نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۳ / شماره ۲/ ۱۳۹۸

10.22092/JWRA.2019.119735

مقایسه آب مصرفی باغات پسته در شرایط شور با نیاز آبی و تبخیر و تعرق واقعی برآورد شده به روش سبال در دشت بهادران در استان یزد

مهدی فلاح، محمد شایان نژاد[1] *و محمد حسن رحیمیان

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Mahdi.fallah71@gmail.com

دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

shayannejad@cc.iut.ac.ir

محقق مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران.

mhrahimian@gmail.com

چکیده

پسته مهمترین محصول صادراتی بخش کشاورزی ایران است. این محصول، به دلیل ارزآوری، ایجاد اشتغال، ایجاد ارزش افزوده و همچنین تحمل در مقابل شوری و خشکی،بسیار با اهمیت است. هدف این پژوهش، بررسی و تحلیل تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی پسته (ETc و ETa)، نیاز آبی ناخالص (IWR) و عمق یا حجم آب مصرفی پسته (AW) در چندین باغ منتخب واقع در منطقه بهادران در استان یزد بود. منطقه مطالعاتی یکی از محل‌های پسته‌کاری استان یزد است. نتایج حاصله نشان داد که مجموع عمق ناخالص آب آبیاری سالانه در باغات انتخابی بین ۸۲۳ تا ۱۶۰۰ میلیمتر متغیر (برابر با هیدرومدول ۰/۳۰ تا ۰/۵۷ لیتر بر ثانیه بر هکتار) است. این در حالی است که با توجه به شوری آب آبیاری و برای غلبه بر مشکلات تجمع املاح در خاک، هیدرومدول لازم برای تامین آب مورد نیاز پسته بین ۰/۶ تا بیشتر از ۱ لیتر بر ثانیه بر هکتار متغیر خواهد بود که با توجه به وضعیت بحرانی منابع آبی دشت، امکان تامین آن عملاً غیرممکن است. همچنین با استفاده از الگوریتم توازن انرژی برای سطح (سبال SEBAL)، تبخیر و تعرق واقعی پسته در طول فصل رشد برابر با ۵۵۶ میلیمتر برای کل منطقه مطالعاتی و ۶۷۲ میلیمتر برای باغات منتخب برآورد شد. با توجه به مقایسه‌های صورت گرفته بین نیاز آبی پسته، تبخیر و تعرق واقعی و حجم آب مصرفی باغات منتخب، می‌توان استراتژی کم‌آبیاری مدیریت شده درختان پسته برای منطقه مطالعاتی را توصیه کرد. بهینه‌سازی سیستم‌های آبیاری سنتی، تغییر در نظام بهره‌برداری آب با هدف کاهش دور آبیاری، توجه به تغییرات مکانی نیاز آبی پسته در منطقه، آبشوئی املاح خاک در خارج از فصل و مدیریت زراعی درست در سطح باغ از راهکارهایی است که می‌تواند در غلبه بر مشکلات شوری و کم‌آبی مفید واقع شده و از افت محصول جلوگیری نماید.

واژه‌های کلیدی: آب شور، نیاز آبشوئی، هیدرومدول، کم آبیاری

---

[1]-آدرس نویسنده مسئول: اصفهان- دانشگاه صنعتی اصفهان- دانشکده کشاورزی- کدپستی:۸٤۱٥٦۸۳۱۱۱

*- دریافت: مرداد ۱۳۹۷ و پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

مقدمه

تعیین تبخیر و تعرق برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زراعی و باغی هر منطقه، متاثر از شرایط اقلیمی حاکم بر آن منطقه و ویژگی‌های گیاه مورد نظر می‌باشد که به ترتیب در دو پارامتر ET_o و K_c خلاصه می‌شوند:

$$ET_c=K_c*ET_o \qquad (۱)$$

که در آن:

ET_o تبخیر و تعرق مرجع (میلیمتر در روز) ، K_c ضریب گیاهی (بدون واحد) و ET_c تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر در شرایط استاندارد یا همان تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مورد نظر (میلیمتر در روز) می‌باشد که در برخی مراجع با ET_p نیز نمایش می‌دهند. در واقع، منظور از ET_o نیاز تبخیری اتمسفر است که معادل با میزان تبخیر از یک سطح مرجع (نظیر چمن و یا یونجه) می‌باشد. بنابراین ET_o حائز مقداری حداکثری بوده و صرفاً تابع شرایط جوی منطقه است. منظور از ET_c نیز حداکثر تبخیر و تعرقی است که گیاه می‌تواند در شرایط استاندارد و عاری از هر گونه تنش محیطی و مدیریتی انجام دهد (دورنباس و پرویت[2]، ۱۹۷۷). از نظر عددی، مقدار ET_c همواره کمتر از ET_o است؛ چراکه عمده گیاهان زراعی و باغی نسبت به گیاه مرجع چمن و یا یونجه، بدلایل عمده فیزیولوژیکی تبخیر و تعرق کمتری را انجام می‌دهند. کمتر بودن متوسط ضریب گیاهی (K_c) از مقدار واحد، موید همین موضوع است. برای تعیین ET_o به آمار هواشناسی نظیر دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی نیاز است که همگی از طریق ایستگاههای هواشناسی همدید قابل تامین می‌باشند. از این آمار برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع (ET_o) به یکی از روشهای معتبر نظیر فائو-پنمن-مانتیث استفاده می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده در مناطق مختلف آب و هوایی کشور، روش فائو-پنمن-مانتیث یکی از دقیق‌ترین روش‌های محاسبه ET_o محسوب می‌شود (شرقی و همکاران ۱۳۸۹؛ حیدرپور و همکاران، ۱۳۸٦). نحوه محاسبه ET_o در روش فائو-پنمن-مانتیث به صورت معادله ۲ می‌باشد.

$$ET_o = \frac{\Delta (Rn - G) + \rho Cp\ (ea - ed)\ /\ ra}{\Delta + \gamma (1 + rc\ /\ ra)} \qquad (۲)$$

که در این معادله:

R_n شار تشعشع خالص در سطح زمین بر حسب کیلوژول بر متر مربع بر ثانیه، G شار گرمای خاک بر حسب کیلوژول بر متر مربع بر ثانیه، ρ وزن مخصوص هوا بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب. $C\rho$ گرمای ویژه هوای مرطوب بر حسب کیلوژول بر گرم درجه سانتیگراد، (e_a-e_d) کمبود فشار بخار آب بر حسب کیلو پاسکال، r_c مقاومت سایه‌انداز پوشش گیاهی بر حسب ثانیه بر متر، r_a مقاومت آئرودینامیکی هوا بر حسب ثانیه بر متر، Δ شیب منحنی فشار بخار بر حسب کیلوپاسکال، λ گرمای نهان تبخیر بر حسب مگاژول بر کیلوگرم، γ ثابت سایکرومتری بر حسب کیلوپاسکال بر درجه سانتیگراد است (دورنباس و پرویت، ۱۹۷۷). پس از محاسبه ET_c تجمعی در طول یک فصل رشد و یا یک دور آبیاری ($\sum ET_c$) که به نیاز خالص آبیاری معروف می‌باشد، نیاز آبی یا نیاز ناخالص آبیاری (IWR) را از طریق معادله زیر محاسبه می‌نمایند:

$$IWR = \frac{\sum ET_c}{E_a} \qquad (۳)$$

که منظور از E_a راندمان کاربرد آبیاری (اعشار) می‌باشد که نسبت حجم آب ذخیره شده در ناحیه ریشه به حجم آب ورودی به مزرعه است. راندمان کاربرد به نوع سیستم آبیاری و مدیریت آبیاری مزرعه مرتبط است و در واقع منعکس کننده میزان تلفات و نفوذ عمقی آب در اثر آبیاری می‌باشد. لازم به ذکر است که معادله فوق در شرایط عدم وقوع رواناب سطحی در اثر آبیاری صادق است که در مورد باغات پسته در مناطق خشک (موضوع این پژوهش) عملاً چنین حالتی رخ نمی‌دهد.

2 . Doorenbos & Pruitt (1977)

در شرایط غیراستاندارد نظیر مواقعی که شوری منابع آب و خاک کشاورزی و تنش گیاهی وجود دارد، برنامه‌ریزی آبیاری به گونه دیگری است. بهره‌برداری پایا از اراضی فاریاب در شرایط شور ایجاب می‌کند که علاوه بر تخمین نیاز آبی گیاه، نیاز آبشویی[3] (LR) نیز با دقت خوبی پیش‌بینی شده و در برنامه‌ریزی آبیاری لحاظ شود (رحیمیان، ۱۳۹۲). نیاز آبشویی در واقع حداقل بخشی از کل آب مصرفی است که بایستی از منطقه ریشه در خاک عبور نماید تا از کاهش عملکرد محصول ناشی از تجمع زیاد املاح جلوگیری نماید (رودز[4]، ۱۹۷٤). آزمایشات نشان می‌دهد که شوری خاک به طور مشخص باعث کاهش محصول نمی‌شود، مگر اینکه از آستانه تحمل شوری آن گیاه تجاوز کند. زمانیکه شوری خاک از حد مجاز بیشتر شود، برای جلوگیری از کاهش محصول، نمک تجمع‌یافته در خاک باید به زیر ناحیه ریشه حمل شود. بنابراین زمانیکه عمق خالص آب کاربردی برای برنامه‌ریزی آبیاری محاسبه شد، عمقی اضافه بر آن برای آبشویی لحاظ می‌شود. برای تعیین نیاز آبشوئی، به شوری آب آبیاری (EC_{iw}) و میزان تحمل گیاه به شوری (EC_e) یا همان شوری حد آستانه برای کاهش محصول (معمولاً ۱۰ درصد کاهش) نیاز است. شوری آب آبیاری به کمک نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی آن به راحتی قابل تعیین می‌باشد. ولی برای تخمین حد آستانه تحمل به شوری گیاه، نیاز به آزمایشات دقیق و تحقیقاتی می‌باشد. این کار برای اکثر گیاهان زراعی و باغی انجام شده و توسط مراکز معتبر نظیر فائو در جداولی ارائه گردیده‌اند. با کمک دو مقدار فوق و معادله ارائه شده توسط رودز و مریل (۱۹۷٦)، نیاز آبشوئی را می‌توان مشخص کرد:

$$LR = \frac{EC_{iw}}{5\,EC_e - EC_{iw}} \qquad (٤)$$

در این رابطه:

LR بصورت یک نسبت (اعشاری) بدست می‌آید. پسته گیاهی است که دارای حد آستانه تحمل به شوری ۸ تا ۸/۵ دسی زیمنس بر متر است. لذا در معادله ٤ می‌توان به جای پارامتر EC_e از مقدار عددی ۸ و یا ۸/۵ استفاده و مقدار LR را بصورت اعشار محاسبه نمود. ملایم بودن شیب کاهش عملکرد ناشی از افزایش شوری آب آبیاری، جهانی بودن قیمت محصول و نزدیکی تولید پسته به بازار فروش سبب شده است که کشاورزان برای کشت و کار این محصول در شوری‌های بالاتر از حد آستانه هم رغبت بسیار زیادی از خود نشان دهند. امروزه نیز گیاه پسته در حال جایگزینی با محصولات زراعی و باغی کم‌بازده در مناطق مختلف کشور است. با کمک پارامترهای نیاز آبشوئی (LR) و تبخیر و تعرق تجمعی گیاه در طول فصل رشد و یا در یک بازه زمانی خاص نظیر فاصله دو آبیاری از همدیگر ($\sum ET_c$) عمق آب مورد نیاز برای آبیاری را می‌توان به کمک معادله زیر محاسبه نمود (آیرز و وستکات[5]، ۱۹۸۹):

$$IWR = \frac{\sum ET_c}{1 - LR} \qquad (٥)$$

مقایسه معادلات ۳ و ۵ در واقع، بیانگر تشابه اجزای E_a و LR و یا مشابهت تلفات نفوذ عمقی آب و نیاز آبشوئی در شرایط شور می‌باشد. در کنار مفهوم نیاز آبشوئی (LR)، مفهوم دیگری بنام کسر آبشوئی[6] (LF) وجود دارد. همانطوری که در فوق اشاره گردید، نیاز آبشوئی با هدف جلوگیری از شوری خاک و صدمه به محصول و در مرحله برنامه‌ریزی آبیاری در شرایط شور قابل محاسبه بوده و نهایتاً در پارامتر عمق آب مورد نیاز برای آبیاری (IWR) منظور می‌شود؛ اما بر خلاف LR که در مرحله برنامه‌ریزی و اقدام برای عملیات آبیاری محاسبه می‌شود، پارامتر LF در حین و یا پس از آبیاری یک مزرعه رخ می‌دهد و لذا، اطلاع دقیق از این پارامتر مستلزم اندازه‌گیری آن در شرایط مزرعه‌ای می‌باشد. کسر آبشوئی، در واقع درصدی از عمق (حجم) آب کاربردی است که عملاً از زیر ناحیه ریشه خارج شده است. بنابراین، مقدار LF از لحاظ عددی می‌تواند مساوی، بزرگ‌تر و یا کوچک‌تر از LR باشد. بنابراین در شرایط

3 -Leaching Requirement
4 - Rhoades
5 - Ayers and Westcot
6 -Leaching Fraction

زهکشی آزاد آب از زیر ناحیه ریشه گیاه، کسر آبشوئی از طریق معادله زیر بدست می‌آید:

$$LF = \frac{V_{dw}}{V_{irr}} \qquad (٦)$$

که در این معادله:

V_{dw} و V_{irr} به ترتیب عمق (حجم) آب زهکشی و آب آبیاری و هر دو بر حسب میلی‌متر (مترمکعب) می‌باشند. تعیین عمق (حجم) دقیق آب زهکشی شده از یک مزرعه کار مشکلی است و در شرایط خاص و یا با کمک ابزارهای خاص امکان‌پذیر می‌باشد. بنابراین، فرمول‌های ساده‌تر و کاربردی‌تری برای تخمین LF پیشنهاد شده‌اند. به‌عنوان مثال در شرایط ماندگار و بدون در نظر گرفتن فرایندهای ترسیب یا انحلال املاح در خاک، LF عبارت است از:

$$LF = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}} \qquad (٧)$$

که در آن:

EC_{iw} و EC_{dw} به ترتیب هدایت الکتریکی آب آبیاری و زه‌آب خروجی از ناحیه ریشه و هر دو برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشند. بنابراین، چنانچه به جای عمق آب مورد نیاز (IWR)، عمق آب کاربردی[۷] (AW) و به جای تبخیر و تعرق پتانسیل (ET_c)، تبخیر و تعرق واقعی مزرعه (ET_a) اندازه‌گیری شده و در معادله (۵) جایگزین شوند، می‌توان به جای LR از نمایه کسر آبشوئی (LF) هم استفاده نمود:

$$AW = \frac{\sum ET_a}{1 - LF} \qquad (٨)$$

بنابراین، در صورت وقوع کسر آبشوئی (LF) تحت یک راندمان مشخص کاربرد آب آبیاری در مزرعه (E_a) و عدم وقوع رواناب سطحی در اثر آبیاری، خواهیم داشت:

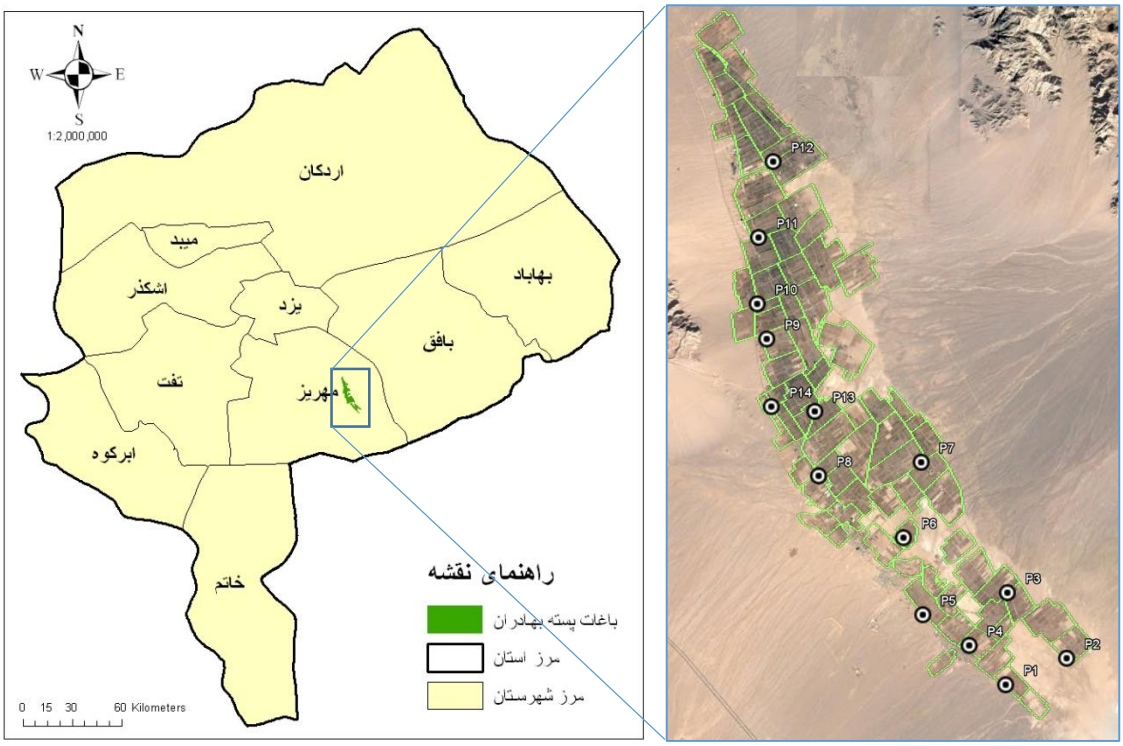
$$LF = 1 - E_a \qquad (٩)$$

که در معادله فوق، هر دوی این پارامترها به‌صورت اعشار وارد می‌شوند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تبخیر و تعرق پسته (ET_c و ET_a)، نیاز آبی ناخالص (IWR) و عمق یا حجم آب مصرفی پسته (AW) در چندین باغ منتخب واقع در منطقه بهادران است. منطقه مطالعاتی به‌عنوان یکی از محل‌های پسته‌کاری استان یزد است که افت شدید کیفی و کمی منابع آبی دشت در سال‌های اخیر (دهقانی و گلشن، ۱۳۸۰)، تهدیدی برای تولید اقتصادی پسته بویژه در سال‌های آتی این منطقه محسوب می‌شود. مقایسه مقادیر ET_c، ET_a، IWR و AW با در نظر گرفتن نیاز آبشوئی و ارائه راهکارهای کاهش اثرات تنش‌های شوری و خشکی بر درختان پسته و جلوگیری از افت تولید از دیگر اقداماتی است که در این پژوهش انجام شده است.

