

## Stochastical Analysis of Phenological Timing Traits of Rainfed Wheat in Golestan Province Using Climate Parameters

Kami Kaboosi\*

\***Corresponding Author:** Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran (kkaboosi@yahoo.com)

Received: 3 October, 2018

Accepted: 22 June, 2019

### Abstract

#### Background and Objectives

Considering stochastic nature of precipitation and temperature and high dependence of the eco-phenological timing traits on them, the present study was conducted with the aim of estimating eight eco-phenological traits of rainfed wheat including planting date, emergence date, flowering date, maturity date and length of each stage of growth in Golestan province.

#### Materials and Methods

First, studied traits were determined by daily data of maximum and minimum temperature and precipitation of 33 meteorological stations in the 26-year common statistical period (1991-2016). Then, these traits were calculated based on frequency analysis by SMADA software package for 25, 50, 75, 85 and 95 percent occurrence probability level. Planting date was determined based on the first precipitation equal to or more than 25 mm over a period of 10 consecutive days in December. Also, length of each growth stages was determined based on the concept of Growing Degree-Days (GDD). Finally, zoning maps of eco-phenological traits for different occurrence probability level were produced by ArcGIS software. In order to verify estimated eco-phenological traits values, findings from various field scale researches in Golestan province were used. The results showed that estimations and zoning maps were done with good precision.

#### Results

The results showed that the effect of occurrence probability level was significant on all variables, so that with increasing occurrence probability level several important changes were observed: first, a significant postponement of dates of planting, emergence, flowering and maturity; second, a significant increase in the length of planting to emergence; and finally, a significant reduction in the length of the emergence to flowering, flowering to maturity and planting to maturity stages. Zoning maps showed that the suitable planting date for rainfed wheat in 90 percent of Golestan province area for occurrence probability levels of 25, 50 and 75 percent was before 10 December and for 85 and 95 percent occurrence probability levels in 78 and 90 percent of the province area was from 1-20 December and 21 December to 9 January, respectively. Emergence date of rainfed wheat in more than 90 percent of the Golestan province area for the occurrence probability levels of 25 to 95 percent was calculated until 20 December, until 4 January, 21 December to 19 January, 5 January to 3 February and 20 January to 18 February, respectively. Also, flowering date of rainfed wheat was obtained 4 April to 4 May in 95 percent of the province's area for 25 percent occurrence probability level, 5-20 May in 86 percent of the province's area for 50 percent occurrence probability level, 20 April to 20 May in 95 percent of



the province's area for 75 percent occurrence probability level, 5-20 May in 75 percent of the province's area for 85 percent occurrence probability level, and 5 May to 4 June in 93 percent of the province's area for 95 percent occurrence probability level. In terms of maturity date, the results showed that this date in more than 90 percent of the Golestan province's area was 21 May to 4 June for 25 percent occurrence probability level, 21 May to 20 June for 50 percent occurrence probability level, 5-20 June for 75 percent occurrence probability level, and 5 June to 5 July for 85 and 95 percent occurrence probability levels.

### **Discussion**

Based on the average of all weather stations, the increase in occurrence probability level from 25 to 95 percent (risk reduction from 75 to 5 percent) delays the suitable planting date, dates of germination, flowering, and maturity of rainfed wheat by 37, 56, 35 and 28 days, respectively. It also increases the length of planting to germination stage by 19 days while decreases the length of germination to flowering, flowering to maturity stages, and total season by 22, 8 and 10 days, respectively.

**Keywords:** Occurrence probability, Planting date, Precipitation, Temperature

## تحلیل احتمالاتی ویژگی‌های زمانی نمو گندم دیم در استان گلستان با استفاده از متغیرهای اقلیمی

کامی کابوسی\*

\*نویسنده مسئول: دانشیار، گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران  
(kkaboosi@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۱

### چکیده

بارش و دما دو عامل اساسی کنترل کننده تاریخ کشت و نمو گندم می‌باشند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف برآورد هشت متغیر اکوفنولوژیکی شامل تاریخ کشت، تاریخ سبز شدن، تاریخ گل دهی، تاریخ رسیدگی و طول هر یک از مراحل رشد گندم دیم در استان گلستان در پنج سطح احتمال وقوع ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد انجام شد. برای این منظور ابتدا این متغیرها با استفاده از داده‌های روزانه بارش و دمای کمینه و بیشینه ۳۳ ایستگاه هواشناسی برای یک دوره آماری ۲۶ ساله (۱۳۹۵-۱۳۷۰) تعیین شد. سپس مقادیر متغیرهای اکوفنولوژیکی در سطوح احتمال مختلف با تحلیل فراوانی برآورد گردید. به منظور صحت‌سنجی برآورد متغیرهای اکوفنولوژیکی از یافته‌های پژوهش‌های مختلف که در مقیاس مزرعه در استان گلستان انجام شده بود، استفاده گردید که نتایج نشان از دقت قابل قبول برآوردها و نقشه‌های پهنه‌بندی داشت. نتایج نشان داد سطح احتمال وقوع بر همه متغیرهای مورد بررسی تأثیر معنی‌دار داشت به گونه‌ای که با افزایش سطح احتمال وقوع، تعویق معنی‌دار تاریخ‌های کشت، سبز شدن، گل دهی و رسیدگی، افزایش معنی‌دار طول دوره کشت تا سبز شدن و کاهش معنی‌دار طول مرحله‌های سبز شدن تا گل دهی، گل دهی تا رسیدگی و کشت تا رسیدگی مشاهده گردید. تاریخ کشت مناسب گندم دیم در ۹۰ درصد وسعت استان گلستان برای سطوح احتمال وقوع ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد قبل از ۲۰ آذر و در ۷۸ و ۹۰ درصد وسعت استان برای سطوح احتمال وقوع به ترتیب ۸۵ و ۹۵ درصد ۳۰-۱۱ آذر و ۲۰-۱ دی بود. تاریخ سبز شدن گندم دیم در بیش از ۹۰ درصد وسعت استان گلستان برای سطوح احتمال وقوع ۲۵ تا ۹۵ درصد به ترتیب تا ۳۰ آذر، تا ۱۵ دی، ۳۰-۱ دی، ۱۶ دی تا ۱۵ بهمن و ۳۰-۱ بهمن به دست آمد. نتایج نشان داد که در بیش از ۹۰ درصد وسعت استان تاریخ رسیدگی گندم دیم با احتمال ۲۵ درصد در نیمه اول خرداد، با احتمال ۵۰ درصد در ماه خرداد، با احتمال ۷۵ درصد در نیمه دوم خرداد و با احتمال ۸۵ و ۹۵ درصد در نیمه دوم خرداد تا نیمه اول تیر اتفاق می‌افتد.

کلیدواژه‌ها: احتمال وقوع، بارش، تاریخ کشت، دما

### مقدمه

(2016). تاریخ کشت بهینه هر گیاه در یک بازه کشت (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

کشت محصولات زراعی وابسته به دو متغیر بارندگی و درجه حرارت است. بنابراین باید احتمال وقوع این دو پارامتر را همزمان در نظر گرفت (Ahmadali et al.,

(Bussmann et al., 2016). در همین ارتباط (Noohi (2005) و (Mohammadi (2005) بهترین تاریخ کشت گندم دیم به ترتیب در ایستگاه کرج و استان ایلام و (Khoshal Dastjerdi et al. (2015) تاریخ کشت و برداشت گندم در استان گلستان را بر اساس داده‌های بارش به دست آوردند.

دما مهم‌ترین عامل موثر بر نمو گیاه به شمار می‌رود و به همین دلیل در بیشتر مدل‌ها از آن به عنوان اولین عامل پیش‌برنده نمو استفاده می‌شود (Ahmadi et al., 2010). برای تشریح رابطه بین طول دوره رشد و دما مفهوم درجه-روز رشد (GDD) ارائه شده است (Bazgeer et al., 2007) که بهترین شاخص پیش‌بینی مراحل نمو گندم می‌باشد (Bazgeer et al., 2007) و در مدل‌های زراعی معتبر مانند DSSAT مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mahru et al., 2011).

