تخمین نیاز آبی سیب در منطقه سمیرم با استفاده از سنجش از دور

علی اکبر عزیزی زهان [۱*]، مهدی شهابی فر [۲]، عبدالمجید لیاقت [۳]
۱–دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران (پردیس کرج) و محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج. ۲–استادیار بخش آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج. ۳–استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران (پردیس کرج).

چکیده

شرایط اقلیمی ایران، تقاضای رقابتی برای آب و نیاز به تولید و تامین امنیت غذایی، افزایش بهره‌وری از آب را ضروری ساخته است. زیربنای استفاده بهینه از آب در کشاورزی برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان است. سیب از مهمترین محصولات باغی کشور و استان اصفهان و بویژه شهرستان سمیرم یکی از مناطق استراتیژیک در تولید کمی وکیفی سیب درختی کشور است. متاسفانه عملکرد باغات سیب پایین و متاثر از عوامل متعددی می‌باشد که قطعا یکی از آن‌ها مدیریت نامناسب آبیاری است. منابع مختلفی آب مورد نیاز سیب در سمیرم را گزارش کرده‌اند. اخیرا تخمین تبخیر – تعرق با استفاده از تکنیک سنجش از دور توسعه یافته است. در این مقاله تبخیر – تعرق سیب با تکنیک سنجش از دور تخمین زده شده و با نتایج اندازه‌گیری شده و محاسبه شده توسط سایر منابع مقایسه گردیده است.

مقدمه

مهمترین عوامل موثر در رشد گیاهان و تولید، آب، خاک و اقلیم می‌باشد. در مناطق خشک و نیمه‌خشکی مانند ایران آب محدودترین منبع است. از طرفی دیگر تقاضای رقابتی آب برای مصارف کشاورزی، خانگی، بهداشت، صنعت و اهداف تفریحی موجب گردیده که آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی با ارزش شناخته شود و بنابراین افزایش راندمان مصرف آب به عنوان یک موضوع ضروری مطرح گردد. زیربنای استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی برآورد دقیق نیاز آبی(تبخیر – تعرق) گیاهان می‌باشد(۴). تبخیر – تعرق از مولفه‌های ترازنامه آبی هر منطقه و یکی از فرایندهای اساسی لازم و موثر در بهینه کار کردن گیاه بعنوان یک کارخانه تولیدی می‌باشد. لذا شناخت، تعیین و یا تخمین آن برای محاسبات آبیاری، مدیریت باغ و تولید توسط گیاه، ضروری است. منظور از تعیین تبخیر - تعرق برآورد مقدار آبی است که باید به یک پوشش زراعی داده شود تا در طول دوره رویش صرف تبخیر – تعرق نموده و بدون آنکه با تنش آبی مواجه شود رشد خود را تکمیل و حداکثر محصول را تولید نماید. روش‌های زیادی برای تخمین تبخیر – تعرق بکار می‌رود که در دو گروه اصلی روش‌های مستقیم و روش‌های محاسبه‌ای(روش‌های غیر مستقیم) قرار می‌گیرند(۴). مبنای روش‌های مستقیم، بیلان آب خاک است. روش‌های غیر مستقیم در چهار گروه روش‌های آیرودینامیک، توازن انرژی، ترکیبی وتجربی قرار می‌گیرند که همگی بر اساس فرمول زیر عمل می‌کنند:

$$ET_c = K_c * ET_o \qquad (۱)$$

ETo = تبخیر - تعرق گیاه مرجع، ETc = تبخیر - تعرق گیاه تحت شرایط استاندارد و Kc = ضریب گیاهی

روش‌های مختلفی برای محاسبه ETo پیشنهاد شده که عموما از داده‌های هواشناسی استفاده می‌کنند و هرکدام از نظر داده‌های مورد لزوم نیازهای متفاوتی دارند(۵). یکی از روش‌های توازن انرژی برای تعیین تبخیر – تعرق که اخیرا توسعه یافته و تحقیقات بر روی آن ادامه دارد روش استفاده از سنجش از دور برای برآورد تبخیر – تعرق گیاهان است.

