Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.1, Spring 2019, p. 217-229

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۲۲۹-۲۱۷

برآورد و پهنه‌بندی تاریخ مناسب کشت گندم دیم(*Triticum aestivum* L.) بر اساس سطوح مختلف احتمال وقوع بارش پاییزه در استان گلستان

کامی کابوسی[1*] و عثمان مجیدی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۵

کابوسی، ک و مجیدی، ع. ۱۳۹۸. برآورد و پهنه‌بندی تاریخ مناسب کشت گندم دیم (*Triticum aestivum* L.) بر اساس سطوح مختلف احتمال وقوع بارش پاییزه در استان گلستان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱(۱): ۲۲۹-۲۱۷.

چکیده

با توجه به وابستگی شدید تاریخ مناسب گندم دیم (*Triticum aestivum* L.) به وقوع بارش‌های پاییزه و نوسان آن در سال‌های مختلف، پژوهش حاضر با هدف برآورد تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان گلستان با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۵۷ ایستگاه هواشناسی در دوره آماری مشترک ۱۳۹۵-۱۳۷۰ در پنج سطح احتمال وقوع ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد انجام شد. تاریخ کشت بر اساس وقوع اولین بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر انتخاب گردید. به منظور بررسی صحت نتایج و اعتبارسنجی نتایج، از یافته‌های پژوهش‌های مختلف که در مقیاس مزرعه در استان گلستان انجام شده بود، استفاده شد. نتایج نشان داد که تاریخ مناسب کشت گندم دیم در نیمه جنوبی استان زودتر از نیمه شمالی می‌باشد. سطح احتمال بر تاریخ کشت تأثیر معنی‌دار داشت، ولی اثر ایستگاه بر آن معنی‌دار نبود. اختلاف آماری بین تمام سطوح احتمال وقوع معنی‌دار بود به طوری‌که سطح احتمال ۲۵ و ۹۵ درصد به ترتیب نشان‌دهنده زودترین و دیرترین تاریخ مناسب کشت گندم در استان گلستان بود. در ایستگاه‌های مختلف استان، تاریخ کشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۲۵ درصد بین اول تا ۱۰ آذر، با احتمال وقوع ۵۰ درصد بین اول تا ۲۲ آذر، با احتمال وقوع ۷۵ درصد بین ۳ آذر تا ۱۳ دی، با احتمال وقوع ۸۵ درصد بین ۱۱ آذر تا ۲۵ دی و با احتمال وقوع ۹۵ درصد بین ۲۱ آذر تا ۳۰ دی قرار داشت. با افزایش سطح احتمال پنجره تاریخ کشت در سطح استان طولانی‌تر گردید به گونه‌ای که اختلاف تاریخ کشت مناطق مختلف استان در سطح احتمال ۲۵ درصد ۱۰ روز و در سطح احتمال ۹۵ درصد ۴۰ روز ه دست آمد. بر اساس نتایج، کاهش اندک ریسک زراعت (افزایش احتمال وقوع بارش مناسب از ۲۵ به ۵۰ درصد) با تأخیر تاریخ کشت گندم به مدت چند روز امکان‌پذیر است در حالی است که کاهش بیشتر ریسک زراعت (افزایش احتمال وقوع بارش مناسب به ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد) از طریق تأخیر تاریخ کشت به میزان چند دهه مقدور خواهد بود. صحت‌سنجی و اعتبارسنجی نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های مزرعه‌ای و میدانی، ضمن تائید دقت قابل قبول پیش‌بینی تاریخ مناسب کشت بر اساس معیار معرفی شده، نشان داد که کشاورزان استان با درک صحیح از نقش بارش پاییزه در استقرار بوته و عملکرد محصول، تاریخ کشت گندم را با سطح احتمال بالایی درست انتخاب می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: پنجره کشت، تأخیر در کشت، ریسک

مقدمه

بیش از ۳۰ درصد سطح زیرکشت و نزدیک به ۲۶ درصد از تولید غلات جهان به گندم اختصاص دارد (FAO, 2018). سطح زیرکشت گندم در ایران حدود ۵/۷۲ میلیون هکتار گزارش شده است که حدود ۶۱ درصد آن به صورت دیم می‌باشد (Anonymous, 2016). استان گلستان با دارا بودن حدود ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت (حدود ۵۷ درصد آن دیم است) و تولید بیش از یک میلیون تن گندم (حدود ۵۰ درصد آن از اراضی دیم است) یکی از قطب‌های مهم تولید گندم کشور است و از نظر این دو شاخص در بین استان‌های کشور مقام سوم را دارد (Anonymous, 2016).

تاریخ شروع بارش یکی از مهمترین عوامل تعیین تاریخ کشت غلات زمستانه است (Noohi, 2005). گزارش شده است که از بین عوامل اصلی موثر بر تعیین تاریخ کشت، شرایط آب و هوایی به ویژه بارش بیشترین تأثیر را بر آن دارد (Bussmann et al., 2016). تاریخ

۱- دانشیار گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۲- پژوهشگر هواشناسی کشاورزی، اداره کل هواشناسی استان گلستان، گرگان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: kkaboosi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v11i1.72873

www.SID.ir

Archive of SID

کشت بهینه هر گیاه درون یک پنجره کشت[1] قرار دارد که شروع و پایان آن بر اساس دستیابی به عملکرد قابل قبول تعیین می‌گردد (Bussmann et al., 2016). با اطلاع از تاریخ شروع، خاتمه و طول دوره بارندگی می‌توان تاریخ کشت را طوری تنظیم کرد که با اجرای آبیاری تکمیلی در مراحل فنولوژیکی حساس در برخی از مناطق اقدام به کشت دیم نمود (Ahmadali et al., 2016). در بین عوامل مختلف مدیریت زراعی گندم، تاریخ کشت موثرترین عامل شناخته شده است (Naderi, 2014). تغییر عوامل اقلیمی همراه با تغییر تاریخ کشت به دلیل اثر بر میزان درجه- روز رشد دریافتی توسط گیاه و وضعیت حرارتی خاک تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان تبخیر- تعرق، زمان وقوع مراحل نموی، طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آنها، طول دوره زندگی، همزمانی مراحل رشد و گلدهی گیاهان با شرایط نامطلوب محیطی، مواجه گیاه با تنش‌های محیطی مختلف مانند تنش خشکی و دمایی، اجزاء عملکرد و در نهایت عملکرد دارد (Kaboosi & Majidi, 2017b; Yasari, 2014; Bannayan et al., 2013; Ahmadamini et al., 2011; Hundal et al., 1997). همچنین تاریخ کشت عامل مهمی در افزایش بهره‌وری بارش در زراعت دیم است (Nouri et al., 2017; Tavakoli, 2014) به طوری‌که تأخیر در کشت گندم دیم موجب کاهش بهره‌وری بارش می‌شود (Zheng et al., 2017). کاهش عملکرد محصول در هر دو سمت تاریخ کشت بهینه گندم گزارش شده است (Andarzian et al., 2015) و به همین دلیل متاسفانه کشاورزان به دلیل انتخاب زمان نامناسب کشت گندم خسارات قابل توجهی می‌بینند (Kaboosi & Majidi, 2017b).

