

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



صورت جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجوی: مریم صالونی در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۲۹

رشته: مهندسی کشاورزی - آبیاری و زهکشی

از پایان نامه خود با عنوان:

واسنجی و ارزیابی معادله جنسن - هیز برای تخمین تبخیر تعرق در استان فارس

با درجه و نمره ۱۷/۶۵ دفاع نموده است.

نام و نام خانوادگی اعضای هیات داوری سمت امضاء اعضای هیات داوری

۱- دکتر حمید رضا فولادمند استاد راهنما

۲- دکتر علی شکور استاد مشاور

۳- دکتر امین رستمی استاد داور

۴- دکتر محمد رضا هنر استاد داور

مراتب فوق مورد تایید است. مدیر / معاونت پژوهشی

مهر و امضاء



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد مرودشت

دانشکده کشاورزی - گروه آبیاری و زهکشی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گرایش: آبیاری زهکشی

عنوان:

واسنجی و ارزیابی معادله جنسن- هیز برای تخمین تبخیر تعرق در استان

فارس

استاد راهنما:

دکتر حمیدرضا فولادمند

استاد مشاور:

دکتر علی شکور

نگارش:

مریم صالحونی

زمستان ۱۳۹۱

تقدیم به:

تمامی عزیزانی که دوستشان دارم،

و

برگ سبزی به

برترین استادان زندگیم؛

آنان که مرا صادقانه زیستن آموختند،

صبورانه بودن را فدایم کردند،

سوختند تا بسازیم ،

ساختند تا بر افزایش و به پرواز درآیم ،

و تمام هستیشان را به هستیم هدیه کردند.

سپاسگزاری:

شکر ذات مقدس پروردگار را سزااست که شاکرترین بندگانش از حق او عاجزو عابدترین آنان در عبادتش قاصر، شکر را تعلیم داده و بر آن ثواب عظیم مقرر فرمود. اقیانوس رحمتش را ساحلی و نعمت هایش را شماره ای نباشد. او که در هنگام رحمت، ارحم الراحمین و در غوغای عقوبت، اشدالمعاقبین است. حال که به لطف پروردگار این کار به انجام رسیده، بایسته میدانم از عزیزانی که مرا در این راه یاری نموده اند سپاسگزاری نمایم. از آقای دکتر حمیدرضا فولادمند که با فرزاندگی و با روحیه خستگی ناپذیر و رهنمودهای خود، محور حمایت اینجانب در این مسیر بوده اند، برای عمری سپاسگزارم. صمیمانه ترین سپاس ها را به حضور تمامی کسانی که همواره از هیچ کوششی درکمک به اینجانب دریغ ننمودند، تقدیم می دارم.

واسنجی و ارزیابی معادله جنسن - هیز برای تخمین تبخیر تعرق در استان فارس

چکیده:

برآورد دقیق آب مصرفی گیاه از طریق محاسبه تبخیر تعرق در بهبود مدیریت آب در مزرعه اهمیت بسیار زیادی دارد. معادله پنمن - مانتیت رایج‌ترین معادله برای برآورد تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع می‌باشد. با این حال، این معادله نیاز به داده‌های هواشناسی کامل دارد، اما تعداد کمی از ایستگاه‌های هواشناسی با داده‌های کامل در استان فارس وجود دارد. از سوی دیگر معادله جنسن - هیز روشی ساده‌تر برای برآورد تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع می‌باشد. از این رو در این تحقیق معادله جنسن - هیز بر مبنای معادله پنمن - مانتیت برای هر ماه از سال با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک استان فارس واسنجی شده است. برای این منظور ضرایب واسنجی شده معادله جنسن - هیز برای تمام ماه‌های سال در ایستگاه‌های مختلف به صورت جداگانه مشخص شدند. علاوه بر این در مرحله واسنجی از دمای موثر ماهانه به جای میانگین دمای ماهانه استفاده شد و نتایج نشان داد که این جایگزینی منجر به تخمین مناسب تبخیر تعرق می‌شود. همچنین در مرحله ارزیابی به جای ساعات آفتابی واقعی بکار رفته در معادله جنسن - هیز از تخمین ساعات آفتابی استفاده شد که این جایگزینی نیز منجر به ارزیابی مناسب روش اصلاح شده جنسن - هیز در سطح استان فارس گردید. در نهایت نتایج نشان داد که معادله اصلاح شده جنسن - هیز برای استان فارس مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر تعرق، پنمن - مانتیت، جنسن - هیز، واسنجی، ارزیابی، استان فارس