اگر در طراحی یک سیستم زراعی از میانگین داده‌های هواشناسی استفاده شود، احتمال وقوع آن ۵۰ درصد خواهد بود و به این معنا است که در طول یک دوره ۱۰۰ ساله، تنها در ۵۰ سال نیاز اقلیمی سیستم زراعی تامین خواهد شد و در ۵۰ سال دیگر نیازهای سیستم زراعی بیشتر از توانایی آن خواهد بود (Nikbakht and Mir Latifi, 2002). استفاده از میانگین داده‌ها (احتمال ۵۰ درصد) در کشت آبی مناسب به نظر می‌رسد ولی در کشت دیم که عملکرد 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). در نظر گرفتن ویژگی احتمالاتی بارش در انتخاب تاریخ کشت مناسب گندم دیم توسط (Ahmadali et al. (2016) و (Khoshal Dastjerdi et al. (2015) مورد بررسی قرار گرفت.

نظر به اهمیت پیش‌بینی تاریخ کشت و مراحل نمو گندم در بهینه‌سازی مدیریت مزرعه و وابستگی آن‌ها به ویژه در کشت دیم به متغیرهای اقلیمی بارش و دما از یک سو و طبیعت احتمالاتی متغیرهای اقلیمی از سوی دیگر، پژوهش حاضر به بررسی و تعیین زمان کشت مناسب گندم دیم و

مدیریت زراعی گندم، تاریخ کشت موثرترین عامل شناخته شده است و در عین حال به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی حتی در مناطق مستعد نیز بیش از سایر جنبه‌های مدیریت زراعی در معرض تغییر است (Nazeri, 2017). کاهش عملکرد محصول در هر دو سمت تاریخ کشت بهینه گندم گزارش شده است (Andarzian et al., 2015; Farajee et al., 2013; Valipoor et al., 2010; Nazeri, 2017).

کشت تأخیری گندم به دلیل افزایش دما طی دوره پر شدن دانه و کوتاه کردن طول این دوره، تسریع مراحل نمو و فرصت ناکافی برای پر شدن کامل دانه (Avareh Shirazi et al., 2012)، علاوه بر بروز تنش گرمایی (Asadnezhad et al., 2017) موجب کاهش ارتفاع بوته (Feyzbakhsh and Soqi, 2017; Baygi et al., 2017; Valipoor et al., 2010)، طول دوره تجمع ماده خشک (Ahmadamini et al., 2011)، متوسط سرعت رشد بین سنبله‌دهی و گرده‌افشانی (Baygi et al., 2017)، سطح برگ (Baygi et al., 2017; Dastmalchi et al., 2012)، تعداد دانه در سنبله (Avareh Shirazi et al., 2012)، تعداد سنبله در مترمربع (Baygi et al., 2017; Farajee et al., 2013) و تعداد پنجه بارور (Valipoor et al., 2010)، وزن هزار دانه (Farajee et al., 2013; Valipoor et al., 2010) درصد پروتئین (Valipoor et al., 2010) و عملکرد بیولوژیکی (Feyzbakhsh and Soqi, 2010)، نیاز حرارتی مورد نیاز برای رسیدن به مراحل فنولوژیکی مختلف (Feyzbakhsh and Soqi, 2017; Ashena et al., 2015; Kalateh Arabi et al., 2011) و نهایتاً عملکرد دانه می‌شود به طوری که گزارش شده است ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۶۰ روز تأخیر در کشت گندم به ترتیب موجب ۱۸ (Avareh Shirazi et al., 2012)، ۲۳ (Amiri et al., 2010)، ۳۹ (Farajee et al., 2013)، ۵۸ (Nazeri, 2017) و ۳۳ (Baygi et al., 2017) درصد کاهش عملکرد دانه گردید.

از بین عوامل اصلی مؤثر بر تاریخ کشت شرایط آب و هوایی، به ویژه بارش بیشترین تأثیر را دارد

### متغیرهای مورد مطالعه و سطح احتمال

در پژوهش حاضر هشت متغیر آگرواکولوژی مرتبط با نمو گندم دیم شامل تاریخ‌های کشت، سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی، طول دوره کشت تا سبز شدن، طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی تا رسیدگی و طول کل دوره رشد در پنج سطح احتمال ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد محاسبه شد. برای این منظور ابتدا تاریخ‌های کشت، سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی برای هر یک از سال‌ها در هر یک از ایستگاه‌ها بر اساس تعریف ارائه شده تعیین گردید. سپس این تاریخ‌ها به تقویم ژلیوسی (Julian calendar) تقویمی است که در آن روزهای سال از اولین روز سال تا آخرین روز سال، از ۱ تا ۳۶۵ شماره‌گذاری می‌شوند. تبدیل شد. در ادامه، بر اساس تاریخ‌های به‌دست آمده، طول هر یک از مراحل رشد در سطوح احتمال مورد نظر محاسبه شد. در مرحله بعد داده‌ها به نرم‌افزار SMADA 6 وارد و توزیع‌های آماری مختلف بر آن‌ها برآزش داده شد. سپس بر اساس توزیعی که بر اساس آزمون نکوئی برآزش بیشترین تطابق را با داده‌ها داشت، مقدار این متغیرها مورد نظر با احتمال‌های وقوع مختلف برآورد شد (Kaboosi and Majidi, 2017a).

زمان وقوع مراحل نموی و طول دوره آن‌ها در سطوح احتمال مختلف در استان گلستان می‌پردازد.

### مواد و روش‌ها

#### دوره آماری و ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

با بررسی پراکنندگی و طول دوره آماری ایستگاه‌های هواشناسی استان گلستان، از داده‌های روزانه بارش و دمای کمینه و بیشینه ۳۳ ایستگاه (به ترتیب ۲۴، ۶ و ۳ ایستگاه تبخیرسنجی، سینوپتیک و اقلیم‌شناسی) در دوره آماری ۱۳۹۵-۱۳۷۰ (۲۶ سال) استفاده شد (شکل ۱).

#### تاریخ کشت مناسب و طول مراحل رشد

تاریخ کشت بر اساس معیار اولین تاریخ وقوع بارش برابر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر طی یک دوره ۱۰ روزه متوالی در ماه آذر و تاریخ وقوع مراحل نموی با استفاده از معیار درجه-روز رشد تعیین شد (Kaboosi and Majidi, 2017b). درجه-روز رشد با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Bazgeer et al., 2007).

$$GDD = \sum \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base} \right) \quad (1)$$

که در آن  $T_{max}$ ،  $T_{min}$  و  $T_{base}$  به ترتیب دمای بیشینه و کمینه روزانه و پایه (صفر) بر حسب سانتی‌گراد است.

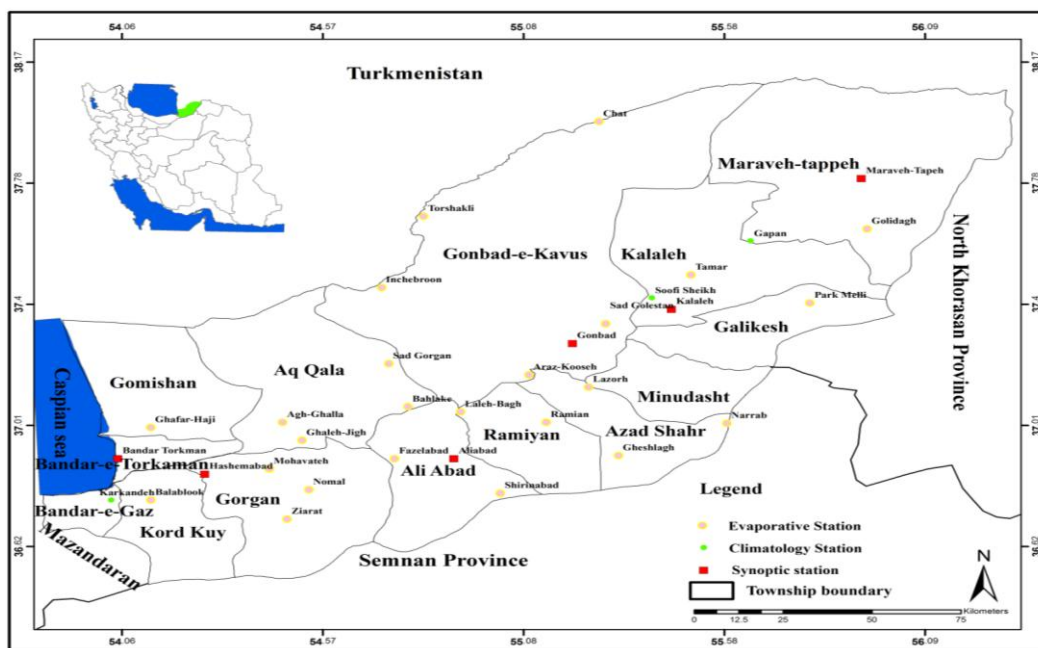


Figure 1. Location of weather stations

### تحلیل آماری و ترسیم نقشه پهنه‌بندی

آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. در این ارتباط عامل ایستگاه به‌عنوان تکرار (با ۳۳ تکرار) در نظر گرفته شد. به منظور تحلیل بهتر نتایج، نقشه پهنه‌بندی متغیرهای اکوفنولوژیکی در سطوح احتمال وقوع مختلف در سطح استان با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۳ و به روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) ترسیم شد.

