پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو

عبدالعلی غفاری*[1]، وحیدرضا قاسمی[2] و ادی دپائو[3]

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

۲- موسسه تحقیقات کشاورزی خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- مرکز تحقیقات بین المللی ایکاردا، حلب، سوریه

چکیده

هدف از پهنه‌بندی اگروکلیمای ایران با روش یونسکو، ارائه تصویری گویا از نقش کلیدی اقلیم در تولیدات زراعی به دست‌اندرکاران بخش کشاورزی از جمله تولیدکنندگان، محققان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران است. نقشه‌های ترسیمی با استفاده از میانگین داده‌های دراز مدت (۹۸- ۱۹۷۳) بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، تشعشع و سرعت باد ایستگاه‌های هواشناسی اصلی داخلی و کشورهای همجوار از منابع متعدد جمع‌آوری و به محیط GIS وارد شدند. تبخیر و تعرق مطلق (ETP) از داده‌های هواشناسی جمع‌آوری، محاسبه و به اطلاعات قبلی اضافه شد. با استفاده از نرم‌افزارهای محیط GIS و مدل رقومی ارتفاع (DEM) نقشه‌های انفرادی و تلفیقی (همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی) در یک مدل اقلیم- مکان تهیه شدند. نتایج نشان داد که بر مبنای سه معیار اصلی طبقه‌بندی یونسکو یعنی رژیم رطوبتی، تیپ زمستان و تابستان، ۲۸ پهنه اقلیمی در ایران قابل تشخیص می‌باشد که نشانگر تنوع قابل ملاحظه آب و هوایی ایران می‌باشد. از این تعداد ۶ ناحیه (منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان خیلی گرم، منطقه خشک با زمستان معتدل و تابستان خیلی گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان معتدل) بیش از ۹۰ درصد کشور را شامل می‌شود. این مطالعه نشان داد که استفاده از روش یونسکو برای تهیه نقشه‌های آب و هوایی کاربرد داشته باشد و اطلاعات آن برای بهره‌برداران و تصمیم‌گیران مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی اقلیم، رژیم رطوبتی، تیپ زمستان و تابستان، روش یونسکو و GIS

* نگارنده مسئول: *aa_ghaffari@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۳

مقدمه

از عوامل عمده موفقیت در تولید محصول در دیمزارهای کشور شناخت شرایط مکانی، محیطی و اقلیمی و به تبع آن اختصاص محیط‌های ویژه برای نباتات گوناگون است تا بتوان آثار سوء فاکتورهای محیطی و اقلیمی را به حداقل رسانده و ثبات تولید را در سیستم کشاورزی پایدار کرد. در چنین مطالعاتی در مرحله اول اثرات اقلیم در تولید محصول ارزیابی می‌گردد (De Pauw *et al.*, 2003;De Pauw, 2001). رژیم‌های رطوبتی و حرارتی در تعیین تناسب اراضی قابل کاشت و تناسب کشت تاثیر گذار است. در استفاده از اراضی، توپوگرافی، ارتفاع و جهت شیب می‌تواند نوع آب و هوای منطقه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. بعلاو ه اهمیت خاک از این نظر مهم است که می‌تواند هم نقش تشدیدکننده و هم نقش تقلیل‌دهنده برای محدودیت‌های آب و هوایی بویژه خشکی ایفاء نماید که اهمیت این مسئله در مناطق کوهستانی‌بمراتب بیشتر است (FAO, 1996).

با توجه به این مسایل، جهت استفاده بهینه از اراضی دیم، شناخت خصوصیات اقلیم یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. برای چنین مطالعاتی چارچوب و روش‌های خاصی مطرح است که "پهنه‌بندی اگروکلیما" از آن جمله می‌باشد تا برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و استفاده بهینه از پهنه‌های همگن اقلیمی بعمل آید.

یکی از نخستین روابطی که بطور علمی در طبقه‌بندی اقالیم مورد استفاده قرار گرفته است ضریب رطوبت ترانسو است که در سال ۱۹۰۴ برای بررسی اکولوژی جنگلها و مراتع آمریکا پیشنهاد شد که از رابطه $I_H = \frac{P}{E}$ بدست می‌آید (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۵و غفاری، ۱۳۷۹). در این فرمول I_H ضریب رطوبت، P و E به تربیت میزان بارندگی و تبخیر سالیانه به میلیمتر است. اگر در این فرمول I_H 1> باشد، منطقه خشک محسوب می‌گردد. بخش عمده روابطی که بعداً تعریف شدند کم و بیش متاثر از ضریب رطوبت ترانسو می‌باشند به این مفهوم که بارندگی را بعنوان عامل رطوبت و در مقابل آن عوامل تاثیر گذارنده بر آن، مانند دما، را قرار می‌دهند که فرمول‌های لانگ، بیروت، آمبرژه، دومارتن، آنگستروم، کاپوت‌ری، تورنتوایت، کوپن و گوسن و غیره همگی به نحوی با نگرش فوق آمیخته‌اند (خلیلی، ۱۳۵۲ و غفاری، ۱۳۷۹).

مسائل اقلیمی ایران تاکنون چه در مقیاس منطقه‌ای و چه در مقیاس کشوری مورد بررسی‌های چندگانه‌ای قرار گرفته است که اهم آنها به نقل از خلیلی و همکاران (۱۳۷۰) به شرح زیر می‌باشد: تقسیمات اقلیمی ایران توسط گنجی (۱۹۵۵)، عدل (۱۳۳۹) و شفیع‌جوادی (۱۹۶۶) در سیستم کوپن، ثابتی (۱۳۴۸) در سیستم آمبرژه و گوسن، و تعدادی پایان‌نامه‌های دوره‌های کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی دانشگاه تهران در سیستم‌های دومارتن، تورنت وایت و غیره انجام گرفته است.

