

پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت و برداشت و طول مراحل رشد گندم دیم بر اساس داده‌های بارش و دما در استان گلستان

کامی کابوسی^{*}، عثمان مجیدی^۲

۱- گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

۲- اداره کل هواشناسی استان گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

به منظور پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت و برداشت و طول مراحل رشد گندم دیم در استان گلستان از داده‌های دمای کمینه و بیشینه و بارش روزانه ۳۰ ایستگاه هواشناسی در دوره آماری مشترک ۱۳۹۴-۱۳۷۰ استفاده شد. با توجه به وابستگی کشت دیم به پارامترهای اقلیمی، نقشه‌های پهنه‌بندی بر اساس سطح احتمال وقوع ۷۵ درصد تهیه شد. تاریخ کاشت بر اساس وقوع اولین بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر و طول مراحل رشد بر اساس مفهوم درجه-روز رشد انتخاب گردید. به منظور بررسی صحت نتایج و اعتبارسنجی آن، نقشه‌های پهنه‌بندی با یافته‌های پژوهش‌های مختلفی که در مقیاس مزرعه در استان گلستان انجام شده بود، مقایسه شد. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی و میانگین وزنی تاریخ کاشت گندم دیم در مناطق مختلف استان به ترتیب در فاصله ۱۶ تا ۲۵ و ۲۱ آذر و تاریخ برداشت به ترتیب در فاصله ۲۱ تا ۳۱ و ۲۶ خرداد می‌باشد. طول دوره کاشت تا سبز شدن بین ۳۴ تا ۸۹ روز با میانگین وزنی ۴۷ روز، طول دوره سبز شدن تا گلدهی بین ۱۰۶ تا ۱۴۷ روز با میانگین وزنی ۱۲۲ روز، طول دوره گلدهی تا رسیدگی بین ۳۱ تا ۶۸ روز با میانگین وزنی آن ۳۷ و طول دوره رشد (کاشت تا رسیدگی) بین ۱۷۰ تا ۲۴۴ روز با میانگین وزنی ۱۸۷ روز به دست آمد. با توجه به وقوع بیشتر و زودتر بارش‌های پاییزه و فرا رسیدن دوره سرما در نیمه جنوبی و ارتفاعات استان در مقایسه با مناطق دشتی شمال استان، تاریخ کاشت زودتر و تاریخ برداشت دیرتر در نیمه جنوبی نسبت به نیمه شمالی منطقی به نظر می‌رسد. صحت‌سنجی نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های زراعی در مقیاس مزرعه نشان داد که نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شده از دقت مناسبی برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: احتمال، درجه-روز رشد، رسیدگی، سبز شدن، گلدهی

مقدمه

گندم از مهمترین غلات است به طوری که بیش از ۳۰ درصد سطح زیرکشت و نزدیک به ۲۶ درصد از کل غلات جهان به گندم اختصاص دارد (FAO, 2017). در ایران نیز گندم مهمترین گیاه زراعی به شمار می‌رود به گونه‌ای که در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ بالغ بر نیمی (۵۰/۲۴ درصد) از اراضی زیرکشت گیاهان زراعی کشور (حدود ۵/۷۲ میلیون هکتار) به کشت گندم اختصاص داشت که بخش عمده آن (حدود ۶۱ درصد) دیم بود (بی‌نام، ۱۳۹۵). استان گلستان یکی از قطب‌های مهم تولید گندم در کشور است و با داشتن حدود ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت و تولید بیش از یک میلیون تن گندم، مقام سوم را از نظر سطح زیرکشت و تولید در بین استان‌های کشور دارا می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۵).

یک عامل مهم مدیریتی در تولید هر محصول تاریخ کاشت است (عبداللهی، ۱۳۹۴؛ احمدامینی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Dobor et al., 2016) که بر کمیت و کیفیت تولید محصول اثر معنی‌دار دارد (نکاحی و همکاران، ۱۳۹۳b؛ Bannayan et al., 2013). تاریخ کاشت بهینه هر گیاه درون یک پنجره کاشت (sowing window) قرار دارد که شروع و پایان آن بر اساس دستیابی به عملکرد قابل قبول تعیین می‌گردد (Bussmann et al., 2016). در بین عوامل مختلف مدیریت زراعی گندم، تاریخ کاشت موثرترین عامل شناخته شده است (نادری، ۱۳۹۲). تاریخ کاشت زمان وقوع مراحل نمو، طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آنها و در نهایت تولید را کنترل می‌کند (آقایاری و همکاران، ۱۳۹۴؛ احمدامینی و همکاران، ۱۳۹۰). تغییر عوامل اقلیمی

همراه با تغییر تاریخ کاشت می‌تواند علاوه بر کمیت تولید بر کیفیت توزیع ماده خشک نیز تاثیر گذارد (عبداللهی، ۱۳۹۴؛ احمدامینی و همکاران، ۱۳۹۰). تاریخ کاشت به دلیل اثر بر طول دوره زندگی و به عبارتی میزان درجه-روز رشد دریافتی توسط گیاه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد گندم دارد (کلاته-عربی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Hundal et al., 1997). گزارش شده است که یک و دو ماه تاخیر در کشت گندم دیم به ترتیب موجب ۲۲ روز کاهش طول دوره رشد (Khan et al., 2010) و ۵۳-۱۳ درصد افزایش تبخیر-تعرق (Bannayan et al., 2013) می‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تأخیر در کاشت گندم موجب کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد شده و بر دیگر جنبه‌های رشد و توسعه آن تاثیر می‌گذارد (نادی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Zheng et al., 2017؛ Nleya and Andarzian et al., 2015؛ Rickertsen, 2014؛ Ottman et al., 2012) که این امر می‌تواند ناشی از کاهش درجه-روز رشد باشد (Darapuneni et al., 2016). کاشت دیر هنگام عمدتاً گلدهی را به تاخیر می‌اندازد و با تاثیر بر مراحل فنولوژیکی موثر بر عملکرد دانه پیش از گرده‌افشانی و انتقال این تاثیر به دوره پر شدن دانه، رشد و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (نادی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Bannayan et al., 2013؛ Sharma Natu et al., 2006). تاریخ کاشت می‌تواند بر همزمانی مراحل رشد و گلدهی گیاهان با شرایط مطلوب محیطی و جلوگیری از برخورد گیاه با تنش‌های محیطی مختلف مانند تنش خشکی و دمایی موثر باشد (عبداللهی، ۱۳۹۴؛ نظری و همکاران، ۱۳۹۴؛ Bannayan et al., 2013) و عامل مهمی در

است (نوحی، ۱۳۸۴). گزارش شده است که از بین عوامل اصلی موثر بر تعیین تاریخ کاشت، شرایط آب و هوایی به ویژه بارش بیشترین تاثیر را بر آن دارد (Bussmann *et al.*, 2016). برای تعیین تاریخ کاشت روش‌های متعددی ارائه شده است که در هر یک پارامترهای مختلفی در نظر گرفته می‌شود (Bussmann *et al.*, 2016؛ Dobor *et al.*, 2016). در مدل AquaCrop چهار گزاره الف- وقوع ۳۰ میلی‌متر بارش تجمعی؛ ب- وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش تجمعی در ۵ روز متوالی؛ ج- وقوع حداقل ۴۰ میلی-متر بارش در ده روز؛ د- وقوع بارش به میزان حداقل ۵۰ درصد تبخیر- تعرق پتانسیل در ده روز تعریف شده است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۲). عزیزی و یاراحمدی (۱۳۸۲) و محمدی (۱۳۸۴) سه تعریف الف- تاریخ وقوع پنج میلی‌متر بارش از اول مهر به شرط آن که پانزده روز بعد از آن خشک نباشد؛ ب- تاریخ وقوع ۱۵ میلی‌متر بارش از اول مهر؛ ج- تاریخ وقوع ۲۰ میلی‌متر بارش از اول مهر. بر اساس توصیه FAO (1983) تاریخ کاشت مناسب گیاهان اولین دهه‌ای است که ۳۰ میلی‌متر بارش رخ دهد (Sys *et al.*, 1991b). نوحی (۱۳۸۴) برای تعیین تاریخ کاشت گندم سه تعریف الف- اولین روز از آغاز مهر که بارش طی یک یا دو روز ۱۰ میلی‌متر باشد؛ ب- علاوه بر وقوع شرط الف، در ۳۰ روز بعدی دوره خشک بیش از ۱۰ روز حادث نشود؛ ج- اولین روز از اول مهر که طی پنج روز مجموعاً ۲۰ میلی‌متر بارش نازل شود، را ارائه نمود. کمالی و همکاران (۱۳۸۷) و کمالی و همکاران (۱۳۸۹)، عباسی و همکاران (۱۳۹۲) و حنفی (Hanafi, 2015) تاریخ وقوع اولین بارش برابر و بیشتر از ۵ میلی‌متر طی یک

