مجله دانش نوین کشاورزی پایدار
سال ۱۳۹۳
جلد ۱۰ شماره ۱
صفحات ۱۳-۱

نقش پهنه‌بندی اقلیم در تعیین نیاز خالص آبیاری محصولات باغی استان کردستان

عطا امینی*
استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان
سنندج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
ata_amini@yahoo.com
(مسؤل مکاتبات)

رنگین حیدری
کارشناس ارشد آبخیزداری
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان
سنندج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
ranginheydari@yahoo.com

همایون فقیه
پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان
سنندج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
hfkuir@gmail.com

چکیده این تحقیق به منظور برآورد نیاز آبی گیاهان باغی بر مبنای اقلیم‌های موجود در استان کردستان و نیز مقایسه آن با برآورد نیاز آبی همین محصولات بر مبنای شهرستان‌های استان انجام شد. اطلاعات پایه‌ی استان و داده‌های لازم از جمله داده‌های هواشناسی و اطلاعات گیاهی، از گزارش‌ها و نقشه‌های موجود استخراج گردید. اقلیم استان به روش دومارتن تعیین و به‌منظور تعیین نیاز آبی در هر اقلیم از مدل CROPWAT8.0 استفاده شد. در سطح شهرستان، نیاز آبی محصولات باغی پنج شهرستان که دارای ایستگاه سینوپتیک بودند با استفاده از این مدل محاسبه شد. شناسایی چند اقلیم متفاوت در سطح یک شهرستان مؤید برتری مبنای پهنه‌بندی اقلیم نسبت به تقسیم‌بندی بر مبنای محدوده‌ی شهرستان‌های یک استان در تعیین نیاز آبی است، به طوری‌که نیاز آبی محاسبه شده در روشی که مرز شهرستان‌ها به‌عنوان مبنای کار قرار می‌گیرد در صورتی قابل اطمینان است که کل مساحت شهرستان در یک اقلیم قرار داشته باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت بارزی در مقدار نیاز خالص آبیاری در سطح شهرستان در مقایسه با اقلیم‌های موجود در آن شهرستان، وجود دارد. بیشترین میزان تفاوت محاسبه نیاز خالص آبیاری بر مبنای اقلیم، افزایش ۲۲ درصدی آن در میوه‌های گروه یک در اقلیم نیمه خشک در شهرستان سنندج نسبت به مقدار محاسبه شده بر مبنای مرز شهرستان بود. همچنین افزایش ۰/۹ درصدی نیاز خالص آبیاری میوه‌های گروه دو در اقلیم مرطوب شهرستان سنندج نیز کمترین میزان تفاوت به‌علت تغییر مبنای محاسبات از پهنه‌ی اقلیم به شهرستان می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد توجه محققین و دست اندرکاران بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب از طریق اختصاص منابع محدود آب بر مبنای شرایط اقلیمی منطقه قرار گیرد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۹۱-۱۳۹۰**
تاریخ دریافت: **۹۲/۳/۱۹**
تاریخ پذیرش: **۹۲/۱۲/۲۶**

واژه‌های کلیدی:
- **منابع آب**
- **مدیریت مصرف**
- **اقلیم**
- **محصولات باغی**
- **مدل CROPWAT**
- **الگوی مصرف**

مقدمه آب مورد نیاز گیاه برای انجام تبخیر و تعرق و فعالیت‌های حیاتی در طول فصل رشد آن نیاز آبی گیاه نامیده می‌شود. معمولاً مقادیر بارش مؤثر، و آب زیرزمینی جذب شده توسط ریشه گیاه برای رشد محصول کافی نبوده و باقی‌مانده نیاز آب مصرفی که به آن نیاز خالص آبیاری اطلاق می‌شود، از طریق آبیاری تأمین می‌شود.[۷] این مقدار همچنین شامل آب مورد نیاز برای آبشویی نمک‌های محلول و افزایش یکنواختی کاربرد آب در مزرعه می‌باشد.[۳] علاوه بر عامل‌های گیاهی، پارامترهای اقلیمی اثرگذارترین عوامل در تعیین نیاز آبی، هستند. در زمینه شناسایی این عوامل و نیز محاسبه نیاز آبی محصولات مختلف تحقیقات زیادی انجام شده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به سند ملی آب کشور (نت وات)[1] و تحقیقات انجام شده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی اشاره کرد که در آن، نیاز خالص آبیاری برای محصولات کشاورزی اعم از زراعی و باغی در هر شهرستان محاسبه شده است.[۱۲] از جمله تحقیقات انجام شده در سطح استان می‌توان به *توشیح (۲۰۰۰)*، *مهندسین مشاور بندآب غرب (۲۰۱۰)* و تعیین نیاز آبی به‌صورت موردی و در محدوده‌ی پروژه‌های تأمین آب اشاره نمود. مبنای تمام این مطالعه‌ها و تحقیقات انجام شده در سطح ملی، مرزهای سیاسی شهرستان‌ها می‌باشد.[۲۱،۶] حال آنکه نیاز آبی متأثر از اقلیم منطقه می‌باشد. متداول‌ترین روش‌های عددی تقسیم‌بندی اقلیمی روش دومارتن، گوسن، آمبرژه و کوپن می‌باشد. *خلیلی و همکاران (۲۰۰۵)* پیشنهاد دادند که توزیع جغرافیایی هر عامل اقلیمی مؤثر در طبقه‌بندی به دو جزء قانونمند (رگرسیونی) و غیرقانونمند (جزو خطا) تفکیک و روش‌های متداول فقط بر جزء خطا اعمال شود.[۱۶] دومارتن با تغییراتی در فرمول *ترانسو* و جایگزین کردن عامل تبخیر با نمایه‌ای از دمای هوا به صورت زیر، روش دومارتن را بهبود بخشید.[۸،۲]

$$I = P/(T + 10)$$

که در آن P میانگین بارش سالانه بر حسب میلی‌متر و T متوسط دمای سالانه بر حسب درجه سلسیوس است.