خلیلی در سال۱۳۷۰ در جهت تکمیل سیستم، مرزهای جدید حرارتی را بر آن اعمال نموده است که این مرزها از تقسیمات اقلیم‌شناسی زیستی سایر طبقه‌بندی‌ها انتخاب شده‌اند. انگیزه این انتخاب و تغییر چنین بوده که اولاً به منظور حفظ ارزش مقایسه‌ای تقسیم‌بندی در مقیاس جهانی، استخوان‌بندی اولیه دستگاه دومارتن به همان صورت اولیه نگهداری می‌شود و به این ترتیب تشخیص مناطق هم اقلیم ایران

با سایر نقاط جهان امکانپذیر می‌گردد و ثانیاً با اعمال زیر طبقه‌بندی‌های حرارتی، ویژگی‌های بیشتری از اقالیم آشکار می‌شود. بر این اساس، نهایتاً به جای ۸ نوع اقلیم، ۳۲ نوع اقلیم هویت‌یابی و جانشین می‌گردد. بعلاوه اقلیم خشک دومارتن نیز در طبقه‌بندی جاماب به دو دسته فراخشک و خشک بیابانی تقسیم شده است. چنین دستگاهی با ویژگیهای ۸ اقلیم و ۴ زیر اقلیم، دستگاه طبقه‌بندی "دومارتن اصلاح‌شده" نامگذاری شده است.

ویژگی مطالعه حاضر در رابطه با کارهای انجام شده، استفاده از تبخیر و تعرق مطلق به جای دما می‌باشد که در واقع به نقش و اهمیت کلیدی تشعشع و تقاضا برای مصرف آب توجه و تاکید بیشتری شده است. مرکز تحقیقات بین‌المللی مناطق خشک و نیمه خشک (ایکاردا) به سرپرستی دی پائو، پهنه‌بندی اقلیمی شبه‌جزیره عربستان (۲۰۰۱) را با این روش انجام داده و مناطق شمال افریقا و غرب و آسیای میانه را نیز با همین روش دنبال می‌کنند. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص روش یونسکو به دپائو(۲۰۰۰)، فائو(۱۹۷۴)، و یونسکو(۱۹۷۹) مراجعه شود.

جدول ۱- مفاهیم رژیم رطوبتی بر اساس طبقه‌بندی یونسکو (UNESCO, 1979)

رژیم رطوبتی	شاخص خشکی	توضیحات
فراخشک	AI<0.03	• بارندگی کم و نامنظم که در هر فصلی امکان بارش وجود دارد • تغییرات سالانه بارندگی خیلی زیاد تا ۱۰۰٪ • تقریباً فاقد پوشش گیاهی دائمی به استثناء بعضی بوته‌ها در بستر رودخانه‌ها، امکان رویش گیاهان یکساله در بعضی از سالهای خوب
خشک	AI=0.03-0.2	• بارندگی سالانه ۱۰۰-۸۰ میلیمتر تا ۳۵۰-۲۰۰ میلیمتر • تغییرات سالانه بارندگی زیاد ۵۰ تا ۱۰۰٪ • دارای پوشش گیاهی پراکنده • دیمکاری اقتصادی مقدور نمیباشد
نیمه‌خشک	AI=0.2-0.5	• بارندگی سالانه در مناطقی با بارش زمستانه بین ۲۵۰-۲۰۰ میلیمتر تا ۵۰۰-۴۵۰ میلیمتر • بارندگی سالانه در مناطقی با بارش تابستانه بین ۴۰۰-۳۰۰ میلیمتر تا ۸۰۰-۷۰۰ میلیمتر • تغییرات سالانه بارندگی ۲۵ تا ۵۰٪
نیمه‌مرطوب	AI=0.5-0.75	• تغییرات سالانه بارندگی کمتر از ۲۵٪ • دارای کشاورزی نرمال
مرطوب	AI=0.75-1	
خیلی مرطوب	AI>1	

جدول ۲- مفاهیم تیپ زمستان بر اساس طبقه‌بندی یونسکو (UNESCO, 1979)

تیپ زمستان	میانگین متوسط روزانه دما در سردترین ماه سال	واکنش گیاهان زراعی
ملایم (Mild)	Tmean=10-20 °C	• رشد گیاهان در زمستان مقدور است • نیاز کمتر به رشد و توسعه سریع مراحل فنولوژیک در بهار دارد
خنک (Cool)	Tmean=0-10 °C	• محدودیت رشد گیاه • نیاز بیشتر به رشد و توسعه سریع مراحل فنولوژیک در بهار دارد • نیاز به خاک‌های با ظرفیت نگهداری آب بالا
سرد (Cold)	Tmean<0 °C	• موارد بالا + نیاز به گیاهانی با خواب زمستانه برای تحمل سرمای زمستان

جدول ۳- مفاهیم تیپ تابستان بر اساس طبقه‌بندی یونسکو (UNESCO, 1979)

تیپ تابستان	میانگین متوسط روزانه دما در گرمترین ماه سال	واکنش گیاهان زراعی
خیلی گرم (Very warm)	Tmean>30 °C	• توسعه سریع مراحل فنولوژیک • تبخیر و تعرق بالا و افزایش نیاز آبی گیاه • از دسترس خارج شدن سریع رطوبت خاک
گرم (Warm)	Tmean=20-30 °C	
ملایم (Mild)	Tmean=10-20 °C	• کاهش باروری بالقوه گیاهان • سازگار با گیاهانی که از توسعه سریع مراحل رشدی در دمای پایین برخوردار باشند
خنک (Cool)	Tmean=0-10 °C	• ایجاد محدودیت شدید در باروری بالقوه گیاهان • پایین بودن باروری بالقوه گیاهان

