

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از مدل فائو و کراپوات جهت برآورد نیاز آبی سیب در منطقه دربرود ارومیه

ژاله افرا^{۱*}، حمیدرضا ممتاز^۲، وحید رضوردی نژاد^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۳۰)

چکیده

زمانی به کشاورزی پایدار دست خواهیم یافت که استفاده از اراضی، مبتنی بر ظرفیت خاک و آب باشد. در غیر این صورت، اراضی با فرآیندهای تخریبی و فرسایشی روزافزون مواجه خواهند شد. این تحقیق، با هدف ارزیابی تناسب اراضی ۲۰۰ هکتار از اراضی باغی جنوب دشت ارومیه (سری خاک دربرود) و ارائه مدل آبیاری مناسب توسط مدل کراپوات، با توجه به شرایط حاکم بر منطقه (کم آبی و عدم زهکشی مناسب) برای سیب که محصول باغی غالب منطقه (۵۵ درصد) می باشد، صورت گرفت. مطالعات اقلیمی با توجه به آمار ده ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۴) منطقه تعیین و ارزیابی شاخص زمین به روش پارامتریک (ریشه دوم) صورت گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که زیر کلاس زمین و خاک منطقه به علت محدودیت زهکشی درجه S_{3w} بوده و از لحاظ تناسب اقلیم و درجه حرارت، فاکتور میانگین دمای حداقل شبانه روز در طول یک ماه قبل از برداشت، کلاس اقلیم منطقه را به S_2 تقلیل داد. همچنین از کراپوات و توانایی این مدل در برآورد عملکرد محصولات باغی مهم منطقه تحت مدیریت کم آبیاری در اقلیم ارومیه از طریق مقایسه نتایج مدل با نتایج حاصل از ارزیابی مدل فائو استفاده گردید. نتیجه این تحقیق نشانگر بیش آبیاری بدون تأثیر مثبت بر عملکرد محصول و توجیه اقتصادی آن بود. ارائه پروژه‌های آبیاری بر اساس یک مدل آبی مناسب، بهره‌وری مصرف آب را افزایش خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفی، جنوب دشت ارومیه، عملکرد محصول، مدل آبی

افرا ژ، ممتاز ح، رضوردی نژاد و. ۱۳۹۹. ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از مدل فائو و کراپوات جهت برآورد نیاز آبی سیب در منطقه دربرود ارومیه. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۸، شماره ۴. صفحه: ۱۳۱-۱۴۲.

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

*پست الکترونیک: afra_soil90@gmail.com

مقدمه

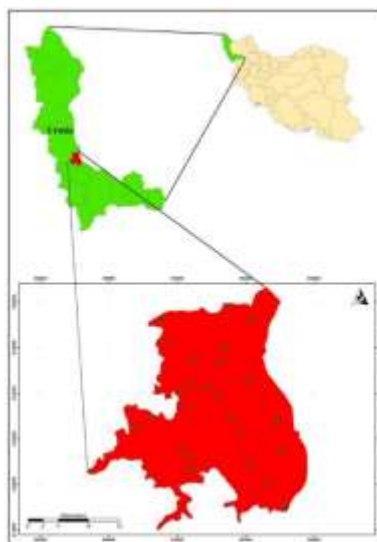
برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری، هر زمینی برای استفاده آیندگان نیز مورد حفاظت قرار گیرد. چنانچه از هر زمین به مقتضای استعداد و توانمندی آن استفاده نشود، در معرض نابودی قرار گرفته و به مرور زمان از باروری آن کاسته می‌شود. کشاورزی یک امر مهم است و این مهم با استفاده از ارزیابی تناسب اراضی به صورت بهینه حاصل می‌شود. ارزیابی اراضی در دنیا سابقه طولانی داشته و در سال ۱۹۷۶ توسط سازمان فائو و به صورت چارچوبی بین‌المللی شکل نوینی به خود گرفت که می‌توان به روش‌های طبقه‌بندی قابلیت اراضی آمریکا (USDA) و سیستم پارامتریک اشاره کرد (Storie, 1933). ارزیابی اراضی در ایران از سال ۱۳۳۳ شروع شد که متناسب با زمانی است که نیاز به ارزیابی اراضی پایاب سدهای احداث شده برای کشت آبی احساس شد. هنگامی که فائو (FAO, 1976) اولین نسخه چهارچوب ارزیابی اراضی را طی بولتن شماره ۳۲ خود منتشر کرد، پیش‌بینی می‌شد که استفاده از دانش و تخصص ارزیابی تناسب اراضی در کشورهای مختلف جهان، روز به روز توسعه یابد. از نکات بارز این روش می‌توان به رویکرد استفاده از مدل‌های ساده و کلاسیک اشاره کرد. موضوعی که منجر به توسعه استفاده از سیستم ارزیابی فائو گردید. به مرور استفاده از این سیستم در کشورهای مختلف جهان شکل تازه‌ای به خود گرفت. بطوریکه سائیس و همکاران (Sys et al., 1993) دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی قابلیت کشت در اراضی مختلف با تأکید بر استفاده از کشت آبی و دیم منتشر کردند. امروزه ارزیابی تناسب اراضی در کشورهای در حال توسعه، محور اصلی انتخاب کشت متناسب با شرایط اقلیمی و خاکی هر منطقه است (Bagherzadeh et al., 2012). همچنین می‌توان به مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مختلف در یونان (Kalogirou, 2002)، اوتارپرادش هند (Wahba & Darwish, 2007) و مصر (Sicat et al., 2005) اشاره کرد. ارزیابی کمی و کیفی تناسب اراضی جهت کشت محصولات گندم، ذرت و کنجد در دشت مهران ایلام توسط جلالیان و همکاران (Jalalian et al., 2006)، ارزیابی دشت