### نتایج و بحث

نتایج آزمون تجزیه واریانس در جدول (۱) و مقایسه میانگین‌ها در جدول (۲) ارائه شده است. سطح احتمال وقوع بر همه متغیرها، بجز تعداد روز فصل رشد که در

سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار داشت. با توجه به این که در ۶۹ درصد دوره آماری میزان بارش ایستگاه چات در ماه‌های آذر و دی در یک دوره ده روزه متوالی کمتر از ۲۵ میلی‌متر بود، لذا امکان تعیین تاریخ کشت در این ایستگاه وجود نداشت. لازم به ذکر است که مطابق نقشه استعدادیابی اراضی کشاورزی استان گلستان برای کشت گندم دیم (Kaboosi and Majidi, 2017a) ایستگاه چات در منطقه نامستعد قرار داشت که با نتایج این پژوهش مبنی بر عدم وقوع بارش کافی برای کشت مطابقت دارد. از بین نقشه پهنه‌بندی متغیرهای مورد بررسی، به جهت اختصار، فقط نقشه‌های احتمال وقوع ۵۰ و ۹۵ درصد به ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) ارائه شده است.

**Table 1. ANOVA test results on ecophenological traits affected by occurrence probability level**

| S.O.V.*        | Planting | Germinatio | Plant. to | Flowering | Ger. to | Maturity | Flow. to | Season |
|----------------|----------|------------|-----------|-----------|---------|----------|----------|--------|
|                | Date     | n Date     | Ger.      | Date      | Flow.   | Date     | Maturity | Length |
| Between groups | 7043.34  | 15787.99   | 1856.55   | 6062.10   | 2465.52 | 3705.42  | 299.15   | 721.61 |
| Within groups  | 91.73    | 265.51     | 236.53    | 194.76    | 109.51  | 206.57   | 17.28    | 298.86 |
| C.V.           | 0.92     | 0.55       | 0.58      | 0.39      | 0.11    | 0.76     | 0.13     | 0.09   |
| Sig. level     | 0.000    | 0.000      | 0.000     | 0.000     | 0.000   | 0.000    | 0.000    | 0.050  |

\* Freedom degrees of between and within groups are 4 and 155, respectively.

**Table 2. Means comparison of ecophenological traits of rainfed wheat at different occurrence probability levels**

| Ecophenological trait         | Type       | Occurrence probability level (%) |                     |                     |                      |                     |
|-------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                               |            | 25                               | 50                  | 75                  | 85                   | 95                  |
| Planting date <sup>1</sup>    | Calculated | 2.88 <sup>d</sup>                | 7.19 <sup>d</sup>   | 14.94 <sup>c</sup>  | 24.00 <sup>b</sup>   | 40.13 <sup>a</sup>  |
|                               | Actual     | 3 <sup>d</sup>                   | 7 <sup>d</sup>      | 15 <sup>c</sup>     | 24 <sup>b</sup>      | 40 <sup>a</sup>     |
| Germination date <sup>2</sup> | Calculated | 21.28 <sup>e</sup>               | 31.25 <sup>d</sup>  | 44.94 <sup>c</sup>  | 57.09 <sup>b</sup>   | 77.97 <sup>a</sup>  |
|                               | Actual     | 22 <sup>e</sup>                  | 32 <sup>d</sup>     | 45 <sup>c</sup>     | 57 <sup>b</sup>      | 78 <sup>a</sup>     |
| Planting to germination       | Calculated | 18.41 <sup>d</sup>               | 24.06 <sup>cd</sup> | 30.00 <sup>bc</sup> | 33.09 <sup>ab</sup>  | 37.84 <sup>a</sup>  |
|                               | Actual     | 19 <sup>d</sup>                  | 24 <sup>cd</sup>    | 30 <sup>bc</sup>    | 33 <sup>ab</sup>     | 38 <sup>a</sup>     |
| Flowering date <sup>3</sup>   | Calculated | 29.59 <sup>e</sup>               | 39.19 <sup>d</sup>  | 47.69 <sup>c</sup>  | 55.50 <sup>b</sup>   | 64.94 <sup>a</sup>  |
|                               | Actual     | 30 <sup>e</sup>                  | 39 <sup>d</sup>     | 48 <sup>c</sup>     | 56 <sup>b</sup>      | 65 <sup>a</sup>     |
| Germination to flowering      | Calculated | 127.31 <sup>a</sup>              | 126.94 <sup>a</sup> | 121.75 <sup>b</sup> | 117.41 <sup>b</sup>  | 105.97 <sup>c</sup> |
|                               | Actual     | 128 <sup>a</sup>                 | 127 <sup>a</sup>    | 122 <sup>b</sup>    | 118 <sup>b</sup>     | 106 <sup>c</sup>    |
| Maturity date <sup>4</sup>    | Calculated | 9.19 <sup>c</sup>                | 15.63 <sup>c</sup>  | 22.53 <sup>b</sup>  | 28.47 <sup>b</sup>   | 36.75 <sup>a</sup>  |
|                               | Actual     | 9 <sup>c</sup>                   | 16 <sup>c</sup>     | 23 <sup>b</sup>     | 29 <sup>b</sup>      | 37 <sup>a</sup>     |
| Flowering to maturity         | Calculated | 41.59 <sup>a</sup>               | 38.44 <sup>b</sup>  | 36.84 <sup>bc</sup> | 34.97 <sup>cd</sup>  | 33.81 <sup>d</sup>  |
|                               | Actual     | 42 <sup>a</sup>                  | 39 <sup>b</sup>     | 37 <sup>bc</sup>    | 35 <sup>cd</sup>     | 34 <sup>d</sup>     |
| Season length                 | Calculated | 187.31 <sup>a</sup>              | 189.44 <sup>a</sup> | 188.59 <sup>a</sup> | 185.47 <sup>ab</sup> | 177.63 <sup>b</sup> |
|                               | Actual     | 188 <sup>a</sup>                 | 190 <sup>a</sup>    | 189 <sup>a</sup>    | 186 <sup>ab</sup>    | 178 <sup>b</sup>    |

Dates were defined based on solar calendar. Hence, <sup>1</sup> and <sup>2</sup> represent days after the 22 Nov. and <sup>3</sup> and <sup>4</sup> represent days after the 21 March and the 22 May, respectively.