استفاده از سنجش از دور برای تعیین تبخیر – تعرق: تبخیر - تعرق را می‌توان بصورت کاملا دقیق با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی با روش‌های مستقیم تعیین نمود ولی این روش‌ها تنها مقادیر تبخیر – تعرق را برای نواحی محدود از لحاظ وسعت مکانی بدست می‌آورند(۷). برای اطلاع از وضعیت مدیریت و مصرف آب در مزارع در سطح وسیع نیاز به روش‌هایی کارآمد و زود بازده است. این نیاز و محدودیت روش‌های تعیین تبخیر – تعرق نقطه‌ای باعث شده که فناوری سنجش از دور(Remote Sensing) و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بعنوان روشی کارامد که امکان دسترسی به اطلاعات از یک سطح وسیع را فراهم می‌آورد مورد توجه

محققین قرار گرفته و آنها این روش را بعنوان سومین و جدیدترین راه حل برای ارزیابی و محاسبه تبخیر – تعرق روی نواحی وسیع مورد استفاده قراردهند(۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴). در این روش برخی پارامترهای مورد نیاز در مدل‌های تبخیر - تعرق تخمین زده شده و مقدار نیاز آبی محاسبه می‌شود و یا اینکه برخی از شاخص‌های گیاهی ماهواره‌ای برآورد گردیده و با ایجاد روابط رگرسیونی بین این شاخص‌ها با شاخص‌های گیاهی مانند ضریب گیاهی یا شاخص سطح برگ، تبخیر – تعرق گیاه محاسبه می‌شود.

سیب از درختان میوه مناطق معتدل سرد و از مهمترین تولیدات باغی کشور بوده و جایگاه ویژه‌ای در تامین سلامت و امنیت غذایی و صادرات کشور دارد. ایران در سال ۲۰۰۷ با تولید۲/۷ میلیون تن مقام سوم و با عملکرد ۱۳/۱ تن در هکتار رتبه ۳۶ جهان را داشته‌است. کشورهای اتریش، هلند و بلژیک با عملکردی معادل ۷۸/۳، ۵۸/۱ و ۴۴/۲ تن در هکتار مقام‌های اول تا سوم را داشته-اند(۲). سیب با سطح زیر کشت ۲۵۰۲۹۶ هکتار سومین گیاه باغی کشور است و ۹/۲ درصد از کل سطح باغات را دارد. سیب با تولید ۲۹۰۴۹۰۰ تن (۱۶/۹۴ درصد)مقام اول تولید را در بین محصولات باغی آبی کشور داشته است. استان اصفهان با سطح زیر کشت ۲۳۲۷۷ هکتار سیب[که بیش از ۸۵ درصد آن در سمیرم است] در رده چهارم سطح زیر کشت، با تولید ۱۸۶۵۸۸ تن در رده ششم تولید و با عملکرد متوسط ۱۰/۶۸ تن در هکتار (۷۵ درصد متوسط عملکرد کشور) در رده بیست و دوم کشور قرار دارد(۹).

در خصوص تعیین تبخیر – تعرق سیب در سمیرم گزارشات متعددی وجود دارد که عمده‌ترین آنها عبارتند از : فرشی و همکاران(۱۳۷۶) تبخیر – تعرق و نیاز آبیاری محصولات مختلف باغی را برای نقاط مختلف کشورارائه کردند. آن‌ها تبخیر – تعرق و نیاز آبیاری آن را برای سمیرم بترتیب ۸۴۱/۵ و ۷۸۶/۵ میلی‌متر ارائه کردند. حقیقت و رئیسی(۱۳۸۰) بمنظور تعیین آب مورد نیاز باغات سیب سمیرم ضرایب ۰/۴ ، ۰/۶ و ۰/۸ تبخیر از تشت را برای یک باغ سیب ۱۰ ساله از رقم گلدن مقایسه‌کردند. آب آبیاری و خاک باغ از نظر کیفیت بدون محدودیت بود. روش آبیاری باغ سطحی تشتکی در پای درختان و دور آبیاری برا اساس ۱۰۰ میلی-متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A بود. بیشترین عملکرد به میزان ۱۶/۵ تن در هکتار با اعمال ضریب تشت ۰/۸ و مصرف آب ۷۶۳۴ متر مکعب در هکتار حاصل و با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. ضریب تشت ۰/۶ و ۰/۴ به ترتیب مقدار مصرف آب ۵۷۲۵ و ۳۸۱۷ متر مکعب در هکتار را داشت. وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی(۱۳۸۱) نرم افزاری بنام Net Wat برای محاسبه نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی کشور ارائه دادند. آنها تبخیر – تعرق و نیاز آبیاری سیب برای سمیرم را بترتیب برابر ۶۷۹ و ۶۷۹ میلی‌متر برآورد کردند.

