نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، صص.۶۱-۵۰

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 6, No. 1, Spring& Summer 2018, pp. 50-61

مطالعه تطبیقی سه روش طبقه بندی اقلیمی جهت تعیین مناطق مطلوب کشت گندم دیم در استان کرمانشاه

سعید بازگیر*[۱]، سید عرفان مومن‌پور[۲]، حسین محمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۰۳

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه سه روش طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی فائو، پاپاداکیس و یونسکو جهت تعیین مناطق مناسب کشت گندم دیم در استان کرمانشاه است. به این منظور از داده‌های مشاهداتی ۵ ایستگاه همدیدی استان استفاده شد. مطابق یافته‌های پژوهش، بر اساس هر سه روش منتخب، استان از مطلوبیت کشت دیم گندم برخوردار است، به طوری که بر اساس روش فائو، تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه در از نظر کشت این محصول دارای پتانسیل اقلیمی مناسب بودند. همچنین در روش پاپاداکیس، ایستگاه سرپل ذهاب دارای اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه و چهار ایستگاه کرمانشاه، روانسر، کنگاور و اسلام آباد غرب دارای اقلیم مدیترانه‌ای برّی هستند که مبین مطلوبیت جهت کشت دیم گندم می‌باشد. در روش یونسکو نیز تمام ایستگاه‌ها براساس شاخص خشکی و رژیم رطوبتی در گروه اقلیم نیمه خشک قرار گرفتند که از این نظر محدودیت خاصی برای دیمکاری ایجاد نمی‌کند. در مجموع، نتایج حاصل از هر سه روش مؤید مطلوبیت اقلیمی استان جهت دیم‌کاری گندم با عملکردی قابل قیاس با متوسط کشور (حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار). می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کرمانشاه، گندم، فائو، پاپاداکیس، یونسکو، ایران

مقدمه

شناخت پارامترهای آب و هوایی و محیطی و اثر آن‌ها بر گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد و به تبع آن بالا بردن تولید می‌باشد. کاشت بی‌رویه محصولات زراعی در مناطق نامساعد و عدم استفاده از امکانات بالقوه اقلیمی سبب تخریب منابع طبیعی و کاهش چشمگیر عملکرد محصولات و در نهایت هدر رفتن سرمایه‌های ملی می‌گردد (Mohammadi, 2011). در ایران به عنوان اولین تحقیقات در زمینه اقلیم‌شناسی کشاورزی می‌توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور، برای پتانسیل‌یابی اقلیمی کشت پانزده محصول مهم زراعی و باغی اشاره کرد. پس از آن نیز در این زمینه تحقیقات زیادی بر روی محصولات مختلف انجام شده است (Kamali, 1997; Bazgeer, 1999; Mozafari, 2001; Azizi and Shaemi 2004; Alijani and Doostan, 2007; Lashkari and Keykhosravi, 2009; Ziyaeyan Firoozabadi et al., 2010; Yazdan Panah et al., 2008; Khoshakhlagh and Soltani, 2011; Fayzizadeh et al., 2012). گاهی در مطالعات اقلیمی-کشاورزی دیده شده نتایج به دست آمده از روش‌های مختلف با آنچه که در مزرعه وجود دارد متفاوت بوده و به همین دلیل محقق بایستی با تحلیل کارشناسی و مطابقت نتایج حاصل از روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی با واقعیات، نقاط ضعف و قوت این روش‌ها را مورد بررسی قرار دهد (Ghasemi et al., 2008). در یک کار تحقیقی به ارزیابی تنوع و پتانسیل‌های کشاورزی ایران به روش پاپاداکیس[۴] پرداخته‌اند و بر اساس آن کشور را به هفت گروه اقلیمی و بیست و یک خرداقلیم طبقه‌بندی کرده‌اند (Azizi and Shaemi, 2004). در مطالعه‌ای دیگر، پهنه‌بندی اقلیمی توت فرنگی با روش فائو[۵] را در استان مازندران انجام دادند (Khoshakhlagh and Soltani, 2011). در این تحقیق نشان داده شد که از

[۱] استادیار هواشناسی کشاورزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
(*نویسنده مسئول: sbazgeer@ut.ac.ir)
DOI: 10.22125/agmj.2018.113744
[۲] دانشجوی دوره دکتری آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
[۳] استاد آب و هواشناسی کشاورزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

[4] Papadakis
[5] Food and Agriculture Organization (FAO)

بین عوامل اقلیمی به ترتیب بارش و دما و همچنین ارتفاع بیشترین نقش را در پراکنش کشت توت فرنگی داشته، به طوری که زمین‌های پست نوار ساحلی در استان مناسب‌ترین مناطق کشت محصول مذکور شناخته شدند. همچنین می‌توان به مطالعه‌ای اشاره کرد که طی پژوهشی با عنوان بررسی تنوع اقلیمی و پتانسیل‌های آگروکلیمای استان ایلام با استفاده از روش پاپاداکیس، نشان دادند که ایستگاه‌های ایلام و ایوان، بر اساس شرایط دمایی فصل تابستان، دارای پتانسیل اقلیمی کشت محصولات غلات زمستانی گندم و جو دیم و همچنین زیتون و پنبه می‌باشند (Shaemi and Ahmadi, 2011). در پژوهشی دیگر (Seydi Shahyondi et al., 2012) به بررسی اراضی مستعد کشت ذرّت دانه‌ای در استان لرستان پرداختند. در این بررسی، عناصر اقلیمی دما، بارش، درجه روز رشد از ۷ ایستگاه هواشناسی همدیدی و پارامترهای دیگری مانند ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از شبکه هیدروگرافی و خاک به عنوان فاکتورهای مؤثر در پهنه‌بندی، مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی و زمین، در مناطق مختلف استان متفاوت بوده و می‌توان از طریق تلفیق لایه‌های مؤثر در فرایند کشت، مناطق مستعد کشت ذرّت را پیدا کرد. روش طبقه‌بندی اقلیمی –کشاورزی پاپاداکیس به منظور شناسایی توان اقلیمی کشت محصولات مرتعی در شمال استرالیا انجام گردید (Reid et al., 1976). در این تحقیق نشان داده شد که می‌توان حبوبات مرتعی را در این منطقه از استرالیا با عملکرد بالا کشت کرد. در تحقیق دیگری در آرژانتین به کمک روش فائو، پتانسیل‌یابی کشت سیب زمینی مورد مطالعه قرار گرفت (Caldiz et al., 2001). در این تحقیق مناطق غربی و شمال شرقی نامناسب و مناطق جنوب شرقی و شمال شرقی برای کشت این گیاه مناسب تشخیص داده شدند. در تحقیقی در پاکستان با تمرکز روی فعالیت‌های کشاورزی، طبقه‌بندی اقلیمی در مناطق مختلف انجام شد (Chaudhry and Rasul, 2004). از نتایج این تحقیق می‌توان به خشک تا مرطوب بودن دشت‌های شمالی و مناسب بودن آن برای کشت و کار اشاره نمود. از طرف دیگر مناطق خشک تا بسیار خشک با داشتن مراتع شنی برای کشت دیم مقرون به صرفه تشخیص داده شد. در مطالعه دیگری تحت عنوان طبقه‌بندی زراعی – آب و هوایی در شمال منطقه نیمه خشک اتیوپی، این منطقه به هشت طبقه زراعی– اقلیمی تقسیم گردید (Arya et al., 2010) در این طبقه‌بندی همبستگی بین ارتفاع و دما در ترکیب با تبخیرتعرق و بارش مورد مطالعه قرار گرفت. آن‌ها نشان دادند که داشتن عملکرد مناسب از محصولات سازگار با اقلیم نیمه خشک به طور عمده به طول دوره بارندگی و میزان تبخیرتعرق بستگی دارد. در پژوهش دیگری با عنوان بررسی روش‌های منطقه‌بندی زراعی – اکولوژیکی برای مطالعه تغییرات آب و هوایی در کشاورزی کوچک‌مقیاس در صحرای آفریقا به بررسی روش فائو به منظور پی بردن به میزان تأثیر تغییرات آب و هوایی در بخش کشاورزی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا پرداخته شد. نتیجه حاصل حاکی از این واقعیت بود که این طبقه‌بندی برای شناسایی زمین مناسب برای کشت و کار، مساعد است در حالی که برای پتانسیل یابی پرورش دام، روشی نامناسب به شمار می‌آید (Niggol, 2014). همچنین در تحقیقی دیگر، به منظور مکان‌یابی مناطق مستعد بیماری‌های قارچی گیاه نیشکر و مدیریت بهتر بیماری‌های این گیاه در کشور استرالیا و برزیل، با استفاده از متغیرهای آب و هوایی مناطق این دو کشور از لحاظ اقلیمی - کشاورزی طبقه‌بندی شدند. نتیجه‌ای که از این تحقیق به دست آمد نشان داد که شرق کوئینزلند[1] و شرق و مرکز سائوپالئو[2] به دلیل وجود رطوبت بالا، جزء مناطق مستعد برای رشد بیماری‌های قارچی است (Paulo et al., 2016). در پژوهشی دیگر، با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره در ارتباط با شاخص‌های اقلیمی-کشاورزی و همچنین خروجی مدل کانگرو، عملکرد محصول نیشکر را در سائوپالئو برزیل تخمین زدند و نتیجه حاکی از این بود که میزان تغییرپذیری عملکرد نیشکر بین ۷۳ تا ۹۰ درصد با نیمه دوم و میانه فصل برداشت در ارتباط است (Valentina et al., 2017). به علاوه در یک کار تحقیقی دیگر، به منظور تخمین عملکرد محصول ذرّت در ایالات متحده، بیشتر از ۵۰ شاخص اقلیمی- کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق بیان‌گر این بود که در مناطق با تولید کم تا متوسط، میزان عملکرد ذرّت بیشترین ارتباط را با تغییرپذیری هوا دارد. همچنین دو شاخص دمای هوا و شاخص SPEI[3] به عنوان بهترین