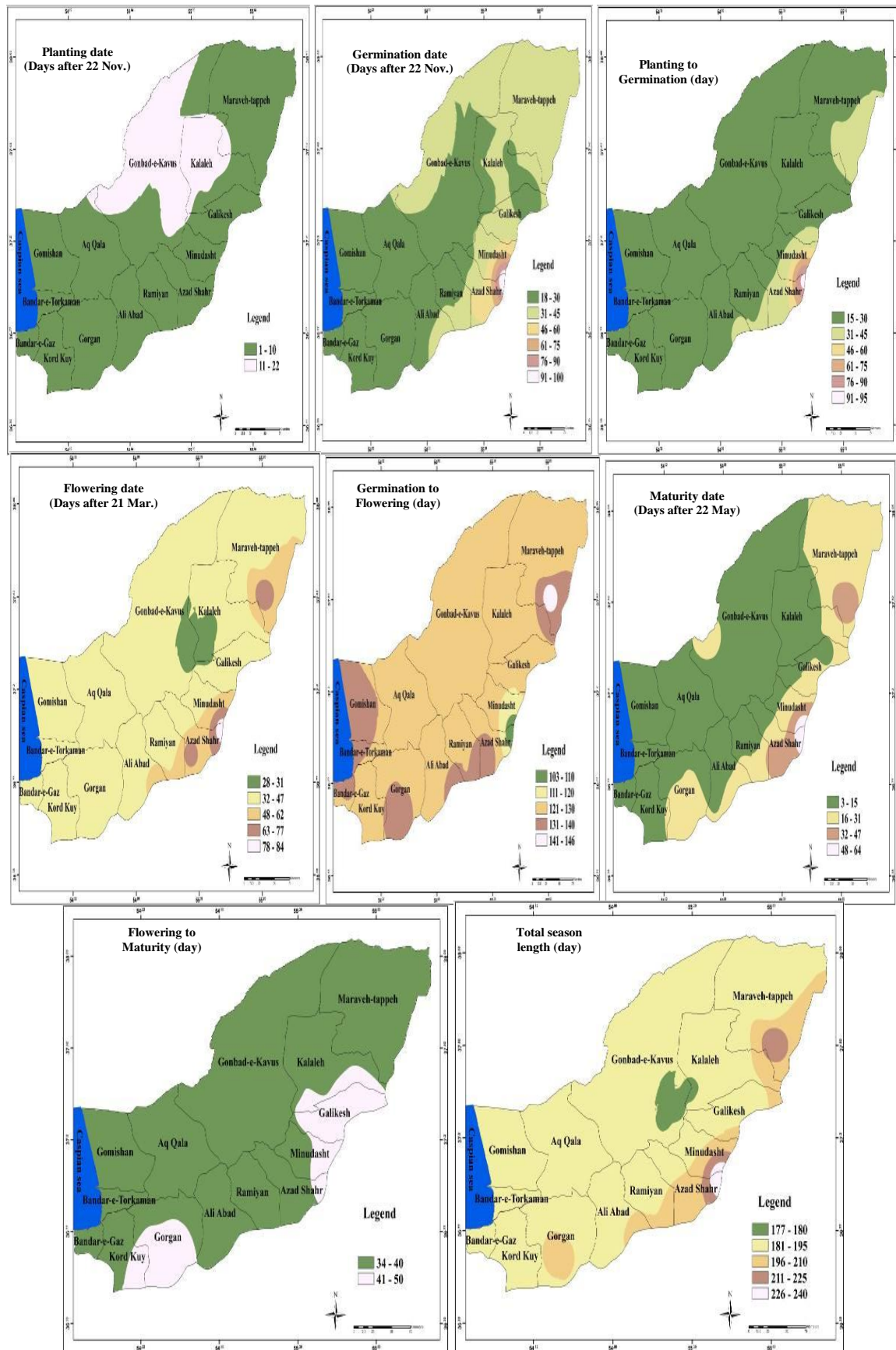


Figure 2. Zoning of different ecophenological traits of rainfed wheat at 50% occurrence probability level

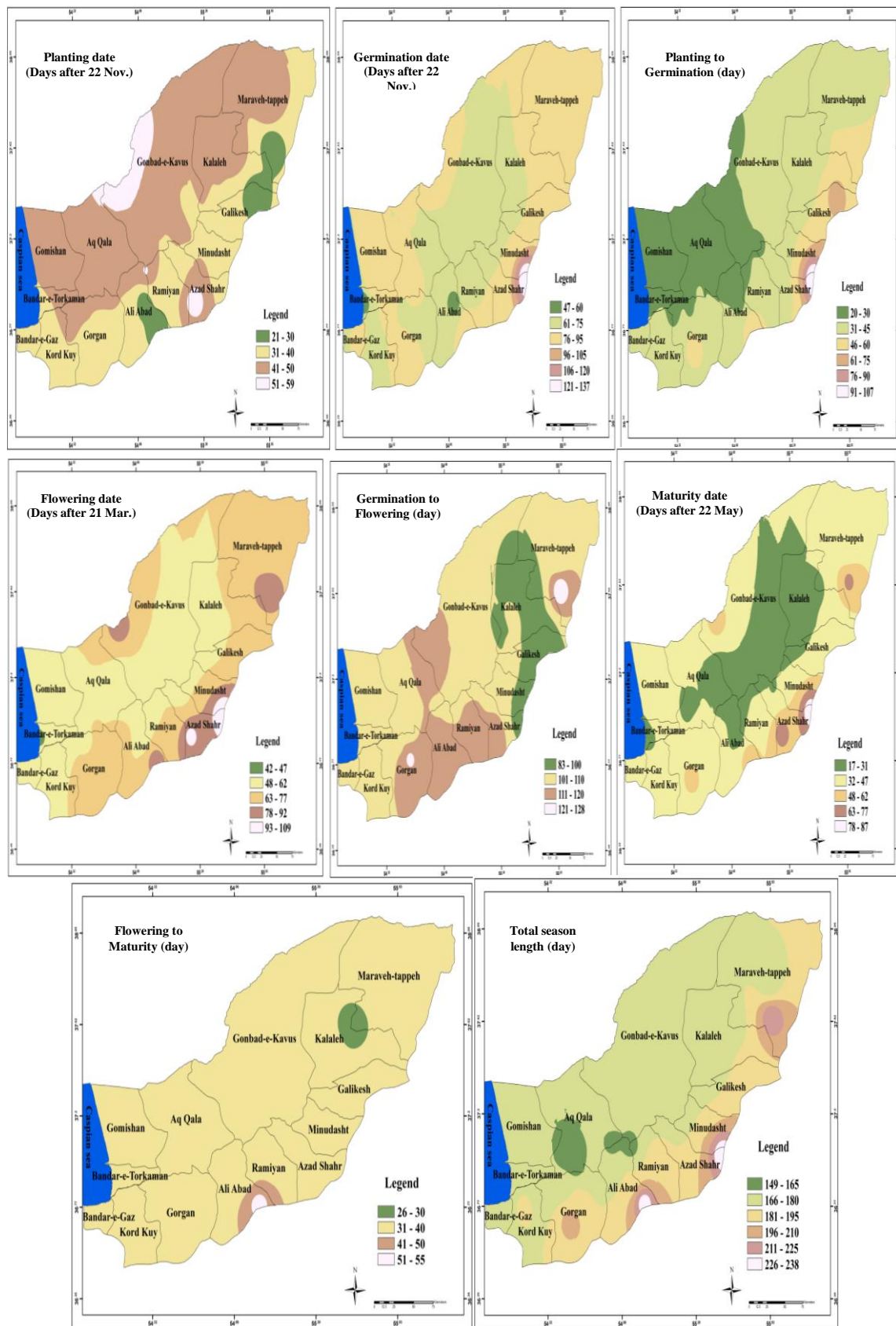


Figure 3. Zoning of different ecophenological traits of rainfed wheat at 95% occurrence probability



### صحت‌سنجی نتایج

به منظور بررسی صحت نتایج و اعتبارسنجی آن، از نتایج پژوهش‌های زراعی در مقیاس مزرعه که در آن تاریخ وقوع مراحل نموی و طول مراحل شد گندم دیم در استان گلستان ارائه شده بود، استفاده شد. لازم به ذکر است که به دلیل نوع پژوهش 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 and Majidi, 2017b).

در بررسی مدیریت زراعی مزارع گندم شهرستان‌های گرگان (Torabi et al., 2012) و بندرگز (Nekahi et al., 2014)، تاریخ کشت در ۵۰ درصد از مزارع مورد بررسی به ترتیب بین ۱۵-۲۶ و ۱۵-۱۸ آذر گزارش شد که بسیار نزدیک به تاریخ کشت مناسب گندم در ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان گرگان شامل زیارت، محوطه امور آب، نومل و هاشم‌آباد (۲۱-۱۰ آذر) و ایستگاه هواشناسی کارکنده شهرستان بندرگز (۱۷ آذر) است. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که نتایج پژوهش حاضر در زمینه تاریخ کشت مناسب گندم با نتایج پژوهش‌های مزرعه‌ای و میدانی تحت مدیریت زارعین مطابقت بسیار نزدیکی دارد و کشاورزان شهرستان‌های گرگان و بندرگز با درک صحیح از نقش بارش پاییزه و با شناخت تجربی از توزیع زمانی بارش‌های منطقه، تاریخ کشت گندم را به درستی انتخاب می‌نمایند. آن‌ها همچنین تاریخ برداشت گندم را در سطح مزارع این شهرستان‌ها به ترتیب ۳۱-۱۳ و ۲۹-۱۵ خرداد گزارش کردند که با نتایج این پژوهش (۲۵-۱۵ خرداد در ایستگاه‌های شهرستان گرگان و ۲۲ خرداد در ایستگاه کارکنده بندرگز) همخوانی بسیار نزدیکی دارد.