یکانات مرند آذربایجان شرقی جهت تعیین پتانسیل تولید چغندر قند توسط فرج‌نیا (Farajnia, 2007) و اراضی برای کشت گندم آبی در منطقه شهر کیان چهارمحال و بختیاری توسط افشار و همکاران (Afshar et al., 2009)، نمونه‌هایی از مطالعات صورت گرفته در ایران است. کراپوات (CROPWAT) یک سیستم پشتیبان می‌باشد که توسط بخش توسعه آب و خاک فائو برای برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری ایجاد گردیده است و یک ابزار کاربردی مشترک برای مهندسان آب و خاک است که محاسبات استاندارد تبخیر و تعرق مرجع نیاز آبی محصولات مختلف را تخمین می‌زند. از این مدل می‌توان به عنوان یک راهنما برای بهبود عملیات آبیاری و زمان آن اقدام نمود. در این راستا، با انطباق خصوصیات اراضی با نیازهای رویش گیاه مورد نظر از طریق پارامتریک و با استفاده از نرم‌افزار کراپوات، کلاس تناسب واحدهای اراضی تعیین می‌گردد. بورایما و همکاران (Bouraima et al., 2015) کراپوات را برای تخمین تبخیر و تعرق واقعی برنج در حوضه رود نیجر در آفریقا به کار گرفتند. برای ارزیابی تبخیر و تعرق مرجع (ET_0)، روش پنمن-مانتیت مورد استفاده قرار گرفت. ضریب کاشت (Kc) برنج برای تنظیم و تخمین تبخیر و تعرق واقعی (ET_c)، از طریق تعادل آب مورد نیاز آب آبیاری (IR) مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج، تبخیر تعرق مرجع سالانه (ET_0) ۱۹۶۷ میلی‌متر برآورد شد. کمترین مقدار ماهانه تبخیر و تعرق در ماه اوت به میزان ۱۲۳ میلی‌متر و بیشترین مقدار آن ۲۱۰ میلی‌متر در ماه مارس ثبت گردید. تبخیر و تعرق گیاه (ET_c) و نیاز آبیاری محصول به ترتیب برابر با ۶۵۱ میلی‌متر و ۳۸۳ میلی‌متر به ترتیب در فصل بارانی و ۹۲۰ و ۱۴۸ میلی‌متر در فصل خشک محاسبه شده است. سپس پروژه‌های آبیاری مناسب این فصل‌ها براساس این یافته‌ها برای بهره‌وری مصرف آب، برنامه‌ریزی شد. با توجه به مطالب فوق، هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تناسب قسمتی از اراضی جنوب دشت ارومیه و بررسی توانایی مدل کراپوات در برآورد عملکرد محصول سیب تحت مدیریت کم‌آبیاری در اقلیم ارومیه، با توجه به محدودیت منابع آبی و مقایسه نتایج دو مدل فائو و کراپوات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی منطقه دربرود در جنوب ارومیه است که مساحتی بالغ بر ۲۰۰ هکتار از باغات سیب با ارتفاع متوسط ۱۲۹۰ متر از سطح دریا می‌باشد. موقعیت جغرافیایی آن بین ۳۷°۱۵' تا ۳۷°۲۰' عرض شمالی و ۴۵°۰۸' تا ۴۵°۱۸' طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه جزء مناطق سردسیر است که دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های ملایم می‌باشد. بر اساس آمار ده ساله هواشناسی ایستگاه

سینوپتیک ارومیه (۱۳۸۴-۱۳۹۴) متوسط بارندگی در حدود ۳۶۷ میلی‌متر می‌باشد. مطابق نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران، رژیم حرارتی منطقه مطالعاتی با توجه به میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد مزیک و رژیم رطوبتی منطقه مطالعاتی زیرک می‌باشد (Banaei, 1998). آب مورد نیاز جهت زراعت‌های آبی در منطقه در بیشتر موارد از رودخانه باراندوز چای به همراه تعداد زیادی چاه عمیق و نیمه عمیق تأمین می‌گردد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