برای تعیین تاریخ مناسب کشت گیاهان زراعی روش‌های متعددی ارائه شده است (Bussmann et al., 2016; Dobor et al., 2016) که مرور جامعی بر آنها توسط کابوسی و مجیدی (Kaboosi & Majidi, 2017b) صورت گرفته است. در این راستا چراغی و همکاران (Cheraghi et al., 2018) بهترین تاریخ کشت کلزا در استان خوزستان، کابوسی و مجیدی (Kaboosi & Majidi, 2017b) و خوشحال‌دستجردی و همکاران (Khoshal Dastjerdi et al., 2015) مناسب‌ترین تاریخ کشت گندم در استان گلستان و نوحی (Noohi, 2005) و محمدی (Mohammadi, 2005) بهترین تاریخ کشت گندم دیم به ترتیب در ایستگاه کرج و استان ایلام را بر اساس داده‌های بارش به دست آوردند. از سوی دیگر، پژوهشگران علوم زراعی نیز بهترین تاریخ کشت گندم در مناطق مختلف کشور را بر اساس پژوهش‌های در مقیاس مزرعه تعیین می‌نمایند (Kaboosi & Majidi, 2017b).

اگر در طراحی یک سیستم زراعی از میانگین داده‌های هواشناسی استفاده شود، احتمال وقوع آن ۵۰ درصد خواهد بود (اگر داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت کنند) و به این معنا است که در طول یک دوره ۱۰۰ ساله، تنها در ۵۰ سال نیاز اقلیمی سیستم زراعی تأمین خواهد شد و در ۵۰ سال دیگر نیازهای سیستم زراعی بیشتر از توانایی آن خواهد بود (Nikbakht & Mir Latifi, 2002). برای نمونه تفاوت میزان تبخیر- تعرق مرجع روزانه در سطوح احتمال ۹۵ و ۵۰ درصد با یکدیگر در ایستگاه مهرآباد تهران به میزان ۲۷ درصد (Nikbakht & Mir Latifi, 2002) و در ایستگاه ارومیه به میزان ۳۰ درصد (Mehdizadeh et al., 2011) گزارش شد. استفاده از میانگین داده‌ها در کشت آبی مناسب به نظر می‌رسد، ولی در کشت دیم که عملکرد مناسب محصول متکی به بارش است، این سطح احتمال کافی نمی‌باشد. لذا در کشت دیم بسته به درجه حساسیت گیاه به تنش آبی، عموماً سطح احتمال ۶۰ تا ۸۰ درصد در نظر گرفته می‌شود (Sys et al., 1991). انتخاب سطح احتمال به نوع گیاه، بافت خاک و میزان ریسک قابل پذیرش از سوی کشاورز بستگی دارد (Mehdizadeh et al., 2011; Nikbakht & Mir Latifi, 2002). در نظر گرفتن ویژگی احتمالاتی بارش در انتخاب تاریخ کشت مناسب گندم دیم توسط احمدعلی و همکاران (Ahmadali et al., 2016) و خوشحال دستجردی و همکاران (Khoshal Dastjerdi et al., 2015) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین بررسی احتمالاتی متغیرهای اقلیمی مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف در زمینه تعیین نیاز آبی (Fooladmand, 2011; Fooladmand, 2010)، تاریخ گلدهی و مناسب‌ترین زمان آبیاری (Alizadeh et al., 2009)، وقوع میزان بارش و دمای بهینه رشد (Cheraghi et al., 2018)، تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان (Sobhani et al., 2017; Ziaee et al., 2006) و تاریخ وقوع سرمای بهاره، زمستانه و پاییزه (Mianabadi et al., 2009; Kaviani et al., 2002) توسط پژوهشگران مختلف صورت گرفته است.

با توجه به توضیحات فوق می‌توان اظهار داشت که در کشت دیم، کشاورزان با انتخاب تاریخ کشت میزان ریسک خود را انتخاب می‌کنند. نظر به اهمیت پیش‌بینی تاریخ مناسب کشت در بهینه‌سازی مدیریت مزرعه و وابستگی آن به وقوع بارش پاییزه در کشت دیم از یک‌سو و طبیعت مبتنی بر احتمال بارش از سوی دیگر، پژوهش حاضر به بررسی و تعیین پنجره کشت گندم دیم در سطوح احتمال مختلف در استان گلستان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

دوره آماری و ایستگاه‌های منتخب

پس از بررسی پراکندگی جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی استان گلستان و طول دوره آماری آنها، داده‌های بارش روزانه ۵۸ ایستگاه

1- Sowing window

www.SID.ir

Archive of SID

هواشناسی (۲۴ و ۱۵ ایستگاه به ترتیب از نوع تبخیرسنجی و باران‌سنجی متعلق به وزارت نیرو و ۶، ۳ و ۱۰ ایستگاه به ترتیب از نوع سینوپتیک، اقلیم‌سنجی و باران‌سنجی متعلق به سازمان هواشناسی) در دوره آماری مشترک ۱۳۹۵-۱۳۷۰ (۲۶ سال) اخذ شد. لازم به ذکر است این تعداد ایستگاه تمامی ایستگاه‌های هواشناسی فعال استان گلستان با طول دوره آماری بیش از ۲۰ سال را شامل می‌شود.

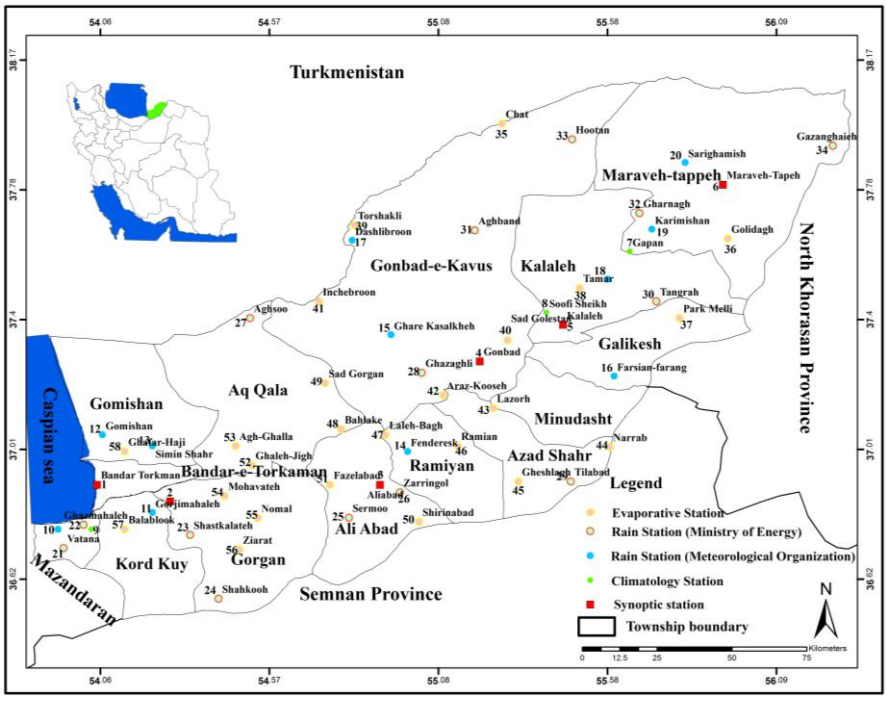
شکل ۱ پراکندگی ایستگاه‌ها در سطح استان را نشان می‌دهد. تکمیل و تطویل داده‌ها در دوره آماری با استفاده از روش نسبت‌ها و تفاضل-ها (Ashofteh & Massah, 2010) بر مبنای ماتریس همبستگی صورت گرفت. همچنین همگنی و نرمال بودن داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون دنباله‌ها (Run Test) و کلموگروف- اسمیرنوف (Kolmogorov- Smirnow) توسط بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۱ در سطح احتمال ۹۵ درصد تائید گردید.