[1] Queensland
[2] Sao Paulo
[3] Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

شاخص تخمین عملکرد در ماه جولای تشخیص داده شدند. در این راستا، با توجه به تحقیقات انجام شده در کشور، تحقیقی با هدف مقایسه روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی– کشاورزی فائو، پاپاداکیس و یونسکو[1] برای کشت گندم دیم در استان کرمانشاه و همچنین مطابقت نتایج حاصل از این روش‌ها با واقعیت‌های منطقه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه به همراه ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی در این تحقیق نشان داده شده است. استان کرمانشاه از استان‌های غربی کشور بوده که از سمت شمال با استان کردستان، شرق با استان همدان، جنوب استان ایلام و از غرب با کشور عراق همجوار است. به منظور مقایسه و ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی – کشاورزی فائو، پاپاداکیس و یونسکو، از داده‌های هواشناسی پنج ایستگاه همدیدی استان کرمانشاه استفاده و مناطق مستعد کشت گندم دیم در این استان مشخص گردید. مبنای انتخاب پنج ایستگاه هواشناسی همدیدی، طول دوره آماری، پیوستگی داده‌ها و نبود خلاء آماری بوده و به همین دلیل، دوره آماری ۲۳ ساله (۱۳۹۱-۱۳۶۹) به عنوان طول دوره آماری مشترک انتخاب گردید. در جدول شماره ۱ مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها تحت مطالعه ارائه گردیده است. از نظر اقلیمی، در ایستگاه‌های مورد بررسی در استان کرمانشاه ۳ نوع اقلیم مختلف وجود دارد: اول «اقلیم گرم و خشک معتدل» که شهرستان سرپل ذهاب را شامل می‌شود. دوم «اقلیم سرد و نیمه مرطوب» که شهرستان‌های روانسر، کنگاور و اسلام‌آباد غرب را در بر می‌گیرد. سوم اقلیم «سرد و مرطوب» که شهرستان کرمانشاه را در بر می‌گیرد (Mirmoosavi and Shafiei, 2009). سامانه‌های شمال غربی، غربی، شمالی و جنوب غربی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیمه شمالی استان کرمانشاه با ارتفاع متوسط بیش از ۱۵۰۰ متر و استقرار ارتفاعات قابل ملاحظه در آن و تأثیرپذیری از ارتفاعات زاگرس، دارای زمستان‌های سرد است. نیمه جنوبی استان دارای اقلیمی متفاوت نسبت به شمال استان است و در این بخش به سبب استقرار آب و هوای گرم‌تر نسبت به مناطق شمالی استان، بیشتر ریزش‌های جوی به شکل باران بوده و ریزش برف کمتر از مناطق شمالی است. از مهم‌ترین سامانه‌های باران‌زا بر روی مناطق غربی کشور از جمله استان کرمانشاه می‌توان به کم‌فشارهای مدیترانه‌ای اشاره کرد. دریای مدیترانه علاوه بر اینکه محل عبور کم فشارها است، خود نیز محل تشکیل کم فشارها می‌باشد که برخی از این کم‌فشارها در حرکت خود به طرف شرق، بر روی قبرس زبانه‌ای کم‌فشار ایجاد کرده و این زبانه کم فشار از روی کشور ترکیه وارد کشور شده و نواحی غربی و شمال غربی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گاهی نیز این سامانه پس از عبور از روی ترکیه و برخورد با ارتفاعات آن به دو شاخه تقسیم می‌شود که یک شاخه آن از غرب و شمال غرب وارد کشور می‌شود و پس از ایجاد بارندگی بر روی این مناطق، از طریق خراسان از مرزهای کشور خارج می‌شود و شاخه دیگر پس از عبور از روی کشور عراق از طریق خراسان وارد افغانستان می‌شود. در فصل‌های سرد سال چرخندهای مدیترانه‌ای در مسیر حرکت خود در غرب کشور، استان کرمانشاه را تحت تأثیر قرارداده و بارش‌های مفیدی از جبهه‌های گرم این کم فشارها در سطح استان ریزش می‌نماید (Iran Meteorological Organization, 2004). بر اساس واقعیّت‌های منطقه و گزارش‌های موجود، استان کرمانشاه از نقطه نظر سطح زیر کشت گندم دیم با عملکرد متوسط ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار جزو ده استان برتر کشور می‌باشد (Motiei Langroodi, 1994). جدول ۲ سطح زیر کشت و عملکرد در هکتار گندم دیم را در ایستگاه‌های مورد مطالعه که هر ایستگاه نماینده یک منطقه است نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود کرمانشاه و اسلام آباد از نظر سطح زیر کشت و کنگاور و روانسر از نظر عملکرد در هکتار بالاتر از سرپل ذهاب قرار گرفته‌اند. در ادامه به شرح هر یک از روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی – کشاورزی فائو، یونسکو و پاپاداکیس پرداخته شده است.