فرهودی و شمسی پور (۲۰۰۰) مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل را در ایستگاه‌های منتخب منطقه بلوچستان جنوبی با استفاده از روش‌های تورنت وایت[2]، بلانی- کریدل[3] و تشتک تبخیر محاسبه کرده و بر مبنای آن، نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی غالب را در دوره رشدشان به دست آورده‌اند.[۱۱] *پیرمرادیان و همکاران (۲۰۰۲)* برای تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی برنج در منطقه کوشکک شیراز روش پنمن ـ فااو[4] استفاده کرده‌اند.[۱۹] *یار احمدی خراجو و ثقفیان (۲۰۰۳)* با ادغام تصاویر ماهواره‌ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل کراپ وات[5] به تخمین تعادل آب در نواحی تحت آبیاری سلماس و تسوج در شمال دریاچه ارومیه پرداخته و آب خالص مورد نیاز برای آبیاری محصولات مهم در این نواحی را محاسبه کرده‌اند.[۲۲] *مجرد و همکاران (۲۰۰۵)* مقادیر نیاز آب مصرفی محصول برنج در جلگه مازندران را به تفکیک ارقام زودرس و دیررس، بر مبنای مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل و ضرایب گیاهی در ده ایستگاه محاسبه نموده‌اند و دریافتند که نیاز آب مصرفی و نیاز خالص آبیاری در شرق جلگه مازندران بیشتر از غرب آن است؛ در حالی که مقدار بارش مؤثر در غرب جلگه بیشتر است.[۱۸] *لشکری و همکاران (۲۰۰۸)* با استفاده از مدل کراپ وات، تبخیر و تعرق واقعی محصول گندم و نیاز آبی و آبیاری این محصول را در غرب کرمانشاه به دست آورده‌اند.[۱۷] *کرباسی و همکاران (۲۰۱۲)* در تحقیقی از سه روش متداول شامل سند ملی آب، کتاب نیاز آبی و روش فائو ۵۶[6] در تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی

[1] NETWAT
[2] Thornthwaite
[3] Blaney-Criddle
[4] Penman-FAO
[5] CROPWAT
[6] FAO-56

کشور استفاده کرده‌اند و نیاز آبی الگوی کشت شبکه آبیاری و زهکشی سد قره‌درق را با استفاده از هر سه روش محاسبه کرده‌اند. آن‌ها روش فااو ۵۶ را برای تعیین نیاز آبی گیاهان منطقه مناسب و کارا ارزیابی نموده‌اند.[۱۴] *مای و همکاران (۲۰۰۳)* مدل کراپ وات را برای پیش‌بینی کسری رطوبت خاک با تغییرات اقلیمی و تعیین نیاز آبی محصول و تغییر در میزان محصولات غالب دیم در کشور نیجر به‌کار برده‌اند.[۱۵] *دهقانی سانیج و همکاران (۲۰۰۴)* مدل پنمن- مانتیث[1] و پنمن[2] را برای اقلیم نیمه خشک در ایران و اقلیم مرطوب در ژاپن بر مبنای مقادیر لایسی‌متری معرفی کرده‌اند.[۹] *تودا و همکاران (۲۰۰۵)* در کشور لائوس با استفاده از مدل کراپ وات آب مورد نیاز آبیاری را تخمین زده‌اند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داده‌است که آبیاری اضافی برای بالا بردن میزان محصول سودمند بوده ولی از آنجا که این مدل، آب‌های زیرزمینی و اثر کودها را در نظر نمی‌گیرد، لازم است این فاکتورها نیز در نظر گرفته شود.[۲۰] *آدنیران و همکاران (۲۰۱۰)* در نیجریه به تعیین نیاز آبی برنج، ذرت، گوجه فرنگی، فلفل، پیاز و کلم براساس داده‌های اقلیمی ۲۵ ساله در نرم‌افزار کراپ وات، در محدوده پروژه آبیاری سد کامپ[3] اقدام کرده‌اند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که مقدار آب انتقالی از سد به این مناطق بیش از نیاز آبی محصولات می‌باشد.[۱] *آرکو و همکاران (۲۰۱۲)* با استفاده از نرم‌افزار کراپ وات نیاز آبی ختمی چینی را در میدوگوری[4] تعیین نموده‌اند. برای این منطقه مقادیر بیشینه و کمینه تبخیر و تعرق پتانسیل و نیاز آبی را به‌ترتیب در ماه‌های می و دسامبر به‌دست آورده‌اند.[۵] این تحقیقات بیانگر لزوم تعیین دقیق نیاز آبی محصولات زراعی و باغی در مناطق مختلف کشور است. از طرفی تحقیقاتی که در سطح ملی برای تهیه نیاز آبی انجام شده است، این نیاز را بر مبنای تقسیمات و مرزهای سیاسی مناطق برآورد کرده است. حال آن که اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت[5] توجه به اقلیم اقلیم را در مناطق مختلف جهان در برآورد نیاز آبی محصولات به‌عنوان رویکردی مناسب مد نظر قرار داده است.[۱۳]

هدف از این تحقیق تعیین نیاز آبی محصولات باغی در استان کردستان و بررسی نقش پهنه‌بندی اقلیمی مناطق در برآورد نیاز آبی به منظور استفاده بهینه از منابع آب موجود است. در این تحقیق همچنین نیاز آبی بر مبنای مرز شهرستان‌ها نیز تعیین، و نتایج با نیاز آبی محاسبه شده بر مبنای اقلیم مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در استان کردستان انجام شد. این استان با مساحت ۲۸۲۰۳ کیلومتر مربع و آب و هوای سرد و نیمه خشک کوهستانی دارای مختصات جغرافیایی '۴۴ °۴۸ تا '۳۰ °۳۶ عرض شمالی و '۳۱ °۴۵ تا '۱۶ °۴۸ طول شرقی می‌باشد. مرکز استان شهرستان سنندج است که در ارتفاع ۱۳۷۳ متری از سطح دریا واقع شده است. شکل ۱ موقعیت این استان و شهرستان‌های آن را نشان می‌دهد. میانگین بارندگی دراز مدت سالیانه این استان در حدود ۴۸۴ میلی‌متر است.

داده‌های هواشناسی

اطلاعات هواشناسی ماهانه درازمدت از ایستگاه‌های هواشناسی سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو، جمع‌آوری و مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی استان در شکل ۲ نشان داده شده است. دوره پایه مشترک از سال (۱۹۷۴-۱۹۷۳) تا (۲۰۰۸-۲۰۰۷) به مدت ۳۵ سال انتخاب شد. پارامترهای رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی فقط در ایستگاه‌های سینوپتیک قابل دسترسی بود و برای سایر پارامترها

[1] Penman-Monteith
[2] Penman
[3] Kampe
[4] Maiduguri
[5] International Union for Conservation of Nature (IUCN)

از دیگر ایستگاه‌های قرار گرفته در هر اقلیم استفاده شد.