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ت	فهرست جدول ها
ج	فهرست شکل ها
۱	فصل اول: مقدمه
۱	۱-۱- نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاه
۲	۲-۱- هدف تحقیق
۳	۳-۱- پیشینه تحقیق
۶	فصل دوم: روش تحقیق
۹	۱-۲- معادله پنمن - مانتیت
۱۷	۲-۲- معادله جنسن - هیز
۱۷	۳-۲- واسنجی ضرایب معادله جنسن - هیز
۱۹	۴-۲- ارزیابی ضرایب معادله جنسن - هیز
۲۱	۵-۲- تغییرات مکانی ماهانه ضرایب واسنجی شده معادله جنسن - هیز
۲۲	فصل سوم: بحث و نتایج
۲۲	۱-۳- واسنجی نتایج
۴۸	۲-۳- ارزیابی نتایج
۶۲	نتیجه گیری
۶۴	منابع فارسی

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۸	جدول ۱-۲- مشخصات ایستگاه های هواشناسی بکار رفته در این تحقیق
۲۳	جدول ۱-۳- مقادیر ضریب K واسنجی شده برای ماه های مختلف و ایستگاه های بکار رفته در این تحقیق براساس روش ارائه شده توسط احمدی و فولادمند (۲۰۰۸)
۲۴	جدول ۲-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه آباده
۲۵	جدول ۳-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه اقلید
۲۶	جدول ۴-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه ایزدخواست
۲۷	جدول ۵-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه تخت جمشید
۲۸	جدول ۶-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه داراب
۲۹	جدول ۷-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه زرقان
۳۰	جدول ۸-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه سد درودزن
۳۱	جدول ۹-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه شیراز
۳۲	جدول ۱۰-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه فسا
۳۳	جدول ۱۱-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه لار
۳۴	جدول ۱۲-۳- ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز در ایستگاه نیریز
۳۵	جدول ۱۳-۳- حداکثر و حداقل ضرایب واسنجی شده معادله جنسن- هیز به صورت ماهانه برای ایستگاه های بکار رفته در این تحقیق
۴۹	جدول ۱۴-۳- مقادیر $RMSE$ محاسبه شده در مرحله ارزیابی برای ایستگاه های بکار رفته در این تحقیق

جدول ۳-۱۵- میانگین **RMSE** با استفاده از معادله های مختلف برای ایستگاه های مشترک

۵۰

در این تحقیق و تحقیق فولادمند (۲۰۱۱)

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۷	شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی استان فارس در ایران
۹	شکل ۲-۲- موقعیت ایستگاه های هواشناسی بکار رفته در این تحقیق در سطح استان فارس
۳۶	شکل ۱-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه ژانویه
۳۶	شکل ۲-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه فوریه
۳۷	شکل ۳-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه مارس
۳۷	شکل ۴-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه آوریل
۳۸	شکل ۵-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه می
۳۸	شکل ۶-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه ژوئن
۳۹	شکل ۷-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه جولای
۳۹	شکل ۸-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه اگوست
۴۰	شکل ۹-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه سپتامبر
۴۰	شکل ۱۰-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه اکتبر
۴۱	شکل ۱۱-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه نوامبر
۴۱	شکل ۱۲-۳- تغییرات مکانی ضریب a در ماه دسامبر
۴۲	شکل ۱۳-۳- تغییرات مکانی ضریب b در ماه ژانویه
۴۲	شکل ۱۴-۳- تغییرات مکانی ضریب b در ماه فوریه
۴۳	شکل ۱۵-۳- تغییرات مکانی ضریب b در ماه مارس
۴۳	شکل ۱۶-۳- تغییرات مکانی ضریب b در ماه آوریل