[2] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization(UNESCO)

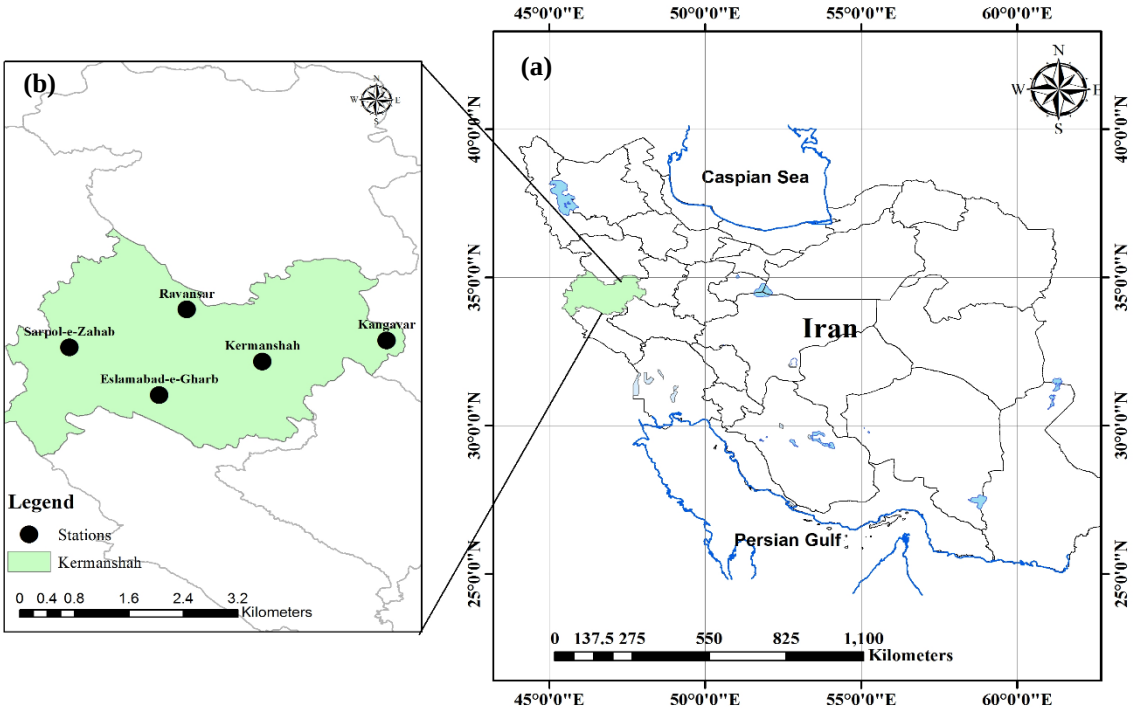

Figure 1 - Geographical location of Kermanshah province (a) and the meteorological stations under study (b)

شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه (A) به همراه ایستگاه‌های هواشناسی تحت مطالعه (B)

Table 1- Geographical location of the studied weather stations in Kermanshah Province (The Ministry of Jahad-Agriculture, 2014)

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی مورد مطالعه در استان کرمانشاه (The Ministry of Jahad-Agriculture, 2014)

Station name	latitude		longitude		Height	Statistical period
	Degree	Minute	Degree	Minute	Meter	
Kangavar	34	30	47	59	1468	1990 - 2012
Kermanshah	34	21	47	09	1319	1990 - 2012
Ravansar	34	43	46	39	1380	1990 - 2012
Sarpol Zohab	34	27	45	52	545	1990 - 2012
Eslam Abad	34	07	46	28	1349	1990 - 2012

Table 2- Long-term average Area under cultivation, yield and production of rain-fed Wheat in the study area

جدول ۲- میانگین بلند مدت سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم دیم در مناطق مورد مطالعه

Row	Region	Area under cultivation (ha)	Yield (Kg.ha^{-1})	Production (Ton)
1	Kermanshah	100400	1210	121484
2	Eslamabad	39000	1100	42900
3	Ravansar	20500	1350	27675
4	Kangavar	8400	1350	11340
5	Sarpol Zohab	10500	900	9450

روش‌ها

روش فائو

مطابق تعریف فائو، ناحیه‌های اقلیمی-کشاورزی، نواحی هستند که بر اساس مناطق کشاورزی مشابه و همگن طبقه‌بندی شده‌اند. به عبارت دیگر در مناطق همگن اقلیمی-کشاورزی درجه تناسب اقلیم با محصولات کشاورزی کشت شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد (FAO, 1996). ناحیه‌بندی در برنامه‌ریزی یکپارچه‌سازی اراضی کشاورزی و ارائه گونه‌های مناسب کاربرد دارد (Farajzadeh and Taklubigash, 2001). در ادامه فرآیند روش مذکور به منظور رعایت ایجاز به طور خلاصه آمده که خواننده می‌تواند برای اطلاع از جزئیات محاسبات به منابع ذکر شده در این تحقیق مراجعه نمایند. در این روش، اولین گام برای یک طبقه‌بندی اقلیمی- کشاورزی تعیین پارامترهای مؤثر آب وهوایی مانند دما و رطوبت به صورت شاخص‌های اقلیمی کشاورزی است و دومین مرحله، تهیه نقشه توزیع جغرافیایی شاخص‌های مذکور در مراحل مختلف رشد گیاه می‌باشد. برخی از مهم‌ترین

فراسنج‌های اقلیمی که در مراحل رشد گیاه مؤثر هستند عبارتند از رطوبت، دما و دامنه شبانه‌روزی هوا، طول دوره یخبندان و بدون یخبندان (طول فصل رشد)، مقدار و توزیع زمانی بارش و میزان تابش (Bouma, 2005). نکته قابل توجه مؤثر بودن تمام یا برخی از این شاخص‌ها در منطقه‌ای خاص برای گیاهی ویژه و مؤثر نبودن همین شاخص‌ها برای همان گیاه در منطقه‌ای دیگر است که سبب شده تا تعیین اولویت‌دار فراسنج‌های اقلیمی تأثیرگذار در کشت هر محصولی، مهم‌ترین فرایند این روش محسوب شود (Battisti and Sentelhas, 2014). برای نمونه در نواحی استوایی، طول دوره یخبندان در فعالیت‌های کشاورزی تأثیر چندانی نداشته و از طرف دیگر مدت ماندگاری و میزان رطوبت از اهمیت بیشتری برخوردار است (Kazemi Najafabadi, 2004). بنا بر تحقیقات صورت گرفته در کشور کانادا، میزان بارش و تبخیرتعرق از جمله مهم‌ترین عوامل موثر در تعیین عملکرد غلات هستند در حالی که در شمال اروپا بیشترین نقش را تابش‌های خورشیدی دارند (He et al., 2012). شکل ۲، طرحواره مراحل طبقه‌بندی اقلیمی – کشاورزی محصول گندم دیم به روش فائو را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که متغیرهای مورد استفاده در این طرحواره با توجه به موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه، مهم‌ترین نقش را در رشد و نمو گندم دیم دارند و به همین دلیل از میان سایر متغیرهای اقلیمی، انتخاب شده‌اند. آستانه‌ها و دامنه‌های این متغیرها بر اساس کار تحقیقی (Kamali, 1997) و (Bazgeer, 1999) انتخاب شده‌اند. همچنین، معیارها و طبقات اقلیمی کشت گندم دیم به روش فائو در استان کرمانشاه در جدول ۳ نشان داده شده است. معیارهای مذکور در چهار طبقه بسیار مناسب، مناسب، متوسط و ضعیف تعریف شده‌اند. این طبقات بر اساس مقادیر و دامنه اعداد محاسبه شده مربوط به هر معیار تعیین شده‌اند.