افزایش بهره‌وری بارش در زراعت دیم است (توکلی، ۱۳۹۲؛ Nouri *et al.*, 2017). ژانگ و همکاران (Zheng *et al.*, 2017) نشان دادند که تاخیر در کاشت گندم کاهش بهره‌وری بارش را به دنبال دارد. کاشت زود هنگام گندم زمستانه موجب رشد عمیق‌تر سیستم ریشه و تخلیه بیشتر رطوبت خاک نسبت به کاشت دیر هنگام گردید (Darapuneni *et al.*, 2016). معمولاً بین عملکرد و طول دوره رشد همبستگی مثبتی وجود دارد اما در برخی موارد این همبستگی به دلیل مصادف شدن دوره دانه‌بندی با گرما و تنش خشکی آخر فصل منفی می‌شود (کلاته‌عربی و همکاران، ۱۳۹۰). لذا کاشت خیلی زود هنگام الزاماً موجب افزایش عملکرد گندم نمی‌گردد زیرا می‌تواند منجر به افزایش خطر وقوع دوره‌های خشک (Bussmann *et al.*, 2016؛ Bannayan *et al.*, 2013) و کاهش نسبت تعرق به تبخیر- تعرق و اثر معنی‌دار بر توزیع بارندگی در مراحل مختلف رشد (Nouri *et al.*, 2017) شود. همچنین کاهش عملکرد محصول در هر دو سمت تاریخ کاشت بهینه گندم گزارش شده است (Andarzian *et al.*, 2015). احمدامینی و همکاران (۱۳۹۰)، احمدی و همکاران (۱۳۸۷)، احمدی و همکاران (۱۳۸۹) و اولیور و آناندل (Olivier and Annandale, 1998) نشان دادند که اثر عوامل اقلیمی به ویژه دما و طول روز بر سرعت نمو و میزان تولید ماده خشک گندم تاثیر زیادی دارد. متأسفانه کشاورزان به دلیل انتخاب زمان نامناسب کاشت گندم خسارات قابل توجهی می‌بینند (فرجی و همکاران، ۱۳۹۱). تاریخ شروع بارش یکی از مهمترین عوامل تعیین تاریخ کاشت غلات زمستانه

یا دو روز متوالی در فصل پاییز و اشرف طلیعی و بهرامی (۱۳۸۲) اولین تاریخ وقوع بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر که طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر را به عنوان تاریخ کاشت گندم دیم در نظر گرفتند. پژوهشگران علوم زراعی بهترین تاریخ کاشت گندم در شیراز (ممتازی و امام، ۱۳۸۵)، اهواز (سلامات، ۱۳۸۸)، منطقه بردسیر کرمان (امیری و همکاران، ۱۳۸۹)، نیشابور (جعفرنژاد، ۱۳۸۸؛ جعفرنژاد و شریف‌الحسینی، ۱۳۸۹)، منطقه مغان (مهرپویان و همکاران، ۱۳۸۹)، گرگان (حجاریپور و همکاران، ۱۳۹۴؛ بی‌نام، ۱۳۹۰)، مراغه (توکلی، ۱۳۹۲؛ توکلی، ۱۳۹۱)، اسلام‌آباد غرب استان کرمانشاه (نیازی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۱)، اردبیل (قنبری و همکاران، ۱۳۹۱) و استان خوزستان (نادری، ۱۳۹۲) را در مقیاس مزرعه تعیین نمودند. همچنین نوحی (۱۳۸۴) و محمدی (۱۳۸۴) بهترین تاریخ کاشت گندم دیم به ترتیب در کرج و استان ایلام و مقامی‌مقیم و همکاران (۱۳۹۲) تاریخ کاشت و برداشت گندم در خراسان شمالی را بر اساس داده‌های بارش به دست آوردند.

دما مهمترین عامل پیش‌برنده نمو گیاه به شمار می‌رود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۹). برای تشریح رابطه بین طول دوره رشد و دما مفهوم درجه-روز رشد (Growing Degree Day or GDD) ارائه شده است (Bazgeer et al., 2007؛ Nuttonson, 1955). گزارش شده است که درجه-روز بهترین شاخص پیش‌بینی مراحل نمو مختلف گندم می‌باشد (Bazgeer؛ Hundal et al., 1997؛ Hodges, 1991) که (et al., 2007؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۹) که همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارد (Khan et

al., 2010) و در مدل‌های زراعی معتبر مانند DSSAT مورد استفاده قرار گرفته است (ماهر و کاشانی و همکاران، ۱۳۸۹). این شاخص وجود یک رابطه خطی بین رشد و دما را نشان می‌دهد (کلاته-عربی و همکاران، ۱۳۹۰). تلفیق دما و زمان در محاسبه درجه-روز رشد دلیل برتری آن نسبت به تقویم زراعی در پیش‌بینی مراحل نمو می‌باشد (مین‌باشی‌معینی و همکاران، ۱۳۹۰). مقدار درجه-روز با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد (امام، ۱۳۸۳؛ ساری‌صراف و همکاران، ۱۳۸۸؛ Hundal et al., 1997؛ Bazgeer et al., 2007).

$$GDD = \sum \left(\frac{T_{Max} + T_{Min}}{2} - T_{base} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه T_{min} و T_{max} درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه (سانتی‌گراد) و T_{base} درجه حرارت پایه یا دمای آستانه گیاه (پایین‌ترین درجه حرارتی که فرض می‌شود پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد) است. چنانچه میانگین دمای روزانه برابر یا کمتر از دمای آستانه گردد، مقدار درجه-روز صفر در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر روزهایی که در آن درجه-روز رشد صفر یا منفی باشد، در رشد گیاه تاثیری ندارد. دمای پایه برای گیاهان مختلف بین صفر تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و عموماً ۶/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Sys et al., 1991a). برای گندم این دما بین صفر تا ۵ درجه سانتی‌گراد است (Sys et al., 1991a). در عین حال، دمای پایه گندم توسط دوبور و همکاران (Dobor et al., 2016)، جلال‌کمالی و همکاران (۱۳۸۶)، ساری-صراف و همکاران (۱۳۸۸)، کلاته‌عربی و همکاران (۱۳۹۰)، مین‌باشی‌معینی و همکاران (۱۳۹۰) و

گندم برای شش رقم بین ۲۳۰۰ تا ۲۳۶۳ (آشنا و همکاران، ۱۳۹۴)، برای ۸۱ رقم آزاد شده در سال-های ۱۳۰۹ تا ۱۳۸۵ بین ۲۰۷۶ تا ۲۲۶۵ (جودی، ۱۳۹۲)، برای چهار رقم در تاریخ کاشت‌های مختلف بین ۱۹۸۵ تا ۲۵۷۰ (قنبری و همکاران، ۱۳۹۱) و برای ارقام دیم و رقم زاگرس در اقلیم گرم و خشک شمال به ترتیب ۲۳۹۲ و ۲۲۸۰ (جلال‌کمالی و همکاران، ۱۳۸۶) گزارش شد. همچنین کلاته‌عربی و همکاران (۱۳۹۰) درجه-روز مورد نیاز دو رقم گندم در منطقه گرگان را برای ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیکی به ترتیب ۱۲۲۰ و ۲۰۶۰ به دست آوردند. نظر به اهمیت پیش‌بینی مراحل نموی در بهینه‌سازی مدیریت مزرعه (مین‌باشی‌معینی و همکاران، ۱۳۹۰)، پژوهش حاضر به منظور پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت و برداشت و زمان وقوع مراحل نموی و طول دوره آنها در سطح اراضی کشاورزی استان گلستان بر اساس داده‌های بارش و دما و میزان انطباق آن با پژوهش‌های زراعی در مقیاس مزرعه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

دوره آماری و ایستگاه‌های منتخب: پس از بررسی پراکندگی جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی استان گلستان و طول دوره آماری آنها، داده‌های بارش دمای کمینه و بیشینه روزانه ۳۰ ایستگاه هواشناسی (پنج ایستگاه سینوپتیک و سه ایستگاه باران‌سنجی سازمان هواشناسی و ۲۲ ایستگاه تبخیرسنجی شرکت آب منطقه‌ای) در دوره آماری مشترک ۱۳۹۴-۱۳۷۰ (۲۵ سال) اخذ شد. شکل (۱) پراکندگی ایستگاه‌ها در سطح استان را نشان می‌دهد. تکمیل و تطویل داده‌ها در دوره آماری با استفاده از