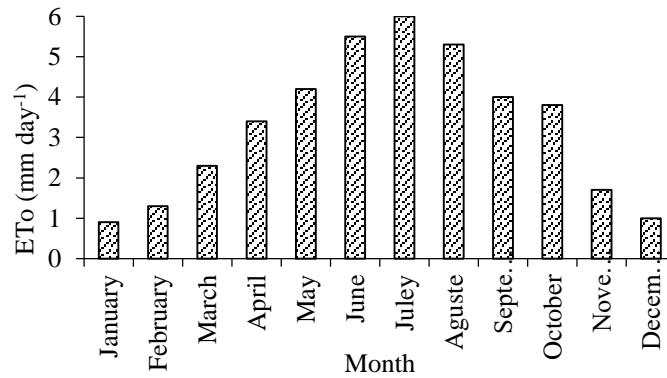
Figure 1. The location of study area

که در آن I: شاخص اراضی، A, B, C و ... درجات خصوصیات مختلف، R_{min} : حداقل درجه بین خصوصیات مختلف کراپوات می‌باشند. این مدل، آب مورد نیاز گیاهان و به دنبال آن برنامه آبیاری را در چهار مرحله تعیین می‌نماید. در مرحله اول، با استفاده از پارامترهای مؤثر در نیاز آبی گیاهان از قبیل درجه حرارت، ساعات آفتابی، سرعت باد و رطوبت نسبی با بهره‌گیری از فرمول پنمن مانیتث، قدرت تبخیرکنندگی هوا یا تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_0) تعیین می‌شود.

در مرحله اول، داده‌های هواشناسی (میانگین ده ساله) وارد مدل شده و میزان تبخیر-تعرق در هر ماه از سال اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

برای تعیین ویژگی‌های خاک در منطقه مورد مطالعه، از نقشه‌های مربوط به مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق دشت ارومیه که توسط مؤسسه تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی صورت گرفته است، استفاده شد. به منظور انجام ارزیابی اراضی، از روش پارامتریک (ریشه دوم) که نسبت به روش محدودیت ساده از دقت بالاتری برخوردار است (Farajnia, 2007)، استفاده شد. در این روش، یک درجه‌بندی در مقیاس ۰-۱۰۰ به سطوح محدودیت نسبت داده می‌شود و با یک رابطه ریاضی (رابطه ۱)، شاخص نهایی اراضی ارائه می‌شود:

$$SI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (1)$$



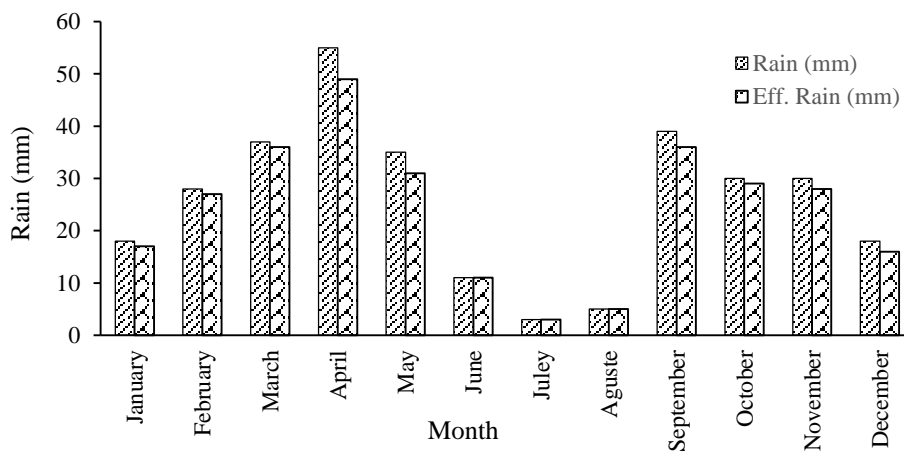
شکل ۲- نمودار تغییرات تبخیر - تعرق مرجع در هر ماه از سال در منطقه مورد مطالعه

Figure 2. Reference evapotranspiration changes chart in each month of the year in the target area

برای مرحله سوم، باران مؤثر محاسبه و از آب مورد نیاز محاسبه شده در مرحله دوم کم شد و بر این اساس، نیاز آب آبیاری تعیین گردید (شکل ۳).

مرحله چهارم، وارد نمودن خصوصیات فیزیکی خاک می- باشد. کل رطوبت در دسترس خاک، حداکثر بارش نفوذ یافته، حداکثر عمق توسعه ریشه گیاهی و رطوبت اولیه خاک، به ترتیب ۱۵۰ میلی‌متر بر متر، ۱۰ میلی‌متر بر روز، ۱۵۰ سانتی‌متر و ۷۵ میلی‌متر بر متر در نظر گرفته شد.

با توجه به شکل ۲، بیشترین و کمترین تبخیر-تعرق در منطقه به ترتیب در اول ژانویه و هفتم جولای، با مقادیر به ترتیب ۵/۷۱ و ۰/۹۵ میلی‌متر در روز می‌باشد. مرحله دوم با استفاده از میزان تبخیر-تعرق محاسبه شده در مرحله اول یا با ET_0 ورودی به مدل با معرفی ضرایب گیاهی (K_c) و سایر خصوصیات گیاهی مورد نیاز، نیاز آبی گیاه مورد نظر یا مجموع گیاهان مورد کشت تعیین گردید. مقادیر K_c مراحل ابتدایی، اواسط و انتهای دوره رشد گیاه به ترتیب ۰/۴، ۰/۹ و ۰/۶۵ در نظر گرفته شد.