جدول ۴- تعداد نقشه‌های تهیه شده

نوع نقشه	معیار طبقه‌بندی	تعداد کلاس
رژیم رطوبتی	نسبت بارندگی سالانه به تبخیر و تعرق مطلق	۶
تیپ زمستان	میانگین دمای سردترین ماه	۳
تیپ تابستان	میانگین دمای گرمترین ماه	۴
پهنه‌بندی نهایی	رویهم گذاری نقشه‌های بالا	۲۸

مواد و روش‌های پهنه‌بندی

بانک اطلاعات شامل میانگین ماهانه داده‌های درازمدت هواشناسی (۹۸-۱۹۷۳) برای ایستگاه‌های اصلی داخل کشور که حداقل دارای بالای ۲۰ سال داده برای بارش (۱۲۶ ایستگاه) و بالای ۵ سال برای دما (۵۶۰ ایستگاه) بودند از منابع متعدد تهیه گردید. همچنین داده‌های ۱۱۸ ایستگاه بارش و ۳۷ ایستگاه دما با همان شرایط ذکر شده از کشورهای همسایه از طریق ایکاردا گردآوری و به این بانک اضافه شد.

برای پهنه‌بندی داده‌های نقطه‌ای (ایستگاه‌ها) به نقشه‌های سطحی، از روش Thin-Plate Smoothing Spline که مبنای کار نرم‌افزارهای ANUSPLIN و CLIMAP می‌باشد (Hutchinson, 2000)، استفاده شد و در نهایت همه این اطلاعات به محیط GIS وارد شدند. سه متغیر مستقل عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع نیز در این محاسبات وارد شدند که برای مدل رقومی ارتفاع DEM (Digital Elevation Models) و جهت تولید نقشه‌های فضایی از نقشه‌های توپوگرافی USGS DEM GTOPO30 (Gesch and Larson, 1996) با دقت ۱ کیلومتر استفاده گردید. برای محاسبه تبخیر و تعرق بالقوه PET (Potential Evapo-Transpiration) از روش Penman-Monteith استفاده گردید.

با استفاده از روش یاد شده، نقشه‌های بسیار دقیق و با ارزش هم دما، هم باران، هم تبخیر و هم شرایط دیگر پارامترهای اقلیمی به صورت خروجی باینری (Binary) در محیط GIS تولید شدند (برای مثال در اشکال ۱، ۲، ۳ و ۴ نقشه‌های سالانه بارندگی، دمای گرمترین و سردترین ماه‌های سال، و تبخیر و تعرق مطلق نشان داده شده است). علاوه بر آن، روش بکار رفته در تهیه نقشه پهنه‌بندی اقلیمی کشور بر اساس طبقه‌بندی یونسکو برای مناطق خشک دنیا (UNESCO, 1979) استوار می‌باشد که این روش مبتنی بر سه شاخص مهم به شرح زیر است:

۱. رژیم رطوبتی (Moisture regime) (به توضیحات جدول ۱ رجوع شود)

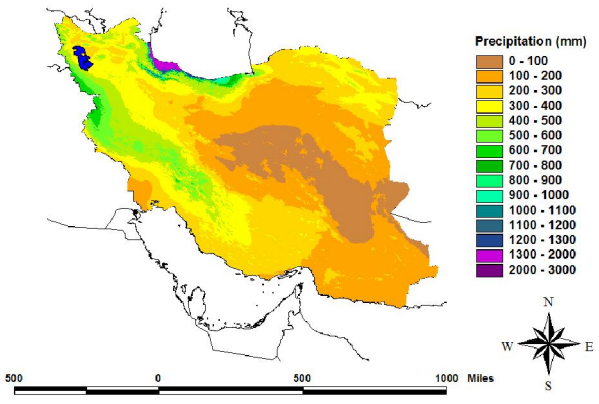
۲. تیپ زمستان (Winter type) (به توضیحات جدول ۲ رجوع شود)

۳. تیپ تابستان (Summer type) (به توضیحات جدول ۳ رجوع شود)

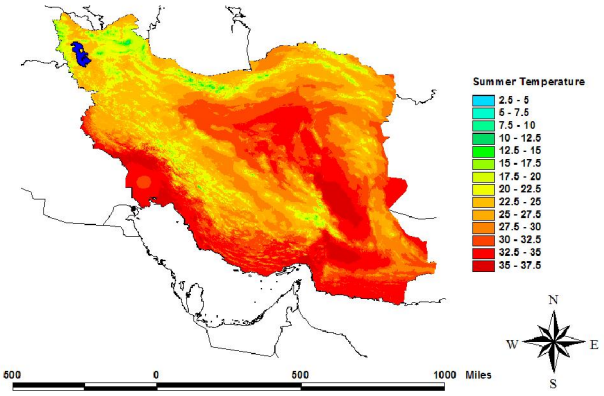
رژیم رطوبتی بر مبنای شاخص خشکی (Aridity Index) با استفاده از لایه‌های رقومی تولید شده در مراحل قبل مانند بارندگی و پتانسیل تبخیر و تعرق، از فرمول زیر محاسبه و نقشه آن آماده گردید (شکل ۵).

$$AI = P_{(mm/year)}/PET_{(mm/year)}$$

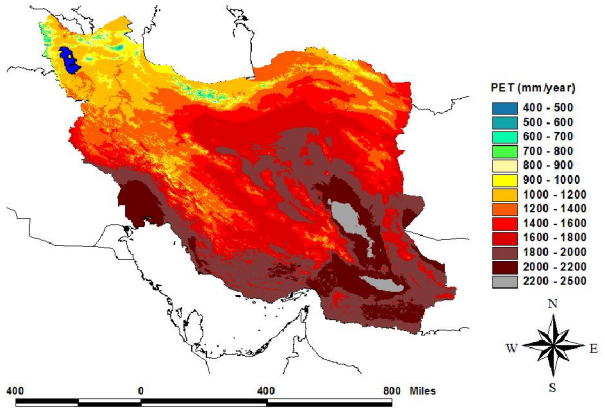
تیپ زمستان و تابستان به ترتیب بر اساس میانگین دمای سردترین و گرمترین ماه‌های سال تعیین شدند (اشکال ۲ و ۳).