تاریخ کشت

تاریخ کشت بر اساس معیار اولین تاریخ وقوع بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر انتخاب شد (Kaboosi & Majidi, 2017b). لازم به ذکر است که اگرچه بارش ماه‌های مهر و آبان در ذخیره رطوبتی به ویژه در لایه‌های پایین تأثیر دارد ولی برای جوانه‌زنی بذر وقوع حداقل بارش در ماه آذر جهت تأمین رطوبت لایه سطحی خاک ضروری است.

سطح احتمال

در پژوهش حاضر تاریخ کشت گندم دیم در پنج سطح احتمال ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد محاسبه شد. برای این منظور ابتدا تاریخ کشت برای هر یک از سال‌ها در هر ایستگاه هواشناسی بر اساس تعریف ارائه شده در بخش قبل تعیین گردید. سپس تاریخ‌های بدست آمده به تاریخ ژیلیوسی تبدیل گردید. در مرحله بعد داده‌های هر ایستگاه به محیط ماژول DISTRIB از بسته نرم‌افزاری SMADA 6 وارد شد و توزیع‌های احتمالاتی مختلف (شامل توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال دو پارامتره، لوگ نرمال سه پارامتره، پیرسون تیپ سه، لوگ پیرسون تیپ سه و گمبل تیپ یک) بر آنها برازش داده شد. سپس مجذور مربعات اختلاف داده‌های مشاهداتی با مقادیر حاصل از هر یک از توابع توزیع احتمال محاسبه شد و توزیعی که دارای کمترین مجذور مربعات خطا (اختلاف) بود، انتخاب گردید. در نهایت تاریخ کشت مناسب گندم دیم در هر ایستگاه در سطوح احتمال وقوع مختلف با استفاده از تابع توزیع احتمال منتخب برآورد شد (Kaboosi & Majidi, 2017b; Ziaee et al., 2006).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در استان گلستان

Fig. 1- Location of used weather stations in Golestan province

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل آماری و تهیه نقشه پهنه‌بندی

تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ از طریق تجزیه واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین (به روش آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد. در این ارتباط یک بار عامل ایستگاه به عنوان تکرار (با ۵۸ تکرار) و بار دیگر عامل سطح احتمال وقوع به عنوان تکرار (با پنج تکرار) در نظر گرفته شده و تفاوت آماری متغیرهای مورد بررسی به ترتیب از نظر سطح احتمال وقوع و ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت. جهت ترسیم نقشه پهنه‌بندی در سطح اراضی استان از نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۳ و روش وزن-دهی معکوس فاصله[1] استفاده شد. این روش توسط پژوهشگران مختلف برای میان‌یابی متغیرهای محیطی- اقلیمی مورد استفاده قرار گرفته است (Kaboosi & Majidi, 2017a).

صحت‌سنجی و اعتبارسنجی نتایج

به منظور بررسی دقت نتایج و اعتبارسنجی آن، از نتایج پژوهش‌های زراعی که در مقیاس مزرعه جهت تعیین تاریخ کشت مناسب گندم دیم در استان گلستان انجام شده بود، استفاده شد. لازم به ذکر است با توجه به این که هدف پژوهش حاضر تعیین تاریخ کشت مناسب گندم دیم در مقیاس مزرعه (بر اساس مدل‌سازی یا طرح آزمایشی) نبود بلکه این ویژگی بر اساس تحلیل اقلیمی یک دوره آماری (و در نهایت برای سطوح احتمال مختلف) در محل ایستگاه‌های هواشناسی تعیین گردید، لذا امکان تحلیل آماری کلاسیک منطبق بر آماره‌های معمول اعتبارسنجی وجود نداشت و ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج بر اساس میزان انحراف یا تطابق تاریخ کشت پژوهش مزرعه‌ای (بر اساس محل انجام آزمایش) با پهنه‌بندی حاصل از این پژوهش صورت گرفت (Kaboosi & Majidi, 2017b).

نتایج و بحث

تاریخ کشت مناسب گندم در ایستگاه‌های مختلف هواشناسی استان گلستان در سطوح احتمال متفاوت در شکل ۲ ارائه شده است. در سطح احتمال ۵۰ درصد (منطبق بر میانگین داده‌ها) زودترین تاریخ کشت مناسب در ایستگاه‌های هواشناسی رامیان، علی‌آباد، پارک ملی و زیارت در تاریخ اول آذر و دیرترین تاریخ کشت مناسب در ایستگاه اینچه‌برون در تاریخ ۲۲ آذر بود؛ در حالی‌که در سطح احتمال ۹۵ درصد زودترین تاریخ کشت در ایستگاه‌های هواشناسی بالابلوک و فارسیان فرنگ در تاریخ ۲۱ آذر و دیرترین تاریخ کشت مناسب در ایستگاه تیل‌آباد در تاریخ ۳۰ دی به دست آمد (شکل ۲). نتایج نشان داد که سطح احتمال ۲۵ و ۹۵ درصد به ترتیب نشان‌دهنده زودترین و دیرترین تاریخ کشت مناسب گندم بر اساس احتمال وقوع بارش در استان گلستان می‌باشد. همچنین اختلاف تاریخ کشت مناسب سطح احتمال کمینه و بیشینه بیانگر پنجره کشت می‌باشد. برای نمونه، تاریخ کشت مناسب گندم در ایستگاه هاشم‌آباد در این دو سطح احتمال به ترتیب اول آذر و ۲۷ دی به دست آمد که نشان‌دهنده شروع و پایان محدوده زمانی مناسب کشت گندم در این ایستگاه می‌باشد زیرا وقوع بارش مناسب کشت گندم در هر ۱۰۰ سال ممکن است فقط در ۲۵ سال قبل از اول آذر یا فقط در ۵ سال بعد از ۲۷ دی رخ دهد.

در ایستگاه‌های مختلف استان، تاریخ کشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۲۵ درصد بین اول تا ۱۰ آذر، با احتمال وقوع ۵۰ درصد (معادل میانگین تاریخ کشت در طول دوره آماری) بین اول تا ۲۲ آذر، با احتمال وقوع ۷۵ درصد بین ۳ آذر تا ۱۳ دی، با احتمال وقوع ۸۵ درصد بین ۱۱ آذر تا ۲۵ دی و با احتمال وقوع ۹۵ درصد بین ۲۱ آذر تا ۳۰ دی قرار داشت (شکل ۲). به عبارت دیگر وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در ایستگاه‌های مختلف هواشناسی استان گلستان برای کشت گندم دیم در بازه زمانی ۱۰-۱ آذر فقط در سطح احتمال ۲۵ درصد امکان‌پذیر است و احتمال بسیار بالایی (۷۵ درصد) وجود دارد که در این دوره زمانی بارش کافی جهت کشت گندم دیم رخ ندهد. بر این اساس، کشت زود هنگام گندم در این دوره زمانی ریسک بالایی را به جهت احتمال بالای عدم بارش کافی برای گندمکاران استان گلستان به همراه دارد. از سوی دیگر، احتمال وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در ایستگاه‌های مختلف هواشناسی استان گلستان پیش از ۲۱ آذر تا ۳۰ دی (بسته به ایستگاه هواشناسی) کمتر از ۹۵ درصد است و لذا دیرترین تاریخ کشت مناسب کشت گندم دیم بر اساس این سطح احتمال (۹۵ درصد) در این بازه زمانی به دست آمد. به این ترتیب پنجره کشت گندم دیم در استان گلستان در سطح احتمال‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب ۱۰، ۲۲، ۴۱، ۴۵ و ۴۰ روز می‌باشد. در همین راستا، پنجره تاریخ کشت بهینه گندم در اهواز ۳۰ روز گزارش شد (Andarzian et al., 2015) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در پژوهشی رضوان طلب و همکاران (Rezvantalab et al., 2017) طی مستندسازی فرآیند تولید در ۱۴۰ مزرعه در شهرستان‌های مختلف استان گلستان محدوده تاریخ کشت گندم دیم را بین ۱۵ آذر تا اول دی (پنجره تاریخ کشت ۱۶ روز) گزارش کردند. همچنین کابوسی و مجیدی (Kaboosi & Majidi, 2017b)، احمدالی و همکاران (Ahmadali et al., 2016)، عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2015) و کمالی و همکاران (Kamali et al., 2008) محدوده تاریخ کشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد در گستره اراضی کشاورزی استان

