌باشد، برآورد کنند. این موضوع از نظر تاریخی قدمتی برابر آبیاری کشاورزی داشته و از این رو حجم وسیعی از اطلاعات علمی مدون در این زمینه موجود می‌باشد. اما با توجه به نقش عوامل بسیار متعدد اقلیمی در تعیین مقدار آب مصرفی گیاهان مختلف، هنوز یک روش علمی و دقیق برای

برآورد نیاز آبی گیاهان که در تمام شرایط آب و هوایی قابل استفاده باشد، وجود ندارد(علیزاده، ۱۳۸۵).

تخمین بیش از حد آب مورد نیاز گیاه، ضمن هدر دادن آب آبیاری باعث ماندابی شدن اراضی، شستشوی مواد غذایی خاک و آلوده نمودن منابع آب زیرزمینی می‌شود. ضمن آن که تخمین کمتر از حد آب مورد نیاز گیاه نیز باعث اعمال تنش رطوبتی به گیاه شده و در نتیجه کاهش محصول را به دنبال خواهد داشت(فتحی و کوچک زاده، ۲۰۰۴). کمبود آب نه تنها میزان محصول را کاهش می‌دهد بلکه نحوه رشد آن را نیز تغییر داده و ضمن تأثیر بر میزان فتوسنتز، بر کیفیت محصول، تشکیل گل و تولید بذر اثرات منفی به جای می‌گذارد(شریفان و علیزاده، ۱۳۸۸).

تبخیر و تعرق (ET)[۱] یکی از اجزای اصلی سیکل هیدرولوژی است که برآورد دقیق آن در بسیاری از موارد همچون توازن هیدرولوژیکی آب، طراحی و مدیریت سیستم‌های آبی، شبیه سازی میزان محصول کشاورزی و ارزیابی تولید اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی در درجه اول اهمیت قرار دارد(شایان نژاد، ۱۳۸۵). طی نیم قرن گذشته مدل‌های متعددی به صورت روابط ساده تجربی تا معادلات پیچیده علمی، توسط دانشمندان به منظور برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از پارامترهای مختلف هواشناسی ارائه شده است. اغلب این روش‌ها تحت واسنجی محلی بدست آمده و از اعتبار جهانی محدودی برخوردارند(زندپارسا، ۱۳۷۵). تحقیقات انجام گرفته در نقاط مختلف جهان مبین این نکته است که دقت مقادیر تبخیر و تعرق برآورد شده با رابطه پنمن- مانتیث- فائو[۲] در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده لایسیمتر[۳] از دیگر روابط برآورد ET_0 بهتر می‌باشد و در شرایطی که داده‌های لایسیمتر در دسترس نباشد، به عنوان یک رابطه استاندارد توصیه شده است(آلن و همکاران،۲۰۰۲).

۱-Evapotranspiration

۲ -Penman-Monteith-FAO

۳-Lysimeter

۱-۲)اهمیت و ضرورت تحقیق

ترکیب دو فرایند جداگانه از دست رفتن آب از سطح خاک و آ بهای آزاد به صورت تبخیر(E) و از گیاه به صورت تعرق(T)، را تبخیر و تعرق می‌نامند. در جهان امروز عواملی همچون افزایش چشم گیر جمعیت و بهره برداری بی رویه از منابع محیط زیست برای تأمین نیازهای اقتصادی، تاثیرخاص خود را در رابطه با منابع آب برجای گذارده است. مسائل مربوط به آب از دیدگاه سازمان ملل پس از مشکل جمعیت به عنوان دومین مسئله اصلی جهان شناخته شده است. باید توجه داشت که امکان افزایش منابع آب شیرین جهان و حل این بحران وجود نداشته و تنها می‌توان روش‌های استفاده از آب را بهبود بخشید.

در چند سال اخیر، مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی[۱] برای پیش بینی تبخیر از تشت بر اساس داده‌های هواشناسی به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند(هژبر،۱۳۹۱). شبکه‌های عصبی مصنوعی ابزاری موثر، برای مدل کردن سیستم‌های غیر خطی هستند. زیرا این شبکه‌ها نیازی به رابطه ریاضی برای پدیده پیچیده مورد بررسی ندارند(کومار و همکاران، ۲۰۰۲).