مطابق نقشه‌های پهنه‌بندی، در سطح احتمال وقوع ۷۵ درصد، تاریخ کشت مناسب، طول دوره کشت تا سبز شدن، طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی تا رسیدگی و طول فصل رشد گندم دیم نسبت به

وسعت کل اراضی کشاورزی به ترتیب در بیش از ۹۰ درصد مساحت قبل از ۲۰ آذر، در ۹۵ درصد مساحت کمتر از ۴۵ روز، در ۹۸/۵ درصد مساحت بین ۱۴۰-۱۱۱، در ۹۴/۶ درصد مساحت بین ۴۰-۳۱ روز و در ۷۰/۲ درصد مساحت بین ۱۹۵-۱۸۱ روز به‌دست آمد. این نتایج با یافته‌های (Kaboosi and Majidi (2017b) که نشان دادند این ویژگی‌ها به ترتیب در حدود ۹۱ درصد مساحت بین ۲۵-۱۶ آذر، در ۶۳ درصد مساحت بین ۵۰-۴۱ روز، در ۹۷ درصد مساحت بین ۱۳۰-۱۱۱ روز، در ۸۳ درصد مساحت بین ۴۰-۳۱ روز و در ۶۰ درصد از مساحت بین ۱۹۰-۱۸۱ روز می‌باشد، مطابقت نزدیکی دارد.

میانگین طول دوره کشت تا برداشت گندم در مناطق مختلف شهرستان گرگان ۱۸۴ روز (Torabi et al., 2012) و تعداد روز تا رسیدگی دو رقم گندم در منطقه گرگان برای تاریخ‌های کشت ۱۰ و ۳۰ آذر به ترتیب ۱۸۲ و ۱۶۵/۵ روز (Kalateh Arabi et al., 2011) گزارش شد. این نتایج با نقشه‌های پهنه‌بندی پژوهش حاضر که نشان می‌دهد طول کل دوره رشد گندم دیم در محدوده شهرستان گرگان برای تمام سطوح احتمال وقوع، به جز ۹۵ درصد، ۱۹۵-۱۸۱ روز است همخوانی نزدیکی دارد. همچنین میانگین تعداد روز از کشت تا رسیدگی هفت رقم گندم که در تاریخ ۲۳ آذر در منطقه گرگان کشت شدند ۱۶۹ روز گزارش شد (Ahmadi et al., 2010) که مطابقت بسیار خوبی با تاریخ کشت و طول دوره کشت تا رسیدگی ایستگاه هاشم‌آباد شهرستان گرگان دارد. تعداد روز تا رسیدگی گندم در منطقه کلاله حدود ۱۸۰ روز (Mahru et al., 2011) و تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و طول دوره رسیدگی گندم رقم کوه‌دشت در منطقه گنبد به ترتیب ۱۲۶، ۱۵۵ و ۲۹ روز (Dogonchi et al., 2015)، برای ۱۶ رقم آزادشده گندم در گرگان در فاصله سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ به ترتیب بین ۱۳۱-۱۱۰، ۱۶۶-۱۴۹ و ۳۵-۲۹ روز (Rahemi Karizaki et al., 2015)، برای رقم مروارید طی دو سال زراعی در منطقه گرگان به ترتیب ۱۲۸، ۱۷۶ و ۴۸ روز (Yousefidaz et al., 2015)، برای ۵ رقم برتر و ۵

تعریف متفاوت به ترتیب ۱۱، ۱۳ و ۱۴ روز (Ahmadali et al., 2016) و ۷، ۱۰ و ۱۵ روز (Mohammadi, 2005) گزارش شد که به نتایج این پژوهش (۱۷ روز) نزدیک می‌باشد. 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 زیادی با تفاوت بین احتمال‌های ۹۵ و ۲۵ درصد استان گلستان (۳۷ روز) دارد. این اختلاف را می‌توان به تعریف متفاوت بارش مناسب برای تعیین تاریخ کشت و شرایط اقلیمی و الگوی بارش دو منطقه مربوط دانست.

تفاوت تاریخ کشت مناسب گندم دیم در مناطق مختلف استان گلستان در سطح احتمال وقوع ۵۰ و ۹۵ درصد به ترتیب ۲۲ (شکل ۲) و ۲۹ (شکل ۳) روز به دست آمد. در همین راستا، بازه تاریخ کشت مناسب گندم دیم در ایستگاه‌های هواشناسی استان‌های کردستان (Ahmadali et al., 2016)، خراسان جنوبی (Abbasi et al., 2015) و آذربایجان شرقی (Kamali et al., 2008) به ترتیب ۲۳، ۳۳ و ۳۰ روز گزارش شد که با نتایج این پژوهش همخوانی بسیار نزدیکی دارد. همچنین گزارش شده است که زارعین استان زنجان با کشت زودتر یا دیرتر از موعد گندم دیم به دلیل عدم آگاهی از زمان آغاز بارش، کاهش عملکرد را تجربه می‌کنند. تاریخ کشت مناسب گندم دیم با احتمال وقوع ۷۵ درصد در بخش عمده‌ای از استان زنجان را بین ۱۳ تا ۲۲ مهر به دست آمد در حالی که نتیجه پیمایش میدانی نشان داد که کشت گندم توسط زارعین عموماً بین ۴ تا ۱۱ مهر صورت می‌گیرد (Kamali et al., 2010). با این حال، همان‌طور که گفته شد، به نظر می‌رسد این موضوع در استان گلستان متفاوت است.

مطابق نقشه‌های پهنه‌بندی، تاریخ کشت مناسب گندم دیم در بیش از ۹۰ درصد وسعت استان گلستان برای سطوح احتمال وقوع ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد قبل از ۲۰ آذر و برای سطح احتمال وقوع ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب در ۷۸ و ۹۰ درصد وسعت استان بین ۳۰-۱۱ آذر و ۲۰-۱

رقم ضعیف از بین ۶۲ رقم و لاین مورد بررسی گندم در منطقه گرگان به ترتیب ۱۵۸، ۱۶۹، ۱۲۲ و ۱۳۶ و ۳۶ و ۳۳ روز (Shahbazi et al., 2010)، برای ۲۵ ژنوتیپ گندم در منطقه شور آق‌قلا و خاک غیرشور گرگان به ترتیب ۱۱۴-۱۲۳ و ۱۱۹-۱۱۱، ۱۶۱-۱۵۷ و ۱۶۸-۱۶۴ و ۳۸ و ۴۶ روز (Salehi and Mosavat, 2012) و برای چهار رقم گندم در علی‌آباد استان گلستان به ترتیب ۱۲۲، ۱۷۰ و ۴۸ روز (Soughi et al., 2016) گزارش شد که عموماً با نتایج این پژوهش برای سطوح احتمال وقوع مختلف مشابهت نزدیکی دارد.

### تاریخ کشت مناسب

تاریخ کشت مناسب گندم دیم در استان گلستان با احتمال وقوع‌های مختلف بین ۳ آذر تا ۱۰ دی به دست آمد. به عبارت دیگر احتمال وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در استان گلستان پیش از ۳ آذر کمتر از ۲۵ درصد است و لذا زودترین تاریخ کشت مناسب گندم دیم (۳ آذر) در این سطح احتمال (۲۵ درصد) مشاهده شد. از سوی دیگر احتمال وقوع ۲۵ میلی‌متر بارش در ده روز متوالی در استان گلستان پیش از ۱۰ دی کمتر از ۹۵ درصد است و لذا دیرترین تاریخ کشت مناسب گندم دیم (۱۰ دی) بر اساس این سطح احتمال (۹۵ درصد) به دست آمد. به این ترتیب بازه کشت گندم دیم در استان گلستان ۳۷ روز می‌باشد. بازه تاریخ کشت بهینه گندم در اهواز ۳۰ روز گزارش شد (Andarzian et al., 2015) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. نتایج نشان داد که از نظر تاریخ کشت بین احتمال‌های مختلف، بجز سطح ۲۵ و ۵۰ درصد، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد به گونه‌ای که با افزایش سطح احتمال، تاریخ کشت مناسب گندم دیم در استان گلستان به تأخیر می‌افتد که این مفهوم با نتایج پژوهش (Ahmadali et al., 2016) و (Mohammadi, 2005) و (Noohi, 2005) و (Khoshal Dastjerdi et al., 2015) مطابقت دارد. میانگین اختلاف تاریخ کشت مناسب گندم دیم ایستگاه‌های هواشناسی مختلف استان‌های کردستان و ایلام در سطح احتمال وقوع ۷۵ و ۵۰ درصد بر اساس سه

Kaboosi and Majidi (2017a) که نشان داد این ایستگاه‌ها در محدوده مناطق نامستعد کشت گندم دیم استان گلستان قرار دارند، همخوانی دارد. آن‌ها نشان دادند که میانگین دمای هوا در فاصله بین تاریخ کشت تا سبز شدن گندم دیم در ایستگاه‌های نراب و قشلاق حدود ۳ درجه سانتی‌گراد است و در بیش از ۸۰ درصد روزهای این بازه زمانی وقوع دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بسیار محتمل است.