- شکل ۳-۱۷- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه می ۴۴
- شکل ۳-۱۸- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه ژوئن ۴۴
- شکل ۳-۱۹- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه جولای ۴۵
- شکل ۳-۲۰- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه اگوست ۴۵
- شکل ۳-۲۱- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه سپتامبر ۴۶
- شکل ۳-۲۲- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه اکتبر ۴۶
- شکل ۳-۲۳- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه نوامبر ۴۷
- شکل ۳-۲۴- تغییرات مکانی ضریب **b** در ماه دسامبر ۴۷
- شکل ۳-۲۵- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در آباده ۵۱
- شکل ۳-۲۶- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در اقلید ۵۲
- شکل ۳-۲۷- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در ایزدخواست ۵۳
- شکل ۳-۲۸- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در تخت جمشید ۵۴
- شکل ۳-۲۹- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در داراب ۵۵
- شکل ۳-۳۰- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در زرقان ۵۶
- شکل ۳-۳۱- تغییرات مقادیر ET° محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک در سد درودزن ۵۷

شکل ۳-۳۲- تغییرات مقادیر ET_0 محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک
در شیراز ۵۸

شکل ۳-۳۳- تغییرات مقادیر ET_0 محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک
در فسا ۵۹

شکل ۳-۳۴- تغییرات مقادیر ET_0 محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک
در لار ۶۰

شکل ۳-۳۵- تغییرات مقادیر ET_0 محاسبه شده و تخمین زده شده نسبت به خط یک به یک
در نیریز ۶۱

فصل اول: مقدمه

استان فارس از مهمترین مناطق زراعی کشور به حساب می آید، اما این استان همواره با دوره های خشکی و خشکسالی مواجه می باشد و مساله آب در این استان اهمیت بسیاری دارد. لذا لازم است تا آب مورد نیاز گیاهان زراعی هر منطقه از سطح این استان با توجه به شرایط مورد نظر با دقت قابل قبول مورد محاسبه قرار گیرد.

۱-۱- نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاه

به خروج آب به صورت بخار از سطح خاک و روزنه های برگ گیاه به ترتیب تبخیر و تعرق گفته می شود. تفکیک تبخیر و تعرق از یکدیگر در سطح مزرعه کار چندان ساده ای نیست، از این رو در بیشتر مواقع این دو در هم ادغام شده و به آن تبخیرتعرق گفته می شود. تحقیقات مختلف نشان داده است که بیش از ۹۹ درصد آب داده شده به گیاه صرف عمل تبخیرتعرق شده و کمتر از یک درصد آن صرف فعالیت های داخلی گیاه می شود. بنابراین در عمل تبخیرتعرق گیاه برابر نیاز آبی گیاه در نظر گرفته می شود. نیاز آبی گیاه برابر مقدار آبی است که گیاه در کل فصل برای رشد کامل و محصول دهی به آن نیاز دارد. روش مستقیم اندازه گیری تبخیرتعرق استفاده از لایسیمتر می باشد. برای این منظور ابتدا تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) محاسبه شده و سپس با استفاده از ضریب گیاهی، تبخیرتعرق پتانسیل هر گیاه دلخواه برآورد

می شود و تبخیرتغرق پتانسیل گیاه در فصل رشد برابر نیاز آبی آن گیاه در نظر گرفته می شود. از طرف دیگر مقداری از آب مورد نیاز گیاه به وسیله باران موثر تامین می شود. باران موثر قسمتی از بارندگی است که در خاک نفوذ کرده و صرف رشد گیاه و یا به عبارتی دیگر صرف عمل تبخیرتغرق می شود. بنابراین به طور کلی می توان گفت که برای تامین نیاز آبی گیاه باید از آبیاری و باران استفاده نمود. به مقدار آب مورد نیاز در طی فصل رشد که به وسیله آبیاری در اختیار گیاه قرار داده می شود، نیاز آبیاری گیاه گفته می شود. بنابراین نیاز آبیاری گیاه برابر با تفاضل باران موثر از نیاز آبی گیاه می باشد (فولادمند، ۱۳۸۸).