در این تحقیق از مدل کراپ وات استفاده شد. کراپ وات، یک سیستم پشتیبان است که توسط بخش آب و خاک سازمان خواروبار جهانی برای برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری ایجاد شده است. کراپ وات در واقع ابزار کاربردی مشترکی است که به کمک آن، هواشناسان و متخصصان کشاورزی و مهندسان آبیاری، محاسبات استاندارد تبخیر و تعرق گیاه مرجع، نیاز آبی و آبیاری محصولات را تخمین می‌زنند. همچنین در مورد طرح‌های ویژه مدیریتی و برنامه‌های آبیاری، در برخورد با کمبود آب، به عنوان یک راهنما برای بهبود عملیات آبیاری عمل می‌نماید.[۱۰] پارامترهای هواشناسی استفاده شده در مدل عبارتند از بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی. پس از جمع‌آوری اطلاعات، پردازش آن‌ها متناسب با فرمت نرم‌افزار کراپ وات انجام گرفت. از ایستگاه‌های موجود در هر اقلیم به‌عنوان ورودی برای آن اقلیم و در سطح شهرستان نیز داده ایستگاه سینوپتیک هر شهرستان به‌عنوان ورودی برای آن شهرستان استفاده شد. سرعت باد یکی از پارامترهای اثرگذار در نیاز آبی است که در مدل کراپ‌وات استفاده می‌شود. سرعت باد در ایستگاه‌های سینوپتیک در برحسب واحد گره و در ارتفاع ۱۰ متر ثبت می‌شود. حال آنکه سرعت باد مورد استفاده در م دل کراپ‌وات بر حسب کیلومتر بر روز یا متر بر ثانیه و در ارتفاع دو متری مورد نیاز می‌باشد.[۲۲] از این رو، ابتدا با اعمال ضریب ۰/۵۱، سرعت باد از واحد گره به متر بر ثانیه تبدیل شد. سپس از معادله زیر سرعت در ارتفاع ده متری به سرعت در ارتفاع دو متری تبدیل شد.

$$U_2 = 4.868/Ln(67.75\,Z - 5.42)U_Z$$

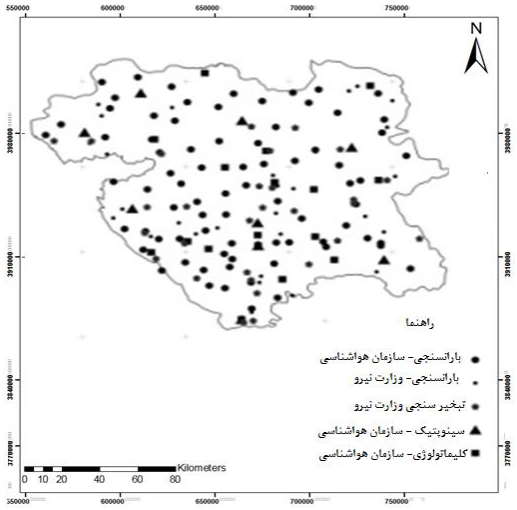
که در آن U_2 سرعت باد در ارتفاع ۲ متری و U_Z سرعت باد در ارتفاع Z متری از سطح زمین می‌باشد.

تعیین اقلیم

در این تحقیق به‌منظور تعیین اقلیم منطقه مـــورد مطـــالعه از روش‌های

شکل ۱- استان کردستان و موقعیت شهرستان‌های آن

Fig. 1. Kurdistan province and its cities location



شکل ۲- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی در استان کردستان

Fig. 2. The locations of meteorological stations in Kurdistan, Iran

دومارتن[1] و آمبرژه[2] استفاده شد. از آنجا که روش دومارتن تطابق بهتری با شرایط اقلیمی و آب و هوایی استان داشت، نتایج این روش مبنای تعیین اقلیم قرار گرفت.

تعیین نیاز آبی

به منظور برآورد نیاز آبی گیاه، با استفاده از پارامترهای هواشناسی مؤثر در تبخیر و تعرق، نیاز آبی سطح استاندارد گیاه مرجع چمن برآورد و سپس ضریب گیاهی

جدول ۱ - دسته‌بندی محصولات باغی (Farshi *et al.*, 1997)

Table 2. Orchards grouping (Farshi *et al.*, 1997)

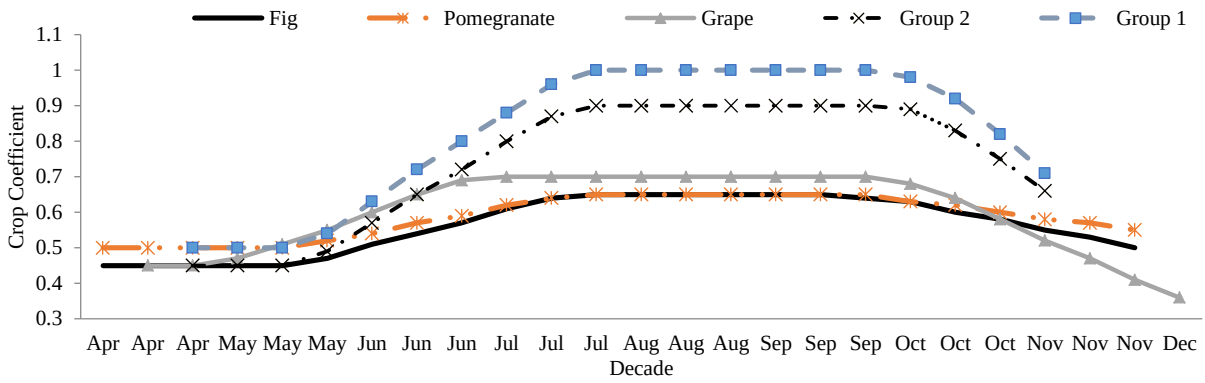
Grouping	Fruit type
Group 1	apple, cherry, walnut
Group 2	almond, peach, mulberry, pear, apricot, sloe,
Others	fig, grape, pomegranate

مناسب از ضرایب محاسبه شده به‌وسیله موسسهٔ تحقیقات خاک و آب تعیین شد. [۴،۱۲] از حاصل ضرب این دو پارامتر نیاز آبی گیاه تعیین گردید. در واقع تبخیر و تعرق پتانسیل معرف اثر عوامل جوی در نیازآبی گیاه بدون توجه به نوع آن می‌باشد و ضریب گیاهی اثر خصوصیات گیاه را در نیاز آبی لحاظ می‌نماید. نهایتاً با کم کردن باران مؤثر از نیاز آبی، نیاز خالص آبیاری که همان کمبود رطوبت اقلیم است و باید به‌وسیله آبیاری تأمین شود، به‌دست می‌آید.