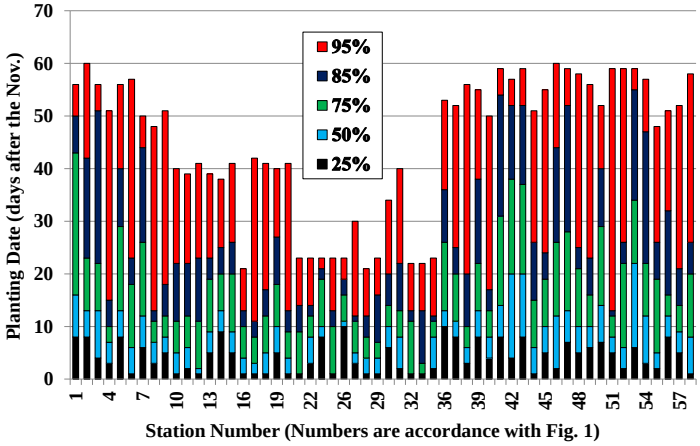
1- Inverse distance weighting (IDW)

www.SID.ir

Archive of SID

گلستان و در بین ایستگاه‌های هواشناسی استان‌های کردستان، خراسان جنوبی و آذربایجان شرقی را به ترتیب ۱۴ تا ۲۹ مهر (پنجره تاریخ کشت ۱۵ روز)، ۱۰ آذر تا ۲ دی (پنجره تاریخ کشت ۲۳ روز)، ۲۰ مهر تا ۲۳ آبان (پنجره تاریخ کشت ۳۳ روز)، دهه اول مهر تا دهه اول آبان (پنجره تاریخ کشت ۳۰ روز) به دست آوردند که با نتایج این پژوهش همخوانی نزدیکی دارد. پنجره تاریخ مناسب کشت جو دیم استان لرستان در سطوح احتمال وقوع ۵۰ و ۷۵ درصد به ترتیب ۵ و ۲۷ روز گزارش شد (Ahmadi et al., 2017). همچنین کمالی و همکاران (Kamali et al., 2010) گزارش کردند که کشاورزان استان زنجان با کشت زودتر یا دیرتر از موعد گندم دیم به دلیل عدم آگاهی از زمان آغاز بارش‌کاهش عملکرد را تجربه می‌کنند. آنها تاریخ کشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد در بخش عمده‌ای از استان زنجان را بین ۱۳ تا ۲۲ مهر (پنجره تاریخ کشت نه روز) به دست آوردند؛ در حالی‌که نتیجه پیمایش میدانی نشان داد که کشت گندم توسط کشاورزان عموماً بین ۴ تا ۱۱ مهر (پنجره تاریخ کشت ۷ روز) صورت می‌گرفت. به نظر می‌رسد این موضوع در استان گلستان متفاوت است. نتایج پژوهش میدانی ترابی و همکاران (Torabi et al., 2012) نشان داد که تاریخ کشت گندم در مزارع شهرستان گرگان بین ۲۸ آبان تا ۱۰ دی بود. در همین راستا، بر اساس نتایج پژوهش حاضر (شکل ۲)، میانگین تاریخ مناسب کشت گندم ایستگاه‌های شهرستان گرگان شامل هاشم‌آباد، محوطه امور آب، زیارت، شصت‌کلاته، نومل و گرجی‌محله در سطوح احتمال مختلف (از ۲۵ تا ۹۵ درصد) بین ۵ آذر تا ۱۶ دی می‌باشد که نشان می‌دهد کشاورزان شهرستان گرگان بر اساس دانش تجربی خود درجات مختلفی از ریسک را در انتخاب تاریخ کشت گندم لحاظ می‌کنند. در بررسی مدیریت مزارع گندم شهرستان بندرگز، نکاحی و همکاران (Nekahi et al., 2014a,b) تاریخ کشت را بین ۱۰ آذر تا ۱۰ دی به دست آوردند که با نتایج این پژوهش (شکل ۲) که نشان داد میانگین تاریخ مناسب کشت گندم ایستگاه‌های هواشناسی این شهرستان شامل وطنا، بندرگز، غازمحله و کارکنده در سطوح احتمال مختلف (از ۲۵ تا ۹۵ درصد) بین ۳ آذر تا ۴ دی می‌باشد، بسیار نزدیک است. همچنین نتایج پژوهش ترابی و همکاران (Torabi et al., 2012) و نکاحی و همکاران (Nekahi et al., 2014a,b) نشان دادند که ۵۰ درصد از کشاورزان شهرستان‌های گرگان و بندرگز تاریخ کشت گندم را به ترتیب ۲۰ آذر و ۱۷ آذر انتخاب می‌کنند که این بازه زمانی به ترتیب معادل با ۷۵ و ۸۵ درصد احتمال وقوع بارش مناسب کشت گندم در ایستگاه‌های شهرستان‌های گرگان و بندرگز می‌باشد (شکل ۲). به عبارت دیگر، ۵۰ درصد از کشاورزان این شهرستان‌ها با انتخاب تاریخ کشت مناسب گندم ریسک بسیار پایینی از نظر وقوع بارش کافی برای کشت را به مزرعه تحمیل می‌کنند که نشان از تجربه آنها در درک توزیع بارش‌های منطقه دارد. بر این اساس، می‌توان اظهار داشت که نتایج پژوهش حاضر در زمینه تاریخ کشت گندم با نتایج پژوهش‌های مزرعه‌ای و میدانی مطابقت بسیار نزدیکی دارد و این امر نشان می‌دهد که حداقل ۵۰ درصد کشاورزان شهرستان‌های گرگان و بندرگز با درک صحیح نقش بارش پاییزه بر رشد گیاه، تاریخ کشت گندم را به درستی انتخاب می‌نمایند.

به منظور تحلیل بهتر نتایج، نمودار درصد فراوانی وقوع تاریخ مناسب کشت گندم دیم در سطوح احتمال مختلف تهیه گردید (شکل ۳). بر اساس این شکل می‌توان دریافت که فروانی وقوع تاریخ‌های مناسب کشت در همه سطوح احتمال از یکنواختی برخوردار است، ولی یکنواختی توزیع در فراوانی وقوع ۷۵ و ۹۵ درصد کمتر است. حداکثر تاریخ کشت مناسب گندم دیم در ۵۰ درصد از ایستگاه‌های مورد مطالعه در سطوح احتمال ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب ۴، ۸، ۱۶، ۲۳ و ۵۰ روز از مبداء آذر در ۷۵ درصد از ایستگاه‌ها به ترتیب ۶، ۱۲، ۲۲، ۳۶ و ۵۶ روز از مبداء آذر می‌باشد.