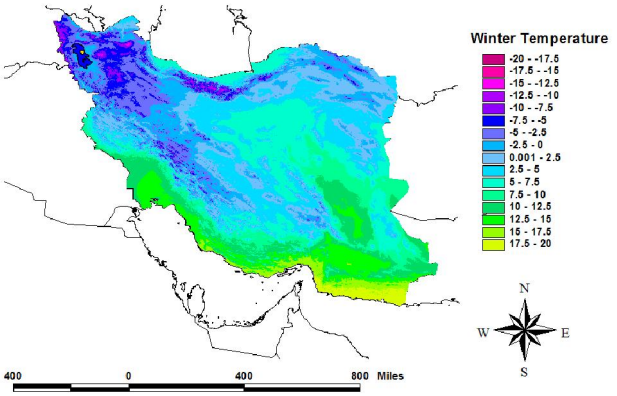
شکل ۱- نقشه متوسط بارش سالانه کشور (۹۸-۱۹۷۳)



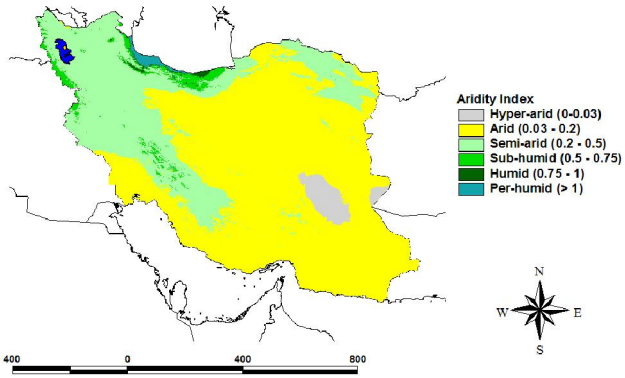
شکل ۲- نقشه متوسط دمای گرمترین ماه سال کشور (۹۸-۱۹۷۳)



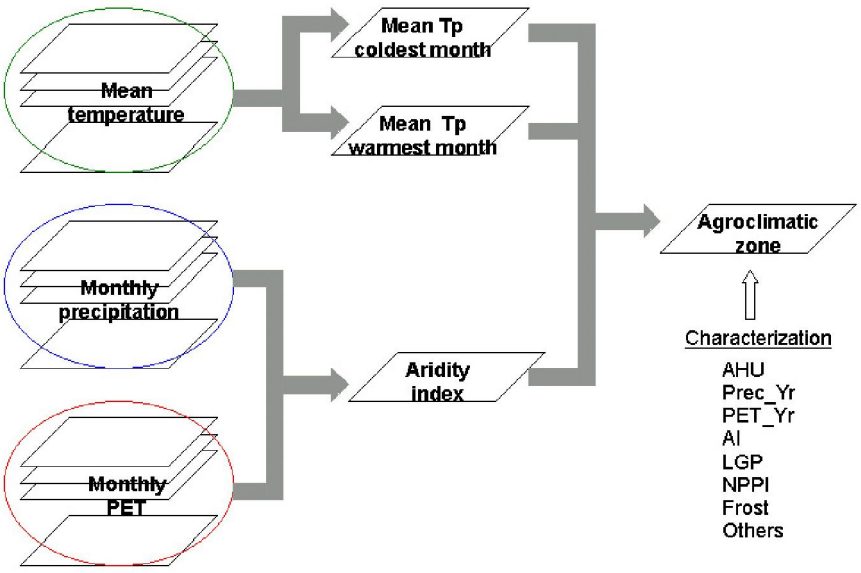
شکل ۴- نقشه متوسط تبخیر و تعرق بالقوه کشور با روش Penman-Monteith (۹۸-۱۹۷۳)



شکل ۳- نقشه متوسط دمای سردترین ماه سال کشور (۹۸-۱۹۷۳)

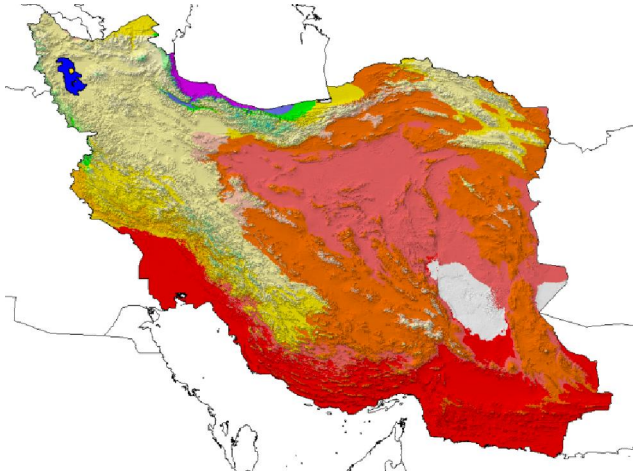


شکل ۵- نقشه متوسط شاخص خشکی (رژیم رطوبتی) کشور (۹۸-۱۹۷۳)



شکل ۶- مدل تهیه و ترسیم نقشه پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشور

نقشه نهایی پهنه‌بندی اگروکلیمای کشور از هم‌پوشانی نقشه‌های تهیه شده رژیم رطوبتی با ۶ کلاس (جدول ۴)، میانگین دمای گرمترین ماه سال با ۴ کلاس و سردترین ماه سال با ۳ کلاس تولید شد که مراحل اجرایی تهیه این نقشه در شکل ۶ نشان داده شده است (شکل ۷).