انتخاب محصول و ضریب گیاهی

در این تحقیق محصولات باغی استان کردستان انتخاب شدند. به‌منظور محاسبه نیاز آبی این محصولات غالب گونه‌های باغی در استان با توجه به شباهت‌های موجود در خصوصیات گیاهی وابسته به ضریب گیاهی و نیاز آبی، طبق تقسیم‌بندی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور مطابق جدول ۱ دسته‌بندی شدند. لازم به ذکراست که انار، انجیر وانگور به‌علت تفاوت در ضریب گیاهی به صورت جداگانه در نظر گرفته شدند. تاریخ کاشت در اغلب موارد برابر سی‌ام ماه مارس (دهم فروردین) در نظر گرفته شد که این زمان در استان کردستان، مصادف با شروع حیات گیاه و ظهور برگ‌های اولیه است.

[1] De Martonne
[2] Emberger



شکل ۳- ضریب گیاهی محصولات مختلف باغی در استان کردستان

Fig. 3. Crop coefficient in various orchards of Kurdistan

جدول ۲- مقادیر بارش مؤثر ماهانه بر حسب میلی‌متر در اقالیم و شهرستان‌های استان کردستان (۱۳۸۷- ۱۳۵۲)

Table 3. Effective rainfall (mm) for Kurdistan cities and climatic regions (1973 -2008)

Month\ Fruit	climate type\city	March	April	May	June	July	August	September	October	November	Sum
Group 1,2	humid	4.2	0.72	32.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	-	109.0
Fig, grape pomegranate		4.2	0.72	32.5	0.1	0.0	0.0	0.1	3.9	44.0	157.0
Group 1,2	Mediterranean	2.3	38.0	22.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	-	63.0
Grape		2.3	38.0	22.0	0.1	0.0	0.0	0.1	3.8	28.2	95.0
Group 1,2	semi-arid	1.5	28.0	17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	47.0
Grape		1.5	28.0	17.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	16.1	63.0
Group 1,2	Sanandaj	2.0	30.5	20.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	53.0
Grape		2.0	30.5	20.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	23.8	77.0
Group 1,2	Saghez	2.1	31.2	24.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	-	59.0
Grape		2.1	31.2	24.9	0.1	0.0	0.0	0.1	1.0	21.7	81.0
Group 1,2	Ghorve	2.3	38.3	28.8	9.9	0.1	0.0	0.1	6.5	-	86.0
Grape		2.3	38.3	28.8	9.9	0.1	0.0	0.1	11.7	23.2	114.0
Group 1,2	Bijar	1.2	21.3	23.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		46.0
Grape		1.2	21.3	23.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	10.6	57.0
Group 1,2	Marivan	6.3	93.9	62.6	5.2	0.1	0.0	0.1	2.9	-	171.0
Fig, Grape Pomegranate,		6.3	93.9	62.6	5.2	0.1	0.0	0.1	9.4	57.0	235.0

همچنین برای تعیین مقدار ضریب گیاهی محصولات مختلف، از نتایج مطالعات مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور در مورد برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور استفاده شد. نمونه‌ای از ضرایب گیاهی مورد استفاده در این تحقیق برای گیاهان مختلف در شکل ۳ آورده شده است.

محاسبه باران مؤثر

در این تحقیق باران مؤثر از روش فااو برآورد شد. در این روش برای برآورد بارندگی مؤثر از روابط تجربی زیر استفاده می‌شود، که در

آن Pe بارش مؤثر و P بارش کل هر ماه به میلی‌متر می‌باشد.

$Pe = 0.8P - 2.4$ $(P > 70\ mm)$ و $Pe = 0.6P - 10$ $(P < 70\ mm)$

در جدول ۲ مقادیر بارش مؤثر در دوره رشد محصولات باغی به روش فااو بر حسب میلی‌متر در اقلیم‌های مختلف استان نشان داده شده است.