روش یونسکو

طبقه‌بندی اقلیمی – کشاورزی یونسکو برای مناطق خشک دنیا بنا شده است (UNESCO, 1968). برای رعایت ایجاز، معیارها و فرایند محاسبات در این روش به اختصار توضیح داده خواهد شد که برای کسب اطلاعات بیشتر به (Gaffari et al., 2015) می‌توان مراجعه نمود.

۱- رژیم رطوبتی[1] که بر مبنای شاخص خشکی[2] با استفاده از بارش و تبخیرتعرق پتانسیل، از معادله ۱ محاسبه می‌گردد.

$$A_I = P/ PET \quad (1)$$

که A_I شاخص خشکی، P میانگین بارش سالانه حسب میلی‌متر و PET میانگین تبخیرتعرق بالقوه سالانه حسب میلی‌متر می‌باشد که برای محاسبه آن از روش پنمن-مونتیث[3] در نرم‌افزار کراپ وات[4] بر اساس مقیاس داده‌های ماهانه استفاده شد. طبقات مختلف رژیم رطوبتی از طبقه فراخشک با شاخص خشکی کمتر از ۰/۰۳ شروع و تا طبقه خیلی مرطوب با شاخص خشکی بیشتر از ۱ تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲- طبقات زمستان که بر اساس میانگین دمای سردترین ماه سال تعیین می‌شوند عبارت از ملایم، خنک و سرد بوده که به ترتیب شامل میانگین متوسط روزانه دمای ۱۰ تا ۲۰، ۰ تا ۱۰ و کمتر از ۰ درجه سلسیوس در سردترین ماه سال می‌باشند.

۳- طبقات تابستان بر اساس میانگین دمای گرمترین ماه سال مشخص شده و عبارت از خیلی گرم، گرم، ملایم و خنک بوده که به ترتیب شامل میانگین متوسط روزانه دمای بیشتر از ۳۰، ۲۰ تا ۳۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۰ تا ۱۰ درجه سلسیوس در گرم‌ترین ماه سال می‌باشند.

روش پاپاداکیس

روش طبقه‌بندی پاپاداکیس به تدریج وهمراه با پژوهش‌های وی درزمینه اقلیم، کشاورزی، آب وخاک و پدیده‌های اکولوژیکی طی سال‌های ۱۹۲۹، ۱۹۳۸، ۱۹۵۲، ۱۹۶۰، ۱۹۶۶ و در نهایت در سال ۱۹۷۵ کامل گردید (Azizi and Shaemi, 2004). برای به‌کارگیری این روش، عناصر اقلیمی مورد نیاز عبارت از متوسط بارش ماهانه و سالانه؛ کمینه، متوسط و بیشینه دمای ماهانه و سالانه؛ کمینه و بیشینه دمای مطلق هر ماه می‌باشد. در این روش ابتدا بایستی رژیم حرارتی مشخص شود که برای به دست آوردن آن شرایط تابستانی و زمستانی هر ایستگاه تعیین می‌گردد.

[1] Moisture regime
[2] Aridity Index
[3] Penman-Monteith
[4] Cropwat

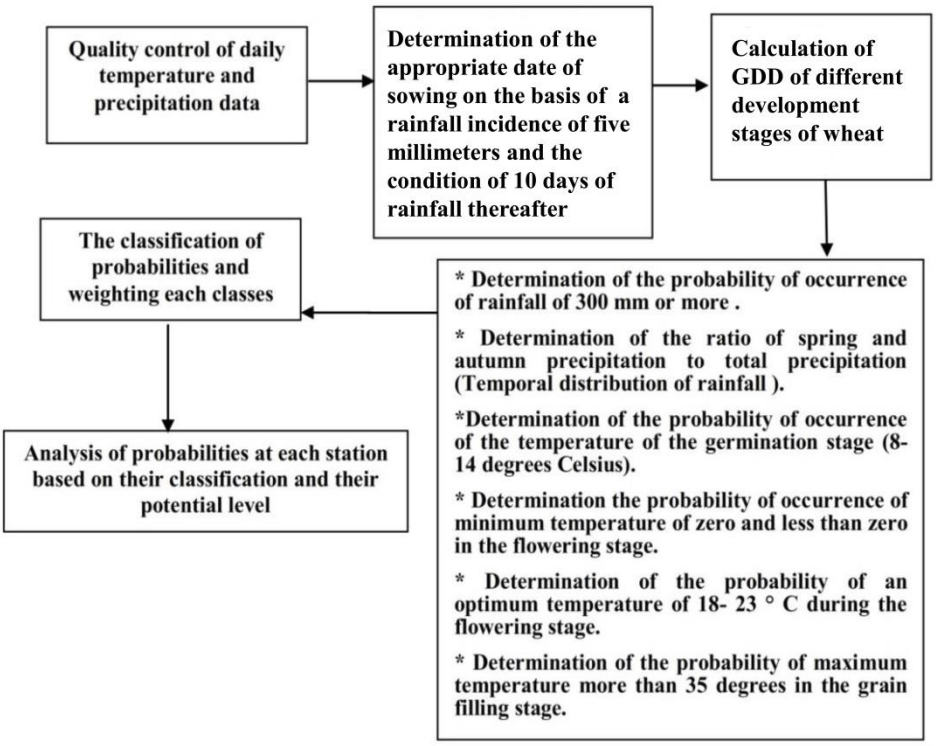

Figure 2 - The Plan of the Agro-Climatic classification Processes for rain-fed Wheat According to FAO Method in Kermanshah Province

شکل ۲ – طرح‌واره فرآیند طبقه‌بندی اقلیمی -کشاورزی محصول گندم دیم به روش فائو در استان کرمانشاه

Table 3- Criteria and climatic classes of rain-fed wheat cultivation in Kermanshah Province (used in the FAO method)

جدول ۳- معیارها و طبقات اقلیمی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه (مورد استفاده در روش فائو)

Criterion	Probability distribution function	Class			
		Very suitable	suitable	Moderate	Weak
Probability of occurrence of rainfall of 300 mm or more	Gumbel & Pearson-III	> %80	%(70-80)	%(60-70)	<%60
The ratio of autumn precipitation to total precipitation	Pearson-III	% (30-40)	%(20-30)	%(10-20)	<%10
The ratio of Spring precipitation to total precipitation	Pearson-III	%(25-30)	%(20-25)	%(15-20)	<%15
Probability of occurrence of the temperature of the germination stage (8-14 degrees Celsius).	Normal	>%80	%(70-80)	%(60-70)	<%60
The probability of occurrence of minimum temperature of zero and less than zero in the flowering stage	Normal	<%40	%(40-60)	%(60-80)	>%80
The probability of the optimum temperature of flowering stage (18-23 degrees Celsius)	Normal	>%80	%(60-80)	%(40-60)	<%40
Probability of maximum temperature more than 35 degrees in the grain filling stage	Normal	<%40	%(40-60)	%(60-80)	>%80

سپس رژیم رطوبتی به کمک تبخیرتعرق بالقوه[1]، نیاز آبشویی[2]، شاخص فصلی رطوبت[3]، میزان و توزیع فصلی بارش محاسبه می‌شود. در نهایت بر اساس انواع رژیم حرارتی و رطوبتی، انواع اقلیم اصلی و فرعی هر ایستگاه تعیین می‌گردد (Reid et al.,1976). در ادامه شاخص‌های مذکور به اختصار توضیح داده خواهد شد که برای مطالعه و کسب اطلاعات بیشتر از جزئیات هر یک از آن‌ها می‌توان به (Azizi and Shaemi, 2004) مراجعه نمود.