COLOUR	Symbol	Moisture regime	Aridity Index	Temperature regime winter	Range_Win	Temperature regime summer	Range_Sum	No. grid cells	% of country	approx. area (sq.km)
	HA-M-VW	Hyper-arid	< 0.03	Mild	10° - 20°C	Very warm	> 30°C	55598	2.5%	41647
	HA-C-VW	Hyper-arid	< 0.03	Cool	0° - 10°C	Very warm	> 30°C	4944	0.2%	3687
	A-M-VW	Arid	0.03 - 0.2	Mild	10° - 20°C	Very warm	> 30°C	374998	16.7%	286822
	A-M-W	Arid	0.03 - 0.2	Mild	10° - 20°C	Warm	20° - 30°C	12534	0.6%	9705
	A-C-VW	Arid	0.03 - 0.2	Cool	0° - 10°C	Very warm	> 30°C	419665	18.7%	305814
	A-C-W	Arid	0.03 - 0.2	Cool	0° - 10°C	Warm	20° - 30°C	586071	26.2%	429257
	A-C-M	Arid	0.03 - 0.2	Cool	0° - 10°C	Mild	10° - 20°C	15	0.0%	11
	A-K-W	Arid	0.03 - 0.2	Cold	<= 0°C	Warm	20° - 30°C	50982	2.3%	36485
	A-K-M	Arid	0.03 - 0.2	Cold	<= 0°C	Mild	10° - 20°C	3680	0.2%	2758
	SA-M-VW	Semi-arid	0.2 - 0.5	Mild	10° - 20°C	Very warm	> 30°C	7350	0.3%	5380
	SA-C-VW	Semi-arid	0.2 - 0.5	Cool	0° - 10°C	Very warm	> 30°C	36238	1.6%	26454
	SA-C-W	Semi-arid	0.2 - 0.5	Cool	0° - 10°C	Warm	20° - 30°C	163123	7.3%	117526
	SA-C-M	Semi-arid	0.2 - 0.5	Cool	0° - 10°C	Mild	10° - 20°C	10	0.0%	8
	SA-K-W	Semi-arid	0.2 - 0.5	Cold	<= 0°C	Warm	20° - 30°C	385312	17.2%	271593
	SA-K-M	Semi-arid	0.2 - 0.5	Cold	<= 0°C	Mild	10° - 20°C	67638	3.0%	47039
	SH-C-VW	Sub-humid	0.5 - 0.75	Cool	0° - 10°C	Very warm	> 30°C	483	0.0%	344
	SH-C-W	Sub-humid	0.5 - 0.75	Cool	0° - 10°C	Warm	20° - 30°C	12000	0.5%	8380
	SH-K-W	Sub-humid	0.5 - 0.75	Cold	<= 0°C	Warm	20° - 30°C	17389	0.8%	12248
	SH-K-M	Sub-humid	0.5 - 0.75	Cold	<= 0°C	Mild	10° - 20°C	22140	1.0%	15529
	SH-K-C	Sub-humid	0.5 - 0.75	Cold	<= 0°C	Cool	0° - 10°C	48	0.0%	33
	H-C-W	Humid	0.75 - 1	Cool	0° - 10°C	Warm	20° - 30°C	6740	0.3%	4682
	H-K-W	Humid	0.75 - 1	Cold	<= 0°C	Warm	20° - 30°C	573	0.0%	395
	H-K-M	Humid	0.75 - 1	Cold	<= 0°C	Mild	10° - 20°C	598	0.0%	419
	H-K-C	Humid	0.75 - 1	Cold	<= 0°C	Cool	0° - 10°C	77	0.0%	53
	PH-C-W	Per-humid	> 1	Cool	0° - 10°C	Warm	20° - 30°C	12319	0.5%	8502
	PH-K-W	Per-humid	> 1	Cold	<= 0°C	Warm	20° - 30°C	70	0.0%	48
	PH-K-M	Per-humid	> 1	Cold	<= 0°C	Mild	10° - 20°C	11	0.0%	8
	PH-K-C	Per-humid	> 1	Cold	<= 0°C	Cool	0° - 10°C	27	0.0%	19

شکل ۷- نقشه پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشور با روش یونسکو و راهنمای نقشه با درصد پوشش هر یک از مناطق

نتایج و بحث

مفاهیم رژیم رطوبتی (شاخص خشکی) در جدول ۱ درج شده است. رژیم رطوبتی نه تنها میزان آب قابل دسترس (بارندگی)، بلکه تقاضا برای آب (تبخیر و تعرق) را نیز مد نظر قرار می‌دهد که در مقایسه با سایر روش‌ها (برای مثال: دومارتن، گوسن، ...) از یک امتیاز ویژه برخوردار است. در مناطق فراخشک و خشک به علت پایین بودن بارندگی و نوسانات شدید سالانه بارندگی، دیمکاری اقتصادی مقدور نمی‌باشد ولی در مناطق نیمه‌خشک با میزان بارش بیشتر و تغییرات سالانه بارندگی کمتر، دیمکاری میسر بوده و بیشتر زراعت‌های دیم کشور نیز در این نواحی متمرکز می‌باشند (شکل۵). از نظر این رژیم روطوبتی، ۲/۷٪ کشور ایران فراخشک (جنوب شرقی کرمان به طرف زابل)، ۶۴/۷٪ خشک (منطقه وسیعی از شمال شرقی تا جنوب شرقی و همچنین قسمتهای مرکزی و نوار ساحلی جنوب کشور)، ۲۹/۴٪ نیمه‌خشک (برخی از نواحی استان‌های خراسان رضوی و شمالی، گلستان، قزوین زنجان، و استان‌های غرب کشور یعنی اردبیل، آذربایجان‌های شرقی و غربی، کردستان، کرمانشاه، لرستان، ایلام، چهارمحال و بختیاری، و برخی نواحی استان‌های فارس و کهگیلویه و بویر احمد و ارتفاعات شمال استان خوزستان)، ۲/۳٪ نیمه‌مرطوب (دامنه‌های البرز در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان، ارتفاعات غرب کشور در استان‌های آذربایجان‌غربی، کردستان، کرمانشاه و ایلام، ارتفاعات زاگرس در استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد)، ۰/۳٪ مرطوب (عمدتاً استان‌های گیلان، مازندران، گلستان و کوه‌های مرتفع) و ۰/۵٪ خیلی‌مرطوب (استان‌های گیلان، مازندران و قلل کوه‌های مرتفع) محسوب می‌شود (شکل ۵). به عبارت دیگر ۹۴/۸٪ کشور در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده که ضرورت تامین آب برای مقاصد کشاورزی با توجه به افزایش جمعیت، جزو اولویت‌های اول قرار دارد.