همکاران (۱۳۹۱)، بای و همکاران (۱۳۹۱)، عباسی و همکاران (۱۳۹۲) و آشنا و همکاران (۱۳۹۴) دمای صفر درجه سانتی‌گراد، توسط پناهی و همکاران (۱۳۹۳) برای هشت رقم مختلف گندم در منطقه گرگان دمای ۰/۲۲ درجه سانتی‌گراد، توسط نوذری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) دمای ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، توسط زینلی و همکاران (۱۳۸۹) برای ۱۲ رقم بین ۲-۲/۹ درجه سانتی‌گراد، توسط توکلی (۱۳۹۲) برای گندم و جو بین ۳-۵ درجه سانتی‌گراد، توسط احمدی (۱۳۸۷) به نقل از بیدادی و همکاران (۱۳۹۴) برای رقم کوه‌دشت که بیشترین سطح زیر کشت را در استان گلستان دارد، دمای ۳/۴۲ درجه سانتی‌گراد، توسط امام (۱۳۸۳) دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، توسط فرج‌زاده‌اصل و همکاران (۱۳۹۰) و ناتسون (Nuttonson, 1955) دمای ۴/۵ درجه سانتی‌گراد، توسط سبحانی و کریم‌زاده (۱۳۹۴)، جودی (۱۳۹۲)، بازگیر و همکاران (۲۰۰۷)، شارما و همکاران (Sharma et al., 2004) و دورنبوس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و توسط اندرزیان و همکاران (Andarzian et al., 2015) دمای ۹/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. همچنین پژوهشگران مقدار درجه-روز مورد نیاز عبور گیاه گندم از هر یک از مراحل رشد را متفاوت گزارش کرده‌اند (جدول ۱). رحمانی و همکاران (۱۳۹۴) طول دوره رشد گندم را بر اساس ۲۳۰۰ درجه-روز تعیین نمودند. خان و همکاران (Khan et al., 2010) میزان درجه-روز رشد در تاریخ کاشت بهینه که موجب بیشینه عملکرد گندم گردید را ۲۰۹۵ بدست آورد. درجه-روز مورد نیاز برای کاشت تا رسیدگی

شهرستان‌های مختلف استان گلستان توسط پژوهشگران زراعی انجام شده بود، جمع‌آوری گردید و با نتایج این پژوهش مقایسه گردید. لازم به ذکر است که به دلیل نوع پژوهش امکان تحلیل آماری کلاسیک وجود ندارد و معیار ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج تعیین میزان انحراف یا تطابق مقدار متغیر مورد بررسی در پژوهش مزرعه‌ای (بر اساس محل انجام آزمایش و مختصات جغرافیایی آن) با نقشه پهنه‌بندی حاصل از این پژوهش می‌باشد.

ترسیم نقشه پهنه‌بندی

پس از تعیین تاریخ کاشت و برداشت و زمان وقوع مراحل نموی و محاسبه طول هر یک از مراحل رشد با احتمال وقوع ۷۵ درصد در ایستگاه‌های هواشناسی استان، جهت ترسیم نقشه پهنه‌بندی در سطح کل اراضی استان از نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۳ و روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) استفاده شد. این روش توسط پژوهشگران مختلف برای میان‌یابی متغیرهای محیطی - اقلیمی مورد استفاده قرار گرفته است (بیدادی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ عینی و همکاران، ۱۳۹۱؛ بای و همکاران، ۱۳۹۱). در پایان تمامی نقشه‌ها بر اساس نقشه اراضی کشاورزی استان برش خورد. لازم به ذکر است که در این پژوهش نقشه اراضی کشاورزی استان از روی نقشه کاربری اراضی استان، که بر اساس تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM ماهواره لندست ۵ سال ۲۰۱۰ تهیه شده بود، استخراج گردید (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). بر مبنای این نقشه وسعت کل اراضی کشاورزی استان گلستان ۷۶۳ هزار هکتار می‌باشد.

منظور پارامترهای اگرواکولوژی مختلف (تاریخ کاشت و تاریخ وقوع هر یک از مراحل نموی شامل تاریخ سبز شدن، تاریخ گلدهی و تاریخ رسیدگی) برای هر یک از سال‌ها و هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه تعیین گردید. سپس تاریخ‌های بدست آمده به تاریخ ژلیوسی تبدیل گردید. در مرحله بعد داده‌ها به محیط ماژول DISTRIB از بسته نرم‌افزاری SMADA 6 وارد شد و توزیع‌های احتمالاتی مختلف بر آنها برازش داده شد. سپس بر اساس توزیعی که بر اساس آزمون نکوئی برازش بیشترین تطابق را با داده‌ها داشت، مقدار پارامتر مورد نظر با احتمال وقوع ۷۵ درصد برآورد شد.

تاریخ کاشت

در پژوهش حاضر تاریخ کاشت بر اساس معیار اولین تاریخ وقوع بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر انتخاب شد. اگرچه بارش‌های مهر و آبان در ذخیره رطوبتی به ویژه در لایه‌های پایین خاک تاثیر دارد ولی برای جوانه‌زنی بذر وقوع حداقل بارش در ماه آذر جهت افزایش رطوبت لایه بالایی ضروری است.

طول مراحل رشد

جهت تعیین تاریخ دقیق وقوع مراحل مختلف نموی گندم دیم از معیار درجه-روز رشد کمالی و همکاران (۱۳۸۹) و درجه حرارت پایه صفر درجه سانتی‌گراد استفاده شد

صحت‌سنجی و اعتبارسنجی نتایج

به منظور بررسی صحت نتایج و اعتبارسنجی آن، پژوهش‌های مختلفی که در مقیاس مزرعه در زمینه تعیین تاریخ کاشت و زمان وقوع و طول دوره‌های نموی گندم (به ویژه رقم‌های متداول گندم دیم) در

نتایج و بحث

مساحت پهنه‌های مختلف تاریخ کاشت و برداشت گندم دیم در شهرستان‌های مختلف استان و طول دوره‌های مختلف نموی و کل فصل رشد و نقشه پهنه‌بندی آنها به ترتیب در جدول (۲) و شکل‌های (۲) تا (۴) ارائه شده است.

تاریخ کاشت

تاریخ کاشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد بر اساس وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در سطح اراضی کشاورزی استان از ۱۰ آذر آغاز شده و تا ۲ دی ماه ادامه دارد (پنجره تاریخ کاشت ۲۳ روز). در همین راستا، حجارپور و همکاران (۱۳۹۴) بهترین تاریخ کشت گندم در شهرستان گرگان را با استفاده از آنالیز خط مرزی ۱۰ آذر بدست آوردند که با نتایج این پژوهش همخوانی بسیار نزدیکی دارد. همچنین پنجره تاریخ کاشت بهینه گندم در اهواز ۳۰ روز گزارش شد (Andarzian et al., 2015). گزارش شده است که هر روز تاخیر در کشت گندم در گرگان و بندرگز موجب کاهش عملکرد دانه به میزان به ترتیب ۲۲ و ۴۷ کیلوگرم بر هکتار می‌گردد (حجارپور و همکاران، ۱۳۹۴؛ نکاحی و همکاران، ۱۳۹۳b). تاریخ کاشت درصد کمی (۴ درصد) از وسعت اراضی کشاورزی استان پس از ۲۶ آذر می‌باشد. همچنین بیشترین فراوانی تاریخ کاشت (حدود ۹۱ درصد وسعت استان) در فاصله ۱۶ تا ۲۵ آذر و میانگین وزنی آن در استان ۲۱ آذر می‌باشد. بر اساس نتایج، در حالی که تاریخ کاشت در نیمه شمالی و مناطق دشتی استان نیمه دوم آذر می‌باشد، در مناطق جنوبی و ارتفاعات این زمان در نیمه اول آذر فرا می‌رسد که