شرایط دمای زمستان

برای تعیین دمای زمستان بر مبنای حساسیت و درجه پایداری گیاهان به سرما، شش طبقه مختلف حرارتی در نظر گرفته شده که شامل طبقات محصولات استوایی،

[1] Potential Evapotranspiration
[2] Leaching Requirement
[3] Humidity Seasonal Index

محصولات حارّه‌ای، مرکبات، جو دو سر، گندم و محصولات بهاری است که با توجه به آستانه‌های دمایی زمستان، ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در این تحقیق در یک یا چند طبقه از طبقات حرارتی قرار خواهند گرفت.

شرایط دمای تابستان

با توجه به شرایط دمای تابستان نه طبقه حرارتی در روش پاپاداکیس قابل تشخیص است که بر اساس پتانسیل‌های گرمایی وشرایط اقلیمی شامل پنبه، قهوه، برنج، ذرت، گندم، تایگا، توندرا، منجمد و آندی-آلپی می‌شوند. معیارهای لازم برای تعیین شرایط تابستان عبارت از طول فصل بدون یخبندان؛ میانگین بیشینه دمای n ماه گرم‌تر سال؛ میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه سال است. طول فصل بدون یخبندان به سه حالت کمینه، قابل دسترس و متوسط دسته‌بندی می‌شود. مبنای تعیین این طبقات، متوسط ماهانه کمینه‌های مطلق دما می‌باشد. به این صورت که مبنا برای حالت حداقل، ۷ درجه و برای حالت قابل دسترس، ۲ درجه و برای متوسط، صفر درجه سلسیوس می‌باشد. به عنوان مثال در خصوص کشت پنبه معیارهای فوق بر اساس شرایط دمای تابستان به این شکل دسته‌بندی می‌شوند: برای طول فصل بدون یخبندان می‌بایست حداقل در ۴/۵ ماه از سال، کمینه دمای مطلق ماهانه بالای ۷ درجه سلسیوس؛ میانگین بیشینه دمای ۶ ماه گرم‌تر سال بیش از ۲۵ درجه سلسیوس؛ و میانگین دمای بیشینه گرم‌ترین ماه سال کمتر از ۳۳/۵ درجه سلسیوس باشد.

تعیین رژیم رطوبتی

در این روش شاخص‌هایی که بر مبنای آن شرایط رطوبتی یک ایستگاه معین می‌گردد عبارتند از تبخیرتعرق پتانسیل (PET)، تداوم فصل خشک و مرطوب، شاخص رطوبتی ماهانه و سالانه (H_I) و میزان آبشویی خاک (Ln). برای تعیین رژیم رطوبتی هر ایستگاه ابتدا میزان تبخیرتعرق بالقوه ماهانه طبق پیشنهاد پاپاداکیس از معادله ۲ محاسبه می‌شود.

$$PET = 0.5625\ (e_{max} - e_{min-2}) \times 10 \qquad (۲)$$

در آن PET تبخیرتعرق بالقوه حسب میلی‌متر، ۰/۵۶۲۵ ثابت پاپاداکیس، e_{min-2} و e_{max} به ترتیب فشار بخار آب اشباع در دمای کمینه منهای ۲ و دمای بیشینه حسب هکتوپاسکال (میلی بار) که با مراجعه به جدول معرفی شده توسط پاپاداکیس به دست می‌آیند. بر اساس نسبت بارش به تبخیرتعرق بالقوه (R/E)، شاخص رطوبتی (H_I) ماهانه و سالانه تعیین می‌گردد. در ایستگاه‌هایی که دارای دوره مرطوب (R>E) باشند، شاخص آبشویی (Ln) به منظور تعیین نوع ماه از نظر شرایط رطوبتی محاسبه خواهد گردید. ماه‌های سال بر مبنای رابطه بین بارش، تبخیر وآب ذخیره در خاک به سه نوع خشک، میانه و مرطوب) تقسیم شده که شامل 50 % PET < R+WS برای ماه خشک، 50% PET > R+WS برای ماه معتدل (میانه) و R>PET برای ماه مرطوب می‌باشند. در این روابط بارش با R، آب ذخیره در خاک با WS و تبخیرتعرق بالقوه با PET نشان داده شده است. همچنین شاخص آبشویی (Ln) بر اساس معادله (R+WS)-E برای دوره میانه وخشک و بر اساس معادله ∑(R-E) برای دوره مرطوب تعیین و در نهایت بر اساس آستانه‌های تعریف شده، نوع رژیم رطوبتی هر ایستگاه مشخص می‌شود. لازم به ذکر است که آب ذخیره در خاک بر اساس جدول مخصوص آن در روش پاپاداکیس و با استفاده از معادله ۳ به دست می‌آید.

$$WS = (O_M - O_{WP}).h_p \qquad (۳)$$

دراین معادله، O_M رطوبت خاک و O_{WP} نقطه پژمردگی خاک و h_p عمق خاک به متر است که در روش پاپاداکیس برای انواع خاک‌ها جداول مخصوص به خود را دارد.

نتایج و بحث

روش فائو

جدول ۴ معیارهای پتانسیل کشت گندم دیم به همراه وزن هر یک از آن ها در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. وزن‌دهی به هر یک از طبقات بر اساس مطالعات انجام شده صورت گرفته است (Kamali et al., 2008; Fayzizadeh et al., 2012). نتایج این روش نشان می دهد که در کلیه ایستگاه‌ها قابلیت کشت گندم دیم وجود داشته و اغلب معیارها در طبقات بسیار مناسب و مناسب قرار گرفته‌اند. تنها در ایستگاه سرپل ذهاب محدودیت دمایی در مرحله گلدهی گیاه (دمای بهینه مرحله گلدهی، ۱۸ تا ۲۳ درجه سلسیوس) و دمای بیشینه ۳۵ درجه و بیشتر در مرحله پر شدن دانه دیده

می‌شود. البته بایستی توجّه داشت که عامل اصلی و محدود کننده کشت دیم، بارش و توزیع زمانی آن می‌باشد (Bazgeer, 1999) که با توجه به نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، حتّی در ایستگاه سر پل ذهاب بر اساس مقدار و توزیع زمانی مناسب بارش، این محدودیّت وجود نداشته و در این منطقه نیز امکان کشت گندم دیم میسّر است. ذکر این نکته ضروری است که افزایش دمای بیش از ۳۵ درجه در مرحله پر شدن دانه سبب افزایش تبخیرتعرق گیاه و تنش آبی شده که به نوبه خود چروکیده شدن دانه و کاهش عملکرد محصول را به دنبال دارد (Kamali, 1997).

روش یونسکو

جدول ۵ نتایج حاصل از روش یونسکو برای ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همان طور که از جدول ملاحظه می‌شود، شرایط شاخص رطوبتی تمامی ایستگاه‌ها در رژیم رطوبتی نیمه خشک (۰/۵-۰/۲) قرار گرفته که بر این اساس امکان کشاورزی دیم (گندم دیم) در این مناطق را میسّر می‌سازد. از نقطه نظر تیپ زمستان (نوع زمستان)، تمامی ایستگاه‌ها به جز ایستگاه کنگاور دارای زمستان های خنک می‌باشند که برای رشد گیاه در طول دوره زمستان محدودیت ایجاد کرده و عموماً گیاهان این مناطق برای سازگاری با اقلیم این نواحی نیاز به رشد و توسعه سریع مراحل فنولوژیک در بهار دارند (Ghaffari et al., 2015). ایستگاه کنگاور دارای زمستان از نوع سرد می‌باشد. بنابر این در فصل زمستان در منطقه کنگاور، گیاهانی که کاشت می‌شوند محدودیت رشد داشته و محصولاتی باید کاشت شود که بتوانند سرمای زمستان را تحمل و یک خواب زمستانه را نیز طی نمایند (مانند گندم). از نظر شرایط تابستان، تمامی ایستگاه‌ها به جز ایستگاه سرپل ذهاب، دارای تابستانی گرم بوده که گیاهان چنین مناطقی در فصل تابستان با تبخیرتعرق بالا و تنش آبی مواجه هستند. البته با توجه به برداشت گندم دیم در اوایل اردیبهشت در سرپل ذهاب، محدودیتی برای این گیاه از نظر تیپ تابستان در این منطقه وجود نخواهد داشت.