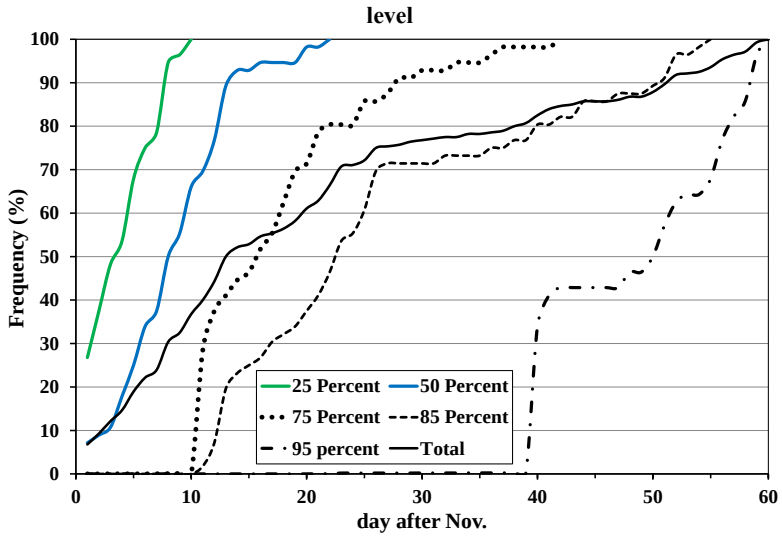


شکل ۲- پراکندگی تاریخ مناسب کشت (از مبداء آذر) گندم در ایستگاه‌های مختلف در سطوح احتمال متفاوت

Fig. 2- Scattering of suitable planting date (day after the Nov.) of rainfed wheat in different station at different probability

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- درصد فروانی وقوع تاریخ مناسب کشت گندم دیم (از مبدا آذر) در سطوح احتمال مختلف

Fig. 3- Occurrence frequency of suitable planting date of rainfed wheat (day after the Nov.) at the different probability levels

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) و مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که سطح احتمال بر تاریخ کشت تأثیر معنی‌دار داشت، ولی اثر ایستگاه بر آن معنی‌دار نبود. لازم به توضیح است که با توجه به این که شرط وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ماه‌های آذر و دی در یک دوره ده روزه متوالی در برخی سال‌های دوره آماری در بعضی ایستگاه‌های هواشناسی اتفاق نیفتاد، لذا امکان تعیین تاریخ کشت در برخی سال‌ها و ایستگاه‌ها وجود نداشت. با عنایت به این که وقوع این شرایط در سطح بیشتر از ۲۵ درصد از دوره آماری (۶ سال از ۲۶ سال) موجب عدم امکان تعیین تاریخ کشت در سطح احتمال ۲۵ درصد می‌گردید، برخی ایستگاه‌ها از تحلیل‌های بعدی حذف شدند که این موضوع در ایستگاه‌های شاهکوه و چات به ترتیب با ۵۴ (۱۴ از ۲۶ سال) و ۶۹ (۱۸ از ۲۶ سال) درصد عدم تحقق بارش در برخی سال‌ها مشاهده گردید. لازم به ذکر است که مطابق نقشه استعدادیابی اراضی کشاورزی استان گلستان برای کشت گندم دیم (Kaboosi & Majidi, 2017a) دو ایستگاه هواشناسی شاهکوه و چات به ترتیب در منطقه با استعداد متوسط و نامستعد کشت واقع می‌باشند که با نتایج این پژوهش مبنی بر احتمال بالای عدم وقوع بارش کافی برای کشت مطابقت دارد. نتایج نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین تاریخ مناسب کشت گندم در همه سطح احتمال‌ها وجود دارد به گونه‌ای که با افزایش سطح احتمال، تاریخ مناسب کشت گندم دیم در استان گلستان به تاخیر می‌افتد (جدول ۲) که این مفهوم با نتایج برخی پژوهش‌ها (Ahmadali et al., 2016; Khoshal Dastjerdi et al., 2015; Noohi, 2005; Mohammadi, 2005) مطابقت دارد. مطابق جدول ۲ میانگین تاریخ مناسب کشت ایستگاه‌های استان بین ۵ آذر تا ۱۵ دی بدست آمد. در همین راستا بیشترین فراوانی (حدود ۹۱ درصد وسعت) تاریخ مناسب کشت گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد در استان گلستان بازه زمانی ۱۶ تا ۲۵ آذر با میانگین وزنی ۲۱ آذر گزارش شد (Kaboosi & Majidi, 2017b) که با نتایج این پژوهش مطابقت نزدیکی دارد. میانگین اختلاف تاریخ مناسب کشت گندم دیم ایستگاه‌های مختلف استان‌های کردستان (Ahmadali et al., 2016) و ایلام (Mohammadi, 2005) در احتمال ۵۰ و ۷۵ درصد به ترتیب ۱۱ و ۱۲ روز گزارش شد که با نتایج این پژوهش (۹ روز) نزدیکی زیادی دارد. این اختلاف برای جو دیم در استان لرستان ۱۸ روز گزارش شد (Ahmadi et al., 2017). همچنین بین سطح احتمال ۹۰ و ۲۰ درصد به میزان ۴۶ ، ۶۹ و ۷۹ روز اختلاف در ایستگاه هواشناسی کرج بر اساس سه تعریف مختلف تاریخ کشت مناسب گندم دیم گزارش شد (Noohi, 2005) که اختلاف قابل توجهی با تفاوت بین احتمال‌های ۹۵ و ۲۵ درصد استان گلستان (۲۷ روز) دارد. این اختلاف را می‌توان به تعریف متفاوت بارش مناسب برای تعیین تاریخ کشت و شرایط اقلیمی و الگوی متفاوت بارش دو منطقه مربوط دانست.

نقشه‌های پهنه‌بندی تاریخ مناسب کشت گندم دیم در سطح استان گلستان بر اساس احتمال‌های مختلف وقوع بارش مورد نیاز از ۲۵ تا ۹۵ درصد در شکل ۴ نمایش داده شده و بر اساس آن توزیع مساحت طبقات مختلف تاریخ مناسب کشت در جدول ۳ ارائه گردیده است. با افزایش سطح احتمال پنجره تاریخ کشت در سطح استان طولانی‌تر می‌گردد؛ به گونه‌ای که اختلاف تاریخ کشت مناطق مختلف استان در سطح احتمال ۲۵ درصد ۱۰ روز (از ۱ تا ۱۰ آذر) و

www.SID.ir

Archive of SID

در سطح احتمال ۹۵ درصد ۴۰ روز (از ۲۱ آذر تا ۳۰ دی) می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سطح احتمال بر تاریخ مناسب کشت گندم دیم

Table 1- The results of ANOVA on suitable planting date of rainfed wheat affected by probability levels and stations

متغیر Variable	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df *	میانگین مربعات Mean of squares	سطح معنی‌داری P-value
سطح احتمال Probability Level	بین گروه‌ها Between Groups	4	14543.3	0.000
	درون گروه‌ها Within Groups	275	92.22	-
ایستگاه هواشناسی Station	بین گروه‌ها Between Groups	55	282.92	0.611
	درون گروه‌ها Within Groups	224	303.45	-

* با حذف دو ایستگاه شاهکوه و چات از تحلیل آماری، تعداد کل ایستگاه‌ها به ۵۶ عدد کاهش یافت.