زودترین تاریخ گل‌دهی در ایستگاه‌های واقع در نوار میانی شامل آق‌قلا، علی‌آباد، بندرترکمن، سد گرگان و کلاله در دهه اول فروردین و دیرترین تاریخ گل‌دهی نیز در ایستگاه‌های نراب (۲۹ خرداد) و قشلاق (۱۵ خرداد) مشاهده گردید. در همین ارتباط نتایج پژوهش Kaboosi and Majidi (2017a) نشان داد که در طول مرحله سبز شدن تا گل‌دهی گندم دیم در ایستگاه‌های نراب و قشلاق، میانگین دمای هوا حدود ۱۰-۸ درجه سانتی‌گراد بوده و در بیش از ۵۰ درصد روزهای این دوره زمانی وقوع دمای کمتر از ۹ درجه سانتی‌گراد محتمل است.

زودترین تاریخ رسیدگی گندم دیم در ایستگاه‌های واقع در نوار میانی استان در حدود نیمه خرداد و دیرترین تاریخ رسیدگی نیز در ایستگاه‌های نراب (۱۱ مرداد) و قشلاق و گلیداغ (۲۰ تیر) مشاهده گردید. در همین ارتباط نتایج پژوهش Kaboosi and Majidi (2017a) نشان داد که ایستگاه‌های نراب و قشلاق جزء ایستگاه‌های با کمترین میانگین دمای هوا (بین ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد) در طول مرحله گل‌دهی تا رسیدگی گندم دیم در استان گلستان می‌باشند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. بر اساس نتایج می‌توان اظهار داشت که اگر چه تاریخ کشت مناسب گندم دیم در نوار میانی به دلیل تأخیر در وقوع بارش‌های پاییزه نسبت به نوار جنوبی دیرتر است، لیکن به دلیل شرایط دمایی مطلوب‌تر مناطق میانی نسبت به مناطق مرتفع و کوهستانی جنوب استان، تاریخ وقوع مراحل سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی در آن زودتر از نوار جنوبی است.

دی است. نظر به وقوع بیشتر و زودتر بارش‌های پاییزه در مناطق جنوبی استان گلستان (به دلیل شرایط کوهستانی و تراز ارتفاعی) در مقایسه با مناطق دشتی میانی و شمالی استان، تاریخ کشت مناسب گندم دیم در ایستگاه‌های واقع در نوار جنوبی زودتر از نوار میانی بوده و نوار شمالی استان دارای دیرترین تاریخ کشت مناسب گندم دیم می‌باشند.

### تاریخ سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی

نتایج نشان داد که احتمال وقوع تاریخ‌های سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی گندم دیم در استان گلستان به ترتیب پیش از ۲۲ آذر، ۳۰ فروردین و ۹ خرداد کمتر از ۲۵ درصد و بعد از ۱۸ بهمن، ۳ خرداد و ۶ تیر کمتر از ۵ درصد (احتمال وقوع ۹۵ درصد) است و در نیمی از سال‌های دوره آماری (معادل احتمال وقوع ۵۰ درصد) تاریخ‌های سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی به ترتیب ۲ دی، ۸ اردیبهشت و ۱۶ خرداد می‌باشد. بین سطوح مختلف احتمال وقوع از نظر تاریخ‌های سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی، بجز بین سطوح احتمال وقوع ۲۵ با ۵۰ و ۷۵ با ۸۵ از نظر تاریخ رسیدگی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). گستردگی زمانی تاریخ سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی گندم دیم در سطوح احتمال وقوع ۲۵ تا ۹۵ درصد به ترتیب از ۲۲ آذر تا ۱۸ بهمن (بازه ۵۶ روز)، ۳۰ فروردین تا ۳ خرداد (بازه ۳۵ روز) و ۹ خرداد تا ۶ تیر (بازه ۲۸ روز) به دست آمد. به نظر می‌رسد که گستردگی بازه زمانی وقوع مراحل نموی مختلف در مراحل ابتدایی بیشتر از مراحل انتهایی رشد است. این موضوع را می‌توان به نقش دما در تامین درجه-روز رشد و شانس بیشتر گیاه برای جبران کمبود نیاز دمایی در مراحل بعدی نسبت داد. زودترین تاریخ سبز شدن در ایستگاه‌های نوار جنوبی استان در اوایل دی‌ماه اتفاق افتاد که علت آن را می‌توان به تاریخ کشت مناسب زود هنگام گندم دیم در این ایستگاه‌ها نسبت داد. دیرترین تاریخ سبز شدن نیز در ایستگاه‌های نراب (۱۰ اسفند) و قشلاق (۷ بهمن) به دست آمد که علت این تأخیر بسیار طولانی را می‌توان به دمای پایین دما در این مناطق مرتفع کوهستانی مربوط دانست. این نتایج با یافته‌های

### طول مراحل نموی و کل فصل رشد

نتایج نشان داد که بین برخی سطوح احتمال وقوع از نظر طول دوره‌های کشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گل‌دهی، گل‌دهی تا رسیدگی و کل فصل رشد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. با این حال، اختلاف بین کمترین (۲۵ درصد) و بیشترین سطح (۹۵ درصد) احتمال وقوع در این چهار ویژگی اکوفولوژیکی به ترتیب به میزان ۱۹، ۲۲، ۸ و ۱۲ روز از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۲). کمترین و بیشترین طول دوره کشت تا سبز شدن به ترتیب در سطح احتمال وقوع ۲۵ و ۹۵ درصد ۱۹ و ۳۸ روز بود درحالی‌که کمترین و بیشترین طول دوره‌های سبز شدن تا گل‌دهی (به ترتیب ۱۰۶ و ۱۲۸ روز)، گل‌دهی تا رسیدگی (به ترتیب ۳۴ و ۴۲ روز) و کل فصل رشد (به ترتیب ۱۷۸ و ۱۹۰ روز) گندم دیم در استان گلستان به ترتیب در سطح احتمال ۹۵ و ۲۵ درصد اتفاق افتاد و در نیمی از سال‌های دوره آماری (معادل احتمال وقوع ۵۰ درصد) طول دوره‌های کشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گل‌دهی، گل‌دهی تا رسیدگی و کل فصل رشد به ترتیب ۲۴، ۱۲۷، ۳۹ و ۱۹۰ روز بود.