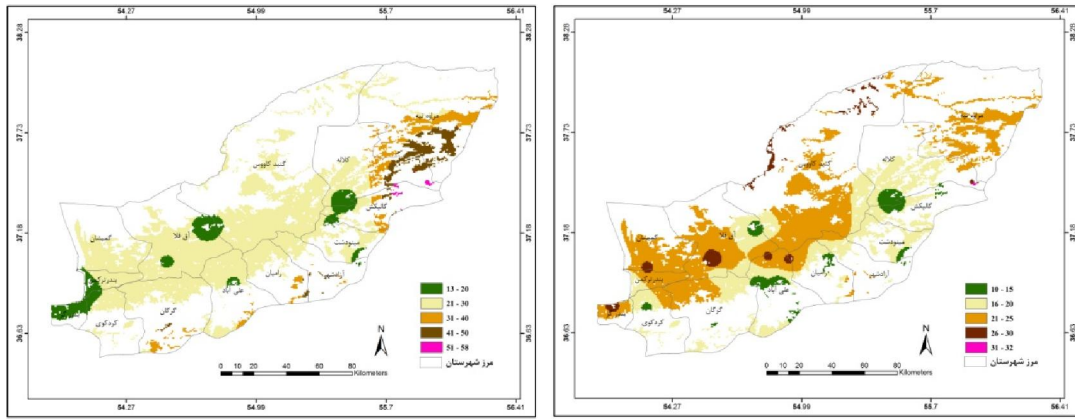
علت آن وقوع بیشتر و زودتر بارش‌های پاییزه در نیمه جنوبی در مقایسه با مناطق دشتی نیمه شمالی استان است. ترابی و همکاران (۱۳۹۱) محدوده تاریخ کاشت گندم شهرستان گرگان را بین ۲۳ آبان تا ۱۰ دی و احتمال وقوع ۵۰ درصد آن را ۱۵ تا ۲۶ آذر گزارش کردند که با نتایج این پژوهش در محدوده شهرستان گرگان (که تقریباً تمام شهرستان در بازه ۱۶ تا ۲۵ آذر می‌باشد) همخوانی بسیار نزدیکی دارد. نتایج بررسی شش تاریخ کاشت گندم در منطقه گرگان نشان داد که تاریخ کاشت نیمه آذر از برتری معنی‌داری نسبت به تاریخ کاشت‌های انتهایی آذر و انتهایی آبان برخوردار است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (بی‌نام، ۱۳۹۰). بهترین تاریخ کاشت گندم در استان گلستان نیمه اول آذر اعلام شده است (بی‌نام، ۱۳۹۰). همچنین تاریخ کشت گندم توسط رضوان‌طلب و همکاران (۱۳۹۵) طی مستندسازی فرآیند تولید در ۱۴۰ مزرعه در شهرستان‌های مختلف استان گلستان بین ۱۵ آذر تا اول دی و توسط نکاحی و همکاران (۱۳۹۳a,b) در بررسی مدیریت زراعی ۴۵ مزرعه در شهرستان بندرگز بین ۱۰ آذر و ۱۰ دی (۵۰ درصد کشاورزان بین ۱۵ تا ۱۸ آذر) گزارش گردید. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که نتایج پژوهش حاضر در زمینه پهنه‌بندی تاریخ کشت گندم با نتایج پژوهش‌های مزرعه‌ای و میدانی مطابقت بسیار نزدیکی دارد.

تاریخ برداشت

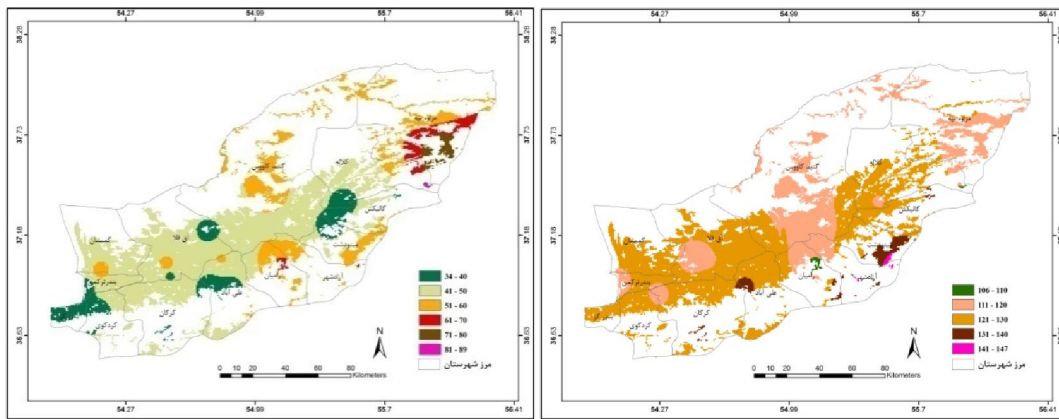
بر اساس نتایج، تاریخ برداشت (رسیدگی) گندم دیم در سطح مناطق کشاورزی استان با احتمال وقوع ۷۵ درصد بین ۱۳ خرداد تا ۲۸ تیر (طول دوره

جدول ۲- مساحت پهنه‌های مختلف تاریخ‌های کاشت و برداشت و طول مراحل نمو گندم دیم در سطح اراضی کشاورزی استان گلستان (کیلومتر مربع)

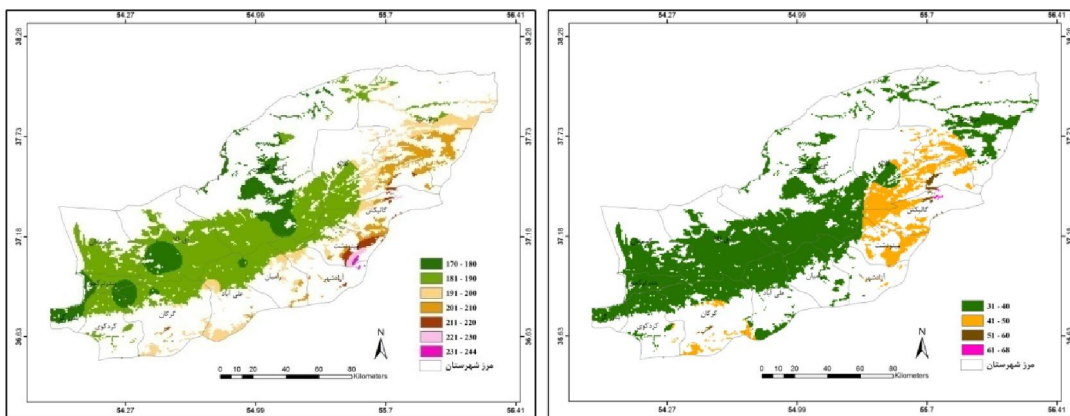
استان	گالیکین	مینودشت	آزادشهر	رامیان	علی‌آباد	گرگان	کردکوی	بندرگز	بندرزکین	گیشان	آق‌قلا	گنبد کاووس	کاله	مراوه‌تپه	حدود پهنه	پارامتر
۴۰۹	۶۹	۲۰	۳	۳۱	۱۰۷	۱۰	۱۷	۰	۰	۰	۴۵	۵	۱۰۱	۰	۱۰ تا ۱۵ آذر	تاریخ کاشت
۲۶۹۶	۲۰۵	۲۷۶	۱۲۱	۱۵۰	۲۲۵	۲۸۳	۱۷۱	۱۲	۵۳	۰	۳۴۶	۳۴۵	۴۷۹	۳۱	۱۶ تا ۲۰ آذر	
۴۲۳۵	۰	۱	۶۵	۱۱۸	۱۴۸	۲۹۰	۷۳	۹۷	۱۸۵	۴۹۵	۷۰۹	۱۳۱۹	۵۳	۶۸۲	۲۱ تا ۲۵ آذر	
۲۸۷	۰	۰	۰	۱۰	۲۴	۰	۰	۲۴	۸	۲۴	۸۰	۱۱۳	۴	۰	۲۶ تا ۳۰ آذر	
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۱ تا ۲ دی	
۷۰۵	۶۸	۴۳	۳	۰	۲۶	۰	۴۹	۱۳۴	۶۳	۳	۱۷۶	۳۵	۱۰۵	۰	۱۳ تا ۲۰	تاریخ رسیدگی
۵۹۳۹	۱۳۰	۲۵۰	۱۶۹	۲۶۹	۴۵۶	۵۲۲	۲۱۲	۱۸۳	۵۱۷	۱۰۰۴	۱۷۴۷	۳۳۴	۱۴۵	۳۱	۲۱ تا ۳۱	
۵۸۷	۵۱	۴	۷	۲۸	۲۱	۵۳	۰	۰	۰	۰	۰	۹۹	۳۲۳	۱۰ تا ۱۰ تیر		
۳۸۱	۱۴	۰	۱۰	۱۱	۰	۷	۰	۰	۰	۰	۰	۹۴	۲۴۵	۱۱ تا ۲۰ تیر		
۱۹	۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۰	۲۱ تا ۲۸ تیر		
۸۸۶	۱۱۷	۶۲	۰	۰	۱۳۱	۴۳	۱۱۵	۱۳۴	۳۲	۰	۱۰۶	۲۰	۱۲۶	۰	۳۴ تا ۴۰	طول دوره سبز شدن (روز)
۴۸۱۰	۱۲۵	۱۰۷	۶۲	۱۳۱	۳۴۸	۵۴۰	۱۴۶	۰	۱۹۸	۴۷۷	۱۰۲۹	۱۲۲۱	۴۰۵	۲۱	۴۱ تا ۵۰	
۱۵۲۲	۳۱	۱۲۹	۱۲۵	۱۵۸	۲۴	۰	۰	۰	۱۶	۴۳	۴۶	۵۴۱	۶۷	۳۴۴	۵۱ تا ۶۰	
۲۶۵	۰	۰	۳	۲۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰	۲۱۱	۶۱ تا ۷۰	
۱۴۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱۳۷	۷۱ تا ۸۰	
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۰	۸۱ تا ۸۹	
۲۶	۰	۰	۰	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۱۰۶ تا ۱۱۰	طول دوره گلدهی (روز)
۲۵۸۹	۱	۱	۱۵۰	۱۶۰	۰	۵۸	۲۴	۰	۷۴	۳۱	۲۷۰	۱۱۷۳	۶۱	۵۸۶	۱۱۱ تا ۱۲۰	
۴۷۶۸	۲۶۳	۱۶۳	۱۸	۱۱۱	۴۵۷	۵۰۴	۲۳۷	۱۳۳	۱۷۳	۴۸۹	۹۱۰	۶۰۹	۵۷۷	۱۲۶	۱۲۱ تا ۱۳۰	
۲۲۹	۱۰	۱۲۱	۱۵	۱۵	۴۷	۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳۱ تا ۱۴۰	
۲۱	۰	۱۳	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۱ تا ۱۴۷	
۶۲۹۵	۳	۵۷	۱۷۶	۳۰۹	۴۸۳	۴۷۶	۲۵۶	۱۳۳	۲۴۷	۵۱۹	۱۱۸۰	۱۷۶۸	۱۵۲	۵۳۶	۴۰ تا ۳۱	طول دوره رسیدن (روز)
۱۲۷۴	۲۴۵	۲۴۰	۱۴	۰	۲۱	۹۸	۵	۰	۰	۰	۰	۱۴	۴۶۰	۱۷۷	۴۱ تا ۵۰	
۵۵	۱۷	۰	۰	۰	۰	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹	۰	۵۱ تا ۶۰	
۸	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۱ تا ۶۸	
۱۴۰۵	۰	۰	۷	۱۱	۱۱	۹۸	۴۱	۱۲۶	۹۳	۲۱	۲۷۹	۷۲۰	۰	۰	۱۷۰ تا ۱۸۰	طول کل فصل رشد (روز)
۴۵۸۸	۱۲۳	۱۰۰	۱۱۳	۲۱۵	۳۳۶	۳۸۳	۲۲۰	۷	۱۵۴	۴۹۹	۹۰۱	۱۰۶۲	۳۶۶	۱۰۸	۱۸۱ تا ۱۹۰	
۸۹۳	۵۶	۳۶	۴۸	۵۶	۱۴۶	۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳۷	۳۲۳	۱۹۱ تا ۲۰۰	
۵۷۴	۷۲	۴۰	۱۱	۲۷	۱۰	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۲	۲۸۲	۲۰۱ تا ۲۱۰	
۱۱۲	۱۶	۷۰	۵	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶	۰	۲۱۱ تا ۲۲۰	
۴۸	۶	۴۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲۱ تا ۲۳۰	
۱۳	۰	۹	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۳۱ تا ۲۴۴	