مواد و روش‌ها

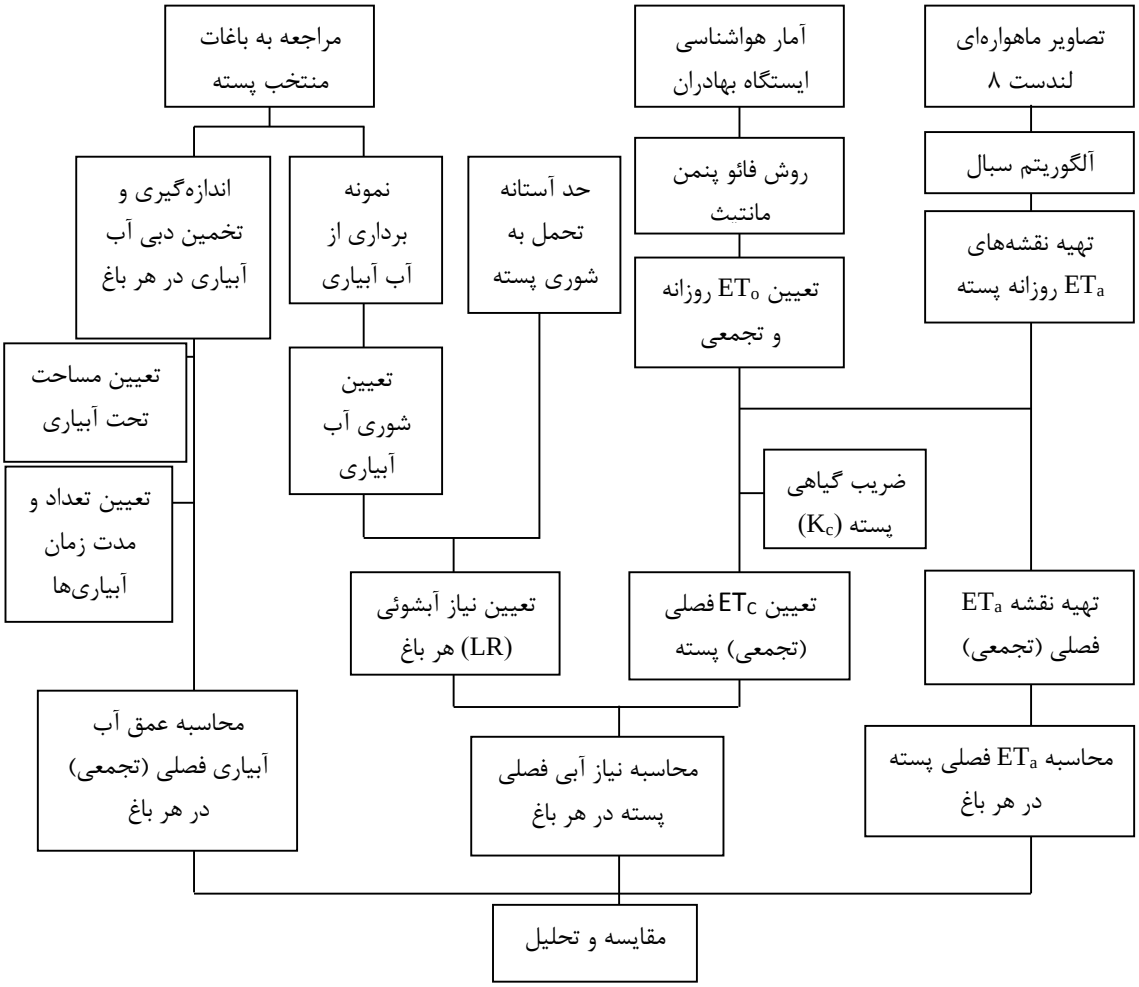
محدوده مطالعاتی شامل ۵۷۲۸ هکتار از باغات پسته منطقه بهادران، واقع در ۱۰۰ کیلومتری جنوب یزد می‌باشد که بین طول‌های ۵۱ ٥٤ تا ۵۹ ٥٤ شرقی و عرض‌های ۱۷ ۳۱ تا ۲۹ ۳۱ شمالی قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع متوسط دشت بهادران ۱۰۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. این منطقه دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک است. میانگین دمای سالیانه هوا ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد که حداقل دما در ماه ژانویه ۱۰- درجه سانتی‌گراد و حداکثر دما در ماه جولای ٤۱ درجه سانتی‌گراد است. تبخیر ماهانه و میانگین رطوبت نسبی هوا در حدود ۲٦٤ میلی‌متر و ۲۵ درصد است. همچنین بارش سالیانه ۷۲/٤ میلی‌متر می‌باشد که بیشترین بارندگی در فصل زمستان می‌باشد (مختاری و همکاران، ۲۰۰۳). در پژوهش حاضر ۱٤ باغ پسته که سن درختان بین ۱۵ تا ۳۰ سال و رقم‌های غالب آن شامل اکبری، احمدآقایی، فندقی و کله‌قوچی می‌باشد به‌عنوان باغات معرف در سطح منطقه مطالعاتی انتخاب و برای اندازه‌گیری در نظر گرفته شده‌اند. موقعیت مکانی این باغات بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث در شکل ۱ مشخص شده است.

7 - Applied Water



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی بر روی نقشه استان یزد و همچنین باغات انتخابی پسته بر روی تصویر ماهواره‌ای

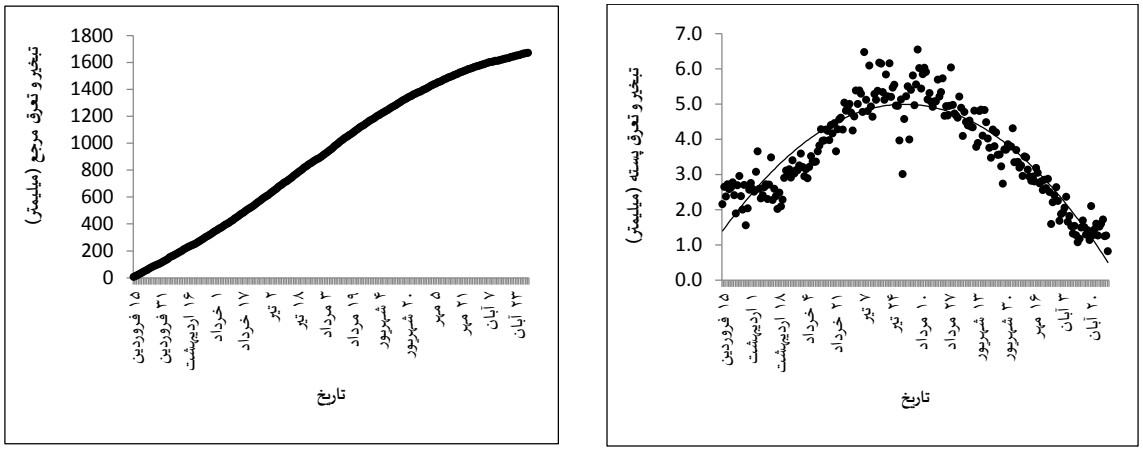
این پژوهش بر پایه تجارب و بازدیدهای محلی، نمونه‌برداری از آب چاه‌های کشاورزی، تعیین دبی جریان ورودی به قطعات تحت آبیاری، محاسبات حجم آب آبیاری و همچنین تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی به کمک تصاویر ماهواره‌ای، تخمین نیاز آبشوئی و تحلیل‌های مربوطه انجام شده است. شکل شماره ۲ مراحل انجام این پژوهش را نشان می‌دهد. پس از انتخاب باغات معرف در سطح منطقه، به هر باغ مراجعه و خصوصیات کیفی و کمی آب آبیاری نظیر شوری (EC_{iw})، دبی جریان آب ورودی به هر باغ، تعداد آبیاریها در طول فصل رشد، مساحت تحت آبیاری و مدت زمان آبیاری هر قطعه اندازه‌گیری و ثبت شد. بر این اساس، هیدرومدول آبیاری در باغات پسته منتخب نیز محاسبه و ارزیابی شد. سپس به کمک رابطه (٤)، نیاز آبشوئی هر باغ بصورت مجزا برآورد گردید. بطور همزمان از آمار هواشناسی ایستگاه بهادران واقع در منطقه مطالعاتی استفاده شد و تبخیر و تعرق مرجع روزانه و تجمعی فصلی به کمک رابطه (۲) و روش فائو-پنمن-مانتیث (دورنباس و پرویت، ۱۹۷۷) برآورد و با استفاده از ضرایب گیاهی پسته (فرشی و همکاران، ۱۳۷٦)، تبخیر و تعرق این گیاه نیز محاسبه شد. سپس با کمک رابطه (۵) نیاز آبی ناخالص پسته برای هر باغ که مجموع تبخیر و تعرق و نیاز آبشوئی می‌باشد، به‌صورت مجزا محاسبه گردید. در ادامه، به کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و الگوریتم توازن انرژی برای سطح (سبال SEBAL)، اقدام به محاسبه تبخیر و تعرق واقعی باغات پسته در سطح منطقه مطالعاتی و تهیه نقشه تبخیر و تعرق واقعی تجمعی در طول فصل گردید. در این مرحله از پژوهش، از نتایج بدست آمده برای منطقه مطالعاتی مذکور (رحیمیان و همکاران، ۲۰۱۷) استفاده شده است. مقایسه و تحلیل مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی پسته (ET_c و ET_a)، نیاز آبی ناخالص (IWR) و حجم آب مصرفی (AW) از اقداماتی است که در این پژوهش صورت پذیرفت.