جدول ۲- مقایسه میانگین تاریخ مناسب کشت (تعداد روز از مبداء آذر) گندم دیم استان گلستان در سطوح احتمال مختلف

Table 2- Mean comparison of suitable planting date (day after the Nov.) of rainfed wheat in Golestan province at different probability level

احتمال وقوع (درصد) Probability (%)	25	50	75	85	95
تاریخ کشت محاسباتی Planting date	4.2 e	8.9 d	17.8 c	26.7 b	44.9 a
تاریخ کشت عملی Actual planting date	5	9	18	27	45

تاریخ کشت مناسب گندم دیم در نیمه جنوبی استان زودتر از نیمه شمالی به دست آمد (شکل ۴). در این زمینه گزارش شده است که در نیمه جنوبی استان گلستان به دلیل شرایط کوهستانی و تراز ارتفاعی بالا، وقوع بارش‌های پائیزه نسبت به مناطق دشتی نیمه شمالی زودتر و بیشتر می‌باشد (Kaboosi & Majidi, 2017b). بر اساس نتایج (شکل ۴ و جدول ۳)، کشت گندم دیم در پنج روز اول ماه آذر در بیش از ۶۲ درصد وسعت استان با سطح احتمال بسیار پایینی (۲۵ درصد) برای وقوع بارش مناسب کشت همراه است که ریسک بسیار بالایی را به دنبال دارد در حالی که اگر کشت در هفته اول ماه آذر صورت گیرد (یعنی تاریخ کشت فقط دو روز دیرتر صورت گیرد)، احتمال وقوع بارش مناسب در ۳۲ درصد وسعت استان به ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر این تاخیر چند روزه می‌تواند موجب گردد تا احتمال وقوع بارش مناسب در این پهنه از ۲۵ به ۵۰ درصد افزایش می‌دهد و در نتیجه ریسک بالای عدم وقوع بارش مناسب را کاهش دهد. این در حالی است که اگر کشاورزان بخواهند ریسک زراعت را کاهش دهند و احتمال وقوع بارش مناسب برای کشت را به ۷۵ درصد افزایش دهند لازم است کشت را در دهه دوم (در بیش از ۶۱ درصد وسعت استان) و دهه سوم (در حدود ۲۸ درصد وسعت استان) آذر انجام دهند، زیرا در این سطح احتمال فقط در یک درصد وسعت استان تاریخ مناسب کشت گندم در دهه اول آذر می‌باشد و تاریخ مناسب کشت در نزدیک به ۹۰ درصد وسعت استان در دهه دوم و سوم آذر می‌باشد که این موضوع با نتایج کابوسی و مجیدی (Kaboosi & Majidi, 2017b) همخوانی دارد. کاهش بیشتر ریسک زراعت با افزایش سطح احتمال به ۸۵ و ۹۵ درصد ممکن می‌باشد که برای این منظور لازم است کشت گندم در بخش‌هایی از استان در ماه دی صورت گیرد به گونه‌ای که در سطح احتمال ۸۵ درصد برای بیش از ۳۸ درصد وسعت استان و در سطح احتمال ۹۵ درصد برای ۹۶ درصد وسعت استان تاریخ مناسب کشت گندم در این ماه است (جدول ۳).

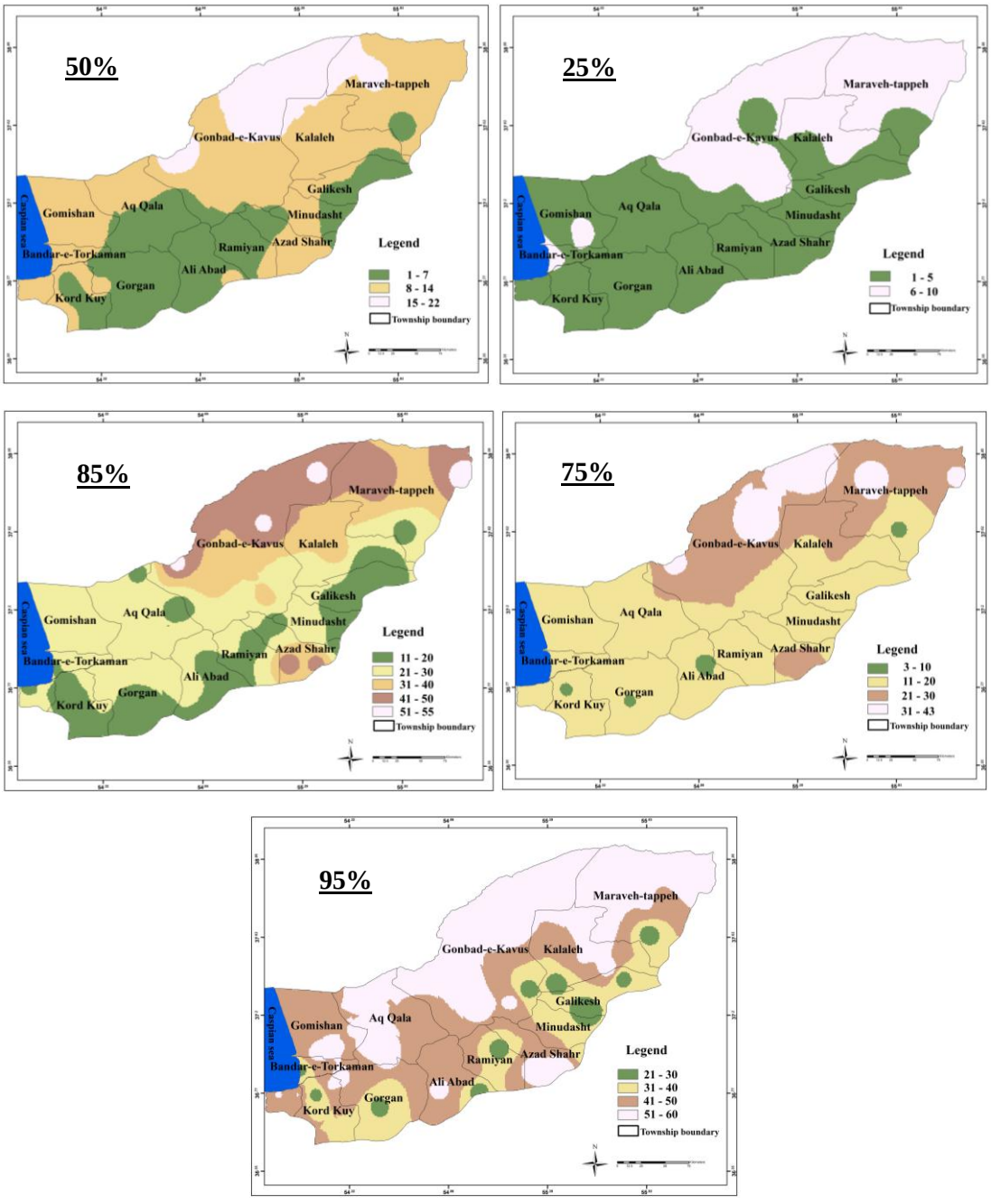
نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با توجه به وقوع زودتر و بیشتر بارش‌های پائیزه در نیمه جنوبی استان گلستان به دلیل شرایط کوهستانی و تراز ارتفاعی بالا نسبت به مناطق دشتی نیمه‌شمالی، تاریخ مناسب کشت گندم دیم در نیمه جنوبی استان زودتر از نیمه‌شمالی می‌باشد. صحت‌سنجی و اعتبارسنجی نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های مزرعه‌ای و میدانی، ضمن تائید دقت قابل قبول پیش‌بینی تاریخ مناسب کشت بر اساس معیار معرفی شده، نشان داد که کشاورزان استان با درک صحیح از نقش بارش پاییزه در استقرار بوته و عملکرد محصول، تاریخ کشت گندم را با سطح احتمال بالایی درست انتخاب می‌نمایند. پنجره تاریخ کشت گندم دیم در مناطق مختلف استان متفاوت به دست آمد

www.SID.ir

Archive of SID

و تحت تاثیر سطح احتمال وقوع بارش مناسب (ریسک) قرار گرفت. تأخیر تاریخ کشت گندم به مدت چند روز در اوایل آذر توانست موجب کاهش اندک ریسک زراعت (افزایش احتمال وقوع بارش مناسب از ۲۵ به ۵۰ درصد) گردد ولی کاهش بیشتر ریسک زراعت (افزایش احتمال وقوع بارش مناسب به ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد) از طریق تأخیر تاریخ کشت به میزان چند دهه مقدور خواهد بود.