۲-۱ - هدف تحقیق

با توجه به ضرورت برآورد تبخیرتغرق در مدیریت منابع آب ، برنامه ریزی آبیاری و ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی بر روی بازده و تامین نیاز آبی گیاهان، تعیین دقیق تبخیرتغرق گیاه مرجع بسیار مهم و حیاتی می باشد. روش های متعددی برای محاسبه تبخیرتغرق گیاه مرجع ارائه شده است. بسیاری از روش ها به داده های متعدد هواشناسی نیازمند می باشد اما برخی از این داده ها در دسترس نیستند و به فرض دسترسی، از دقت کافی برخوردار نیستند. بنابراین روش های مبتنی بر حداقل داده های اقلیمی گسترش یافته اند که روش جنسن- هیز از این جمله است. لذا با توجه به اینکه در استان فارس در شرایط فعلی با مشکل کم آبی مواجه می باشد از این رو برنامه ریزی مناسب در آبیاری امری ضروری است. برای این منظور استفاده از روش های ساده تخمین تبخیرتغرق از جمله معادله جنسن- هیز (جنسن و هیز، ۱۹۶۳) دارای اهمیت است. بنابراین در این تحقیق اهداف زیر مورد توجه قرار گرفته است:

۱- واسنجی ضرایب معادله جنسن- هیز برای تخمین تبخیرتغرق در استان فارس.

۲- پهنه بندی مکانی ضرایب معادله جنسن- هیز برای ماه های مختلف در سطح استان فارس.

۱-۳- پیشینه تحقیق

مناسب ترین روش محاسبه تبخیرتغرق در هر منطقه باید با استفاده از آزمایش های لایسیمتری تعیین گردد، اما متداول ترین و جدیدترین روش محاسبه تبخیرتغرق در حال حاضر روش پنمن-مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) می باشد و در بسیاری از نقاط دنیا سایر روش های محاسبه تبخیرتغرق براساس این روش واسنجی شده است. از جمله مطالعات انجام شده منطقه ای در این زمینه در استان فارس می توان به ارزیابی چند روش محاسبه تبخیرتغرق در شیراز (فولادمند، ۱۳۸۶) و منطقه باجگاه در استان فارس (فولادمند و سپاسخواه، ۲۰۰۵) اشاره نمود. همچنین در سطح استان فارس نیز معادله هارگریوز (فولادمند و حقیقت، ۲۰۰۷)، چهار شکل جدید معادله هارگریوز (فولادمند و همکاران، ۲۰۰۸)، معادله تورنت وایت (احمدی و فولادمند، ۲۰۰۸) و معادله بلانی-کریدل (فولادمند و احمدی، ۲۰۰۹) به طور مکانی برای هفت ایستگاه سینوپتیک در داخل این استان بر مبنای معادله پنمن-مانتیت واسنجی شده و سپس به وسیله فولادمند (۲۰۱۱) چهار روش ذکر شده مورد ارزیابی قرار گرفته و مناسب ترین معادله برای هر ماه سال و هر منطقه تعیین شده است.

از معادله های ساده تخمین تبخیرتغرق می توان به معادله جنسن-هیز (جنسن و هیز، ۱۹۶۳) اشاره نمود. این معادله حاصل ۳۰۰۰ مشاهده مربوط به تبخیرتغرق و به وسیله آزمایش های نمونه برداری از خاک طی ۳۰ سال به دست آمده است و بیشتر در غرب امریکا مورد استفاده قرار گرفته است (دورنباس و پرویت، ۱۹۷۷). در تحقیقات متعددی در ایران و سایر مناطق دنیا این معادله مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در یک تحقیق رحیم زادگان (۱۳۷۱) روش مناسب برآورد تبخیرتغرق را در منطقه اصفهان بررسی نمود و نشان داد که روش جنسن-هیز برای این منطقه مناسب می باشد. نتایج تحقیقات علیزاده و همکاران (۱۳۸۳) برای برآورد تبخیرتغرق با استفاده از روش های مختلف در منطقه کرمان نشان داد که روش

جنسن- هیز در این منطقه دارای دقت پایینی است. در تحقیقی دیگر علیزاده و همکاران (۱۳۸۵) اثرات اصلاح داده های دما را بر دقت محاسبات تبخیرتعرق در کرمان بررسی نمودند و نتایج آن را با داده های اندازه گیری شده از لایسیمتر وزنی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که روش جنسن- هیز پس از اصلاح دما برای محاسبه تبخیرتعرق روزانه مناسب می باشد. نتایج تحقیقات نجفی (۱۳۸۵) در کبوتر آباد اصفهان نشان داد که معادله جنسن- هیز برای منطقه مورد نظر مناسب می باشد. تحقیقات سبزی پرور و همکاران (۱۳۸۷) در استان همدان نشان داد معادله جنسن- هیز بر مبنای معادله تابش دانشیار (۱۹۷۸) در مقایسه با سایر روش ها مقدار تبخیرتعرق را با دقت بهتری نسبت به معادله پنمن- مانتیت برآورد می نماید. نتایج تحقیقات موسوی بایگی و همکاران (۱۳۸۹) در مشهد نشان داده است که روش جنسن- هیز در مقایسه با روش های دیگر دقت پایینی دارد. نتایج تحقیقات سپاسخواه و فولادمند (۲۰۰۴) در منطقه باجگاه در استان فارس نشان داد که معادله جنسن- هیز برای این منطقه مناسب نمی باشد.