شکل ۲- مراحل مختلف انجام پژوهش

نتایج و بحث

شکل شماره ۳ بیانگر تغییرات روزانه تبخیر و تعرق پسته در منطقه مطالعاتی (ET_c) و همچنین نمودار تجمعی فصلی تبخیر و تعرق مرجع است که به روش فائو-پنمن-مانتیث برای سال مورد مطالعه بدست آمده است. تغییرات روزانه ET_c پسته بین ۰/۸ میلیمتر در روز در آبان ماه تا ۷/۵ میلیمتر در روز در تیرماه است. همچنین، بر اساس روش فائو-پنمن-مانتیث و ضرایب گیاهی استفاده شده برای پسته، تبخیر و تعرق تجمعی پسته در منطقه مطالعاتی ۸۸۱ میلیمتر بدست آمده است. بطور مشابه، مقدار تبخیر و تعرق تجمعی مرجع در طول فصل رشد پسته برابر با ۱۶۷۱ میلیمتر و روزانه بین ۱/۸ تا ۱۳/۲ میلیمتر بر روز بدست آمده است.

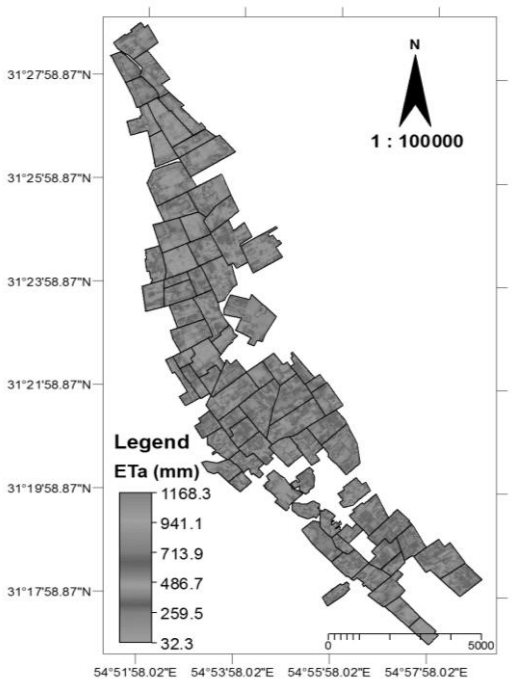


شکل ۳- تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) تجمعی و تبخیر و تعرق پسته (ET_c) روزانه در منطقه مطالعاتی

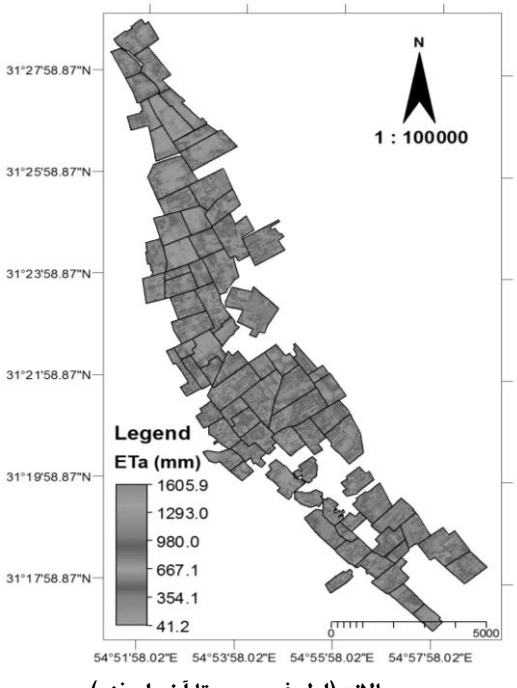
شکل ٤ پهنه‌بندی تبخیر و تعرق واقعی تجمعی پسته منطقه مطالعاتی بصورت فصلی (نیمه فروردین تا انتهای آبان) و سالانه را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات نقشه تغییرات تبخیر و تعرق فصلی، تبخیر و تعرق تجمعی باغات بطور میانگین ٥٥٦/٢ میلیمتر و بین ۳۲/۳ تا ۱۱٦۸/۳ میلیمتر (با انحراف معیار ۲۸٤/۷ میلیمتر) در بخش‌های مختلف منطقه مطالعاتی متغیر بوده است. همچنین بیش از ۵۰ درصد منطقه مطالعاتی تبخیر و تعرق بین ٤۳۰ تا ۸۳۰ میلیمتر داشته‌اند (رحیمیان و همکاران، ۲۰۱۷). مرزبندی قطعات بر اساس باغ های تحت آبیاری یک چاه آب می‌باشد که باغ‌های حاضر در این پژوهش داخل بعضی از این قطعات به صورت تصادفی انتخاب شده است. تنوع در خصوصیات درختان، شوری منابع آب و خاک هریک از قطعات باعث ایجاد تفاوت در مقدار تبخیر و تعرق شده است. مقادیر پایین ET_a مربوط به مناطقی است که آبیاری نشده (نظیر اراضی حاشیه‌ای، فضاهای خالی بین باغات پسته و یا جاده‌های بین مزارع) و یا مناطق نهال‌کاری است که پوشش خاکی این مناطق نسبت به پوشش گیاهی پسته غالبیت داشته است.