شکل ٤- پهنه‌بندی تاریخ مناسب کشت گندم دیم (از مبداء آذر) در استان گلستان در سطوح احتمال مختلف

Fig. 4- Zoning of suitable planting date of rainfed wheat (day after Nov.) over Golestan province at the different probability levels

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مساحت و درصد طبقات مختلف تاریخ کشت (از مبدا آذر) گندم دیم استان گلستان

Table 3- Area and percentage of planting date (day after Nov.) classes of rainfed wheat in Golestan province

سطح احتمال Probability level (%)	محدوده تاریخ کشت Planting date range	سطح Area (ha)	درصد Percent	سطح احتمال Probability level	محدوده تاریخ کشت Planting date range	سطح Area (ha)	درصد Percent
25	1-5	12561.0	62.1	85	11-20	4131.7	20.4
	6-10	7653.0	37.9		21-30	8370.9	41.4
50	1-7	6459.5	32.0		31-40	3623.6	17.9
	8-14	10721.3	53.0		41-50	3741.8	18.5
	15-22	3033.3	15.0		51-55	346.1	1.7
75	3-10	237.9	1.2	95	21-30	811.4	4.0
	11-20	12440.0	61.5		31-40	3764.2	18.6
	21-30	5619.2	27.8		41-50	7166.4	35.5
	31-43	1917.0	9.5		51-60	8472.1	41.9

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی (کد ۱۷۳۹۶۱۲۱۲۰۰۱۶) می‌باشد که با حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان به انجام رسیده است. لذا بدین‌وسیله نویسندگان مقاله مراتب قدردانی خود را از این حمایت‌ها اعلام می‌دارند.

منابع

Abbasi, F., Ehteramian, K., Khazanedari, L., Mohammadnia Gharaei, Sh., and Asmari, M. 2015. Locating the most suitable dry land wheat areas (case study: North Khorasan province). Journal of Climate Research 4: 57-72. (In Persian with English Summary)

Ahmadali, K., Hosseini Pajouh, N., and Liaghat, A.M. 2016. Determination of optimal planting date of rainfed wheat in Kurdistan Province, Iran. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi) 108: 9-18. (In Persian with English Summary)

Ahmadamini, T., Kamkar, B., and Soltani, A. 2011. The effect of planting date on partitoning coefficient in some species of wheat. Crop Production 4: 131-150. (In Persian with English Summary)

Ahmadi, M., Fallahi Khoshji, M., and Mafakheri, O. 2017. Predicting changes of rainfed Barley (*Hordeum vulgare* L.) farming calendar using downscaling LARS-WG and $HadCM_3$ models in Lorestan province in 2011-2030 periods. Journal of Agroecology 9: 475-489. (In Persian with English Summary)

Alizadeh, A., Sayari, N., Ahmadian, J., and Mohamadian, A. 2009. Study for zoning the most appropriate time of irrigation of saffron in Khorasan Razavi, northern and southern provinces. Journal of Water and Soil 23: 109-118. (In Persian with English Summary)

Andarzian, B., Hoogenboom, G., Bannayan, M., Shirali, M., and Andarzian, B. 2015. Determining optimum sowing date of wheat using CSM-CERES-Wheat model. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 14: 189-199.

Anonymous. 2016. Agricultural Statistical Book (2014-2015). Available online at: www.maj.ir.

Ashofteh, P.S., and Massah, A.R. 2010. Impact of climate change uncertainty on temperature and precipitation of Aidoghmoush basin in 2040-2069 periods. Soil and Water Science 19.1: 85-98. (In Persian with English Summary)

Bannayan, M., Eyshi Rezaei, E., and Hoogenboom, G. 2013. Determining optimum planting dates for rainfed wheat using the precipitation uncertainty model and adjusted crop evapotranspiration. Agricultural Water Management 126: 56-63.

www.SID.ir

Archive of SID

Bussmann, A., Elagib, N.A., Fayyad, M., and Ribbe, L. 2016. Sowing date determinants for Sahelian rainfed agriculture in the context of agricultural policies and water management. Land Use Policy 52: 316-328.

Cheraghi, R., Ramroudi, M., Taee Semiroumi, J., and Lorzadeh, S. 2018. Geographical distribution of rainfall and temperature optimum at sowing to emergence canola using GIS in Khuzestan province. Journal of Agroecology 9: 1007-1019. (In Persian with English Summary)

Dobor, L., Barcza, Z., Hlasny, T., Arendas, T., Spitko, T., and Fodor, N. 2016. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. Agricultural and Forest Meteorology 223: 103-115.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. The FAOSTAT Database. Available at Website http://faostat.fao.org/default.aspx.

Fooladmand, H.R. 2010. Estimation of sugarbeet irrigation requirement in different regions of Fars province in critical conditions and definite probability levels. Journal of Sugar Beet 25: 162-153. (In Persian with English Summary)

Fooladmand, H.R. 2011. Estimation of irrigation requirement for important agricultural crops at the different probability levels for the province of Fars. Water Engineering 4: 65-73. (In Persian with English Summary)

Hundal, S.S., Singh, R., and Dhaliwal, L.K. 1997. Agro-climatic indices for predicting phenology of wheat (*Triticum aestivum*) in Punjab. The Indian Journal of Agricultural Sciences 67: 265-286.

Kaboosi, K., and Majidi, O. 2017a. Agro-ecological zoning of rainfed wheat in Golestan province based on meteorology, agronomy, soil and land properties. Journal of Agroecology 7: 134-154. (In Persian with English Summary)

Kaboosi, K., and Majidi, O. 2017b. Zoning of planting and harvesting dates and length of growth stages of rainfed wheat based on precipitation and temperature data in Golestan province. Iranian Journal of Dryland Agriculture 6(1): 103-120. (In Persian with English Summary)

Kamali, G., Mollaei, P., and Behyar, M.B. 2010. Development of Zanjan province dry land wheat atlas by using climatic data and GIS. Journal of Water and Soil 24: 894-907. (In Persian with English Summary)

Kamali, G., Sadaghiani Poor, A., and Sedaghatkerdar, A. 2008. The climatic zoning of dryland wheat in Eastern Azerbaijan. Journal of Water and Soil 22: 467-483. (In Persian with English Summary)

Kaviani, M.R., Hosseini Abri, S.H., and Asadi Broujeny, E. 2002. Probability of occurrence and return period of minimal temperature in almond orchards at Semnan region during March, April and May. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 9: 49-57. (In Persian with English Summary)

Khoshal Dastjerdi, J., Nazari, A., Ghangharmeh, A., and Fallahi, H.A. 2015. Predicting isometropia- rainfall in dry wheat implantation and cultivation in Gonbad Kavoos province. Geographical Planning of Space 5: 169-184. (In Persian with English Summary)