شکل ۳- نمودار تغییرات بارش و بارش مؤثر در هر ماه از سال در منطقه مورد مطالعه

Figure 3. Chart of the changes of precipitation and effective rainfall in each month of year in the target area

که در آن، ET : تبخیر تعرق گیاه ($mm\ day^{-1}$)، λ : گرمای نهان تبخیر ($MJ\ Kg^{-1}$)، R_n : شار تابش خالص در سطح زمین ($MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$)، G : شار گرمای خاک ($MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$)، ρ_a : میانگین چگالی هوا در فشار ثابت ($Kg\ m^{-3}$)، C_p : گرمای ویژه هوا در فشار ثابت ($MJ\ Kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$)، $e_s - e_a$: کمبود فشار بخار آب (KPa)، Δ : شیب منحنی فشار بخار

با استفاده از رابطه ۲، تبخیر-تعرق هر گیاهی را با استفاده از پارامترهای هواشناسی و داده‌های مربوط به گیاه می-توان تعیین نمود:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \quad (2)$$

ET_0 : تبخیر و تعرق گیاه مرجع ($mm\ day^{-1}$). T_a : دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) و U_2 : سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (ms^{-1}). رابطه ۳ یک رابطه استاندارد برای تعیین تبخیر-تعرق روزانه گیاه مرجع شناخته شده است و پارامترهای آن به وسیله روابط توصیه شده سازمان فائو تعیین می‌گردد (Allen *et al.*, 1998). تاریخ زمان‌بندی رشد سیب در ارومیه از فروردین ماه شروع و با ریزش برگ‌ها در اواخر آذر ماه پایان می‌پذیرد (جدول ۱).

اشباع با دما ($KPa\ ^\circ C^{-1}$), τ_s : مقاومت کلی سطح (Sm^{-1}), τ_a : مقاومت آیرودینامیکی هوا (Sm^{-1}) و γ : ثابت سایکرومتری ($KPa\ ^\circ C^{-1}$) می‌باشد. پس از جایگزینی داده‌های فوق در رابطه ۲، رابطه نهایی تبخیر-تعرق گیاه مرجع به صورت رابطه ۳ که به معادله فائو-پنمن مانیتث معروف است، ارائه گردید:

$$ET_0 = \frac{0.408(R_n - G) + \frac{900}{T_0 + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (3)$$

جدول ۱- مراحل زمان‌بندی رشد سیب در ارومیه

Table 1. Apple growth timing processes in Urmia

Region	Date of flowering	End of flowering	Date of fruit harvesting	Date of leaf full
Urmia	Late April to mid-May	Mid to Late May	Late May to mid-October	Late December

جدول ۲- نیازهای اقلیمی سیب در ارومیه

Table 2. Apple climatic requirements in Urmia

Average of minimum absolute temperature ($^\circ C$)	-11.1	S ₁ (-10 -20)	S ₂ (-20 -30)	S ₃ (-30 -40)	N >-40
		*			
Average of minimum absolute temperature at flowering time ($^\circ C$)	3.01	S1 >2	S2 0-2	S3 <-1	N >-3
		*			
Average daily temperature difference over amount before harvest ($^\circ C$)	15.5	S1 15-20	S2 10-15	S3 5-10	N <5
		*			
Average minimum temperature difference over amount before harvest ($^\circ C$)	11.02	S1 8-10	S2 10-13	S3 13-16	N >16
		*			
Sunny hours during the season (h)	2150	S1 2000-2500	S2 1500-2000	S3 1000-1500	N <1000
		*			
Average growth period (day)	215-230	S1 200-250	S2 150-200	S3 100-150	N <100
		*			
GDD	(2300-2500)	S1 2000-2400	S2 1500-2000	S3 1000-1500	N <1000
		*			
Wind speed at pollination stage (m/s)	1.9	*			

مورد بررسی قرار گرفت. مراحل زمان‌بندی رشد سیب در ارومیه از اواخر فروردین ماه تا اواخر آذر ماه است (جدول ۱). میانگین دمای حداقل شبانه روز در طول یک ماه قبل از برداشت با درجه متوسط کلاس اقلیم را به S₂ کاهش داد (جدول ۲). نتایج آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پروفیل شاهد مطابق جدول ۳ می‌باشد.

مطالعات خاکشناسی نشان داد که منطقه مورد مطالعه جزء سری خاک منطقه دربرود بوده و در طبقه‌بندی جامع خاک دارای سطح خانواده:

Vertic Endoaquept mesic، Fine، Mixed است و در سیستم طبقه‌بندی فائو Calcic Gleysols می‌باشد. منطقه مورد نظر، به لحاظ اقلیمی برای محصول سیب

جدول ۳- نتایج آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل شاهد سری خاک دربرود

Table 3. Experimental results of physical and chemical properties of Darbrud soil series

Depth cm	Horizon	Sand	Silt	Clay	Gravel	OC	SP	T.N.V	Texture	EC*10 ³	pH	Ava.P	Ava.K
					%				(-)	dS m ⁻¹	(-)	kg ha ⁻¹	
0-30	Ap	39.4	54.6	6	-	1.17	42	13.3	Si.L	2.11	7.6	53.6	470
30-60	Bw1	35.4	32.6	32	3-5	1.17	47	16.3	C.L	1.14	7.9	28	380
60-100	Bg1	15.4	43.6	41	-	0.84	57	19.8	Si.C	1.01	8	-	-
100-145	Bg2	8.4	45.6	46	0	0.43	58	15.8	Si.c	0.97	8.2	-	-

آبی ناچیز و با محدودیت زهکشی کم می‌باشد. محدودیت زهکشی زیر کلاس زمین را به S_{3w} تنزل داد (جدول ۴).