از نظر تیپ زمستان (شکل۳)، در ایران ۳ تیپ زمستانه سرد (Cold)، خنک (Cool) و ملایم (Mild) وجود دارد (جدول ۲) که تقریباً ۲۵٪ کشور دارای زمستان‌های سرد و گاهی با پوشش برف است (آذربایجان‌های غربی و شرقی، اردبیل، کردستان، زنجان، همدان، کهگیلویه و بویر احمد، چهار محال و بختیاری و قسمت‌هایی از استان‌های خراسان شمالی و رضوی، گلستان، تهران، مرکزی، البرز، قزوین، فارس و لرستان) که در صورت کشت پاییزه باید از گیاهان مقاوم به سرما استفاده کرد. همچنین ۵۵٪ مناطق دارای زمستان‌های خنک هستند (منطقه مغان، استان‌های گیلان، مازندران و گلستان، عمده نواحی استان‌های خراسان‌های شمالی، رضوی و جنوبی، فارس، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، کرمان و یزد) که برای رشد گیاه در طول دوره زمستان محدودیت ایجاد می‌کنند و عموماً گیاهان این مناطق برای سازگاری با اقلیم این نواحی نیاز به رشد و توسعه سریع مراحل فنولوژیک در بهار دارند (Sinclair and Gardner, 1998). گیاهانی که در خاکهای با ظرفیت نگهداری آب بالاتر رشد می‌کنند از موفقیت بیشتری برخوردار خواهند بود. ۲۰٪ کشور نیز دارای زمستان‌های معتدل (عمدتاً نوار ساحلی جنوب کشور) هستند که رشد بعضی از گیاهان در این مناطق در زمستان مقدور بوده و نیاز کمتری به رشد و توسعه سریع مراحل فنولوژیک در بهار

می‌باشد (شکل۳). مراحل فنولوژیک نبات، تغییراتی است که در طول دوره رشد گیاه در اثر ظهور، شکل‌گیری و یا از بین رفتن بعضی از اندام‌های گیاه حاصل می‌شود و عمدتاً تحت تاثیر دما می‌باشد (غفاری، ۱۳۸۲). به عبارت دیگر، درجه‌حرارت عمده عامل محیطی است که مراحل فنولوژیک گیاهان زراعی و میزان رشد و نمو آن را کنترل می‌کند. درجه‌حرارت‌های بالا، دوره رشد را کوتاه و دماهای پایین این دوره را طولانی می‌کند. بهر حال، رابطه بین درجه‌حرارت و میزان رشد و نمو معمولاً به صورت منحنی خطی است. از دیدگاه اثرات درجه‌حرارت در کنترل رشد و نمو گیاهان زراعی، یک واریته زراعی با نیاز دمائی یا درجه‌حرارت تجمعی از مرحله ظهور جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیک مشخص می‌گردد. برای مثال، نیازهای حرارتی گندم از کاشت تا برداشت برابر با ۲۳۰۰ روز-درجه دما است (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۲) و یا یک واریته زراعی گندم با ۲۵۰۰ روز-درجه دما، دارای دوره رشد طولانیتری به مقدار ۲۵ درصد از واریته زراعی با ۲۰۰۰ روز-درجه در همان منطقه می‌باشد (غفاری، ۱۳۸۲).

از نظر تیپ تابستان، در ایران ۴ تیپ خیلی گرم (Very Warm)، گرم (Warm)، ملایم (Mild) و خنک (Cool) وجود دارد (جدول ۳ و شکل۲). به عبارت دیگر، ۴۰٪ کشور دارای تابستانهای خیلی گرم (عمدتاً نوار ساحلی جنوب کشور و برخی قسمت‌های استان‌های اصفهان، یزد، کرمان و سیستان و بلوچستان) و ۵۵/۷٪ از تابستانهای گرم (اکثر استان‌های کشور بجز موارد قبلی) برخوردار هستند که عموماً گیاهان این مناطق در تابستان، به علت بالا بودن تبخیر و تعرق با مشکل تنش آبی و حرارتی مواجه هستند (شکل۴). همچنین ۴/۲٪ مناطق مرتفع دارای تابستانهای ملایم (ارتفاعات البرز و زاگرس و قسمت‌هایی از ارتفاعات استان‌های اردبیل و آذربایجان‌های شرقی و غربی) هستند که به علت پایین بودن دما، باروری بالقوه گیاهان در این نواحی کاهش می‌یابد و در صورت زراعت، باید از گیاهانی که امکان توسعه سریع مراحل رشدی در دمای پایین برخوردار هستند انتخاب شوند. در بقیه مناطق (تابستانهای خنک) که از نظر وسعت زیاد نیستند (قلل بعضی از ارتفاعات مثل سبلان و دنا) به علت پوشش دائمی برف و یا محدودیت شدید دما هیچ زراعتی توصیه نمی‌شود.