شکل ۲- پهنه‌بندی تاریخ کاشت از مبدا آذر (راست) و برداشت از مبدا خرداد (چپ) گندم دیم در استان گلستان



شکل ۳- پهنه‌بندی طول دوره سبز شدن (راست) و گلدهی (چپ) گندم دیم در استان گلستان



شکل ۴- پهنه‌بندی طول دوره رسیدن (راست) و کل فصل رشد (چپ) گندم دیم در استان گلستان

اول تیر است که عمدتاً شامل مناطقی است که یا وقوع بارش مناسب برای کاشت آنها نیز با تأخیر همراه بوده است یا شامل مناطق مرتفع استان است که

برداشت ۴۶ روز) و میانگین وزنی آن ۲۶ خرداد به دست آمد. در عین حال، تاریخ برداشت فقط در ۵ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان پس از دهه

طوری که بیشترین تعداد روز تا سبز شدن به دلیل دمای پایین تر هوا مربوط به تاریخ کشت‌های دی و بهمن بود. طول دوره سبز شدن تا گلدهی گندم دیم در اراضی کشاورزی استان بین ۱۰۶ تا ۱۴۷ روز با میانگین وزنی ۱۲۲ روز به دست آمد. بر اساس نتایج طول این دوره فقط در ۳ درصد از وسعت استان بیشتر از ۱۳۰ روز است که در مناطق کوهستانی و مرتفع نیمه جنوبی استان واقع شده است. در عین حال، در حدود ۶۳ و ۳۴ درصد از مساحت اراضی کشاورزی استان دارای طول دوره سبز شدن تا گلدهی به ترتیب ۱۲۱ تا ۱۳۰ و ۱۱۱ تا ۱۲۰ روز می‌باشند. همچنین طول دوره گلدهی تا رسیدگی گندم دیم در سطح اراضی کشاورزی استان بین ۳۱ تا ۶۸ روز است. طول این مرحله در حدود ۸۳ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان بین ۳۱ تا ۴۰ روز، در حدود ۱۷ درصد بین ۴۱ تا ۵۰ روز و در کمتر از یک درصد بیشتر از ۵۰ روز است. همچنین میانگین وزنی طول دوره رسیدگی در استان ۳۷ روز می‌باشد. طول دوره رشد (کاشت تا رسیدگی) گندم دیم در مناطق مختلف اراضی کشاورزی استان گلستان بین ۱۷۰ تا ۲۴۴ روز با میانگین وزنی ۱۸۷ روز است. بیشترین فراوانی (۶۰ درصد) طول دوره رشد مربوط به طول دوره ۱۸۱ تا ۱۹۰ روز است در حالی که کمتر از ۱۰ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان دارای طول دوره رشد بیشتر از ۲۰۰ روز می‌باشد. کلاته‌عربی و همکاران (۱۳۹۰) تعداد روز تا رسیدگی دو رقم گندم در منطقه گرگان را برای تاریخ‌های کاشت ۱۰ و ۳۰ آذر به ترتیب ۱۸۲ و ۱۶۵/۵ روز به دست آوردند. عطارباشی و همکاران (۱۳۸۱) تعداد روز تا گلدهی و تا تعداد روز تا برداشت ۱۱ رقم گندم دیم

از دمای پایین تری برخوردار می‌باشند و در نتیجه تعداد روزهای بیشتری نیاز دارند تا درجه-روز رشد مورد نیاز برای رسیدگی فیزیولوژیکی را دریافت نمایند. همچنین تاریخ برداشت ۷۸ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان در دهه آخر خرداد می‌باشد. در پژوهشی ترابی و همکاران (۱۳۹۱) محدوده تاریخ برداشت گندم در شهرستان گرگان را بین ۱۳ تا ۳۱ خرداد و احتمال وقوع ۵۰ درصد آن را ۱۸ تا ۲۵ خرداد گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مبنی بر وقوع این مرحله در دهه آخر خرداد در حدود ۹۰ درصد از وسعت اراضی کشاورزی شهرستان گرگان، همخوانی بسیار نزدیکی دارد. همچنین نکاحی و همکاران (۱۳۹۳a,b) تاریخ برداشت گندم در ۴۵ مزرعه شهرستان بندرگز را بین ۱۵ تا ۲۹ خرداد (۵۰ درصد کشاورزان بین ۲۳ تا ۲۵ خرداد) گزارش کردند که مطابقت نزدیکی با نتایج این پژوهش دارد.

زمان وقوع و طول مراحل نموی: طول دوره سبز شدن گندم دیم در مناطق کشاورزی استان گلستان بین ۳۴ تا ۸۹ روز با میانگین وزنی ۴۷ روز می‌باشد. همچنین بیشترین فراوانی (۶۳ درصد) طول دوره سبز شدن مربوط به طول دوره ۴۱ تا ۵۰ روز و کمترین فراوانی مربوط به طول دوره بیشتر از ۶۰ روز (در مجموع ۵ درصد وسعت اراضی کشاورزی استان) است که متعلق به شهرستان‌های کلاله و مراوه‌تپه است. مقایسه شکل (۲-راست) و (۳-راست) نشان می‌دهد که مناطقی که تاریخ کشت زودتری دارند عموماً دارای طول دوره سبز شدن کمتری هستند. در همین راستا، پناهی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که تاریخ کشت اثر معنی‌داری بر روز تا سبز شدن ارقام مختلف گندم در منطقه گرگان دارد به

سوقی و همکاران (۱۳۹۴) برای چهار رقم مختلف در منطقه علی‌آباد به ترتیب ۱۲۲، ۱۷۰ و ۴۸ روز بدست آمد که عموماً با نتایج این پژوهش مشابهت نزدیکی دارد.