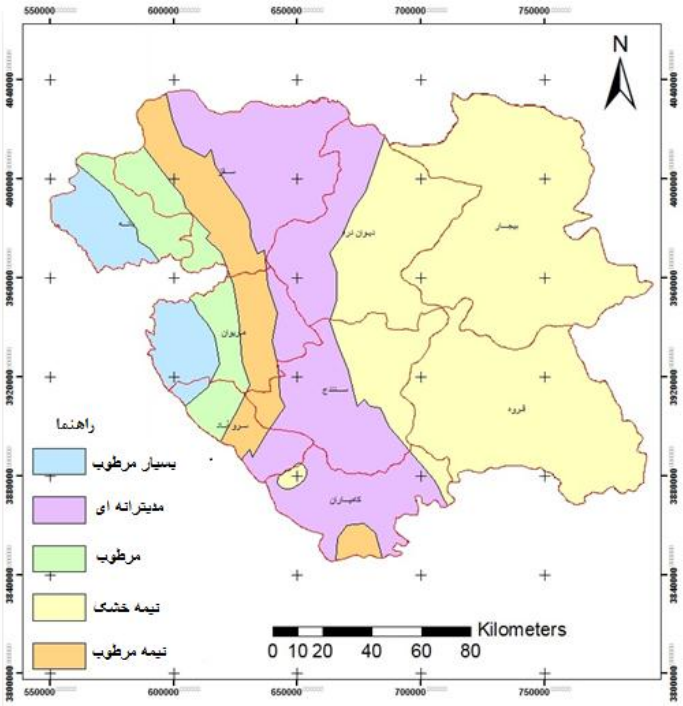
نتایج و بحث

اقلیم بندی استان

مطابق روش دومارتن، ۵ اقلیم شامل اقلیم‌های بسیار مرطوب، مرطوب، نیمه مرطوب، مدیترانه‌ای و نیمه خشک در سطح استان کردستان شناسایی شد. سپس نقشه هم‌اقلیم در نرم‌افزار ArcGIS مطابق آنچه در شکل ۴ نشان داده شده است، تهیه شد. شکل ۴ موقعیت شهرستان‌های استان و تنوع اقلیمی را در این شهرستان‌ها نمایش می‌دهد. تجزیه و تحلیل داده‌های هواشناسی و درون‌یابی آن‌ها نشان داد که در سه اقلیم نیمه مرطوب، مرطوب و بسیار مرطوب علیرغم وجود تفاوت در میانگین بارش سالانه، دیگر پارامترها نسبتاً همگن بودند. از این رو نیاز آبی در این سه اقلیم یکسان در نظر گرفته شد. همان‌گونه که از شکل ۴ نمایان است در سطح شهرستان‌های سنندج، سقز و مریوان اقلیم متغیر است. شکل ۵ درصد مساحت هر اقلیم را در شهرستان‌هایی که دارای اقلیم متفاوت می‌باشند، نشان می‌دهد.

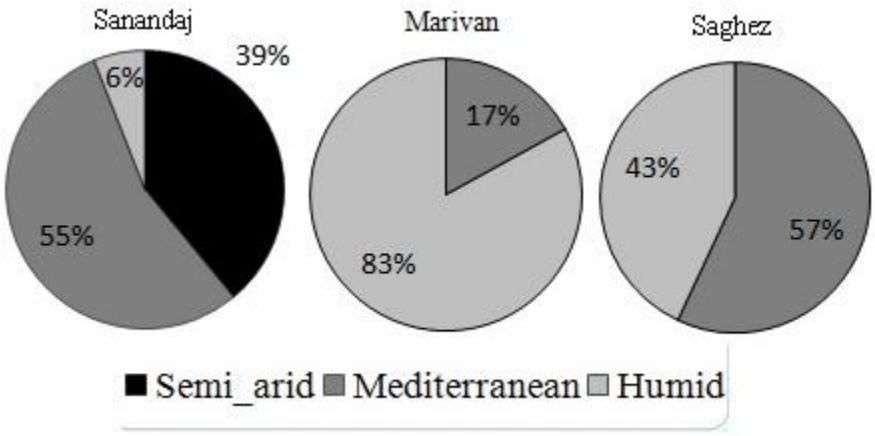
محاسبه تبخیر و تعرق

برای اقلیم‌های مختلف استان و تعدادی از شهرستان‌ها مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل با روش پنمن-مانتیث محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۳ ارایه شده است.



شکل ۴- نقشه هم‌اقلیم و موقعیت شهرستان‌های مختلف استان کردستان در هر اقلیم

Fig. 4. Isoclimate map and the Kurdistan cities location in each climate



شکل ۵ – درصد مساحت اقلیم‌های موجود در شهرستان‌های سنندج، مریوان و سقز

Fig. 5. The percentage of existing climates area in Sanandaj, Marivan and Saghez

جدول۳ - مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل به روش پنمن- مانتیث در اقلیم‌ها و شهرستان‌های استان (میلی‌متر در روز)

Table 1. Calculated values for potential evapotranspiration by Penman – Monteith method for cities and climate zones (mm/day)

Climate Type\City	April	May	June	July	August	September	October	November	December	January	February	March	Average
Climate													
Mediterranean	3.15	4.10	5.49	6.08	5.74	4.59	3.06	1.69	1.09	0.97	1.20	1.96	3.26
Semi_arid	3.50	4.76	5.83	6.43	6.26	4.94	3.15	1.75	1.11	0.97	1.27	2.25	3.52
Humid	2.75	3.64	5.08	5.90	5.95	4.84	3.36	1.79	0.99	0.82	1.00	1.68	3.15
Cities													
Sanandaj	3.01	3.89	5.14	5.82	5.66	4.46	2.98	1.67	1.06	0.89	1.10	1.88	3.13
Saghez	2.54	3.36	4.42	5.02	5.04	4.10	2.75	1.55	0.91	0.73	0.86	1.46	2.73
Marivan	2.84	3.82	5.40	6.30	6.32	5.15	3.55	1.86	1.05	0.85	1.03	1.71	3.32
Ghorve	4.42	5.98	6.87	7.06	6.28	4.57	2.56	1.49	0.97	0.95	1.67	3.12	3.83
Bijar	4.52	6.22	7.05	7.18	5.99	4.55	2.62	1.43	0.90	0.89	1.60	3.13	3.84

نیاز آبی

جدول ۴ نتایج محاسبهٔ نیاز خالص آبیاری سالانه بر مبنای پهنه‌بندی اقلیمی و جدول ۵ این نتایج را بر مبنای مرز سیاسی شهرستان‌های استان نشان می‌دهد. به منظور نشان دادن میزان تغییرات نیاز آبی محصولات در سطح استان کردستان بر مبنای اقلیم‌های مختلف، نمونه‌ای از نقشه هم نیاز آبی این محصولات در مورد گروه یک در اقلیم‌های مختلف استان در شکل ۶ نشان داده شده است.

در این شکل فواصل بسیار متغیر خطوط هم نیاز آبی بیانگر تغییرات این پارامتر در سطح استان، شهرستان و اقلیم‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۴- نیاز خالص آبیاری سالانهٔ محصولات باغی استان کردستان در اقلیم‌های مختلف