نقشه نهایی پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی کشور دارای ۲۸ پهنه متفاوت می‌باشد که در شکل ۷ نشان داده شده است. همانطوریکه در راهنمای ضمیمه این شکل دیده می‌شود وسیع‌ترین پهنه اقلیم کشاورزی کشور (۲۶/۲٪) در منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم (A-C-W) قرار دارد که دیمکاری در آن مقدور نمی‌باشد ولی سومین ناحیه از نظر وسعت (۱۷/۲٪) در منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان گرم واقع است که جزو مناطق مناسب دیمکاری می‌باشد و محققین می‌توانند یافته‌های تحقیقاتی هر یک از ایستگاه‌های مستقر در این پهنه را بدون هیچ دغدغه خاطری به کشاورزان این منطقه وسیع منتقل نمایند(مناطق واقع در این پهنه‌ها در پاراگراف اول ذکر شده است). تقریباً ۹۰ درصد کشور در ۶ ناحیه: منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم (A-C-W)، منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان خیلی گرم (A-C-VW)، منطقه

خشک با زمستان معتدل و تابستان خیلی گرم (A-M-CW)، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان گرم (SA-K-W)، منطقه نیمه‌خشک با زمستان خنک و تابستان گرم (SA-C-W)، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان معتدل (SA-K-M) قرار دارد. سازگاری گیاهان به نواحی مختلف با در نظر گرفتن نیازهای آبی و دمائی فرق می‌کند.

گیاهان زراعی خاص در نواحی اقلیمی خاصی می‌توانند رشد کنند که شرایط مناسب رشد و تولید آنها را فراهم آورد و موفقیت یک گیاه در یک ناحیه به فاکتورهای اقلیمی بستگی دارد. سازمان خوار بار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 1970) در تهیه نواحی آگروکلیمایی مناسب آفریقا برای ده محصول گندم، برنج، ذرت، ارزن، سورگوم، سویا، لوبیا، سیب‌زمینی سفید و سیب‌زمینی شیرین و کاساوا از همین نقشه‌های پایه استفاده کردند. شارما و همکاران (۲۰۱۰) تصمیم‌گیری‌های مدیریتی به خصوص در سطح منطقه‌ای را منوط به درک مناسب از روابط اقلیم، خاک و گیاه می‌دانند (Sharma *et al.*, 2010). بیشونی (۲۰۱۰) دریافت که در کشورهای در حال توسعه باید قبل از هر گونه برنامه‌ریزی در زمینه کشاورزی، نواحی- اقلیمی کشاورزی هر منطقه تعیین و تعریف گردد (Bishnoi, 2010). طائی (۱۳۹۰) با بررسی منابع متعدد دریافت که نظام‌های کشاورزی فشرده با ساختار پیچیده از لحاظ وابستگی به سوخت‌های فسیلی بی ثبات هستند، لذا این کشورها در حال رسیدن به مرزهایی هستند که با بهره‌برداری بیشتر از منابع طبیعی(که استفاده از بیشتر آنها با صرف انرژی و هزینه بیشتری همراه نیست) به پایداری و ثبات در نظام‌های زراعی نزدیک شوند. لذا تنها منبعی که افزایش استفاده از آن با صرف انرژی همراه نیست اتمسفر و فرایندهای تبدیل انرژی در آن است. به عبارت دیگر، یکی از مهمترین راههای رسیدن به این هدف، سیستماتیک عمل کردن و استفاده مناسب از اطلاعات هواشناسی کشاورزی است.

این نقشه تصویری گویا از نقش کلیدی اقلیم در تولیدات زراعی به دست‌اندرکاران بخش کشاورزی از جمله تولیدکنندگان، محققان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران این بخش ارائه می‌دهد و در زمینه مبادله ژرم‌پلاسم با مناطق مشابه آب و هوایی در داخل و خارج از کشور نیز اهمیت حیاتی دارد.

نتیجه‌گیری

نواحی اقلیم کشاورزی بر مبنای مناطق همگن زراعی تعیین می‌شوند و نواحی اقلیم کشاورزی خاص یا ویژه اقلیم مطلوب جهت رشد محصولات خاص را معین می‌کند. پژوهش حاضر نشان داد که کشور ایران از تنوع قابل ملاحظه آب و هوایی برخوردار می‌باشد که محققین می‌توانند تصمیم‌گیران را در برنامه‌ریزی‌های توسعه کشاورزی و طراحی الگوی کشت مناسب هر منطقه یاری کرده و ریسک سرمایه‌گذاری را به حداقل ممکن برسانند. بعلاوه نتایج این تحقیق پایه خوبی برای مطالعات تناسب اراضی برای زراعت و باغبانی، تغییر اقلیم و اثرات آن بر تولیدات کشاورزی، آمایش سرزمین و مطالعات جامع اگرواکولوژی حوزه‌های آبریز می‌باشد.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر بخشی از پروژه مصوب ۴۳۱۲ شورای پژوهش‌های علمی کشور است که با پشتیبانی و

پیگیری‌های مستمر آقای مهندس عباس کشاورز معاون وزیر و رئیس سابق سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی به مرحله اجرا در آمده است که از ایشان و شورای مذکور مخصوصاً دبیر شورا آقای مهندس بیگدلی سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

خلیلی علی. ۱۳۵۲. شناخت علمی اقالیم. نشریه سازمان هواشناسی کشور، صفحات ۱۴-۷.

خلیلی علی، حجام سهراب، ایران‌نژاد پرویز. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور، شناخت اقلیمی ایران، جلد چهارم، تقسیمات آب و هوا، مهندسین مشاور جاماب.