محاسبات مقدماتی مشخصات خاک و زمین خاک دربرود دارای بافت سطحی سنگین، نفوذپذیری کم، شیب اصلی ۲-۰ درصد، بدون پستی و بلندی و فرسایش

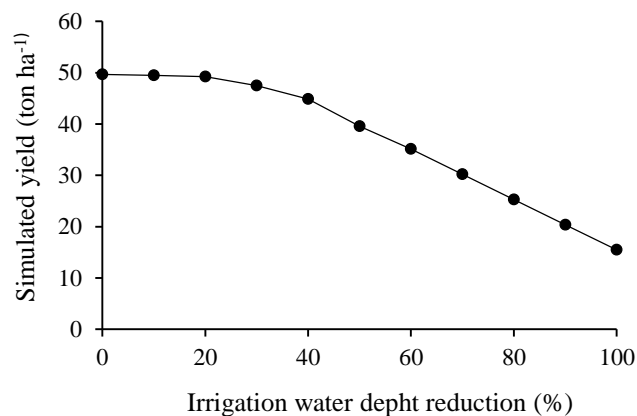
جدول ۴- تعیین کلاس زمین و خاک سری دربرود برای محصول باغی سیب

Table 4. The determination of soil class of Darbrud series for Apple crop

Land characteristics	Data	Class	Degree
Main slop (%)	0-2%	S1	95
Microreliefs	0	S1	100
Drainage	Low limit	S3	60
Texture	Si.L	S1	90
Depth (cm)	120	S1	97
Surface gravel	-	S1	100
Deep gravel	3-5%	S1	91.6
CaCO ₃	21.81	S2	72.3
PH	7.9	S2	72.5
ESP	No restrictions	S1	100
EC(dS m ⁻¹)	1.3	S1	100
OC (%)	1	S1	95

شیب یکنواختی است. از سناریوی ۳۰ درصد تا سناریوی ۱۰۰ درصد کاهش عمق آبیاری، کاهش عملکرد سیب بسیار افزایش یافته است و دارای روند نزولی و شیب منفی است. لازم به ذکر است که کمترین مقدار عملکرد محصول سیب در سناریوی ۱۰۰ درصد کاهش عمق آبیاری است که مقدار آن برابر با ۱۵/۵ تن در هکتار است. در شکل ۵، مقادیر بهره‌وری آب پیش‌بینی شده توسط مدل کراپوات با یازده سناریوی کاهش عمق آبیاری برای محصول سیب ارائه شده است. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که بهره‌وری آب برای سیب با کاهش درصد عمق آبیاری، در سناریوهای حذف آبیاری آخر تا ۹۰ درصد افزایش داشته است و دارای سیر صعودی است.

متوسط عملکرد سیب در منطقه ۵۰ تن در هکتار می‌باشد. در تحقیق حاضر، یازده سناریوی کاهش درصد عمق آبیاری برای محصول سیب طی دوره رشد ۲۱۰ روز تعریف شده و به مدل معرفی شد. این سناریوها شامل حذف آبیاری آخر (۲۷ شهریور با میزان ۵۷/۶ میلی‌متر)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد کاهش عمق آبیاری است (جدول ۵). مقادیر عملکرد پیش‌بینی شده توسط مدل کراپوات با یازده سناریوی کاهش عمق آبیاری در شکل ۴ برای محصول سیب ارائه شده است. با توجه به این شکل، مشاهده شد که عملکرد سیب با کاهش درصد عمق آبیاری، در سناریوهای حذف آبیاری آخر بدون کاهش عملکرد، و در سناریوهای کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش چشمگیری ندارد و دارای



شکل ۴ - مقادیر عملکردهای پیش‌بینی شده با سناریوهای مختلف آبیاری

Figure 4. Estimated performance values with different irrigation scenarios

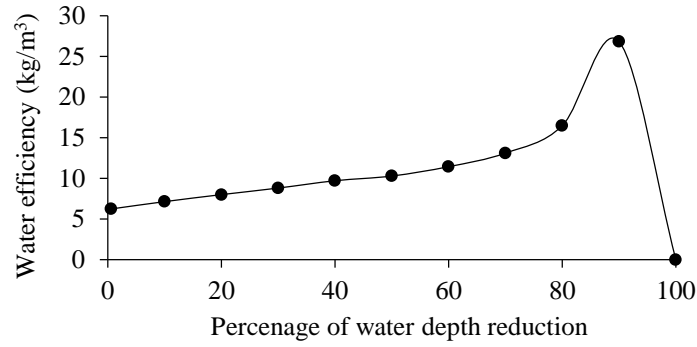
جدول ۵- سناریوی حذف آبیاری آخر و ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی آب