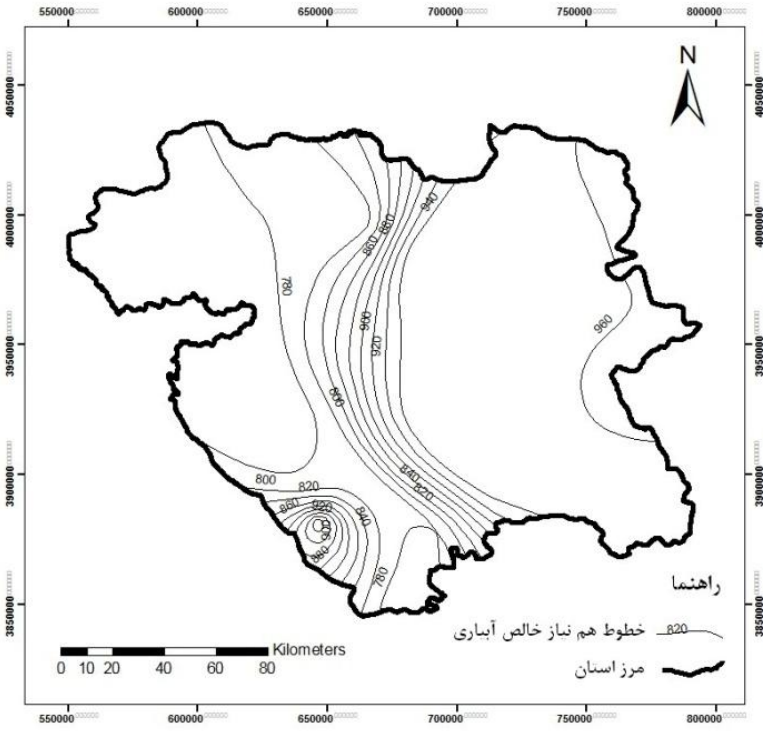
Table 4. Annual orchards net irrigation requirement of various climate zones in Kurdistan, Iran

Fruit Type	Climate Type	Net Irrigation Requirement (mm)	Fruit Type	Climate Type	Net Irrigation Requirement (mm)
Group 1	semi-arid	958	group 1	humid	769
Group 2	semi-arid	860	group 2	humid	691
Grape	semi-arid	733	grape	humid	570
Group 1	Mediterranean	783	fig	humid	519
Group 2	Mediterranean	717	pomegranate	humid	535
Grape	Mediterranean	605	-	-	-

جدول۵- نیاز خالص آبیاری سالانه‌ی محصولات باغی در شهرستان‌های استان

Kurdistan, Iran Table 5. Annual orchards net irrigation requirement of cities in

Fruit Type	City	Net Irrigation Requirement (mm)	Fruit Type	City	Net Irrigation Requirement (mm)
Group 1	Sanandaj	749	Group 1	Bijar	983
Group 2	Sanandaj	685	Group 2	Bijar	857
Grape	Sanandaj	585	Grape	Bijar	751
Group 1	Saghez	672	Group 1	Marivan	813
Group 2	Saghez	605	Group 2	Marivan	730
Grape	Saghez	504	Grape	Marivan	589
Group 1	Ghorve	916	Fig	Marivan	549
Group 2	Ghorve	818	Pomegranate	Marivan	562
Grape	Ghorve	683	-	-	-



شکل ۶- نقشه هم نیاز خالص آبیاری محصولات گروه یک در اقالیم مختلف استان

Fig. 6. Iso-Net irrigation requirement map for group 1 of orchards in various climates in Kurdistan, Iran

نمونه‌ای از مقایسه نیاز آبی محاسبه شده در این تحقیق و سند ملی آب کشور (نت وات) برای محصولات سیب و انگور در شکل ۷ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که سند ملی در بیشتر شهرستان‌ها مقدار نیاز آبی را بیشتر از داده‌های این تحقیق برآورد کرده است. شکل ۸ نیز نمونه‌ای از مقایسه‌ی نیاز آبی محاسبه شده در موسسه تحقیقات خاک و آب کشور[۱۲] و نتایج این تحقیق در محصولات گروه یک و دو را نشان می‌دهد. این نمودار بیانگر تخمین بیشتر مقدار نیاز خالص آبیاری در این تحقیق می‌باشد. استفاده از دوره آماری متفاوت و طولانی‌تر و تدقیق داده‌ها در این مطالعه باعث ایجاد

تفاوت‌هایی در میزان آب خالص محاسبه شده برای محصولات مختلف در مقایسه با دیگر روش‌های موجود شد. مقایسهٔ نیاز خالص آبیاری که بر مبنای اقلیم‌بندی و مرز سیاسی شهرستان محاسبه شدند، نشان می‌دهد که با توجه به اینکه شهرستان سنندج در سه اقلیم متفاوت قرار دارد، نیاز خالص محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک در اقلیم نیمه خشک (۹۵۸ میلی‌متر) در این شهرستان نسبت به مقدار محاسبه شده بر مبنای مرز سیاسی شهرستان (۷۴۹ میلی‌متر)، ۲۲٪ افزایش دارد. مقدار این افزایش برای میوه‌های گروه دو و انگور ۲۰٪ است. نیاز خالص آبیاری محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک و دو در اقلیم مدیترانه‌ای (به ترتیب ۷۸۳ و ۷۱۷ میلی‌متر) نسبت به نیاز محاسبه شده در سطح شهرستان (به ترتیب ۷۴۹ و ۶۸۵ میلی‌متر) ۵٪ افزایش و برای انگور نیز ۴٪ افزایش نشان داد. در اقلیم مرطوب نیاز خالص محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک و دو (به ترتیب ۷۶۹ و ۶۹۱ میلی‌متر) نسبت به نیاز محاسبه شده در سطح شهرستان به ترتیب ۳٪ و ۰/۹٪ افزایش و برای انگور این مقدار ۲/۵٪ کاهش نشان داد.

در شهرستان سقز نیاز خالص آبیاری محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک، دو و انگور در اقلیم مدیترانه‌ای به‌ترتیب ۷۸۳، ۷۱۷ و ۶۰۵ میلی‌متر به دست آمد که نسبت به نیاز محاسبه شده در سطح شهرستان (۶۷۲، ۶۰۵ و ۵۰۴ میلی‌متر) به ترتیب ۱۴٪، ۱۶٪ و ۱۷٪ افزایش نشان داد. در اقلیم مرطوب نیاز خالص محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک، دو و انگور به‌ترتیب ۷۶۹، ۶۹۱ و ۵۷۰ میلی‌متر محاسبه شد که نسبت به نیاز محاسباتی در سطح این شهرستان برای میوه‌های گروه یک و دو، ۱۳٪ افزایش و برای انگور بیانگر ۱۲٪ افزایش بود. در شهرستان مریوان نیاز خالص آبیاری محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک، دو، انجیر و انار در اقلیم مرطوب به‌ترتیب ۷۶۹،۶۹۱، ۵۱۹ و۵۳۵ میلی‌مترمحاسبه گردید که نسبت به نیاز محاسبه شده در سطح شهرستان (به ترتیب ۸۱۳، ۷۳۰، ۵۴۹ و ۵۶۲ میلی‌متر)، حدود ۵٪ کاهش و این مقدار برای انگور ۳٪ کاهش نشان داد. نیاز خالص آبیاری محاسبه شده برای میوه‌های گروه یک و دو در اقلیم مدیترانه‌ای نسبت به نیاز محاسبه شده در سطح شهرستان به ترتیب ۳٪ و ۲٪ کاهش و برای انگور این مقدار ۳٪ افزایش نشان داد.