نتیجه‌گیری

بیشترین فراوانی و میانگین وزنی تاریخ کاشت گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد بر اساس وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در محدوده اراضی کشاورزی استان گلستان به ترتیب بین ۲۵-۱۶ و ۲۱ آذر می‌باشد. تاریخ برداشت گندم (رسیدگی) در مناطق مختلف استان بین ۱۳ خرداد تا ۲۸ تیر و میانگین وزنی آن ۲۶ خرداد به دست آمد. طول دوره سبز شدن گندم بین ۳۴ تا ۸۹ روز با میانگین وزنی ۴۷ روز، طول دوره سبز شدن تا گلدهی بین ۱۰۶ تا ۱۴۶ روز با میانگین وزنی ۱۲۲ روز و طول دوره گلدهی تا رسیدگی بین ۳۱ تا ۶۸ روز با میانگین وزنی آن ۳۷ روز بود. طول دوره کاشت تا رسیدگی گندم دیم در مناطق مختلف استان گلستان بین ۱۷۰ تا ۲۴۴ روز به دست آمد که میانگین وزنی آن ۱۸۷ روز است. صحت‌سنجی نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهشگران علوم زراعی در مقیاس مزرعه نشان داد که نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شده از دقت مناسبی برخوردار می‌باشد. بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی، در حالی که تاریخ کاشت در نیمه جنوبی و ارتفاعات استان دهه دوم آذر ماه می‌باشد، در مناطق شمالی استان این تاریخ در دهه سوم آذر ماه فرا می‌رسد که علت آن وقوع بیشتر و زودتر بارش‌های پاییزه در نیمه جنوبی در مقایسه با مناطق دشتی شمال استان است. همچنین تأخیر در برداشت در بخش‌های کمی از مناطق جنوبی و شرقی استان به واسطه دمای پایین‌تر

در گرگان را برای یک فصل رشد با دمای بالاتر و ۲۷ درصد بارش کمتر نسبت به میانگین درازمدت (که منجر به تنش خشکی و کوتاه شدن فصل رشد می‌گردد) به ترتیب ۱۲۱ و ۱۶۲ روز به دست آوردند. ترابی و همکاران (۱۳۹۱) نیز میانگین طول دوره کاشت تا برداشت گندم در مناطق مختلف شهرستان گرگان را ۱۸۴ روز گزارش نمود. نتایج پژوهش‌های مورد اشاره با یافته‌های این پژوهش که میانگین وزنی طول دوره رشد گندم دیم در شهرستان گرگان را با احتمال وقوع ۷۵ درصد حدود ۱۸۵ روز برآورد می‌کند همخوانی نزدیکی دارد. دستمالچی و همکاران (۱۳۹۰) و ماهرو کاشانی و همکاران (۱۳۸۹) تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی گندم در منطقه کلالة را حدود ۱۸۰ روز گزارش کردند. تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی و طول دوره رسیدگی گندم توسط دوگونچی و همکاران (۱۳۹۴) برای رقم کوهدشت در منطقه گنبد به ترتیب ۱۲۶، ۱۵۵ و ۲۹ روز، توسط راحمی‌کاریزی و همکاران (۱۳۹۴) برای رقم آزاد شده در گرگان در فاصله سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ به ترتیب بین ۱۳۱-۱۱۰، ۱۴۹-۱۶۶ و ۲۹-۳۵ روز، توسط یوسفی‌داز و همکاران (۱۳۹۳) برای رقم مروارید طی دو سال زراعی در منطقه گرگان به ترتیب ۱۲۸، ۱۷۶ و ۴۸ روز، توسط شهبازی و همکاران (۱۳۸۹) برای رقم برتر و ۵ رقم ضعیف از بین ۶۲ رقم ولاین مورد بررسی در منطقه گرگان به ترتیب ۱۵۸ و ۱۶۹، ۱۲۲ و ۱۳۶ و ۳۶ و ۳۳ روز، توسط صالحی و مساوات (۱۳۸۷) برای ۲۵ ژنوتیپ در منطقه شور آق‌قلا و غیرشور گرگان به ترتیب ۱۲۳-۱۱۴ و ۱۱۹-۱۱۱، ۱۶۱-۱۵۷ و ۱۶۸-۱۶۴ و ۳۸ و ۴۶ روز و توسط

مناطق مرتفع و در نتیجه افزایش تعداد روزهای لازم برای تأمین درجه-روز رشد مورد نیاز برای رسیدگی فیزیولوژیکی اتفاق می افتد.

منابع

- احمدامینی طویی، کامکار بهنام، سلطانی افشین. ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر ضرائب تخصیص ماده خشک در ارقام مختلف گندم. تولید گیاهان زراعی ۴(۱): ۱۵۰-۱۳۱
- احمدی منصوره، کامکار بهنام، سلطانی افشین، زینلی ابراهیم. ۱۳۸۷. تعیین مهمترین جزء عملکرد دانه گندم در تاریخ‌های کاشت مختلف. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵(۳): ۱۳-۱
- احمدی منصوره، کامکار بهنام، سلطانی افشین، زینلی ابراهیم، عرب‌عامری راحله. ۱۳۸۹. تأثیر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیکی ارقام گندم و رابطه آن با تولید عملکرد. پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۷(۲): ۱۲۲-۱۰۹
- اشرف‌طلیعی علی، بهرامی نوذر. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر بارندگی و درجه حرارت بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه. مجله علوم خاک و آب ۱۷(۱): ۱۱۳-۱۰۶
- آشفته پریساسادات، مساح‌بوانی علی‌رضا. ۱۳۸۸. تاثیر عدم قطعیت تغییر اقلیم بر دما و بارش حوضه آیدوغموش در دوره ۲۰۶۹-۲۰۴۰ میلادی. دانش آب و خاک ۱۹-۱(۲): ۹۸-۸۵
- آشنا محمد، کافی محمد، جعفرنژاد احمد، شریفی حمیدرضا. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و نیتروژن بر مراحل نمو ارقام گندم و رابطه آن با عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه نیشابور. تولید گیاهان زراعی ۸(۴): ۱۶۲-۱۴۳
- آقایاری فیاض، فرجی ابوالفضل، کردکتولی علی‌رضا. ۱۳۹۴. بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سویا به تاریخ کاشت، دما و ساعات آفتابی. بوم‌شناسی کشاورزی ۷(۴): ۵۶۲-۵۴۷
- امام یحیی. ۱۳۸۳. زراعت غلات. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۷۳ ص
- امیری عادل، توحیدی عنایت‌الله، جواهری محمدعلی، محمدی‌نژاد قاسم. ۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ کاشت، رقم و ازتوباکتر بر عملکرد گندم در منطقه بردسیر. به‌زراعی کشاورزی ۱۲(۱): ۱۹-۱۱
- بای ناصر، منتظری مجید، گندمکار امیر، عطایی هوشمند. ۱۳۹۱. مطالعه پتانسیل اراضی کشت گندم دیم در استان گلستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله آمایش جغرافیایی فضا ۲(۴): ۴۲-۱۹
- بیدادی محمدجواد، کامکار بهنام، عبدی امید، کاظمی حسین. ۱۳۹۴. ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی حوضه قره‌سو). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۵(۱): ۱۴۳-۱۳۱
- بی‌نام. ۱۳۹۰. دستورالعمل فنی مرحله کاشت و داشت زراعت گندم در استان گلستان. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، ۳۵ ص
- بی‌نام. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳؛ جلد اول: محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۶۳ ص

