فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

۱-۱۴

مطالعه پاسخ فنولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف گندم به سطح‌های مصرف نیتروژن در دو سال متوالی

امین قرنجیک، جعفر کامبوزیا* و سعید صوفی زاده

گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴

قرنجیک، ا.، ج. کامبوزیا و س. صوفی زاده. ۱۳۹۸. مطالعه پاسخ فنولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف گندم به سطح‌های مصرف نیتروژن در دو سال متوالی. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۲): ۱۴-۱.

سابقه و هدف: گیاهان در مقابل تغییرپذیری‌های شرایط اکولوژیکی که در محدوده قابل تحمل آن‌ها رخ می‌دهد، پاسخ‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی متفاوتی نشان می‌دهند که در واقع بخشی از قابلیت توارثی آن‌هاست. این تغییرپذیری‌ها در حفظ بقاء گونه و پایداری زیست‌بوم نقش اساسی دارند. زیست‌بوم‌های کشاورزی با توجه به محدودیت شدید تنوع ژنتیکی و تنوع زیستی، بسیار شکننده هستند. در رویکرد اگرواکولوژیک، برخلاف کشاورزی رایج، شناخت دقیق مرحله‌های زندگی گیاه زراعی و دیگر موجودات زنده موجود در زیست‌بوم، مورد توجه بوده، بنابراین تلاش می‌شود که مدیریت تولید، با توجه به این مهم و نیز کاربرد بهینه از نهاده‌های کشاورزی انجام شود.

مواد و روش‌ها:بمنظور بررسی تغییرپذیری‌های فنولوژیکی، چهار ژنوتیپ گندم نان (گنبد، کریم، کوهدشت، مروارید)، در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژنی (صفر، ۶۶ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، در آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی۹۴-۱۳۹۳ و۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج و بحث: نتایج تجزیه مرکب مشاهده‌ها در دو سال آزمایش نشان داد که طول مرحله‌های رویشی و زایشی در این ژنوتیپ‌ها در دو سال آزمایش، متفاوت است و روند تاثیر مقدار اوره بر این مرحله‌ها متناسب با شرایط آب و هوایی تغییر می‌کند. با توجه به اختلاف بارندگی در این دو سال نتیجه‌گیری شد که در شرایط دمایی و رطوبتی مختلف در زیست‌بوم کشاورزی، امکان اعمال مدیریت مصرف کود، بدون تاثیر معنی‌دار بر طول دوره‌های فنولوژیکی وجود دارد. مشاهده‌های این آزمایش نشان داد که مرحله ساقه‌روی در مقایسه با مرحله‌های قبل، از پایداری بیشتری برخوردار است بطوری‌که اختلاف طول این مرحله در دو سال آزمایش فقط ۰/۶۳ روز بود و تغییرپذیری‌های ناشی از مصرف سطح‌های مختلف کود در دو سال آزمایش، اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. بنظر می‌رسد که طول این دوره کمتر از دیگرمرحله‌های رشد گندم تحت تأثیر عامل‌های محیطی است و بعبارت دیگر انتظار می‌رود که وراثت‌پذیری بالاتری داشته باشد. تغییرپذیری‌ها در مرحله آبستنی نیز بطور نسبی مشابه همین مرحله است. اگرچه مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود کمی شیب تغییرپذیری‌ها را افزایش داده، بطوری که شیب ۶۸ درصدی افزایش طول دوره از شاهد تا مصرف ۶۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره به شیب ۱۱۱/۹ درصدی تبدیل شده ولی میزان این افزایش فقط ۰/۷۵ روز است. از این مشاهده‌ها چنین استنباط می‌شود که اگرچه طول این مرحله از دوره رشدی گیاه، بیش از مرحله آبستنی تحت تأثیر عامل‌های محیطی است ولی بطورکلی، میزان این اثرپذیری، بالا نیست. مشاهده‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ارقام گندم مورد مطالعه (اعم از این که برای شرایط دیم

*Corresponding Author: *Email Address.* J_Kambouzia@sbu.ac.ir

یا با آبیاری تکمیلی معرفی شده باشند) در طول دوره رشد خود در سال دوم (پرباران) ۷/۵ تا ۸/۵ روز دیرتر از سال اول (کم باران) به مرحله‌های ظهور سنبله، گلدهی و رسیدگی دانه رسیده است. بطوری‌که اختلاف این دوسال برای مرحله ظهور سنبله بطور میانگین ۸/۳۳ روز، برای مرحله گلدهی ۷/۷۲ روز و برای مرحله رسیدگی ۷/۵۶ روز بود. روند تغییرپذیری‌های ناشی از مصرف کود در این سه مرحله در هر دو سال مشابه بود.

نتیجه‌گیری: این مطالعه با تأثیر بر مدیریت و کنترل جمعیت گونه‌های گیاهی غیرزراعی، عامل‌های بیماری‌زا (قارچ‌ها و باکتری‌ها)، حشرات و دیگر گونه‌های جانوری اکوسیستم مزرعه در مقدار و پایداری تولید محصول زراعی دارای اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: تولید پایدار، زیست‌بوم، غلات، فنولوژی.