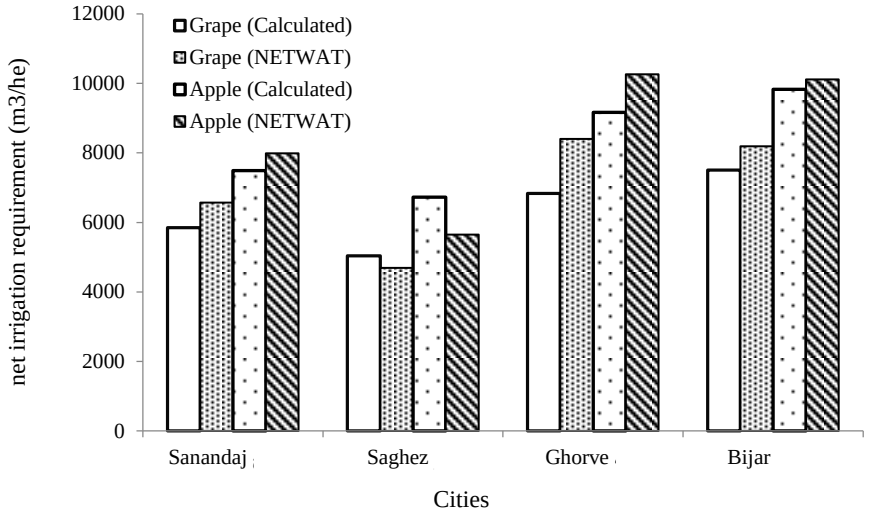
نتیجه گیری کلی

در این تحقیق نیاز آبی محصولات باغی بر مبنای اقلیم‌های مختلف منطقه و نیز مرز سیاسی شهرستانهای استان محاسبه شد. شناسایی چند اقلیم متفاوت در سطح یک شهرستان موید برتری مبنای پهنه‌بندی اقلیم در محاسبه نیاز آبی نسبت به تقسیم‌بندی بر مبنای محدوده‌ی شهرستان‌های یک استان بود. به طوری‌که نیاز آبی محاسبه شده در روشی که شهرستان‌ها به‌عنوان واحد مبنای کار قرار می‌گیرد در صورتی قابل اطمینان است که کل مساحت شهرستان مانند قروه و بیجار در یک اقلیم قرار داشته باشد. همچنین مقایسه نتایج این تحقیق با سند ملی نشان داد که این سند در بیشتر شهرستان‌ها مقدار نیاز آبی را بیشتر از داده‌های این تحقیق برآورد کرده است. انجام این تحقیق در دیگر استان‌های کشور و در سطح ملی می‌تواند اقدامی مناسب در جهت استفاده بهینه از منابع آب و رسیدن به کشاورزی پایدار باشد. لازم به‌ذکر است که نتایج این تحقیق به‌صورت نرم‌افزار به تفکیک اقلیم و نوع محصول برای تمام شهرها و روستاهای استان در محیط نرم‌افزار ویژوال بیسیک[1] تهیه و قابل دسترس می‌باشد.

سپاسگزاری

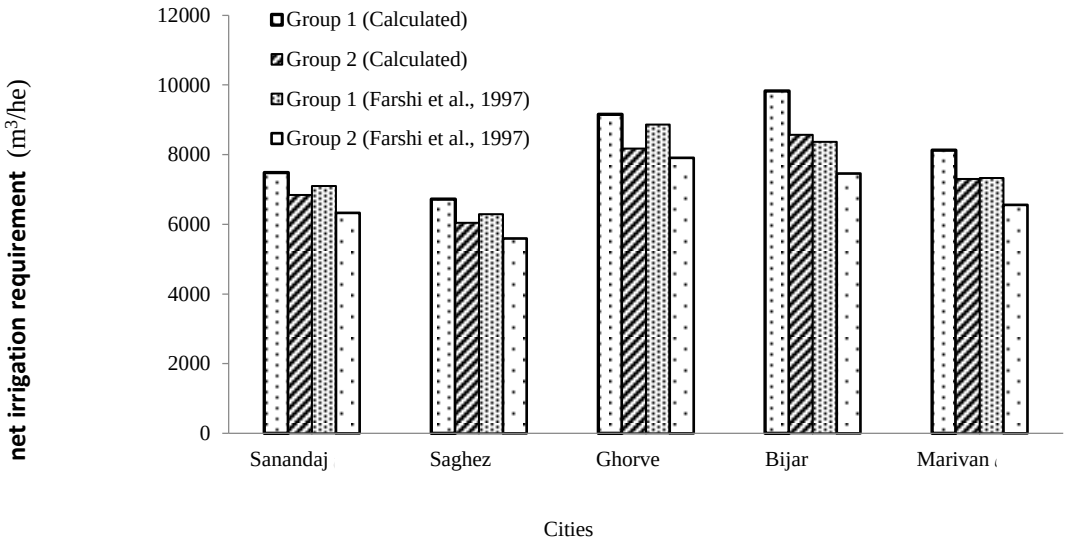
این تحقیق با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان انجام گردید. بدین وسیله از همکاری و حمایت این سازمان قدردانی می‌گردد.