- پناهی محمدحسن، سلطانی افشین، زینلی ابراهیم، کلاته‌عربی مهدی، نه‌بندانی علی‌رضا. ۱۳۹۳. مدل‌سازی واکنش سبز شدن ارقام گندم به دما در شرایط مزرعه. تحقیقات بذر ۴(۲): ۶۱-۷۰
- ترابی بنیامین، سلطانی افشین، گالشی سراله، زینلی ابراهیم. ۱۳۹۱. مستندسازی فرآیند تولید گندم در گرگان. پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۹(۴): ۱۹-۴۲
- توکلی علیرضا. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت و آبیاری محدود بر عملکرد و اجزای عملکرد پنج رقم گندم در مراغه. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۲(۶): ۸۷-۹۶
- توکلی علیرضا. ۱۳۹۲. بررسی اثر تاریخ کاشت و تک آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم جو دیم. زراعت دیم ایران ۱(۴): ۵۳-۶۸
- توکلی علی‌رضا، لیاقت عبدالمجید، علیزاده امین. ۱۳۹۲. بررسی موازنه آب خاک، تاریخ کشت و عملکرد گندم با استفاده از مدل AquaCrop در شرایط دیم و آبیاری محدود. تحقیقات مهندسی کشاورزی ۱۴(۴): ۴۱-۵۶
- جعفرنژاد احمد. ۱۳۸۸. تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت برای ارقام گندم نان دارای تیپ‌های رشد متفاوت در نیشابور. به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۵(۲): ۱۱۷-۱۳۵
- جعفرنژاد احمد، شریف‌الحسینی محمد. ۱۳۸۹. عکس‌العمل ارقام بهار گندم به تاریخ‌های متفاوت کاشت پائیزه در نیشابور. پژوهش‌های زراعی ایران ۸(۶): ۹۸۳-۹۹۴
- جلال‌کمالی محمدرضا، شریفی حمیدرضا، خدارحمی منوچهر، جوکار رامبد، ترکمان هما، قویدل ناصر. ۱۳۸۶. تغییرات مراحل نمو و روابط آن با عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در شرایط مزرعه I: فنولوژی. نهال و بذر ۲۳(۴): ۴۴۵-۴۷۲
- جودی مهدی. ۱۳۹۲. بررسی رابطه زمان وقوع و طول مراحل مختلف نمودی با توان تولید دانه در ارقام زراعی گندم‌های ایران. تولید گیاهان زراعی ۶(۴): ۹۹-۱۱۶
- حجاریپور امیر، سلطانی افشین، ترابی بنیامین. ۱۳۹۴. استفاده از آنالیز خط مرزی در مطالعات خلاء عملکرد: مطالعه موردی گندم در گرگان. تولید گیاهان زراعی ۸(۴): ۱۸۳-۲۰۱
- دستمالچی علی، سلطانی افشین، لطیفی ناصر، طینلی ابراهیم. ۱۳۹۰. برآورد پارامترها و ارزیابی مدل CropsSyst-Wheat برای ارقام استان گلستان. تولید گیاهان زراعی ۴(۲): ۶۳-۸۰
- دوگونچی عبدالرحمان، بیابانی عباس، صبوری حسین، قلی‌زاده عبداللطیف، محمداسمعیلی مجید، رومانی اعظم، جعفرزاده محمدرضا. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف ژنولیت و کود اوره با باکتری آزوسپریلیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان. یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی ۱(۱): ۴۱-۵۳
- راحی کاریزکی علی، گالشی سراله، سلطانی افشین. ۱۳۹۴. ارزیابی بهبود سرعت و دوره پر شدن دانه طی فرآیندهای اصلاحی در ارقام گندم. پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۲(۱): ۲۳-۳۸
- رادمهر محمد. ۱۳۷۶. فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۰۱ ص
- رحمانی میترا، جامی‌الاحمدی مجید، شهیدی علی، هادی‌زاده‌ازغندی مصطفی. ۱۳۹۴. تأثیر تغییر اقلیم بر طول

- مراحل رشد و نیاز آبی گیاه گندم و جو (مطالعه موردی: دشت بیرجند). بوم‌شناسی کشاورزی ۷(۴): ۴۴۳-۴۶۰
- رضوان‌طلب نصیبه، سلطانی افشین، زینلی ابراهیم، دیلم‌صالحی رضا. ۱۳۹۵. مستندسازی فرآیند تولید گندم در استان گلستان. یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی ۲(۲): ۱-۱۶
- زینلی ابراهیم، سلطانی افشین، گالشی سراله، ساداتی سیدجعفر. ۱۳۸۹. دماهای کاردینال، واکنش به دما و دامنه بردباری دمایی جوانه‌زنی بذر در ارقام گندم. تولید گیاهان زراعی ۳(۳): ۲۳-۴۲
- ساری‌صراف بهروز، بازگیر سعید، محمدی غلام‌حسن. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی. جغرافیا و توسعه ۱۳: ۲۶-۵
- سبحانی بهروز، کریم‌زاده سارا. ۱۳۹۴. تعیین نواحی آگروکلیمایی کشت گندم دیم بر مبنای شاخص‌های اقلیمی در استان کردستان. جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای ۱۵: ۱۷-۳۲
- سلامات ناجیه. ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام دیررس گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی ۱(۳): ۳۷-۵۰
- سوقی حبیب‌اله، کریمی احمدرضا، سهرابی علی. ۱۳۹۴. مقایسه لاین‌های امیدبخش گندم نان در شرایط زارعین شهرستان علی‌آباد استان گلستان. یافته‌های تحقیقاتی در بهبود تولیدات گیاهان زراعی ۱(۲): ۳۱-۳۸
- شهبازی مریم، کلاته‌عربی مهدی، حسنی‌فر علی‌محمد. ۱۳۸۹. مطالعه گندم‌های بومی ایران در اراضی شور استان گلستان. علوم گیاهان زراعی ایران ۴۱(۳): ۴۴۷-۴۵۸
- صالحی معصومه، مساوات سیدافشین. ۱۳۸۷. معیار‌گزینش ژنوتیپ‌های گندم تحت تنش شوری در استان گلستان. تولید گیاهان زراعی ۱(۴): ۱۹-۳۳
- عباسی فاطمه، احترامیان کوروش، خزانه‌داری لیلی، محمدنیا قرایی سهراب، اثمیری مرتضی. ۱۳۹۲. مکان‌یابی مناسب‌ترین مناطق کشت گندم دیم (مطالعه موردی: استان خراسان شمالی). پژوهش‌های اقلیم‌شناسی ۴(۱۴-۱۳): ۵۷-۷۲
- عبداللهی عبدالوهاب. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد گندم نان در شرایط دیم. زراعت دیم ایران ۴(۲): ۹۹-۲۲۱
- عزیزی قاسم، یاراحمدی داریوش. ۱۳۸۲. بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل رگرسیونی (مطالعه موردی دشت سیلخور). پژوهش‌های جغرافیایی ۴۴: ۲۹-۲۳
- عطارباشی محمدرضا، گالشی سراله، سلطانی افشین، زینلی ابراهیم. ۱۳۸۱. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه گندم در شرایط دیم. علوم کشاورزی ایران ۳۳(۱): ۲۱-۲۸
- عینی حسن، صادقی سلیمان، حسین‌زاده سیدرضا. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی پتانسیل‌های توپوکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای ۱۹: ۲۱-۴۵
- فرجی هوشنگ، گودرزی علی، اولیایی حمیدرضا، عظیمی‌گندمانی محمد. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد چند رقم گندم نسبت به تاریخ کاشت در نورآباد ممسنی. تولیدات گیاهی ۳۵(۴): ۲۹-۴۲

- قنبری احمد، روشنی حسن، توسلی ابوالفضل. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم زمستانه. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۶(۲-۲۲): ۱۴۴-۱۲۷
- کاظمی حسین، طهماسبی سروستانی زین العابدین، کامکار بهنام، شتایی شعبان، صادقی سهراب. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی زراعی- بوم‌شناختی اراضی استان گلستان جهت کشت سویا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۳(۴): ۴۰-۲۱
- کلاته‌عربی مهدی، شیخ فاطمه، سوقی حبیب‌الله، هیوه‌چی جلال‌الدین. ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم نان در گرگان. به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷(۳): ۲۹۶-۲۸۵
- کمالی غلام‌علی، صدقیانی پور علی، صداقت‌کردار عبدالله. ۱۳۸۷. بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۲(۲): ۴۸۳-۴۶۷
- کمالی غلام‌علی، ملائی پگاه، بهیار محمدباقر. ۱۳۸۹. تهیه اطلس گندم دیم استان زنجان با استفاده از داده‌های اقلیمی و GIS. نشریه آب و خاک ۲۴(۵): ۹۰۷-۸۹۴
- ماهر و کاشانی امیرحسین، سلطانی افشین، گالشی سراله، کلاته‌عربی مهدی. ۱۳۸۹. برآورد ضرایب ژنتیکی و ارزیابی مدل DSSAT برای ارقام گندم استان گلستان. تولید گیاهان زراعی ۳(۲): ۲۵۳-۲۲۹
- محمدی حسین‌مراد. ۱۳۸۴. تعیین تقویم مناسب کشت گندم دیم در استان ایلام با استفاده از شاخص شروع بارندگی. پژوهش‌های جغرافیایی ۵۱: ۳۱-۱۵
- مقامی مقیم فرشته، کریمی علی‌رضا، حق‌نیا غلام‌حسین، دوران‌دیش آرش. ۱۳۹۲. تعیین معیارهای ارزیابی به منظور شناسایی اراضی مناسب کشت محصولات دیم منطقه روئین خراسان شمالی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۵(۲): ۱۵۲-۱۴۳
- ممتازی فرحناز، امام یحیی. ۱۳۸۵. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم زمستانه رقم شیراز. علوم کشاورزی ایران ۱-۳۷(۱): ۱۱-۱
- مهرپویان مهدی، تیماس غلام، امین‌زاده غلام‌رضا. ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت و تراکم بذر بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد دو رقم گندم نان در منطقه مغان. پژوهش در علوم زراعی ۳(۹): ۴۹-۳۷
- مین‌باشی‌معینی مهدی، رحیمیان‌مشهدی حمید، باغستانی محمدعلی، علیزاده حسن‌محمد، خیرخواه میرمسعود، ناظرکاخکی سیدحسین، دیه‌جی احمد. ۱۳۹۰. تعیین فنولوژی و کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی برای مدیریت یولاف وحشی زمستانه در مزارع گندم. آفات و بیماری‌های گیاهی ۸۰(۲): ۱۶۰-۱۴۵
- نادری احمد. ۱۳۹۲. تحلیل اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم با استفاده از روش‌های وایازی. فیزیولوژی گیاهان زراعی ۵(۲۰): ۱۴-۵
- نادی محمدرضا، کامبوزیا جعفر، صوفی‌زاده سعید، مهدوی دامغانی عبدالمجید. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر تغییر عامل‌های آب و هوایی بر عملکرد گندم، جو و سیب‌زمینی در استان همدان. کشاورزی بوم‌شناختی ۴(۱): ۸۵-۷۲
- نظری محمدرضا، حسینی سید صفدر، لیاقتی هومان. ۱۳۹۴. برآورد توابع واکنش اقلیمی عملکرد گیاهان زراعی دیم