Table 5. The Final irrigation elimination scenario and 10 to 100% water

Scenario	Crop yield	Water Productivity	Average performance
		(kg m ⁻³)	(ton hec ⁻¹)
Remove last irrigation	49.7	6.24	50
10% decreased	49.5	7.14	50
20% decreased	49.25	8.001	50
30% decreased	47.5	8.81	50
40% decreased	44.85	9.71	50
50% decreased	39.55	10.29	50
60% decreased	35.15	11.44	50
70% decreased	30.2	13.11	50
80% decreased	25.3	16.49	50
90% decreased	20.35	26.82	50
100% decreased	15.5	0	50

کاهش عمق آبیاری به دست آمد که مقدار آن برابر صفر است. لذا، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با کاهش درصد عمق آبیاری، عملکرد محصول سیب کاهش یافته است، ولی با کاهش درصد عمق آبیاری، بهره‌وری آب افزایش یافته است. در جدول ۵، مقادیر عمق آبیاری محصول سیب بر حسب سناریوهای کاهش درصد عمق آبیاری در ارائه شده است.

از سناریوی ۸۰ درصد تا سناریوی ۹۰ درصد کاهش عمق آبیاری، افزایش بهره‌وری آب سیب بسیار افزایش یافته است و دارای شیب مثبت می‌باشد. به علاوه، بیشترین بهره‌وری آب در سناریوی ۹۰ درصد کاهش عمق آبیاری اتفاق افتاده است که مقدار آن برابر با ۲۶/۸۲ کیلوگرم در مترمکعب می‌باشد. لازم به ذکر است که کمترین مقدار بهره‌وری آب محصول سیب در سناریوی ۱۰۰ درصد



شکل ۵- مقادیر بهره‌وری آب پیش‌بینی شده توسط مدل کراپ وات با سناریوهای کاهش عمق آبیاری (سیب)
 Figure 5. Estimated water productivity values using CROPWAT model with irrigation depth reduction (Apple)

داشته‌اند. به علاوه با کاهش ۱۰ درصدی عمق آب آبیاری، فقط ۰/۷ در صد کاهش محصول صورت گرفته است.

با توجه به جدول ۵ و مقایسه آن با جداول ۸،۷،۶ مشاهده می‌شود که آبیاری بر طبق عرف منطقه و اعمال سناریوی حذف دور آخر آبیاری و کاهش ۱۰ درصدی عمق آب آبیاری افزایش بهره‌وری آب را به دنبال

جدول ۶- برنامه آبیاری متداول در منطقه برای محصول سیب
 Table 6. The relevant program for apple irrigation in the study area

Date	Day	Stage	Ks	Et ₀	Depl	Rain	Net.Irr	Deficit	Loss	Er.Irr	Flow
					%			mm			I/s/ha
15 Apr	6	Init	1.00	100	49	0.0	117	0.0	6.4	167.1	3.32
11 Jun	63	Dev	1.00	100	34	0.0	117	0.0	63	167.1	0.34
22 Jun	74	Dev	1.00	100	19	0.0	97.2	0.0	74	138.9	1.46
12 Jul	94	Mid	1.00	100	41	0.0	64.8	26.7	94	92.6	0.54
26 Jul	108	Mid	1.00	100	42	0.0	64.8	30.6	108	92.6	0.71
17 Aug	130	Mid	0.78	96	59	0.7	147	0.0	130	210.0	1.10
1 Sep	145	Mid	1.00	100	29	0.0	104	0.0	145	148.6	1.15
17 Sep	161	Mid	1.00	100	27	0.3	57.6	2.0	161	82.3	0.60
4 Oct	178	Mid	1.00	100	21	0.0	57.6	0.0	178	82.3	0.56
5 Nov	End	End	1.00	0	11	0.0	-	-	-	-	-

جدول ۷- مدل آبیاری در منطقه با حذف آبیاری دوره آخر و کاهش ۱۰ درصدی عمق آب آبیاری

Table 7. The model of irrigation in the study area with removal of irrigation in the recent period and a 10% reduction in the irrigation water depth

Date	Day	Stage	Ks	Et ₀	Depl	Rain	Net.Irr	Deficit	Loss	Er.Irr	Flow
				%				mm			I/s/ha
15 Apr	6	Init	1.00	100	49	0.0	105.3	5.3	0	150.4	2.90
11 Jun	63	Dev	1.00	100	34	0.0	105.3	0.0	28.3	150.4	0.31
22 Jun	74	Dev	1.00	100	19	0.0	87.5	0.0	45.7	125.0	1.32
12 Jul	94	Mid	1.00	100	41	0.0	58.3	33.2	0.0	83.3	0.48
26 Jul	108	Mid	1.00	100	45	0.0	58.3	43.6	0.0	83.3	0.69
17 Aug	130	Mid	0.71	93	63	0.7	132.2	8.9	0.0	188.9	0.99
1 Sep	145	Mid	1.00	100	33	0.0	93.3	0.0	18.2	133.3	1.03
17 Sep	161	Mid	1.00	100	27	0.3	51.8	7.8	0.0	74.0	0.54
5 Nov	End	End	1.00	0	35	0.0	-	-	-	-	-