طول دوره کشت تا سبز شدن به احتمال ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب در ۹۸ و ۹۰ درصد وسعت استان کمتر از ۳۰ روز و به احتمال ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب در ۹۵، ۹۳ و ۸۶ درصد وسعت استان کمتر از ۴۵ روز است. مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی تاریخ کشت و طول دوره کشت تا سبز شدن با یکدیگر نشان می‌دهد مناطقی که تاریخ کشت زودتری دارند (مناطق میانی و جنوبی استان) یا از درجه حرارت بالاتری برخوردار هستند (مناطق دشتی جنوب استان) عموماً دارای طول دوره سبز شدن کمتری هستند. در همین راستا گزارش شده است که تاریخ کشت اثر معنی‌داری بر تعداد روز تا سبز شدن ارقام مختلف گندم دارد که به دلیل تفاوت میانگین دما در تاریخ کشت‌های مختلف است به طوری که تأخیر کوتاه‌مدت در کشت موجب افزایش تعداد روز تا سبز شدن به دلیل دمای پایین‌تر هوا می‌گردد. از سوی دیگر

اطلاعات حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی نشان می‌دهد که تاریخ سبز شدن گندم دیم در ۹۶ درصد وسعت استان گلستان برای سطوح احتمال وقوع ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به ترتیب تا ۳۰ آذر، تا ۱۵ دی و ۳۰-۱ دی است درحالی‌که برای سطح احتمال وقوع ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب در ۹۱ و ۹۸ درصد وسعت استان بین ۱۶ دی تا ۱۵ بهمن و ۳۰-۱ بهمن است. همچنین تاریخ گل‌دهی گندم دیم به احتمال ۲۵ درصد در ۹۵ درصد وسعت استان بین ۱۶ فروردین تا ۱۵ اردیبهشت، به احتمال ۵۰ درصد در ۸۶ درصد وسعت استان در نیمه دوم اردیبهشت، به احتمال ۷۵ درصد در ۹۵ درصد وسعت استان در ماه اردیبهشت، به احتمال ۸۵ درصد در ۷۵ درصد وسعت استان در نیمه دوم اردیبهشت و به احتمال ۹۵ درصد در ۹۳ درصد وسعت استان بین ۱۶ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد می‌باشد. از نظر تاریخ رسیدگی نیز می‌توان دریافت که در ۹۰ درصد وسعت استان به احتمال ۲۵ درصد در نیمه اول خرداد، در ۶۸ و ۲۷ درصد وسعت استان به احتمال ۵۰ درصد به ترتیب در نیمه اول و دوم خرداد، در ۸۷ درصد وسعت استان به احتمال ۷۵ درصد در نیمه دوم خرداد، در ۷۷ و ۱۹ درصد وسعت استان به احتمال ۸۵ درصد به ترتیب در نیمه دوم خرداد و نیمه اول تیر و در ۶۲ و ۳۰ درصد وسعت استان به احتمال ۹۵ درصد به ترتیب در نیمه اول تیر و نیمه دوم خرداد رسیدگی گندم دیم اتفاق می‌افتد. در همین راستا تاریخ رسیدگی گندم دیم در ۷۸ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان گلستان با احتمال وقوع ۷۵ درصد دهه آخر خرداد برآورد گردید (Kaboosi and Majidi, 2017b) که با نتایج این پژوهش همخوانی نزدیکی دارد. در عین حال، تاریخ رسیدگی در سطوح احتمال وقوع ۷۵، ۸۵ و ۹۵ درصد فقط در کمتر از چند درصد از وسعت استان پس از نیمه تیر است که عمدتاً شامل مناطقی است که یا وقوع بارش مناسب برای کشت آن‌ها با تأخیر همراه بوده است و یا شامل مناطق مرتفع و کوهستانی استان است که از دمای پایین‌تری برخوردار هستند و در نتیجه تعداد روزهای بیشتری نیاز دارند تا درجه-روز رشد مورد نیاز برای رسیدگی فیزیولوژیکی دریافت نمایند.

تا ۶ ماه) به دست آمد. روند تغییر این ویژگی نسبت به سطح احتمال وقوع نیز مشابه ویژگی طول دوره سبز شدن تا گل دهی و طول دوره گل دهی تا رسیدگی می باشد که به دلیل آن اشاره گردید. تأخیر در کشت به دلیل افزایش سطح احتمال وقوع به طور معنی دار منجر به کوتاه تر شدن طول فصل رشد گردید (جدول ۲) که با نتیجه پژوهش Farajee et al. (2013)، Asadnezhad et al. (2017) و Yousefi Moghaddam et al. (2018) که نشان دادند به ترتیب ۳۰، ۵۰ و ۶۰ روز تأخیر در کشت موجب کوتاه تر شدن طول فصل رشد به میزان ۲۷، ۳۷ و ۶۰ روز می گردد، مطابقت دارد. در همین راستا گزارش شده است که کشت تأخیری (معادل افزایش سطح احتمال وقوع) به دلیل افزایش میانگین، حداقل و حداکثر دمای هوا و همچنین از طریق زودرسی ناشی از ایجاد تنش رطوبتی موجب کاهش روز تا گل دهی و گرده افشانی و روز تا رسیدگی و نهایتاً عملکرد گندم گردید (Feyzbakhsh and Soqi, 2017; Dastmalchi et al., 2012).

### نتیجه گیری

سطح احتمال وقوع بر همه متغیرهای اکوفولوژیکی گندم دیم در استان گلستان تأثیر معنی دار داشت به طوری که موجب تأخیر معنی دار تاریخ های کشت، سبز شدن، گل دهی و رسیدگی، افزایش معنی دار طول دوره کشت تا سبز شدن و کاهش معنی دار طول دوره های سبز شدن تا گل دهی، گل دهی تا رسیدگی و کل فصل رشد شد. نتایج پژوهش حاضر در زمینه تاریخ کشت مناسب گندم با نتایج پژوهش های مزرعه ای و میدانی تحت مدیریت زارعین مطابقت بسیار نزدیکی دارد که نشان می دهد کشاورزان استان گلستان عموماً تاریخ کشت گندم را به درستی انتخاب می نمایند. به دلیل شرایط کوهستانی و وقوع بیشتر و زودتر بارش های پاییزه در مناطق جنوبی استان، تاریخ کشت مناسب در این مناطق زودتر از مناطق میانی و شمالی است در حالی که با توجه به شرایط دمایی مطلوب تر مناطق میانی استان، تاریخ وقوع مراحل سبز شدن، گل دهی و رسیدگی در نوار میانی از نوار جنوبی استان زودتر است.

سرعت سبز شدن گندم به طور معنی داری تحت تأثیر دما قرار دارد و با افزایش دما سرعت سبز شدن افزایش می یابد. به همین دلیل تأخیر بیشتر در کشت، به دلیل مواجه نمودن گیاه با دماهای بالاتر موجب افزایش سرعت رشد طی دوره رشد رویشی شده و در نتیجه به کوتاه شدن طول دوره کشت تا سبز شدن گندم منجر می گردد (Nazeri, 2017; Ahmadi et al., 2010).

طول دوره سبز شدن تا گل دهی به احتمال ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب در ۷۵ و ۸۲ درصد وسعت استان ۱۳۰-۱۲۱ روز و به احتمال ۷۵ و ۸۵ و ۹۵ درصد به ترتیب در ۹۴ و ۷۲ درصد و ۸۵ درصد وسعت استان ۱۳۰-۱۱۱ و ۱۳۰-۱۰۱ روز به دست آمد. به عبارت دیگر، بر خلاف طول دوره کشت تا سبز شدن، با افزایش سطح احتمال وقوع طول دوره سبز شدن تا گل دهی در بیشتر پهنه ها کمتر شد که علت آن را می توان به تعویق افتادن تاریخ کشت مناسب گندم با افزایش سطح احتمال وقوع (جدول ۲) و همزمانی این مرحله با فصل گرما و افزایش دمای هوا، که موجب افزایش سرعت رشد و کاهش تعداد روزهای مورد نیاز برای رسیدن به درجه-روز رشد مورد نیاز می گردد، نسبت داد.

طول دوره گل دهی تا رسیدگی به احتمال وقوع ۲۵ درصد در ۷۹ و ۲۱ درصد وسعت استان به ترتیب ۵۰-۴۱ و ۴۰-۳۱ روز و به احتمال ۵۰ درصد در ۱۳ و ۸۷ درصد وسعت استان به ترتیب ۵۰-۴۱ و ۴۰-۳۱ روز به دست آمد در حالی که این ویژگی برای سطوح احتمال وقوع ۷۵ و ۸۵ و ۹۵ در بیش از ۹۵ درصد وسعت استان ۴۰-۳۱ روز بود. روند تغییر این ویژگی اکوفولوژیکی نسبت به سطح احتمال وقوع مشابه ویژگی طول دوره سبز شدن تا گل دهی می باشد که به دلیل آن اشاره گردید.