طائی سمیرم جواد. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی آگرواکولوژیک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، داده های سنجش از دور و مدل WOFOST درحوضه آبخیز بروجن. دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، رساله دکتری.

عبدالهی علی اصغر، امامی جهانبخش، حسینی ثابت سید مسعود. ۱۳۹۲. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پهنه‌بندی اقلیمی زراعی گندم دیم در استان همدان با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای. وزارت جهادکشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی، و توسعه روستایی.

غفاری عبدالعلی. ۱۳۷۹. مدیریت در زراعت غلات دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور.

غفاری عبدالعلی. ۱۳۸۲. ارزیابی اقلیم برای مقاصد اصلاح نژادی (مقاله کلیدی). سمینار آب، کشاورزی و چالش‌های آینده، مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد، دزفول.

کوچکی علیرضا، نصیری محلاتی مهدی. ۱۳۷۵. اکولوژی گیاهان زراعی (چاپ سوم)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Allen, RG, Pereira, LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, 300 pp., FAO, Rome.

Bishnoi OP. 2010. Applied agroclimetology. Oxford book company. Jaipur, India. pp540.

De Pauw E. 1999. Evapotranspiration and crop water requirements. Lecture notes for the Regional Training Course "Improving On-Farm Water Use Efficiency", ICARDA, Aleppo, Syria.

De Pauw E. 2000. Agroclimatic characteristics of mediterranean countries. Rabat, Morocco. Advanced course organized by CIHEAM/IAMZ, CRRA-INRA-Settat and ICARDA.

De Pauw E. 2001. An Agroecological exploration of the Arabian Peninsula. ICARDA, Aleppo, Syria.

De Pauw E, Ghaffari A, Ghassemi V. 2003. Agroecological zoning in Northwest Iran. NRMP Annual Report 2002. ICARDA, Aleppo, Syria.

FAO, 1974. FAO-UNESCO Soil Map of the World. Vol.I: Legend. UNESCO, Paris

FAO. 1978. Report on the agro-ecological zones project. Vol. 1, methodology and results for Africa. FAO, Rome, 158p.

FAO. 1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. FAO Soils Bulletin 52, FAO, Rome.

FAO. 1996. Agro-ecological zoning: Guidelines. FAO Soils Bull. 73, FAO, Rome, 78p.

Gesch DB, Larson KS. 1996. Techniques for development of global 1-kilometer digital elevation models. On-line document: http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/README.html

Ghaffari A, Cook HF, Lee HC. 2000. Integrating climate, soil and crop information: a land suitability study using GIS. 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4), Alberta, Canada.

Hutchinson MF. 1995. Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. Int. J. Geogr. Info. Systems 9: 385-403.

Hutchinson MF. 2000. ANUSPLIN version 4.1. User Guide. Center for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra. On-line document: http://cres.anu.edu.au

Jallala AM. 1981. Geo-climate zones in the western region and their impact on agricultural productivity. MSc. Thesis, University of Idaho.

Maluf JRT. 1986. Agroclimatic zoning of maize crop for the state of Riograndٍ. Agronomia-Sulriograndens, Vol.22, No.2, pp:261-281.

Pertziger F, De Pauw E. 2002. CLIMAP. An Excel-based software for climate surface mapping. ICARDA, Aleppo, Syria

Sharma, A., Bharat R., RaoK. K.V., Vittal, P.R., Ramakrishna, Y.S., and U. Amarasinghe. 2010. Estimating the potential of rainfed agriculture in India: Prospects for water productivity improvements, Agric.Water Manage. 97, 23–30.

Sinclair TR, Gardner FP. 1998. Principles of ecology in plant production. CAB international, Wallingford, UK.

US Department of Agriculture, 1965. Plant hardiness zone map. Agricultural Research Service, Misc. Publication Number 814.

US Department of Agriculture, 1990. Plant hardiness zone map. Agricultural Research Service, Misc. Publication Number 1475, Washington, D.C.

UNESCO. 1979. Map of the world distribution of arid regions. Map at scale 1:25,000,000 with explanatory note. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 54 pp. ISBN 92-3-101484-6.

Agro-Climatically Zoning of Iran by UNESCO approach

A. Ghaffari[1*], V.R. Ghasemi[2], E. De Pauw[3]

1- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran
2-Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- ICARDA, Aleppo, Syria

Abstract

The dryland areas of Iran are characterized by considerable weather variability, as well as major abiotic stresses, in particular drought and cold. Differentiation of Agro-climatically diversity, zoning of different areas need to take into consideration for crop suitability and management. In view of the very diverse climates, an agroclimatic zone map is of vital importance to achieve this purpose. The objectives of this study are to present Agro-climatically zoning differences for crop suitability usages. In order to do this study to indicate easily available information to agricultural producers, researchers and decision-makers were carried out. Data of monthly averages of precipitation, temperature, relative humidity, total incoming solar radiation and wind speed from the main stations were collected in Iran and data of neighboring countries were gathered from 1973 to 1998 analyzed by using UNISCO approach.
Zoning maps on the basis of the three criteria: moisture regime, winter type and summer type indicated a total of 28 agro-climatic zones have been differentiated, from which only six (arid-cool winter-warm summer, arid-cool winter-very warm summer, arid-mild winter-very warm summer, semi arid-cold winter-warm summer, semi arid-cool winter-warm summer, and semi arid-cold winter-mild summer identified in where occupy nearly 90% areas of Iran. It can be concluded UNISCO approach is applicable and provide useful information for researcher and decision makers.

Key words: Agro-Climatical zoning, UNESCO, Moisture regime, Winter and Summer type, GIS

** Corresponding author: aa_ghaffari@yahoo.com* *Received: 2015/04/06 Accepted: 2015/07/25*