جدول ۸- جدول نیاز آبی محصول سیب در ارومیه

Table 8. The table of water requirements for Apple in Urmia

Month	Decade	Stage	K _c	ET _c	ET _c	Eff rain	Irr.Req
				mm day ⁻¹		mm dec ⁻¹	
	1	Init	0.4	1.25	1.2	1.6	1.2
Apr	2	Init	0.4	1.38	13.8	18.5	0.0
Apr	3	Deve	0.4	1.53	15.3	16.0	0.0
May	1	Deve	0.45	1.87	18.7	13.2	5.5
May	2	Deve	0.53	2.36	23.6	11.2	12.4
May	3	Deve	0.59	2.88	31.7	8.9	22.8
Jun	1	Deve	0.66	3.44	34.4	6.1	28.4
Jun	2	Deve	0.73	4.04	40.4	3.5	36.8
Jun	3	Deve	0.81	4.48	44.8	2.9	41.9
Jul	1	Mid	0.87	4.92	49.2	2.3	46.9
Jul	2	Mid	0.89	5.10	51	1.4	49.6
Jul	3	Mid	0.89	5.00	55	1.4	53.6
Aug	1	Mid	0.89	4.96	49.6	1.5	48.1
Aug	2	Mid	0.89	4.89	48.9	1.4	47.6
Aug	3	Mid	0.89	4.46	49.1	1.6	47.5
Sep	1	Mid	0.89	4.01	40.1	1.0	39.0
Sep	2	Mid	0.89	3.61	36.1	0.8	35.2
Sep	3	Mid	0.89	3.27	32.7	4.8	27.8
Oct	1	Late	0.89	2.9	29.0	10.5	18.5
Oct	2	Late	0.82	2.38	23.8	14.6	9.3
Oct	3	Late	0.75	1.83	20.1	13.2	7.0
Nov	1	Late	0.69	1.39	6.9	5.6	1.4
					715.4	142.0	580.5

مدل کراپوات به محاسبه تبخیر-تغرق واقعی محصول گندم و نیاز آبی و آبیاری این محصول مهم در منطقه مطالعاتی پرداخته شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه ارزیابی تناسب اراضی توسط مدل فائو و به روش پارامتریک (ریشه دوم)، نشان داد که محدودیت اقلیمی در منطقه وجود ندارد، ولی محدودیت زهکشی زیر کلاس زمین منطقه را به S3w کاهش داد. با توجه به بارش کم و دمای بالا در طول سال و حاکمیت طولانی‌تر دوره خشکی، نیاز به رعایت اصول آبیاری صحیح و برنامه‌ریزی برای بهره‌وری آب احساس می‌گردد. کم‌آبیاری در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، می‌تواند مدیریت صحیحی در افزایش کارایی مصرف آب و همچنین بالا بردن سطح زیر کشت داشته باشد. توانایی نرم‌افزار کراپ-وات در زمینه ارائه یک مدل آبی مناسب برای محصول مورد مطالعه (سیب) مثبت و کاربردی تخمین زده شد. نتایج تحقیق مبین بیش آبیاری در باغات سیب منطقه با توجه به بهره‌وری آب بود. به نحوی که با حذف دور آخر آبیاری، همچنین کاهش ۱۰ تا ۳۰ درصدی عمق آبیاری، بهره‌وری آب افزایش یافته و تأثیر محسوسی بر پتانسیل تولید داشت. با توجه به مشکل کم‌آبی در منطقه، استفاده از این مدل یا سایر مدل‌های مناسب در شبیه‌سازی تیمارهای کم آبیاری و ارائه یک برنامه صحیح آبیاری برای بیشتر محصولات باغی و زراعی با نیاز آبی بالا پیشنهاد می‌گردد.

منطقه ارومیه دارای اقلیم نیمه خشک با میزان بارندگی نسبتاً کم میباشد و غالباً در تابستان فاقد بارندگی است. کم آبیاری شیوه‌ای است که در آن افزایش کارایی مصرف آب با کاهش مقدار آبیاری و مصرف صحیح آن بدست می‌آید. در این تحقیق توانایی مدل کراپ وات در مدیریت کم آبیاری برای یکی از محصولات باغی غالب منطقه، سیب صورت گرفته است. از نرم‌افزار CROPWAT برای بدست آوردن نیاز آبی گیاه به روش پنمن مانیتث و ارائه یک مدل آبی مناسب در منطقه برای محصول مورد مطالعه استفاده گردید. که نتایج تحقیق مبین بیش آبیاری در باغات سیب با توجه به بهره‌وری آب بوده به طوری که حذف یک دوره آبیاری هیچ تأثیری بر روی پتانسیل تولید نگذاشت و با حذف آبیاری دوره آخر و همچنین کاهش ۳۰ درصدی آبیاری عملکرد سیب کاهش چشمگیری نداشت.