Mehdizadeh, S., Behmanesh, J., and Nikbakht, J. 2011. Estimation of reference evapotranspiration with various occurrence probability levels (Case study: Urmia). Water and Soil Science 20: 171-183. (In Persian with English Summary)

Mianabadi, A., Mousavi Baygi, M., Sanai Nejad, H., and Nezami, A. 2009. Assessment and mapping of early autumn, late spring and winter freezing in Khorasan Razavi province using GIS. Journal of Water and Soil 23: 79-90. (In Persian with English Summary)

Mohammadi, H. 2005. The determining suitable dry farming wheat time in Ilam provience. Geographical Research 37: 15-31. (In Persian with English Summary)

Naderi, A. 2014. Analysis the effect of planting date on wheat genotypes grain yield by using regression methods. Crop Physiology Journal 5: 5-14. (In Persian with English Summary)

Nekahi, M.Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., and Bagherani, N. 2014a. Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province -Bandargaz). Crop Production 7: 135-156. (In Persian with English Summary)

Nekahi, M.Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., and Bagherani, N. 2014b. Factors affecting the population density of weeds and yield loss of them in wheat: a case study in Golestan province- Bandargaz. Journal of Agroecology 6: 393-405. (In Persian with English Summary)

Nikbakht, J., and Mir Latifi, S.M. 2002. Effects of ET_0 computing method, probability level and length of peak water requirement period on daily reference evapotranspiration. Iranian Journal of Soil and Waters Sciences 16: 222-230. (In Persian with English Summary)

Noohi, K. 2005. Rainfall analysis of Karaj for determination of rainfed wheat sowing date. Nivar 58: 95-103. (In Persian with English Summary)

Nouri, M., Homaee, M., Bannayan, M., and Hoogenboom, G. 2017. Towards shifting planting date as an adaptation practice for rainfed wheat response to climate change. Agricultural Water Management 186: 108-119.

Rezvantalab, N., Soltani, A., Zeinalee, A., and Deilam Salehi, R. 2017. Documenting the process of wheat production in Golestan province. Research Achievement for Improvement Crop Production 2: 1-16. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Sobhani, B., Ganji, M., and Goldoust, A. 2017. Determination and investigation about beginning and end dates of early and late freezes and possibility of its continuity, intensity and succession in Ardabil province. Physical Geography Research Quarterly 49: 39-53. (In Persian with English Summary)

Sys, I.C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. Land evaluation- Part I: Principle in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication No. 7, Brussels, Belgium, 274 pp.

Tavakoli, A.R. 2014. Effects of sowing date and single irrigation on yield and yield components of rainfed barley cultivars. Iranian Dryland Agronomy Journal 2: 53-68. (In Persian with English Summary)

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., and Zeinali, E. 2012. Documenting the process of wheat production in Gorgan. Journal of Plant Production 19: 19-42. (In Persian with English Summary)

Yasari, T. 2014. Determining planting dates for spring safflower by temperature and digital elevation model in Esfahan province. Physical Geography Research Quarterly 46: 389-405. (In Persian with English Summary)

Zheng, Z., Cai, H., Yu, L., and Hoogenboom, G. 2017. Application of the CSM-CERES-Wheat model for yield prediction and planting date evaluation at Guanzhong plain in Northwest China. Agronomy Journal 109: 204-217.

Ziaee, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., and Ranjbar S. 2006. Development of Fars province probable minimum temperature atlas using meteorological data. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) 10: 13-27. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.1, Spring 2019, p. 217-229

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۲۲۹-۲۱۷

Determination and Zoning of Suitable Planting Date of Rainfed Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Golestan Province based on Different Levels of Occurrence Probability of Autumn Rainfall

K. Kaboosi[1*] and O. Majidi[2]

Submitted: 22-05-2018
Accepted: 08-10-2018

Kaboosi, K., and Majidi, O. 2019. Determination and zoning of suitable planting date of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) in Golestan province based on different levels of occurrence probability of autumn rainfall. Journal of Agroecology. 11(1):217-229.

Introduction

Wheat has strategic importance in Iran and Golestan province is one of the major regions of wheat production in the country. Province has the third place among all provinces of the country in term of wheat cultivated lands (about 400 thousand hectares) and grain production (more than one million tons). The optimal planting date for any crop normally occur within a sowing window. It is defined as beginning and end of the planting period which guarantee the achievement of reasonable yield. In rainfed farming, farmers face a decision of whether or not to plant when sufficient rainfall accumulates to increase soil moisture content. If the average meteorological data is used to design a farming system, such as planting date, its probability will be 50 percent. Average rainfall data (50 percent probability level) are quite unreliable for cropping planning. Usually, risk levels of 60 to 80 percent are recommended depending on the sensitivity of the crop to water stress, acceptable risk by farmer and soil. Therefore, it can be stated that in rainfed cultivation, farmers choose their risk based on the selection of the planting date. Considering the importance of predicting the appropriate planting date in optimizing farm management in rainfed farming and its dependence on the occurrence of autumn rainfall on the one hand and the stochastic nature of rainfall, on the other hand, the present study was conducted to determine the sowing window of wheat in the Golestan province at different occurrence probability levels.

Materials and Methods

Initially, by reviewing the geographic distribution of meteorological stations in Golestan province and their statistical period, daily rainfall data of 58 meteorological stations in the 1991- 2016 period (26 years) were gathered. Then, suitable planting date of wheat in each station and year was determined based on the first rainfall date equal to or more than 25 mm over a period of 10 consecutive days in October. In the next step, suitable planting date for each station was calculated by the occurrence probability level 25, 50, 75, 85 and 95 percent based on statistical analysis and choose the best probability function using the software SMADA. Verification of zoning maps was done based on findings of field scale researches. Finally, in the meantime of statistical analyzing the results, zoning maps of suitable planting date of rainfed wheat were prepared using ArcGIS software by Inverse Distance Weighting (IDW).

Results and Discussion

The results showed that the suitable planting date of rainfed wheat in the southern half of the Golestan province was earlier than the northern part. The occurrence probability level had a significant effect on suitable planting date but the effect of the station was not significant. The statistical difference between all occurrence probability levels was significant, so that the occurrence probability level of 25 and 95 percent indicated the earliest and bottommost suitable planting date of rainfed wheat in Golestan province, respectively. Within different stations of the province, the suitable planting dates of rainfed wheat for 25, 50, 75, 85 and 95 percent occurrence probability were between 22 November to 1 December, 22 November to 13 December, 24 November to 3 January, 2 December to 15 January and 12 December to 20 January, respectively. Increasing the occurrence probability levels prolonged the sowing window so that the difference between suitable planting dates in different stations was 10 and 40 days for 25 and 95 probability level,

1-Associate Professor, Department of Agriculture, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
2- Researcher in Agrometeorology, Golestan Meteorological Administration, Gorgan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: kkaboosi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v11i1.72873

www.SID.ir

Archive of SID

respectively. According to the results, a small reduction in the risk of farming (an increase in the occurrence probability level of suitable rainfall from 25 to 50 percent) is possible with a delay in planting date for a few days, while a greater reduction in the risk (an increase in the occurrence probability level of suitable rainfall to 75, 85 and 95 percent) will be possible through a delay of the planting date for several decades. Verification and validation of the results of this study based on findings of field scale researches confirmed the accuracy of predicting the suitable planting date by autumn rainfall.

Conclusion

The results showed that the farmers of the Golestan province with the correct understanding of the role of autumn rainfall in crop growth and yield and based on their experimental knowledge, selected the appropriate planting date of rainfed wheat with a high probability level.

Keywords: Delayed Planting, Risk, Sowing Window

www.SID.ir