شکل شماره ۵ نشان‌دهنده عمق آب آبیاری در باغات منتخب پسته (AW) است که توسط عملیات زمینی اندازه‌گیری شده است. با توجه به این نمودار می‌توان گفت که مجموع عمق آب آبیاری سالانه در باغات انتخابی ۸۲۳ تا ۱٦۰۰ میلیمتر متغیر است. میانگین عمق آب آبیاری در باغات منتخب ۱۲۱۳ میلیمتر اندازه‌گیری شده است. مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده عمق آب آبیاری و تبخیر و تعرق تجمعی پسته (ET_c) در سال مورد مطالعه، نشان داد که تعدادی از باغات کمتر از نیاز پتانسیل (۸۸۱ میلیمتر) و تعدادی دیگر بیش از نیاز پتانسیل خود، آب دریافت می‌دارند. این در حالی است که شوری آب آبیاری در ET_c منظور نگردیده و بر محاسبات عمق ناخالص آب مورد نیاز در هر باغ نقش دارد. بر این اساس، هیدرومدول آبیاری باغات منتخب بین ۰/۳۰ تا ۰/۵۷ با میانگین ۰/٤٤ لیتر بر ثانیه بر هکتار می‌باشد. لازم به ذکر است که هیدرومدول خالص برای تامین ۸۸۱ میلیمتر آب مورد نیاز پسته در شرایط استاندارد، معادل با ۰/۳۲ لیتر بر ثانیه بر هکتار است که با در نظر گرفتن شوری آب آبیاری، نیاز آبشوئی و راندمان سیستم آبیاری، این عدد به ۰/٦ تا بیشتر از یک لیتر بر ثانیه بر هکتار نیز خواهد رسید که با توجه به وضعیت منابع آبی دشت و شرایط بحرانی موجود، امکان تامین این حجم آب در منطقه مطالعاتی تقریباً غیرممکن است. تبخیر و تعرق واقعی پسته در طول فصل رشد برابر با ٥٥٦ میلیمتر برای کل منطقه مطالعاتی و ٦۷۲ میلیمتر برای باغات منتخب برآورد شد. لذا با توجه به مقایسه‌های صورت گرفته بین نیاز آبی درختان پسته، تبخیر و تعرق واقعی و حجم آب مصرفی در باغات منتخب، می‌توان وقوع استراتژی کم‌آبیاری اجباری درختان پسته برای غالب باغات پسته در منطقه مطالعاتی را

پیش‌بینی کرد. این موضـــوع تاثیر مهمی بر عملکرد نهایی محصـول خواهد گذاشـت. بر اساس پرسشنامه‌های محلی تنظیم شـده برای باغات منتخب، عملکرد محصول در این بـاغـات بین ۷۰۰ تـا ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتـار (میـانگین ۱۷۴۲ کیلوگرم در هکتار) متغیر اسـت. همچنین، بر اساس آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان یزد در سال ۱۳۹۵، میانگین عملکرد پسته در منطقه بهادران ۱۵۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شـده است (سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، ۱۳۹۵) و عملکردهای کمتر از ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز بـه وفور ثبـت شـــده و عملکردهای بیشـــتر از ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز به ندرت در منطقه مطالعاتی مشاهده می‌شوند (رحیمیان و همکاران، ۲۰۱۷).

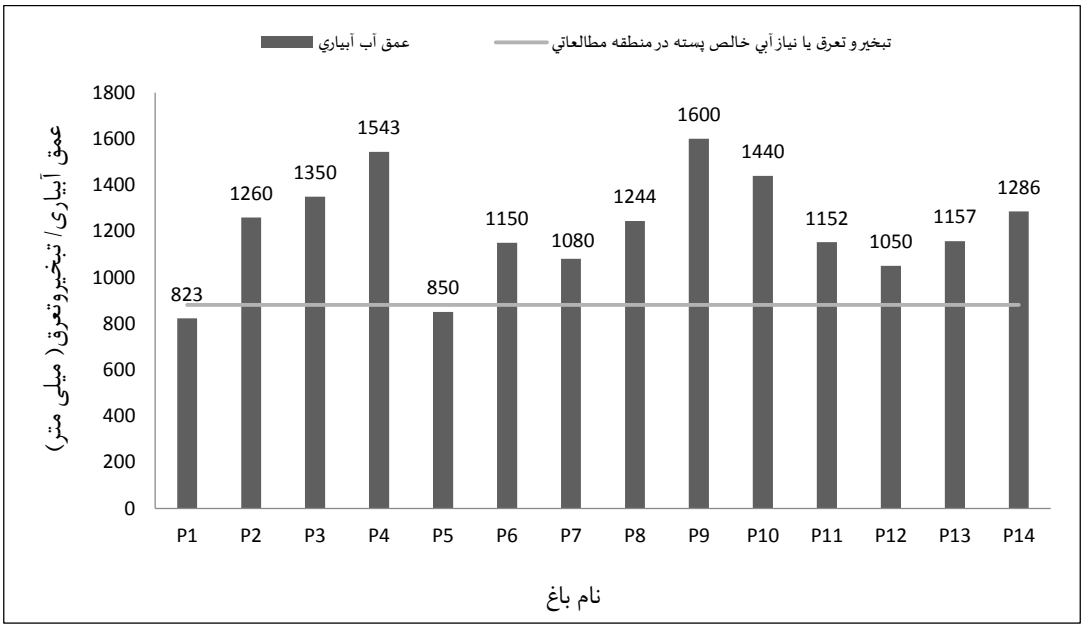


الف- فصلی (نیمه فروردین تا انتهای آبان)

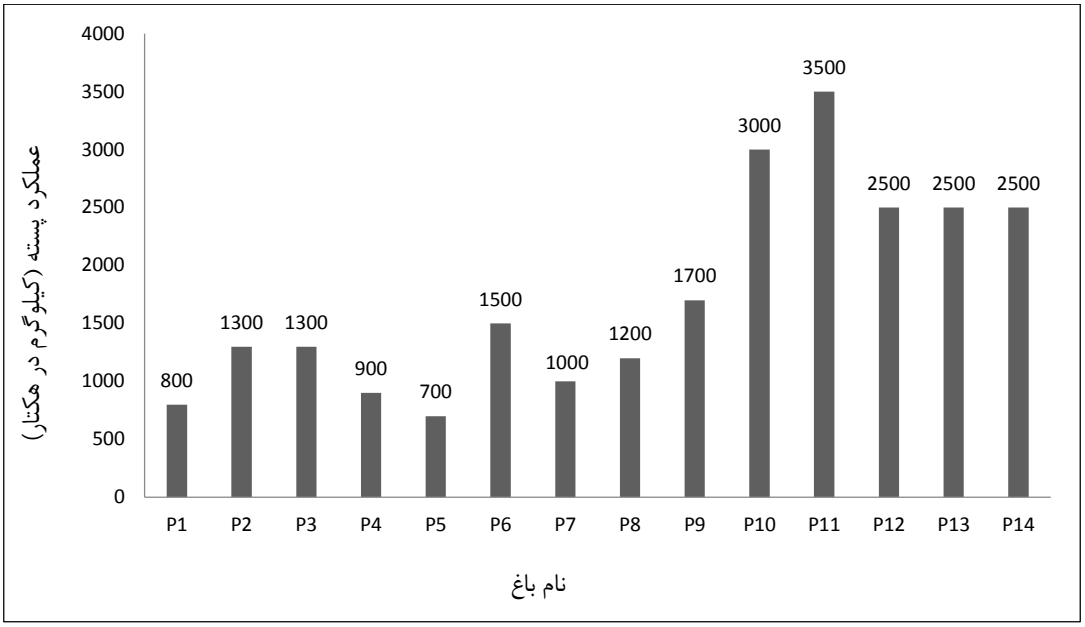


ب- سالانه (اول فروردین تا آخر اسفند)