تحقیقات مصطفی و همکاران (۱۹۸۹) بر روی تبخیرتعرق گیاه مرجع با استفاده از روش های مختلف در چهارده منطقه از عربستان سعودی نشان داده است که روش جنسن- هیز برای این مناطق مناسب می باشد. نتایج تحقیقات القباری (۲۰۰۰) بر روی چهار ناحیه در جنوب عربستان سعودی با استفاده از روش های مختلف برای تخمین تبخیرتعرق گیاه مرجع نشان داد که روش جنسن- هیز برای این مناطق مناسب نمی باشد. نتایج تحقیقات روزنبری و همکاران (۲۰۰۴) در شمال داکوتا در امریکا بر روی سیزده معادله برای تعیین تبخیرتعرق چمن مرطوب در کنار دریاچه کاتنود نشان داد که روش جنسن- هیز نسبت به روش های دیگر مناسب نمی باشد. نتایج تحقیقات جابولانی و همکاران (۲۰۰۸) در زیمباوه نشان داد که از مدل جنسن- هیز می توان با دقت مناسب برای تخمین تبخیرتعرق روزانه استفاده نمود. تراجکووایس و کلاکووایس (۲۰۰۹) معادلات مختلفی را برای تبخیرتعرق مرجع تحت شرایط مرطوب در نووی ساد

صربستان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که معادله جنسن- هیز روش مناسبی در این منطقه نمی باشد. تحقیقات اگونوو و همکاران (۲۰۱۲) در ابوکتا در جنوب غرب نیجریه نیز نشان داد که معادله جنسن- هیز برای این منطقه مناسب نمی باشد.

اگرچه تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه واسنجی و ارزیابی روش های مختلف تخمین تبخیرتغرق در سطح استان فارس انجام شده است که به بعضی از آن ها اشاره شد، اما تاکنون تحقیقاتی در زمینه واسنجی و ارزیابی معادله جنسن- هیز در سطح این استان انجام نشده است.

فصل دوم: روش تحقیق

استان فارس تقریباً در جنوب ایران قرار دارد. این استان از شمال به استان اصفهان، از شرق به استان یزد و استان کرمان، از جنوب به استان هرمزگان، از غرب به استان بوشهر و از شمال غربی به استان کهگیلویه و بویر احمد محدود است. مساحت استان فارس، حدود ۱۲۲۶۰۷ کیلومتر مربع بوده که ۷/۵ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌گردد. برآورد جمعیت استان در سال ۸۹ برابر با ۴۵۲۸۵۱۴ نفر بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران گزارش شده است (بی‌نام، ۱۳۸۹).

برای تخمین تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع روش‌های متعددی وجود دارد که متداول‌ترین آن معادله پنمن-مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) می‌باشد. اما این معادله نیاز به داده‌های هواشناسی متعددی دارد که در تمام ایستگاه‌های هواشناسی امکان اندازه‌گیری آنها وجود ندارد. از این رو در این تحقیق معادله جنسن-هیز بر مبنای معادله پنمن-مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) در استان فارس مورد واسنجی و ارزیابی قرار گرفته است. به این ترتیب تنها به کمک داده‌های دما می‌توان مقدار تبخیرتعرق را برآورد نمود. برای این منظور از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک آباد، اقلید، ایزدخواست، تخت-جمشید، داراب، زرقان، سد درودزن، شیراز، فسا، لار و نیریز در استان فارس استفاده شد که دارای حداقل ۱۰ سال آمار می‌باشند. در هر ایستگاه حدود ۸۰ درصد داده‌ها برای واسنجی ضرایب معادله جنسن-هیز و