روش پاپاداکیس

جدول ۶ نتایج حاصل از روش پاپاداکیس را برای پنج ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود که تمامی ایستگاه‌ها به جز ایستگاه سرپل ذهاب، بر اساس شاخص‌هایی که به دست آورده‌اند دارای اقلیم مدیترانه‌ای برّی می‌باشند. تنها ایستگاه سرپل ذهاب دارای اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه می‌باشد. از ویژگی‌های اقلیم مدیترانه‌ای برّی و اقلیم مدیترانه‌ای جنب حارّه این است که گندم دیم محصول غالب آن می‌باشد. بنابراین تمامی ایستگاه‌ها بر اساس روش پاپاداکیس نیز امکان کشت گندم دیم را دارند. لازم به ذکر است که از نظر شرایط تابستانی تمامی ایستگاه‌ها در طبقه پنبه که آن را در روش پاپاداکیس با علامت اختصاری (G)[1] و از نظر شرایط زمستانی دو ایستگاه سرپل ذهاب و روانسر به ترتیب در دو طبقه جو دو سر خنک‌تر (AV)[2] و جو دو سر سردتر (av)[3] و سه ایستگاه کرمانشاه، اسلام آباد و کنگاور در طبقه گندم زمستانه با علامت اختصاری (TV)[4] قرار می‌گیرند. به جز ایستگاه سر پل ذهاب که دارای رژیم حرارتی جنب حارّه‌ای گرم (Su^1)[5] می‌باشد بقیه ایستگاه‌ها از لحاظ رژیم حرارتی دارای رژیم حرارتی قاره‌ای برّی (CO^1)[6] می‌باشند. فصول مرطوب، میانه خشک هر ایستگاه نیز با حرف اول هر ماه میلادی مشخص شده است برای مثال ایستگاه سرپل ذهاب دارای ماه‌های مرطوب دسامبر تا مارس (D – M) و ماه‌های میانه آوریل و نوامبر (A, N) و ماه‌های خشک می تا اکتبر (M-O) است. از نظر رژیم رطوبتی تمامی ایستگاه‌ها در گروه رژیم رطوبتی مدیترانه ای خشک (Me) قرار می گیرند. لازم است اشاره شود که میزان تبخیرتعرق سالانه در روش پاپاداکیس با استفاده از معادله تجربی ۲ محاسبه می‌شود در حالی که این متغیّر در روش یونسکو با استفاده از روش پنمن-مونتیث در نرم‌افزار کراپ وات محاسبه می‌گردد و به همین دلیل در میزان برآورد آن توسط دو روش فوق، اختلافاتی مشاهده می شود.

[1] Gossypium
[2] Avena sativa
[3] Avena
[4] Triticum
[5] Subtropical
[6] Continental

Table 4- Criteria potential of rain-fed wheat with their weight at the meteorological stations (used in the FAO method)

جدول ۴- معیارهای پتانسیل کشت گندم دیم به همراه وزن آن ها در ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه (مورد استفاده در روش فائو)

Indiaty Criteria	Stations				
	Sarpol Zohab	Kermanshah	Eslamabad	Kangavar	Rvansar
Occurrence probability of rainfall (300 mm and more)	S(3)	S(3)	VS(4)	S(3)	VS(4)
Autumn:Total precipitation	VS(4)	VS(4)	VS(4)	VS(4)	S(3)
Spring: Total precipitation	S(3)	VS(4)	S(3)	VS(4)	VS(4)
Occurrence probability of base temperature for germination	W(1)	VS(4)	M(2)	S(3)	M(2)
The probability of occurrence of minimum temperature of zero and less than zero in the flowering stage	VS(4)	VS(4)	VS(4)	S(3)	VS(4)
The probability of the optimum temperature of flowering stage (18-23 °C)	W(1)	S(3)	VS(4)	VS(4)	VS(4)
Probability of maximum temperature more than 35 °C in the grain filling stage	W(1)	S(3)	S(3)	S(3)	VS(4)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر وزن هر یک از طبقات می باشند. در این جدول (VS= Very Suitable, S= Suitable, M= Moderate W=Weak) می باشد.

Table 5- Criteria for rain-fed wheat cultivation potential in study stations (UNESCO method)

جدول ۵- معیارهای پتانسیل کشت گندم دیم در ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه (روش یونسکو)

	Sarpol Zahab	Kermanshah	Eslamabad	Kangavar	Ravansar
Annual precipitation (mm)	395.9	436.1	456.6	380.9	501.6
Average annual temperature (˚C)	20.2	14.4	13.5	13.1	15
Annual potential evapotranspiration (mm)	1650	1446.7	1249.3	1210.2	1590.4
Moisture regime (AI)	0.24	0.30	0.37	0.32	0.31
Type of moisture regime	Semi-arid	Semi-arid	Semi-arid	Semi-arid	Semi-arid
Mean monthly temperature of the coldest month	8.1	2.2	1.5	-0.3	1.3
Winter type	Cool	Cool	Cool	Cool	Cool
Average monthly temperature in the warmest month of the year	32.3	28.1	25.8	25.4	28.7
Summer Type	Very warm	Warm	Warm	Warm	Warm
Suitability	Suitable	Very Suitable	Very Suitable	Very Suitable	Very Suitable

Table 6- Results from the Papadakis method at the meteorological stations under study

جدول ۶- نتایج حاصل از روش پاپاداکیس در ایستگاه های هواشناسی تحت مطالعه

	Sarpol Zohab	Kermanshah	Eslamabad	Kangavar	Ravansar
Annual precipitation (mm)	395.9	436.1	456.6	380.9	501.6
Average annual temperature (˚C)	20.2	14.4	13.5	13.1	15
Average annual potential evapotranspiration (mm)	1779	1506	1452	1410	1228
The length Season without frost	At least 4.5 Month	At least 4.5 Month	At least 4.5 Month	At least 4.5 Month	At least 4.5 Month
Summer type	G	G	G	G	G
Winter type	AV	TV	TV	TV	av
Thermal regime	Su	CO1	CO1	CO1	CO1
Humid Season	D-M	D,J,F	D-M	D-M	D-M
Middle season	A,N	M,A,N	A-O	M,A,O	A
Dry season	M-O	M-O	M-S	M-S	M-O
Moisture index	0.24	0.30	0.37	0.32	0.31
Leaching index	104	72.6	177	87	157
Moisture regime	Me	Me	Me	Me	Me
Climatr type	Sub-Tropical Mediterranean	Continentality Mediterranean	Continentality Mediterranean	Continentality Mediterranean	Continentality Mediterranean
Considerations	Suitable for cultivation	Suitable for cultivation	Suitable for cultivation	Suitable for cultivation	Suitable for cultivation