شکل ۴- نقشه‌های تبخیر و تعرق واقعی (ET_a) تجمعی باغات پسته منطقه مطالعاتی بصورت فصلی و سالانه (رحیمیان و همکاران، ۲۰۱۷)

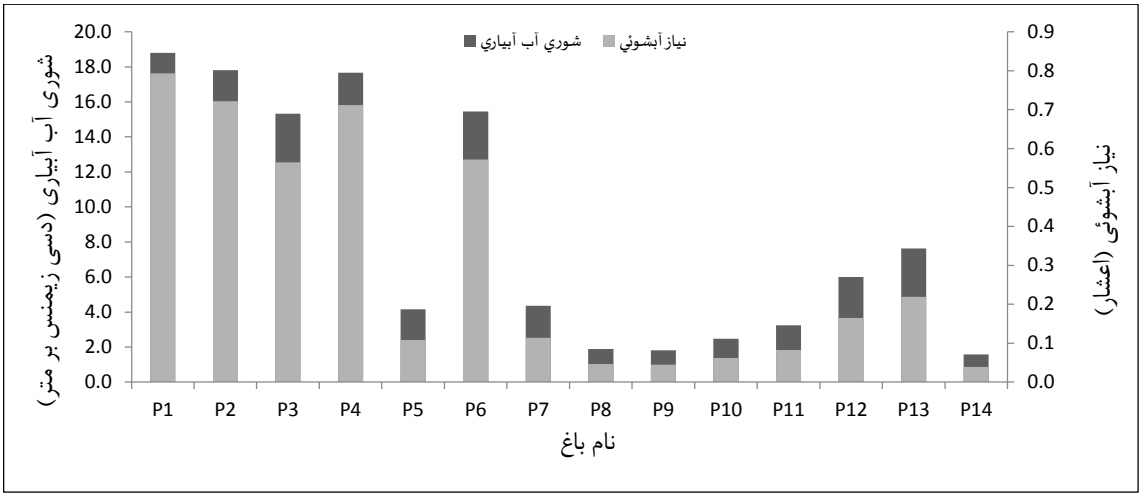


شکل ۵- عمق آب آبیاری اندازه‌گیری شده در باغات منتخب پسته بهادران و مقایسه با میانگین تبخیر و تعرق پسته (میلیمتر)



شکل ۶- عملکرد باغات منتخب پسته در منطقه بهادران (کیلوگرم در هکتار)

در توضیح علل این مساله می‌توان به شوری منابع آب و خاک، راندمان پایین آبیاری (که عموماً غرقابی است)، دور طولانی آبیاری در بسیاری از باغات (که در برخی مناطق به سه ماه نیز می‌رسد)، عوامل مدیریتی و همچنین مسایل تغذیه‌ای درختان پسته اشاره کرد. با نگاهی به شوری آب آبیاری چاه‌های منتخب در این پژوهش، مشخص شد که میانگین هدایت الکتریکی چاههای مورد مطالعه در حدود ۸/٤ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. مقادیر حداقل و حداکثر نیز به ترتیب ۱/۵ و ۱۸/۸ دسی زیمنس بر متر می‌باشند. با در نظر گرفتن حد آستانه تحمل به شوری پسته (۸/۵ دسی زیمنس بر متر) و روابط ارائه شده در قبل، نیاز آبشوئی (LR) به منظور تامین شرایط مطلوب ناحیه ریشه از نظر تجمع املاح، محاسبه گردید که در شکل هفت مشاهده می‌شود. در این شکل نیاز آبشوئی همراه با تغییرات شوری آب آبیاری (بر حسب دسی زیمنس بر متر) در باغات منتخب پسته بهادران نشان داده شده است. بر این اساس، میانگین نیاز آبشوئی برابر با ۰/۳ بدست آمد که با توجه به تغییرات شوری آب آبیاری در باغات ١٤ گانه، نیاز آبشوئی بین ۰/۰٤ تا ۰/۷۹ متغیر می‌باشد. مقدار ۰/۷۹ نیاز آبشویی مربوط به نقطه P1 است که شورترین آب را در بین باغات منتخب دارد (EC_{iw}=18.8 dS/m). برای اینکه نیاز آبشویی این باغ برطرف شود، به حدود ۷۰۰ میلیمتر آب مازاد بر تبخیر و تعرق نیاز خواهد بود (جمعاً ۱۵۸۰ میلیمتر) تا تبخیر و تعرق و نیاز آبشوئی باغ برطرف شود. با توجه به اندازه‌گیری‌های صورت گرفته، عمق آب آبیاری در این باغ ۸۲۳ میلیمتر بوده (شکل ۵) که نیازمند افزایش قابل ملاحظه‌ای است. با توجه به بحران منابع آب زیرزمینی در منطقه مطالعاتی و عدم امکان تامین آب مورد نیاز از طریق منابع آبی موجود، لازم است که تدابیر مناسبی برای کاهش حجم آب مصرفی باغات در واحد سطح مانند کوچکتر کردن عرض نوارهای آبیاری در روش غرقابی و همچنین توصیه به کشاورزان برای استفاده از سیستم های نوین آبیاری که می‌تواند اثرات تنش خشکی و شوری بر روی درختان پسته را نیز کاهش دهد، ارائه داد.



شکل ۷- شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر) و نیاز آبشوئی (اعشار) باغات منتخب پسته در منطقه بهادران

نکته مهم در این زمینه، کارآیی سیستم آبیاری است که نقش بسزایی در تامین آب مورد نیاز پسته در مراحل مختلف رشد دارد. مقایسه تبخیر و تعرق، نیاز آبی و حجم آب مصرفی باغات منتخب پسته در منطقه بهادران و تحلیل آنها با توجه به عملکرد پسته در این باغات نشان داد که حتی در صورت تامین مجموع آب سالانه مورد نیاز پسته برای تبخیر و تعرق، اما به‌دلیل طولانی بودن دورهای آبیاری و توزیع نامناسب حجم آب آبیاری در طول فصل رشد، درختان پسته با تنشهای خشکی بویژه در اواسط فصل رشد (تیر و مرداد) مواجه خواهند بود. پوکی دانه‌ها، میزان دهن‌بستی و افت عملکرد در سالهای بعد، از جمله عوارض بروز تنش خشکی در مراحل میانی فیزیولوژیک پسته است (موذن‌پور، ۱۳۷٤). در چنین وضعیتی، اضافه شدن معضل شوری آب آبیاری و افزایش نیاز آبی پسته برای جلوگیری از تجمع املاح در خاک و افت عملکرد، مزید بر علت نیز خواهد بود. بنابراین، چنانچه استراتژی فعلی آبیاری در منطقه مطالعاتی (کم‌آبیاری اجباری) به استراتژی کم‌آبیاری مدیریت‌شده تغییر نماید، انتظار است که عملکردهای پسته نسبت به وضعیت کنونی ارتقاء یابند و مقادیر پایین عملکرد، به میانگین نزدیک‌تر شوند.