مقایسه عملکرد محصول ایران با کشورهای مهم تولید کننده و همچنین تولید سیب توسط باغداران پیشرو که عملکردهای بالایی داشته‌اند بیانگر پتانسیل بسیار بالای کشور جهت افزایش تولید از یک طرف و بازتاب کننده مشکلات و محدودیت‌های متعدد فراروی صنعت سیب کشور از طرف دیگر است. از جمله محدودیت‌هایی که باعث پایین بودن عملکرد و بهره‌وری پایین آب در بخش تولید سیب شده است برآورد یا اعمال نادرست آب مورد نیاز باغات سیب است. در این مقاله ضمن بررسی تحقیقات و توصیه‌ها برای آبیاری سیب در سمیرم، ضریب گیاهی و تبخیر – تعرق اتفاق افتاده از باغات سیب در سال ۱۳۷۶ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، محاسبه با داده‌های هواشناسی و با نتایج طرح تحقیقاتی حقیقت و رئیسی(۱۳۸۰) و سایر توصیه‌های موجود مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه محدوده باغات سیب شهرستان سمیرم از استان اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی است. متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۲۴۰۰ متر، اقلیم منطقه بر اساس روش کوپن معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک، متوسط بارندگی شهرستان ۴۱۰ میلیمتر، تعداد روزهای یخبندان ۷۰ و میانگین دمای فصل رویش، در شش ماه اول سال ۱۹/۵ درجه سانتیگراد است(۱).

محاسبه تبخیر – تعرق گیاه تحت شرایط استاندارد(ETc): نظر به اینکه تبخیر- تعرق تخمین زده شده با استفاده از سنجش از دور و یا محاسبه شده با روش‌های دیگر باید با داده‌های اندازه‌گیری شده زمینی مقایسه گردد از نتایج (۸) که در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۷ آب مورد نیاز سیب در منطقه سمیرم را تعیین کرده‌اند استفاده شد. مقدار آب مورد نیاز سیب در پژوهش آن‌ها برای سال ۱۳۷۶ برابر ۶۵۷/۸ میلی‌متر بود[۱]. با اخذ داده‌های هواشناسی[۲]، تبخیر – تعرق گیاه مرجع(ETo) با استفاده از روش فائو – پنمن – مانتیث و نرم افزار Crop Wat محاسبه شد. امروزه این روش در سطح دنیا مقبولیت فراوانی دارد(۱۰). ضریب گیاهی(Kc) از مقادیر توصیه شده توسط فائو و با لحاظ نظر کارشناسی برای حالت بدون پوشش و بینابین یخ زدگی و بدون یخ زدگی برابر ۰/۵، ۰/۹ و ۰/۷ برای مراحل رشد ابتدایی، میانی و انتهایی در نظر گرفته و اصلاحات لازم با توجه به داده‌های هواشناسی و گیاهی انجام و مقادیر Etc برای دهه‌های مختلف فصل رشد محاسبه‌شد.

تخمین تبخیر – تعرق با تکنیک سنجش از دور: تصاویر ماهواره‌ای مودیس برای سال ۱۹۹۷ (۱۳۷۶)در ۷ ماه از دوره رشد سیب درختی در منطقه، اخذ و ضریب گیاهی Kc بر اساس شاخص NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) محاسبه شد. با استفاده از ضریب گیاهی محاسبه شده از تصاویر و ضریب گیاهی اصلاح شده با داده‌های هواشناسی و تبخیر – تعرق مرجع (ETo) محاسبه شده از داده‌های هواشناسی، تبخیر تعرق استاندارد گیاه (ETc) محاسبه شد. مقادیر محاسبه شده با نتایج کارهای دیگران که قبلا به آن اشاره شد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ مقادیر ضریب گیاهی، تبخیر – تعرق استاندارد و نیاز آبیاری محاسبه شده را در طول فصل رشد و برای منابع گوناگون نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که نرم افزار Net Wat تبخیر – تعرق را کمتر از سایر روش‌ها برآورد کرده که علت اصلی آن کوتاه گرفتن طول دوره رشد نسبت به سایر روش‌ها بوده است. همینطور باران موثر برای این روش صفر منظور شده است که با توجه به بارندگی متوسط حدود ۴۰۰ میلیمتر در سمیرم منطقی به نظر نمی‌رسد. اگر چه که نتایج این پژوهش به نتایج فرشی و همکاران(۱۳۷۶) به هم نزدیک است ولی بنظر می‌رسد که در آن هم ضریب گیاهی در دوره میانی زیاد منظور شده‌است. جدول ۲ مقادیر ضریب گیاهی محاسبه شده با استفاده از سنجش از دور، ضریب گیاهی اصلاح شده با داده‌های هواشناسی و تبخیر – تعرق استاندارد حاصله با این دو روش را نشان می‌دهد. اگر چه که روند ضریب گیاهی در دو روش تقریبا یکسان است ولی ضریب گیاهی حاصله از روش سنجش از دور سریع به ماکزیمم رسیده و افت کرده است. با توجه به اینکه شرایط واقعی در آن پدیدارتر است بنظر می‌رسد که باغات سیب در این منطقه برای سال مورد مطالعه کم آبیاری شده‌اند. زیرا در صورت آبیاری مناسب باغات باید دو منحنی به هم نزدیکتر می‌شد. در جدول ۳ تبخیر – تعرق سیب در کل فصل رشد برای روش‌ها و تحقیقات مختلف ارائه شده است. مشاهده می‌شود که تخمین تبخیر – تعرق با استفاده از سنجش از دور و گزارش حقیقت و رئیسی(که براساس اندازه-گیری و آنچکه اتفاق افتاده می‌باشد) به هم نزدیک است، و با نتایج سایر منابع و محاسبات که فقط داده‌های هواشناسی را ملاک قرارداده و صرفا محاسبه‌ای و تئوریک است فاصله دارد. قابل ذکر است که بیان نتیجه قطعی نیاز به انجام تحقیقات طولانی‌مدت و در نقاط مختلف کشور دارد.