[1] Visual Basic software



شکل ۷- مقایسه نیاز خالص آبیاری محاسبه شده و سند ملی (نت وات) برای میوه‌های سیب و انگور

Fig. 7. The comparison of calculated net irrigation requirement with National Docs (Netwat) for apple and grape



شکل۸- مقایسه نیاز خالص آبیاری محاسبه شده در این تحقیق و موسسه تحقیقات خاک و آب کشور برای میوه‌های گروه یک و دو

Fig. 8. The comparison of calculated net irrigation requirement with Soli and Water Research Institute for walnut of Group 1 and Group 2

References

1. Adeniran KA, Amodu MF, Amodu MO, Adeniji FA (2010) Water requirement of some selected crops in Kampe Dam Irrigation Project. Australian Journal of Agricultural Engineering, 14: 119-125.
2. Alizadeh A (2002) Principles of applied hydrology. Razavi Publication: Mashhad, Iran, 249-255.
3. Alizadeh A (2006) Designing irrigation systems, Surface Irrigation Designing Systems Vol.1.Imam Reza University Publication: Mashhad, Iran, 452 P.
4. Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smit M (1998) Crop Evapotranspiration Irrigation Drain. Paper 56, FAO: Rome Italy, 326.
5. Arku AY, Musa SM, Mofoke AlE (2012) Determination of water requirements for irrigating Hibiscus (Rosa Sinensis) in Maiduguri Metropolis. Journal of Applied Hytotechnology and Environmental Sanitation, 1: 37-42.
6. Band-Ab- Gharb (2010) Determination of water requirement and irrigation and drainage network hydromodule of Ghasrian. Consulting Engineers Company: Sanandaj Final Report, 63- 78.
7. Dastane NG (1978) Effective Rainfall; FAO Consultant; Project Coordinator Indian Agricultural Research Institute: New Delhi.
8. Dastane NG (1983) Effective rainfall in irrigated agriculture, Translation of Malik, University Publication Center: Mashhad, Iran.
9. Dehghani Sanij H, Yamamoto T, Rasiah V (2004) Assessment of evapotranspiration estimation models for use in semi-arid environments. Agricultural Water Management, 2: 91-106.
10. FAO (Food and Agriculture Organization) (1992) A computer program for irrigation planning and management; FAO Irrigation and Drainage Paper No.46: Rome, Italy.
11. Farhoodi R, Shamsipour AA (2000) Estimation of evapotranspiration in Balochistan southern regions. Geographical Research, 39:105-144.
12. Farshi A, Shariati MR, Jarollahi R, Ghaemi MR, Shahabifar M, Tavallaei MM (1997) An estimate of the water requirements of main field crops and orchards in Iran, Orchards Vol. 2. Agricultural Education Publication: Karaj, Iran, 629.
13. IUCN (the International Union for Conservation of Nature) (2006) Water requirements of major crops for different agro-climatic zones of Baluchistan, Final Report. Pakistan, Water Programme, Baluchistan Programme Office.
14. Karbasi M, Ismail M, Taheri M, Bazargan J (2012) Investigation and estimation of the water requirements of field crops and orchards using different methods to determine appropriate cultivation pattern in irrigation and drainage network Ghareh- Drgh dam, The 11th conference on Irrigation and Evaporation Reduction. February,7-9. Kerman, Iran.
15. Katiella Mai M, Moustapha A (2003) Using the CROPWAT model to analyze the effects of climate change on rainfed crops in Niger, Final Report. University of Niamey and the University of Abdou Moumouni, 16P.
16. Khalili A, Darwish sefat A, Baradaran-e-rade R, Bazr afshan J (2005) A method for climatic classifications on Selininov system in GIS media (a case study for North West of Iran). Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9(2): 227-238.
17. Lashkari H, Kaikhosrawi G, Rezaei A (2008) Analysis the efficiency of CROPWAT model to estimate the water requirements of wheat in west of Kermanshah: Islam-Abad- Gharb, Sar-Poll-Zahab and Rawansar cities. Modarres Humanities Research Journal - Planning and preparation space, 13: 247-270.
18. Mojarad F, Ghamarnya H, Nasiri SH (2005) Estimation of effective rainfall and water requirement for rice cultivation in the plains of Mazandaran. Geographical Research, 54:76-59.
19. Pirmoradian N, Kamkar Haghighi AA, Sepaskhah AR (2002) Crop coefficient and water requirement of rice in Kooshkak area, Fars province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 3: 15-23.
20. Toda O, Yoshida K, Hiroaki S, Katsuhiro H, Hajime Tangi H (2005) Estimation of irrigation water using CROPWAT model at KM35 project site, in Savannakhet, Role of water sciences in Transbounday River Basin Management, Final Report, LAO, PDR, Thailand.
21. Towshih W (2000) Water requirements of field crops and orchards in Kurdistan, Iran. Agricultural education and extension magazine. Brochure Publications, 1-4.
22. Yarahmadi Khrajo J, Saghafian B (2003) Developing the water balance model of irrigation areas using remote sensing data and GIS and CROPWAT Model, The 11th Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Congress. December 24-25, Tehran, Iran.

The Climate zoning role on net irrigation requirement determination of orchards in Kurdistan province, Iran

Modern Science of Sustainable Agriculture
Vol. 10, No. (1-13)

Ata Amini*

Assistant professor of Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan
Sanandaj, Iran
Email ✉:
ata_amini@yahoo.com
(Corresponding author)

Rangin Heydari

Master of watershedding
Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan
Sanandaj, Iran
Email ✉:
ranginheydari@yahoo.com

Homayoun Faghih

Researcher of Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan
Sanandaj, Iran
Email ✉:
hfkuir@gmail.com

Received: 09 June, 2013 **Accepted:** 17 March, 2014

ABSTRACT The current study was conducted to estimate of orchards water requirements based on various climate zones in Kurdistan province, Iran and to compare those requirements of the same crops based the province cities. Basic information and essential data such as meteorological and vegetation data were extracted from reports and available maps. The Kurdistan climate was derived using De Martonne method and the water requirements in each climate were determined using CROPWAT8.0 model. Cities water orchards requirements having synoptic station were estimated using this model. Recognizing of various climates in a city level revealed that water requirement estimation studies based on climates give better results than those were conducted based on the cities in the province. As the calculated water requirements values based on city's border can be trusted while the whole city located in a climate zone such as the Ghorve and Bijar. The findings of the research indicated a significant difference between the calculated water requirements based on cities and those derived considering the climate zones distinguished in the same city, such as Sanandaj, Saghez and Marivan. The most visible differences in calculated water requirement based on climate zone revealed in group 1of orchards in semi-arid climates for Sanandaj which were increased as 22% more than that estimated based on the city's border. In addition, the 0.9% increments in water requirements in group 2 for humid zone in Sanandaj were the slightest changes obtained in this research due to altering of the calculation based on city's border to climate zone. The results would be of interest of researchers and those who are involving in agriculture and water resources management fields through the allocation of limited water resources based on the climatic conditions.

Keywords:
- water resources
- consumption management
- climate
- orchards
- CROPWAT Model
- consumption pattern