محاسبه آب مصرفی در بخش کشاورزی نیاز به داده‌های میدانی زیادی دارد که بعضاً در بعضی حوضه‌ها در دسترس نبوده و یا اینکه با گسترش و توسعه‌های ایجاد شده در حوزه سازگاری ندارند. علاوه بر این جمع آوری برخی از این داده‌ها اغلب گران بوده و قابل تکرار نمی‌باشند لذا تصاویر ماهواره‌ای ابزاری مناسب برای دستیابی به این گونه داده‌ها بوده و داده‌های مورد نیاز را به صورت قابل اطمینان و سازگار با توسعه حوضه با هزینه کم در اختیار کاربران قرار می‌دهد. این تصاویر با پایش تغییرات زمانی و مکانی مصرف آب و پوشش گیاهی و مقایسه‌ی این شرایط در زمین‌های تحت کشت دیم و آبی نتایج قابل قبولی در اتخاذ تصمیم مناسب جهت بهبود فرآیند آبیاری را فراهم می‌کند(کریمی، ۱۳۹۱).

۱ - Artificial Neural Network

از جمله تکنیک‌های موجود برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای الگوریتم بیلان انرژی در سطح زمین (سبال)[1] است که یک مدل با پایه ترمودینامیک بوده و با کاربرد آن در مناطقی که با کمبود داده مواجه هستند می‌توان تبخیر و تعرق که یکی از اجزای مهم بیلان آب است را تخمین زد. الگوریتم سبال از تصاویر سنجده هایی استفاده می‌کند که دارای باندهای مرئی و مادون قرمز حرارتی هستند و تبخیر و تعرق را به صورت پیکسل به پیکسل برای زمان گذر ماهواره محاسبه می‌نماید(باستیانسن و همکاران، ۲۰۰۲). سبال یک الگوریتم سنجش از دوریست که تعادل انرژی سطحی لحظه‌ای را برای هر پیکسل از یک تصویر ماهواره محاسبه می‌کند. این الگوریتم با استفاده از دمای سطحی، بازتابندگی سطحی، شاخص‌های وضعیت پوشش گیاهی و روابط درونی آنها شارهای سطحی را برای انواع پوشش‌های سطح زمین برآورد می‌نماید (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۳)سوالات تحقیق

آیا سنجش از دور می‌تواند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، میزان تبخیر و تعرق را در مناطقی که فاقد ایستگاه هواشناسی هستند با دقت خوبی برآورد کند؟

آیا شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توانند به عنوان یک مدل هوشمند، تبخیر و تعرق را در مواقعی که با کمبود داده (داده‌های ناقص) مواجه هستیم، بادقت خوبی برآورد نمایند؟

۱-Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)

۱-۴) فرضیات تحقیق

۱- فن آوری سنجش از دور سریع‌ترین روش برآورد تبخیر و تعرق در مناطق بزرگ می‌باشد.

۲- سنجش از دور این قابلیت را دارد که ضمن تخمین مقدار تبخیر و تعرق، توزیع مکانی آن را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد.

۳- با استفاده از باندهای مرئی، مادون قرمز نزدیک و حرارتی تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان پارامترهای مورد نیاز در الگوریتم‌های برآورد تبخیر و تعرق را محاسبه کرد.

۴- میزان تأثیرگذاری هر یک از پارامترهای اقلیمی، در برآورد تبخیر و تعرق با یکدیگر متفاوت است.

۵- هر چه میزان پوشش گیاهی بیشتر باشد، میزان تبخیر و تعرق نیز بالاتر است.

۶- در مواقعی که کلیه داده‌های اقلیمی مورد نیاز در روش پنمن- مانتیث- فائو در دسترس نمی‌باشند، (با کمبود داده مواجه هستیم) شبکه‌های عصبی مصنوعی قادرند تبخیر و تعرق را تا حدود مشخصی پیش بینی کنند.

۱-۵)اهداف تحقیق

۱- بررسی میزان کارآیی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد تبخیر و تعرق در منطقه.

۲-بررسی توزیع مکانی تبخیر و تعرق در منطقه.

۳-بررسی کارآیی شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد تبخیر و تعرق در مواقعی که داده‌های کافی در دسترس نمی‌باشد.

۴-بررسی میزان تأثیرگذاری هر یک از پارامترهای اقلیمی بر میزان تبخیر و تعرق.