[۱] – آب مصرفی ارائه شده در گزارش آنها با لحاظ راندمان آبیاری ۷۰ درصد و سطح خیس شده ۷۵ درصد بوده است که در این گزارش با اصلاحات لازم برای تبدیل به ETc انجام شده است.

[۲] – با توجه به موجود نبودن داده‌های هواشناسی برای سمیرم، از داده‌های هواشناسی ایستگاه شهر رضا استفاده، و برای کاربرد در سمیرم ۱۰ درصد از مقدار تبخیر – تعرق مرجع محاسبه شده برای آن کاسته شد.

جدول۱ - ضریب گیاهی و تبخیر - تعرق استاندارد سیب برای مراحل مختلف رشد در منطقه سمیرم از منابع گوناگون

ماه	دهه	مرحله رشد	۱۳۷۶		۱۳۷۴-۸۲		فرشی وهمکاران(۱۳۷۶)		Net Wat	
			Kc	ETc (mm/dec)	Kc	ETc (mm/dec)	Kc	ETc (mm/dec)	Kc	ETc(mm/dec)
فروردین	۱									
	۲									
	۳	Init	0.5	19.4	0.5	20.5	0.5	17.5		
اردیبهشت	۱	Init	0.5	21.1	0.5	22.3	0.5	19.5		
	۲	Init	0.5	22.8	0.5	24.1	0.5	21.5		
	۳	Deve	0.54	26.4	0.54	28.0	0.54	25.5	-	22
خرداد	۱	Deve	0.62	35.6	0.62	36.7	0.63	35.8	-	25
	۲	Deve	0.7	39.3	0.69	39.2	0.72	40.8	-	32
	۳	Deve	0.77	46.4	0.76	45.0	0.8	49.6	-	45
تیر	۱	Deve	0.84	50.9	0.84	50.0	0.88	55.4	-	47
	۲	Mid	0.92	55.0	0.91	55.8	0.96	61.3	-	54
	۳	Mid	0.94	56.9	0.93	58.6	1	65.0	-	64
مرداد	۱	Mid	0.94	62.0	0.93	61.9	1	68.6	-	57
	۲	Mid	0.94	55.8	0.93	53.7	1	59.3	-	55
	۳	Mid	0.94	55.4	0.93	51.8	1	57.0	-	59
شهریور	۱	Mid	0.94	58.2	0.93	53.2	1	58.7	-	50
	۲	Mid	0.94	50.5	0.93	45.0	1	49.7	-	44
	۳	Late	0.94	48.0	0.93	41.6	1	46.0	-	43
مهر	۱	Late	0.9	41.3	0.89	35.7	0.98	40.4	-	33
	۲	Late	0.85	34.7	0.84	29.9	0.92	33.1	-	29
	۳	Late	0.8	28.4	0.79	24.5	0.82	25.4	-	20
آبان	۱	Late	0.76	15.5	0.75	14.0	0.71	11.6		
جمع				823.4		791.6		841.5		679
جمع	نیاز خالص آبیاری(mm)			783.0		790.9		786.5		679

جدول ۲ – مقادیر ضریب گیاهی و تبخیر - تعرق استاندارد و واقعی محاسبه شده برای سیب در سمیرم(سال ۱۹۹۷(۱۳۷۶))