مشابه همین تحقیق برای ارائه یک مدل آبیاری مناسب با استفاده از کراپوات در برآورد نیاز آبی محصول گندم در غرب کرمانشاه (شهرستانهای اسلام آباد، سرپل ذهاب و روانسر) انجام گرفته است. لشکری و همکاران (Lashkary *et al.*, 2008) در ابتدا با استفاده از میانگین بلند مدت داده‌های اقلیمی (دما و بارش)، دوره‌های خشک و مرطوب برای هر سه ایستگاه را تعیین نمودند. طول دوره خشکی در این منطقه که از اوایل بهار تا اواسط پاییز ادامه دارد، با زمان رسیدن محصول و حساسیت آن، به کمبود آب منطبق می‌باشد. لذا، در این موقع از سال نیاز به آبیاری تکمیلی است و به ناچار بخش بزرگی از این مناطق که اکثراً به صورت دیم کشت می‌شوند، مجبور به استفاده از آب‌های زیرزمینی هستند. سپس با استفاده از

References

- Afshar H., Salehi M.H., Mohammadi J., and Mehnatkesh A. 2009. Spatial variability of soil properties and irrigated wheat yield in a quantitative suitability map, a case study: shahr-e-kian area, chaharmahal va-bakhtiari province, *Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology)*, 23 (1): 161-172. (In Persian)
- Allen R.G., Preira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirement. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, NO.56, Rome, Italy.
- Bagherzadeh H., Bagherzadeh A., and Moeinrad H. 2012. Land suitability evaluation for Wheat (*Triticum Aestivum* L.), Mays (*Zea Mays* L.) and Cotton (*Gossypium Herbaceum* L.) production using GIS at Neyshabour plain. *Agroecology*, 4(1): 42-51. (In Persian)
- Banaei M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature regime map of Iran. *Soil and water research institute, Ministry of agriculture, Iran.*
- Bouraima A.K., Zhang W., and Wei C. 2015. Irrigation water requirements of rice using CROPWAT model in Northern Benin. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(2): 58-64.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. *FAO Soils Bulletin*, No. 32. Rome.
- Farajnia A. 2007. Land suitability assessment and identifying potential for sugar beet production in Marand plain. *Sugar Beet Journal*, 23(1): 54-43. (In Persian)
- Jalalian A., Rostami Nia M., Ayoubi S., and Amini A. 2006. Qualitative, quantitative and economic assessment lands suitability for wheat, corn and sesame in Mehran plain, Ilam Province. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Journal*, 11(42): 403-393. (In Persian)
- Kalogirou S. 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26: 89-112.
- Lashkary H., Keykhosravy GH. 2008. Analyzing the efficiency of the CROPWAT model in estimating the need for water Wheat Crop in West Kermanshah: Islamabad Cities West, Saripul Zahab and Ravansar. *Modarres Human Sciences*, 13(1): 247-270. (In Persian)
- Sicat R.S., Carranza E.M., and Nidumolu U.B. 2005. Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification. *Agricultural Systems*, 83: 49-75.
- Storie R.E. 1933. An index for rating the agricultural value of soils. *Bulletin California Agricultural Station*, 556 (539): 21.
- Sys C., Van Ranst E., Debaveye I.J., and Beernaert F. 1993. Land evaluation. Part III: Crop Requirements. *General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication*, No. 7, 199 pp.
- Verma R., Gangwar A., Kumar M. and Verma R.K. 2019. Study on Water Requirement of Rice Using CROPWAT Model for Lucknow Division of Uttar Pradesh. *Journal of Research Gate*, 6(1): 44-49.
- Wahba M.M., and Darwish K.M. 2007. Suitability of specific crops using MICRO LEIS Program in Sahal Barakas. *Egyptian Journal of Applied Sciences Research*, 3(7): 531-539.

Qualitative Land Suitability Evaluation, Based on the FAO and the CROPWAT Model in Estimating Water Requirement of Apple product in the Darbrud region of Urmia

Jaleh Afra^{1*}, Hamid Reza Momtaz², Vahid Rezaverdinejad³

(Received: May 2019 Accepted: December 2019)

Abstract

Sustainable agriculture will be achieved only when land is used, essentially based on soil and water capacity. Otherwise, agricultural lands will have influenced by increasing degradation and erosion. Therefore, this study aimed to evaluate the land suitability of orchard (200 hectares) located on the southern Urmia plain (Darbrud soil series) and also provide a suitable irrigation model using CROPWAT considering irrigation water shortage and lack of adequate drainage for apples as a main crop in this area (%55). Ten years of climate data was collected, and the land index was evaluated by parametric method (square root method). Limitation in drainage status resulted in (S3w) for land subclass, while for climate and temperature suitability, the minimum average temperature during the month before harvest, reduced the subclass to S2. Moreover, CROPWAT model was used to estimate the efficiency of model for important horticultural crops under a proper-irrigation management in the study area through comparing the results of the model with those from the FAO model. The result of this study indicates that an excessive or over irrigation regime has occurred in the studied fields which have no positive effect on the crop yield or economic benefits. Providing irrigation projects based on a suitable water model will increase the water use efficiency.

Keywords: Qualitative Evaluation, Product performance, Model of water, South of Urmia plain

Afra J., Momtaz H. R., and Rezaverdinejad V. 2021. Qualitative Land Suitability Evaluation, Based on the FAO and the CROPWAT Model in Estimating Water Requirement of Apple product in the Darbrud region of Urmia. *Applied Soil Research*. 8(4): 131-142.

1. Former MSc Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

2. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

3. Associate Professor, Department of Water Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

* Corresponding Author Email: afra.soil90@gmail.com