- در پهنه‌های زراعی - بوم‌شناختی شمال غرب ایران. کشاورزی بوم‌شناختی ۵۱-۶۳: (۲)۵
- نکاحی محمدزمان، سلطانی افشین، سیاهمرگویی آسیه، باقرانی ناصر. ۱۳۹۳a. بررسی عوامل موثر بر تراکم جمعیت علف‌های هرز و کاهش عملکرد ناشی از آنها در گندم: مطالعه موردی استان گلستان - روستای سرمحله بندرگز. بوم‌شناسی کشاورزی ۳۹۳-۴۰۵: (۲)۶
- نکاحی محمدزمان، سلطانی افشین، سیاهمرگویی آسیه، باقرانی ناصر. ۱۳۹۳b. خلأ عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم (مطالعه موردی: استان گلستان - بندرگز). تولید گیاهان زراعی ۱۳۵-۱۵۶: (۲)۷
- نوحی کیوان. ۱۳۸۴. تحلیل بارندگی کرج به منظور تعیین تاریخ کاشت گندم دیم. نیوار ۹۵-۱۰۳: ۵۸
- نوذری نژاد مهین، زینلی ابراهیم، سلطانی افشین، سلطانی الیاس، کامکار بهنام. ۱۳۹۲. کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی گندم در واکنش به دما و پتانسیل آب. تولید گیاهان زراعی ۱۱۷-۱۳۵: (۴)۶
- نیازی فرد علی‌شیر، زارعی سیاه‌بیدی اسدالله، رضایی‌زاد عباس. ۱۳۹۱. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نویدبخش گندم آبی در مناطق معتدل استان کرمانشاه. پژوهش در علوم زراعی ۱۷: (۱۷)۵: ۱۵-۲۹
- یوسفی‌داز مینا، سلطانی افشین، گالشی سراله، زینلی ابراهیم. ۱۳۹۳. بهینه‌سازی مدیریت نیتروژن کودی گندم در گرگان: مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن. تولید گیاهان زراعی ۸۱-۱۰۲: (۴)۷

- Bannayan M, Eyshi Rezaei E, 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
- Bazgeer S, Kamali Gh, Mortazavi A. 2007. Wheat yield prediction through agrometeorological indices for Hamedan, Iran. *Biaban (Desert Journal)* 12: 33-38
- Bussmann A, Elagib NA, Fayyad M, 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
- Darapuneni MK, Morgan GD, Shaffe OJ. 2016. Effect of planting date on distribution of seasonal forage yields in dual-purpose wheat, oats, and ryegrass crops. *Crop, Forage and Turfgrass Management* 2(1): 1-8
- Dobor L, Barcza Z, Hlasny T, Arendas T, Spitko T, Fodor N. 2016. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural and Forest Meteorology* 223: 103-115
- Doorenbos J, Kassam AH. 1979. Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper No. 33. FAO, Rome, Italy, 193 pp
- FAO. 2017. FAOSTA. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- FAO. 1983. Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture. FAO Soils Bulletin No. 52, FAO, Rome
- Hanafi A. 2015. Agro-climatology configuration of dry farming wheat using GIS (A case study: Zanjan province, Iran). *International Journal of Scholarly Research Gate* 3(2): 25-34
- Hodges T. 1991. Predicting crop phenology. CRC Press, Boca Raton, Florida, 233p
- Hundal SS, Singh R, Dhaliwal LK. 1997. Agro-climatic indices for predicting phenology of wheat (*Triticum aestivum*) in Punjab. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* 67(6): 265-286

- Khan SA, Marak HC, Gupta A, Sarmah K. 2010. Effects of dates of sowing on phenology, thermal and radiation regimes and yield of wheat. *Journal of Agrometeorology* 12(1): 53-57
- Nleya T, Rickertsen JR. 2014. Winter wheat response to planting date under dryland conditions. *Agronomy Journal* 106(3): 915-924
- Nonhebel S. 1996. Effects of temperature rise and increase in CO₂ concentration on simulated wheat yields in Europe. *Climatic Change* 34:73-90
- Nouri M, Homae M, Bannayan M, Hoogenboom G. 2017. Towards shifting planting date as an adaptation practice for rainfed wheat response to climate change. *Agricultural Water Management* 186: 108-119
- Nuttonson MY. 1955. Wheat climate relationships and use of phenology in ascertaining the thermal and photo-thermal requirements of wheat. American Institute of Crop Ecology, Washington DC, 55pp
- Olivier FC, Annandale JG. 1998. Thermal time requirements for the development of green pea (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research* 56: 301-307
- Ottman MJ, Kimball BA, White JW, Wall GW. 2012. Wheat growth response to increased temperature from varied planting dates and supplemental infrared heating. *Agronomy Journal* 104(1): 7-16
- Sharma A, Sood RK, Kalubarme MH. 2004. Agrometeorological wheat yield forecast in Himachal Pradesh. *Journal of Agrometeorology* 6:1 53-60
- Sharma Natu P, Sumesh KV, Lohot Vaibhav D, Ghildiyal MC. 2006. High temperature effect on grain growth in wheat cultivars: An evaluation of responses. *Indian Journal of Plant Physiology* 11: 239-245
- Sys IC, Van Ranst E, Debaveye J, Beernaert E. 1993. Land evaluation- Part III: Crop requirements. General Administration for Development cooperation, Agricultural Publication. No. 7, Brussels, Belgium, 199 pp
- Sys IC, Van Ranst E, Debaveye J. 1991a. 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
- Sys IC, Van Ranst E, Debaveye J. 1991b. Land evaluation- Part II: Methods in land evaluation. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication No. 7, Brussels, Belgium, 247 pp
- Zheng Z, Cai H, Yu L, 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(1): 204-217

Zoning of planting and harvesting dates and length of growth stages of rainfed wheat based on precipitation and temperature data in Golestan province

K. Kaboosi^{*1}, O. Majidi²

1- Department of Agriculture, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

2- Golestan Meteorological Administration, Gorgan, Iran

Abstract

In order to zoning of planting and harvesting dates and the length of growth stages of rainfed wheat in Golestan province, daily data of maximum and minimum temperatures and precipitation of 30 meteorological stations were used during the statistical period of 1991-2015. Due to the dependence of rainfed cultivation on the meteorological parameters, zoning maps were produced based on the probability level of 75%. Planting date and length of growth stages were determined based on the occurrence of the first precipitation equal to or more than 25 mm during a 10- day period in December and concept of Growing Degree-Days (GDD), respectively. To verify and check the validity of the results, zoning maps were compared with the various research findings obtained from farm-scale studies in Golestan province. Results showed that the highest frequency (area) and weighted average of rainfed wheat planting date in different regions were between 7th to 16th and 12th of December and for harvesting date were between 11th to 21th and 16th of June, respectively. Time duration of planting to emergence was between 34 to 89 days with a weighted average of 47 days, emergence to flowering was between 106 to 147 days with a weighted average of 122 days, flowering to maturity was between 31 to 68 days with a weighted average of 37 days and planting to maturity (total growing season) was between 170 to 244 days with a weighted average of 187 days. Regarding the occurrence of more and earlier precipitation and early appearance of cold season in the southern half and highlands of province compared to the northern plain areas, earlier planting and later harvesting dates in the southern half seem reasonable. Verification of these results with the findings of farm scale research showed that the prepared zoning maps had a good accuracy.

Keywords: Emergence, Flowering, Growing Degree-Days (GDD), Maturity, Probability

* Corresponding author: kkaboosi@yahoo.com

Received: 2017/03/10

Accepted: 2017/09/04