نتایج نشان داد که طول کل فصل رشد گندم دیم (طول دوره کشت تا رسیدگی) به احتمال وقوع ۲۵ تا ۹۵ درصد به ترتیب در ۸۲، ۸۴، ۷۰، ۵۲ و ۲۳ درصد وسعت استان ۱۹۵-۱۸۱ روز (۶ تا ۶/۵ ماه) می باشد. همچنین در ۳۴ و ۶۶ درصد وسعت استان طول کل فصل رشد به احتمال وقوع ۸۵ و ۹۵ درصد معادل ۱۸۰-۱۶۶ روز (۵/۵

دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان می‌باشد. لذا بدینوسیله از این حمایت‌ها قدردانی می‌گردد.

## سپاس‌گزاری

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی مورد حمایت

## References

- Abbasi, F., Ehteramian, K., Khazanedari, L., Mohammadnia Gharaei, Sh. and Asmari, M. (2015). Locating the most suitable dry land wheat areas (North Khorasan province). *Journal of Climate Research*, 4(13), 57-72. [In Farsi]
- Ahmadali, Kh., Hosseini Pajouh, N. and Liaghat, A. M. (2016). Determination of optimal planting date of rainfed wheat in Kurdistan province, Iran. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 28(4), 9-18. [In Farsi]
- Ahmadamini, T., Kamkar, B. and Soltani, A. (2011). The effect of planting date on partitioning coefficient in some species of wheat. *Crop Production*, 4(1), 131-150. [In Farsi]
- Ahmadi, M., Kamkar, B. Soltani, A., Zeinali, E. and Arabameri, R. (2010). The effect of planting date on duration of phenological phases in wheat cultivars and its relation with grain yield. *Journal of Plant Production Researches*, 17(2), 109-122. [In Farsi]
- Amiri, A., Tohidi Nejad, E., Javaheri, M. A. and Mohamadi Nejad, Q. (2010). Study the effect of planting time, cultivar and azetobacter on wheat yield at Bardsir region. *Journal of Crops Improvement*, 12(1), 11-19. [In Farsi]
- 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(2), 189-199.
- Asadnezhad, M., Farzaneh, M. and Meskarbashee, M. (2017). Planting date effect on yield and yield component of three wheat cultivars in competitive with wild oat. *Plant Productions*, 40(1), 55-68. [In Farsi]
- Ashena, M., Kafi, M., Jafarnejad, A. and Sharifi, H. R. (2015). Evaluation of planting date and nitrogen effects on the development stages of wheat cultivars and their relationship with yield and yield components in Nishabur. *Crop Production*, 8(4), 143-162. [In Farsi]
- Avareh Shirazi, R., Nabipoor, M. and Meskarbashi, M. (2012). Comparison of sowing and wheat seedling planting and its influence on yield and yield components. *Plant Productions*, 35(1), 91-101. [In Farsi]
- Baygi, Z., Saifzadeh, S., Shirani Rad, A. H. Valadabadi, S. and Jafarinejad, A. (2017). Effects of planting date on growth indices and yield and yield components of some wheat cultivars in Neshabur. *Applied Research in Field Crops*, 30(2), 1-18. [In Farsi]
- Bazgeer, S., Kamali, Gh. and Mortazavi, A. (2007). Wheat yield prediction through agrometeorological indices for Hamedan, Iran. *Biaban (Desert Journal)*, 12(1), 33-38.
- 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.
- Dastmalchi, A., Soltani, A. Latifi, N. and Zeinali, E. (2012). Evaluation of CropSyst-Wheat for simulating of development, growth and yield in response to planting date. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(3), 511-521. [In Farsi]
- Dogonchi, A., Biabani, A., Sabori, H., Gholizadeh, A., Mohamad Esmaili, M., Roumani, A. and Jafarzadeh, M. R. (2015). The effect of different levels of zeolite, urea fertilizer and azospirillum bacteria on yield and yield components of bread wheat. *Research Achievement for Improvement Crop Production*, 1(1), 41-54. [In Farsi]
- Farajee, H., Godarzi, A., Owliaiee, H. and Azimi Gandomani, M. (2013). Yield of assessraent some wheat cultivars to planting date in noorabad mammasani. *Plant Productions*, 35(4), 29-42. [In Farsi]
- Feyzbakhsh, M. T. and Soqi, H. (2017). Evaluating the response of yield and yield components of bread wheat genotypes to normal and late seeding dates. *Applied Research in Field Crops*, 30(1), 64-82 [In Farsi]

- 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(2), 134-154. [In Farsi]
- 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 Farsi]
- Kalateh Arabi, M., Sheikh, F., Soqi, H. and Hivehchie, J. (2011). Effects of sowing date on grain yield and its components of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Gorgan in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 27(3), 285-296. [In Farsi]
- Kamali, Gh., Mollaei, P. and Behyar, M. B. (2010). Development of Zanjan province dry land wheat atlas by using climatic data and GIS. *Water and Soil*, 24(5), 894-907. [In Farsi]
- Kamali, Gh., Sadaghiani Poor, A. and Sedaghatkerdar, A. (2008). The climatic zoning of dryland wheat in Eastern Azerbaijan. *Journal of Water and Soil*, 22(2), 467-483. [In Farsi]
- Khoshal Dastjerdi, J., Nazari, A., Ghangharmeh, A. and Fallahi, H. A. (2015). Predicting isometropia- rainfall in dry wheat implantation and cultivation in Gonbad Kavoods province. *Geographical Planning of Space*, 5(16), 169-184. [In Farsi]
- Mahru, A. H., Soltani, A., Galeshi, S. and Kalate-Arabi, M. (2011). Estimates of genetic coefficients and evaluation of model DSSAT for Golestan province. *Crop Production*, 3(2), 229-253. [In Farsi]
- Mohammadi, H. (2005). The determining suitable dry farming wheat time in Ilam province. *Geographical Research*, 37(51), 15-31. [In Farsi]
- Nazeri, M. (2017). Study on bread wheat cultivar developmental stages and canopy temperature depression changing at environmental conditions due to different sowing dates. *Applied Research in Field Crops*, 30(1), 18-29. [In Farsi]
- Nekahi, M. Z., Soltani, A., Siahmarguee, A. and Bagherani, N. (2014). Yield gap associated with crop management in wheat (case study: Golestan province- Bandargaz). *Crop Production*, 7(2), 135-156. [In Farsi]
- Nikbakht, J. and Mir Latifi, S. M. (2002). Effects of ET<sub>0</sub> computing method, probability level and length of peak water requirement period on daily reference evapotranspiration. *Iranian Journal of Soil and Waters Sciences*, 16(2), 222-230. [In Farsi]
- Noohi, K. (2005). Rainfall analysis of Karaj for determination of rainfed wheat sowing date. *Nivar*, 30(58), 95-103. [In Farsi]
- Rahemi Karizaki, A., Galeshi, S. and Soltani, A. (2015). Evaluation of improvement of rate and duration of grain filling duration inbreeding processes in wheat cultivars. *Journal of Plant Production Researches*, 22(1), 23-38. [In Farsi]
- Salehi, M. and Mosavat, S. A. (2012). Selection criteria of wheat genotypes under salt stress in Golestan province. *Crop Production*, 1(4), 19-33. [In Farsi]
- Shahbazi, M., Kalateh Arabi, M. and Hasani Far, A. (2010). Study of Iranian landraces wheat in salt-affected soils of Golestan province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(3), 447-458. [In Farsi]
- Soughi, H., Karimi, A. and Sohrabi, A. (2016). Comparison of bread wheat promising lines in farmers conditions of Aliabad region in Golestan province. *Research Achievement for Improvement Crop Production*, 1(2), 31-38. [In Farsi]
- Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E. (2012). Documenting the process of wheat production in Gorgan. *Journal of Plant Production Researches*, 19(4), 19-42. [In Farsi]
- Valipoor, M., Aynehabd, A. and Fateh, E. (2010). The effect of planting dates and different N-P-K ratios on grain yield and N use efficiency in wheat in Ahvaz. *Plant Productions*, 33(1), 33-47. [In Farsi]
- Yousefi Moghaddam, R., Khoramdel, S., Bannayan Aval, M. and Nassiri Mahallati, M. (2018). Comparison of

old and new dryland wheat cultivars in response to different planting dates. *Applied Research in Field Crops*, 31(2), 46-72 [In Farsi]

Yousefidaz, M., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E. (2015). Optimization of the nitrogen fertilizer management of wheat in Gorgan: Rate and time of nitrogen application. *Crop Production*, 7(4), 81-102. [In Farsi]