نتیجه‌گیری

با توجه به کشت گندم دیم در استان کرمانشاه می‌توان گفت که نتایج حاصل از هر سه روش فائو، پاپاداکیس و یونسکو برای کشت این محصول مناسب و با واقعیّت‌های منطقه یعنی جدول ۲ مطابقت داشته است. بر اساس تحقیق Azizi and Shaemi (2004) شهرستان کرمانشاه به

عنوان نماینده استان کرمانشاه با استفاده از روش پاپاداکیس از نظر نوع تابستان، نوع زمستان، رژیم حرارتی، رژیم رطوبتی و نوع اقلیم به ترتیب در طبقه پنبه (G)، طبقه گندم زمستانه (TV)، قارّه‌ای برّی (CO1) و اقلیم مدیترانه‌ای برّی قرار گرفت و مناسب کشت گندم دیم تشخیص داده شد که با نتایج این تحقیق مشابه می‌باشد. اما از لحاظ تعیین فصل‌های مرطوب، میانه و خشک شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین نتایج تحقیق حاضر و نتایج تحقیق آن‌ها برای ایستگاه کرمانشاه وجود دارد. بر اساس تحقیق حاضر، ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه ایستگاه کرمانشاه در گروه فصل مرطوب قرار گرفتند و ماه مارس جزء فصل میانه می‌باشد در حالی که در مطالعه Azizi and Shaemi (2004) ماه‌های دسامبر تا مارس به طور کلی در گروه فصل مرطوب قرار گرفتند. فصل میانه ایستگاه کرمانشاه در تحقیق جاری، مارس، آوریل و نوامبر می‌باشد ولی در کار آن‌ها، فصل میانه دو ماه اول بهار یعنی آوریل و می و ماه دوم پاییز (نوامبر) را در بر گرفت. ماه‌های مه تا اکتبر ایستگاه کرمانشاه در تحقیق حاضر جزء فصل خشک می باشند درصورتی که فصل خشک این ایستگاه در کار تحقیقی Azizi and Shaemi (2004) اندکی دیرتر شروع شده و ماه سوم بهار یعنی ژوئن تا اخر اکتبر را دربر می‌گیرد. بنابراین در تعیین فصول ماه‌های مارس و مه ایستگاه کرمانشاه در تحقیق حاضر و کار تحقیقی Azizi and Shaemi (2004) تفاوت وجود دارد. Ghasemi et al., (2008) در تحقیقی با استفاده از روش یونسکو و شاخص تعدیل شده خشکی به پهنه‌بندی اقلیمی کشاورزی مناطقی از استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل مبادرت ورزیدند. طبق این تحقیق مناطق با شاخص خشکی بالاتر از ۰/۵ جزو مناطق نیمه مرطوب، مرطوب و خیلی مرطوب با فعالیت کشاورزی معمول طبقه‌بندی می‌شوند، حال آن که وضعیت موجود در منطقه مطالعاتی نشان داد که شاخص خشکی بیشتر از ۰/۶۵ اغلب در مناطق مرتفع با محدودیّت دما و دوره رشد واقع شده و عمدتاً توسط جنگل پوشیده شده است. نتایج ایشان بیان‌گر عدم توافق نتایج روش فوق با واقعیات منطقه بود. شاید یکی از دلایل عدم تطابق مذکور، پراکنش نامناسب و تراکم کم ایستگاه‌های هواشناسی در مناطق کوهستانی مانند آذربایجان شرقی و اردبیل با تغییرات پستی و بلندی شدید و وجود خرد اقلیم‌های منطقه بوده است. این در حالی است که در تحقیق حاضر با علم به این موضوع و کوهستانی بودن بیشتر مناطق استان کرمانشاه، فرایند پهنه‌بندی انجام نشده و با دیدگاه نقطه‌ای و پوشش ایستگاهی به مقایسه روش‌های مورد مطالعه پرداخته شده است. از دیگر نتایج این تحقیق که با نتایج مطالعه Azizi and Shaemi (2004) و Moghtaderi and Khorramdel (2014) مشابه می‌باشد، این است که روش پاپاداکیس به دلیل کاربرد چند متغیّر در محاسبه شاخص‌های حرارتی و رطوبتی، پتانسیل‌های کشاورزی منطبق بر واقعیّات منطقه را با جزئیّات بیشتری نشان می‌دهد. اگرچه پیچیده بودن و تعدّد اقلیم‌های معرفی شده مستلزم صرف وقت بیشتر در این روش می‌باشد. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان اذعان کرد:

۱- در روش پاپاداکیس بر اساس فرآیند روش‌شناسی آن، محصولات مناسب با اقلیم منطقه به نوعی به کاربر تحمیل شده، در حالی که در روش فائو بر اساس نیازها و محدودیت‌های مراحل رشد محصول، مناطق مساعد کشت انتخاب می‌شوند (در روش پاپاداکیس از شرایط اقلیمی به محصولات رسیده، ولی در روش فائو از محصول به منطقه اقلیمی رسیده می‌شود). در خصوص روش یونسکو، اگر چه در این مطالعه نتایج آن با دو روش دیگر مطابقت داشت، ولی با توجه به این که این روش برای مناطق خشک دنیا معرفی شده، چه بسا برای مناطق شمالی و به خصوص سواحل مازندران نتایج مناسبی از آن حاصل نشود.

۲- در مناطق کوهستانی با خرد اقلیم‌های زیاد، با توجه به تراکم کم ایستگاه‌ها، بهتر است بدون انجام درون‌یابی اقدام به تحلیل نتایج به صورت نقطه‌ای و تنها بر اساس پوشش منطقه‌ای ایستگاه‌های هواشناسی اقدام کرد. در پایان ذکر این نکته ضروری است که نمی‌توان یک روش را با قاطعیّت قبول و یا رد نمود. پیشنهاد می‌شود که روش‌های مورد مطالعه برای محصولات و اقلیم‌های مختلف کشور به کار برده شود.

منابع

Alijani, B., Doostan, R. 2007. Identification of suitable areas planted Barberry in South Khorasan Province Using GIS. Journal of Geography and Development, 4(8): 13-33. (In Farsi)

Araya, A., Keesstra, S. D., Stroosnijder, L. 2010. A New Agro-Climatic classification for crop suitability zoning in Northern Semi-Arid