Month	Eto (mm/day)	Kc(RS)	Kc(adj.FAO 56)	Etc(RS) (mm/day)	Etc(Crop Wat) (mm/day)	Etc(RS) (mm)	Ec(Crop Wat) (mm)
April	3.89	0.47	0.5	1.83	1.94	36.55	38.88
May	4.88	0.69	0.55	3.37	2.68	100.97	80.49
June	5.95	0.76	0.77	4.52	4.58	135.64	137.42
July	6.02	0.68	0.93	4.09	5.60	122.83	167.99
August	5.88	0.54	0.94	3.17	5.52	95.21	165.73
Septe	5.10	0.5	0.93	2.55	4.75	76.55	142.37
October	3.54	0.47	0.8	1.66	2.83	49.87	84.89
						617.61	817.77

جدول ۳ - مقایسه نتایج استخراج شده از مدل‌ها و مراجع موجود برای محاسبه تبخیر - تعرق استاندارد سیب (میلی‌متر) در منطقه سمیرم

سال	فرشی و همکاران	FAO(Crop wat)	Net Wat	سنجش از دور(تحقیق حاضر)	حقیقت و رئیسی(۱۳۸۰)
متوسط	۸۴۱/۵	۷۹۱/۶	۶۷۹	---	---
۱۳۷۶	۸۴۱/۵	۸۲۳/۴	۶۷۹	۶۱۷	۶۵۷/۸
درصد تفاوت سال ۱۳۷۶ با RS	۳۶/۴	۳۳/۴	۱۰	۰	۶/۶

فهرست منابع

پورتال فرمانداری سمیرم، فروردین ۱۳۹۲.

پورتال کانون هماهنگی دانش و صنعت سیب کشور، فروردین ۱۳۹۲.

حقیقت، ا. و ف. رئیسی.۱۳۸۰. تعیین آب مورد نیاز سیب سمیرم. موسسه تحقیقات خاک و آب. گزارش پژوهشی. نشریه ۶۲۶. ۱۵ صفحه.

شهابی‌فر، م و ع. ا. عزیزی زهان.۱۳۹۱. برنامه راهبردی تعیین نیازآبی و برنامه‌ریزی آبیاری محصولات کشاورزی. انتشارات سادس(به سفارش موسسه تحقیقات خاک و آب). ۱۵۸ صفحه.

علیزاده، ا. ۱۳۸۳. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا. چاپ چهارم (با تجدید نظر). ۴۷۰ صفحه.

فرشی، ع، ا.، م. ر. شریعتی، ر. جاراللهی، م. ر. قائمی، م. شهابی فر و م. م. تولائی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد دوم گیاهان باغی. نشر آموزش کشاورزی (به سفارش مؤسسه تحقیقات خاک و آب). ۶۲۹ صفحه.

مباشری، م.، ح. خاوریان، پ. ضیائیان و غ. کمالی . . برآورد تبخیر – تعرق با استفاده از ماهواره Terra سنجنده MODIS در منطقه عمومی گرگان. پرتال جامع علوم انسانی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی. ۲۲ صفحه.

وزارت جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی. ۱۳۸۱. مدل نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی ایران. نرم افزار Net Wat .

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۰. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

Allen, R. G., Percira, L.S., Rees, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspirantion. Irrigation and Drawing paper, NO. 56, FAO, 300 P.

Allen, R.G., M. Tasumi, A.T. Morse, and R. Trezza. 2005. A Landsat-based energy balance and evapotranspiration model in western US water rights regulation and planning. Journal of Irrigation and Drainage Systems, 2005, 19 (3-4): 251-268.

Bastiaanssen W.G.M., Pelgrum H., Wang J., Ma Y., Moreno J.F., Roerink van der Wal G.J.T.1998. A remote sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)2.Validation, Journal of Hydrology 213–229.

Bastiaanssen, W.G.M. 2000. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. Journal of Hydrology, 229:87-100.

Bastiaanssen, W.G.M., E.J.M. Noordman, H. Pelgrum, G. Davids, B.P. Thoreson and R.G. Allen. 2005. SEBALmodel with remotely sensed data to improve water resources management under actual field conditions. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 131 (1):85-93.

Roerink G.J.Z.Su, and Menenti M. 2000 .S-SEBI: A Simple Remote Sensing Algorithm to Estimate the SurfaceEnergy Balance. P&s. Chem .Earth (B), Vol. 25, No. 2, pp. 147 – 157.