پیشنهادات

بر اساس تحلیلهای صورت گرفته در این پژوهش و توصیه اجرای استراتژی کم‌آبیاری مدیریت‌شده به جای استراتژی فعلی آبیاری در منطقه مطالعاتی (کم آبیاری اجباری)، پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می‌شود. این پیشنهادات در راستای غلبه بر مشکلات کم‌آبی و روند روزافزون شوری منابع آب در منطقه مطالعاتی توصیه شده و امید است که از افت محصول پسته بویژه در سالهای آتی، جلوگیری نماید.

- ارتقای راندمان کاربرد آب در باغات پسته از طریق بهینه‌سازی سیستم‌های آبیاری سنتی موجود،
- استفاده از تجارب و توانایی‌های افراد محلی برای متقاعد ساختن خرده‌مالکان برای تغییر نظام بهره‌برداری از چاه و کاهش دور آبیاری باغات پسته از محل صرفه‌جوئی گروهی در مصارف آبی هر منطقه،
- توجه به تغییرات مکانی نیاز آبی پسته در سطح منطقه مطالعاتی، به‌دلیل تنوع در خصوصیات درختان و شوری منابع آب و خاک و اعمال مدیریت مکانی آبیاری و عمق متغیر آب در هر ناحیه،
- آبشوئی خارج از فصل (زمستانه) برای به‌پایین راندن نمک‌های تجمع یافته در طول فصل رشد،
- توجه به مسایل خرد مدیریتی باغ‌ها نظیر حذف علفهای هرز سطحی، اجرای راهکارهای کاهش سطح تبخیر

Comparison of Water Use in Pistachio Orchards under Saline Conditions with Water Requirement and Actual Evapotranspiration Estimated by SEBAL Method in Bahadoran Plain in Yazd Province

M. Fallah, M. Shayannejad [1] [*], and M. H. Rahimian

MSc Student, Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology.
Mahdi.fallah71@gmail.com
Associate Professor of irrigation and drainage, Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology.
shayannejad@cc.iut.ac.ir
PhD in Water Engineering, National Salinity Research Center, Yazd, Iran.
mhrahimian@gmail.com

Abstract

Pistachio is the most important export product of Iranian agricultural sector. This product is very important because of valuation, job creation, value added as well as tolerance to salinity and drought. The purpose of this study was to investigate and analyze the evapotranspiration of pistachio (ETc and ETa), gross water requirement (IWR), and depth or volume of water used in pistachios (AW) in several selected gardens in Bahadoran region of Yazd province. The study area is one of the pistachio growing centers in Yazd province. The results show that the total annual irrigation water depth in the selected orchards varies from 823 to 1600 mm (equal to 0.27 to 0.57 L/s/ha). However, due to the salinity of irrigation water and to overcome the problems of accumulation of salts in the soil, the hydromodule necessary to supply the water needed for pistachios varies from 0.6 to more than 1 L/s/ha. According to the critical condition of the water resources in the plain, it is virtually impossible to provide it. Also, by using Surface Energy Balance Algorithm, the actual evapotranspiration of pistachios during the growing season was 556 mm for the whole study area and 672 mm for the selected orchards. Regarding the comparisons between pistachio water demand, actual evapotranspiration, and volume of water used in the selected orchards, a managed deficit irrigation strategy can be recommended for the study area. Optimization of traditional irrigation systems, changes in water utilization system with the aim of reducing irrigation interval, considering the spatial variations of pistachio water requirement in the region, off-season leaching, and implementation of proper management at the orchard level are among the solutions that can be useful in overcoming the salinity and water shortage problems and prevent product loss.

Key words: Saline water, Leaching requirement, Hydromodule, Deficit irrigation

[1] - Corresponding author: Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology
*-Received: July 2018 , and Accepted: May 2019

در هر باغ، تامین به موقع و کافی نیازهای تغذیه‌ای پسته، هرس و جوان‌سازی درختان و عدم توسعه سطح جدید کشت در آینده.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مرکز ملی تحقیقات شوری و همکاری مدیریت جهاد کشاورزی دهستان بهادران انجام شده است. بدینوسیله، نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌دارند.

فهرست منابع

۱. دهقانی ف. و م.گلشن، (۱۳۸۰), مدیریت منابع آب و خاک شور باغات پسته شمال اردکان (ارزیابی وضع موجود). گلشن، م. و م. میراب زاده (ویراستار). مجموعه مقالات جشنواره پسته. (صفحه ۳۲ – ٤٨). اردکان، ایران.

۲. رحیمیان، م.ح.، (۱۳۹۲)، استفاده از آلگوریتم توازن انرژی سطحی زمین (SEBAL) برای تخمین تبخیر و تعرق پسته (مطالعه موردی: اردکان)، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهرکرد

۳. فرشی ع. ا., م. ر. شریعتی, ر. جاراللهی, م. ر. قائمی, م. شهابی‌فر, م. ح. تولایی, (۱۳۷٦), برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور, جلد دوم: گیاهان باغی, وزارت جهاد کشاورزی, نشر آموزش کشاورزی

٤. موذن‌پور، م. (۱۳۷٤), بررسی میزان مقاومت درختان پسته به خشکی و تعیین مناسبترین دور و عمق آبیاری, گزارش نهایی طرح تحقیقاتی, سازمان تحقیقات, آموزش و ترویج کشاورزی, موسسه تحقیقات پسته رفسنجان.

5. Ayers R.S. and Westcot D.W. (1989). Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper (No. 29), FAO, Rome, Italy.
6. Doorenbos, J. & Pruitt, W.O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, 144 pp.
7. Mokhtari.M.H, Adnan.R, Busu.I, 2003. A new approach for developing comprehensive agricultural drought index using satellite-derived biophysical parameters and factor analysis method. Nat Hazards. 65:1249–1274
8. Rahimian M.H., M. Shayannejad, S. Eslamian, M. Gheysari., R. Jafari. 2017. SEBAL application to estimate water use efficiency of Pistachio trees in saline condition (Case study: Bahadoran Plain, Iran). J. Bio. Env. Sci. 10(6), 248-257.
9. Rhoades J.D. (1974). Drainage for salinity control. Drainage for agriculture (by: Van Shilfgaarde J.), Agronomy, ASA, Madison, 17:433-461.
10. Rhoades J.D. and Merrill S.D. (1976). Assessing the suitability of water for irrigation: theoretical and empirical approaches. Prognosis of Salinity and Alkalinity, Soils Bulletin 31:69–109.