Ethiopia. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 50(7): 1057-1064.
Azizi, Gh., Shaemi, A. 2004. Evaluation of diversity and potentials of Iran Agriculture by Papadakis Method. Journal of Geographical Research, 36 (49): 71-92. (In Farsi)
Battisti, R., Sentelhaz, P. C. 2014. New agroclimatic approach for soybean sowing dates recommendation: A case study. Journal of Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, 18(11): 1149–1156.
Bazgeer, S. 1999. Investigation of Agro-climatic potential of rainfed wheat (Case study: Kurdistan Province). Master's thesis of Agricultural Meteorology. Tehran university. (In Farsi)
Bouma, E. 2005. Development of comparable agro-climatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection Products. EPPO Bulletin, 35 (2): 233–238.
Caldiz, D. O., Gaspari, F. J., Haverkort, A. J., Struik, P. C. 2001. Agro-Ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 109(4): 311-320.
Chaudhry, Q. Z., Rasul, G. 2004. Agro-Climatic classification of Pakistan. Quarterly Science Vision, 9 (1-2): 59-66.
Faizizadeh, B., Abdali, H., Rezaei Banafsheh, M., Mohammadi, Gh. 2012. Zoning of Wheat cultivation in East Azarbaijan Province using spatial analysis in GIS. Journal of Agriculture (Research and Development), 25 (3): 75-91. (In Farsi)
FAO. 1996. Agro-Ecological zoning guidelines, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Soils Bulletin (76): 1-78.
Farajzadeh, M., Taklubigash, A. 2001. Agro-Climatic zoning of Hamedan Province using geographical information system with emphasis on rainfed wheat. Geographical Research, 33(41): 93-105. (In Farsi)
Ghaffari, A., Ghasemi,V., De Pauw, E. 2015. Agro-Climatic zoning of Iran by UNESCO approach. Iranian Journal of Dryland Agriculture, 4(1): 63-74. (In Farsi)
Ghasemi, V., Mahmudi, Sh., Ghaffari, A., De Pauw, E. 2008. Agro-Climatic zoning with UNESCO method and modified drought index in some parts of East Azarbaijan and Ardebil in provinces. Iranoan Journal of Agricultural Science, 39 (2): 281-289. (In Farsi)
He, Y., Wang, H., Qian, B, McConkey, B., Cutforth, H., Lemke, R., DePauw, R., Brandt, K., McCaig, T., Hu, K., Hoogenboom, G. 2012. Effects of climate change on killing frost in the Canadian Prairies. Journal of Climate Research, 3 (54): 221–231.
Iran Meteorological Organization. 2004. Climate atlas studies- Tourism of Iran. (In Farsi)
Kamali, Gh., Sadaghiani., Sedaghatkerdar Poor, A. 2008. The climatic zoning of dryland wheat in Eastern Azerbaijan. Journal of Water and Soil, 22(2): 467-483. (In Farsi)
Kamali, Gh. 1997. Ecological study of the capability of western drylands of Iran in terms of climate and with special emphasis on rain-fed wheat, Ph.D. dissertation of agronomy and plant breeding, Islamic Azad University, Tehran Science Research Branch. (In Farsi)
Kazemi Najafabadi, M. 2004. Feasibility study of olive cultivation in Isfahan Province using GIS, Master's thesis of Physical geography, Faculty of Geography, University of Tehran. (In Farsi)
Khoshakhlag, F., Soltani, M. 2011. Zoning of Agro-Cliamtic of Strawberry cultivation using Geographic Information System (Case Study: Mazandaran Province). Journal of Sepehr, 78(20): 32-38. (In Farsi)
Lashkari, H., Keykhosravi, Gh. 2009. Location of suitable places for pistachio cultivation in Sabzevar city using GIS with models (Boolean, Ratio, and Paired comparison method). Journal of Geography and Planning, 14 (27): 95-139 (In Farsi)
Mirmosavi, S. H., Shafiei, Sh. 2009. Application of multivariate statistical methods for the study of climatic characteristics of the Western region of Iran (Kermanshah, Kurdistan, Hamedan, Ilam, Lorestan). Journal of Geographical Notion, 3(5): 96-117. (In Farsi)
Moghtaderi, Gh., Khorramdel, F. 2014. Evaluation of climatic agricultural potentials of Fars Province using Papadakis technique. Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4(1): 60-70.
Mohammadi, H. 1390. Applied Climate, Tehran University Press, 272 pages. (In Farsi)
Motiei Langroudi, S. H. 1994. Economic Geography of Iran. Ferdowsi University of Mashhad Press, 220 pages. (In Farsi)
Mozafari, Gh. 2001. Evaluation of environmental capabilities of rain-fed wheat cultivation, Case study: Kermanshah Province. Ph.D. dissertation of Climatology, Tarbiat Modarres University. (In Farsi)
Niggol, S. 2014. Evaluation of the Agro-Ecological zone methods for the study of climate change with micro farming decisions in Sub-Saharan Africa. European Journal of Agronomy, 2(52): 157- 165.
Paulo C., Dayana L. S., Leonardo A. M., Ana Raquel, S., Wander J. P., Jorge, L. D., Enrico B. A. 2016. Agro-climatic favorability zones for sugarcane orange rust as a tool for cultivar choice and disease management. Journal of

Crop Protection, (84): 88-97.

Reid, R., Ryan, M. D., Burt, R. 1976. Exploration for, and utilization of, collections of tropical pasture Legumes. Journal of Agro-Ecosystems, 2(4): 293-307.

Seydi Shahyonndi, M., Khalidi, Sh., Shakiba, E., Mirbagheri, B. 2012. Agro-climatically zoning for corn in Lorestan Province using GIS techniques. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences, 29(13): 195-214. (In Farsi)

Shaemi, A., Ahmadi, H. 2011. Study of climate diversity and potentials of agro-climatic in Ilam Province using Papadakis method (Selected Stations, Ilam, Ivan and Dehloran). Journal of Climatological Researches,78(2): 13-20. (In Farsi)

The Ministry of Jahad-Agriculture. 2014. Agricultural Statistics. ICT Center, First Volume: 6-20. (In Farsi)

UNESCO. 1968. Agroclimatological methods: methods agroclimatologiques. Proceedings of the Unesco Symposium on Methods in Agroclimatology, held at the University of Reading, July 23-30, 1966, 392 pages.

Valentina, P., Tommaso, S., Tommaso, G., Giacomo, F., Maurits, B., Fabio, M., Marco, A., Roberto, C. 2017. Forecasting sugarcane yields using agro-climatic indicators and Canegro model: A case study in the main production region in Brazil. Journal of Agricultural Systems, (154): 45–52.

Yazdan Panah, H., Kamali, Gh., Rahimi, D. 2008. Determination of climate potential of rainfed wheat cultivation in East Azarbaijan Province using intelligent neural networks and GIS. Journal of Geographical Researches, 23(2): 81-101. (In Farsi)

Ziyaeyan Firoozabadi, P ., Khalidi, Sh., Khandan, S., Alizadeh, A. 2010. Agro-Climatic zoning of Citrus in Lorestan Province using combined overlap index and Fuzzy Logic model and comparison of models. Journal of Geographical Planning, 3 (8): 21-54.(In Farsi)

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 6, No. 1, Spring& Summer 2018, pp. 50-61

نشریه هواشناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، صص.۶۱-۵۰

Comparative study of three agroclimatic classification methods for determination of suitable regions of rainfed wheat cultivation

S. Bazgeer[1*], S. E. Momenpour[2], H. Mohammadi[3]

Received: 11/11/2017
Accepted: 25/07/2018

Abstract

The purpose of the current feasibility study was to compare three agroclimatic classification methods namely FAO, Papadakis and UNESCO for determination of suitable regions of rainfed wheat cultivation in Kermanshah province, west of Iran using observed data of five synoptic stations. Application of all three methods revealed that the most regions of the province are suitable for the crop cultivation. Based on FAO method, all study stations showed climatic suitability of wheat cultivation. Application of Papadakis method, on the other hand, showed that Sarpol Zahab weather station have a sub-tropical Mediterranean climate and, Kermanshah, Ravansar, Kangavar and Islamabad have continental Mediterranean climate, which are mainly suitable for rainfed wheat . In case of UNESCO climatic classification, the climate of all five study stations was recognized as semi-arid climate which indicates high climatic potential of the province for growing rainfed wheat. In general, all three method confirm the climatic suitability of the region with average yield of 1000 kg ha^{-1}.

Keywords: Kermanshah province, FAO, Papadakis, UNESCO, Wheat, Iran

[1] Assistant Professor of Agricultural Meteorology, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran (*Corresponding Author Email Address: sbazgeer@ut.ac.ir)
DOI: 10.22125/agmj.2018.113744
[2] Ph. D. Student in Climatology, Faculty of Geography, University of Tehran
[3] Professor of Agricultural Climatology, Faculty of Geography, University of Tehran