مقدمه

کلیه رفتارهای موجودات زنده از جمله گیاهان حاصل، اثر عامل‌های توارثی و محیط زندگی آن‌هاست. ادامه حضور اعضاء زنده یک زیست‌بوم به قابلیت سازگاری آنان نسبت به تغییرپذیری‌های محیطی و دامنه تحمل به این تغییرپذیری‌ها بستگی دارد. حذف برخی از گونه‌ها و جایگزین شدن گونه‌های دیگر و ظهور پدیده توالی در اکوسیستم‌ها ناشی از همین مطلب است. گیاهان با ایجاد تغییر در طول مرحله‌های دوره زندگی خود با شرایط محیطی همسو می‌شوند (Jalalkamali *et al*., 2010). در برخی از مواقع نیز شرایط محیطی سبب فعال شدن و یا سکوت برخی از ژن‌های گیاه می‌شود. بطوری‌که موجب ظهور تغییرپذیری‌های مورفولوژیکی و حتی متابولیکی می‌گردند. تغییر جمعیت هر گونه یا گروه‌های کوچک‌تر از آن نظیر زیرگونه‌ها، نژادها و ژنوتیپ‌های جهش یافته تحت تأثیر پدیده انتخاب که بطور معمول ناشی از فشارهای محیطی اعم از فشارهای زیستی (رقابت، میزبانی از انگل‌ها و روابط موجودهای زنده در زنجیره‌های غذایی) و یا غیرزیستی نظیر تغییرپذیری‌های دمایی شدید و خشکی است؛ رخ می‌دهد. در زیست‌بوم‌های طبیعی، انتخاب، در راستای بقاء نسل موجودات زنده است. به همین دلیل در نتیجه انتخاب طبیعی، جمعیتی از ژنوتیپ‌های برتر از نظر سازگاری و انعطاف‌پذیری در برابر شرایط محیطی ایجاد می‌شود. این درحالی است که انتخاب مصنوعی که توسط انسان انجام می‌شود، افرادی با توانایی تولید بالاتر ولی بشدت آسیب‌پذیر را بوجود آورده است. در تفکر کشاورزی رایج، برای حمایت از این جمعیت‌های آسیب‌پذیر با استفاده از عملیات زراعی گوناگون مانند خاک‌ورزی، آبیاری، کاربرد سم‌ها و کودهای شیمیایی، پی در پی، این زیست‌بوم‌ها تحت فشار بیرونی قرار گرفته‌اند. نتیجه منطقی این رفتار، ایجاد جمعیت‌های آسیب‌پذیر در گیاهان زراعی و جمعیت‌های به شدت مقاوم و مهاجم در حشرات، قارچ‌ها و عوامل بیماری‌زا و گیاهان همراه (علف‌های هرز مزرعه‌ها) است. کشاورزی رایج در مقابل این مسأله راه حلی غیر از ادامه مسیر خود سراغ ندارد و به کاربرد بیشتر این مواد و اجرای بیشتر عملیات زراعی تأکید دارد. مشکل‌های پرشمار محیط زیستی و شیوع برخی از بیماری‌ها در جوامع انسانی که به نظر محققان، ناشی از تجمع مواد شیمیایی در مواد غذایی است، نتیجه این رفتار است که محققان بسیاری را برآن داشته که با مطالعه دقیق‌تر مرحله‌های زندگی گیاهان زراعی از یک سو و گیاهان همراه در مزرعه (علف‌های هرز) و قارچ‌ها و حشرات از سوی دیگر راه‌حل‌های بهتری را بیان نمایند، بطوری‌که ضمن تأمین غذای کافی، مشکل‌های ناشی از کشاورزی رایج کاهش یابد.

Sinclair (1994) نشان داد که دما مهمترین عامل پیش‌برنده نمو گیاه بشمار می‌رود و اهمیت این عامل در پیشرفت مرحله‌های نمو، مدت‌هاست که شناخته شده است. در مطالعه‌ای که (Ahmadi *et al*. 2010) انجام دادند نتایج نشان داد که تاریخ‌های کاشت و ارقام مختلف از نظر تعداد روز ازکاشت تا سبز شدن و تعداد روز از سبز شدن تا ساقه رفتن اختلاف معنی‌داری دارند. ضرایب همبستگی سرعت سبز شدن با دما نشان داد که سرعت سبز شدن در همه ارقام همبستگی بالایی با دما داشت ($R^2 \geq 0/9$) در این آزمایش سرعت ساقه رفتن تحت تأثیر دما و طول روز قرار گرفت. بر اساس نظر Wang *et al*. (1995) از بین روش‌های تعیین مرحله‌های بیولوژیکی و فنولوژیکی غلات، تنها تعداد

برگ نهایی می‌تواند تغییرپذیری‌های اساسی بیولوژیکی را به روشنی نشان دهد. همچنین روش مناسبی است که بطور مستقیم تغییرپذیری‌های فنولوژیکی نظیر انتقال ازمرحله رویشی به زایشی را منعکس می‌کند و نیز سنجه مناسب مورفولوژیکی برای تعیین نقطه تکمیل بهاره‌سازی می‌باشد (Ramezani *et al*., 2016). بررسی‌های (Arshad *et al*., 2012) نشان داد که اگر چه گندم دارای دامنه سازگاری گسترده‌ای به شرایط متفاوت آب و هوایی است، ولی بسیاری ازعامل‌های زیستی و غیرزیستی، عملکرد آن را محدود می‌سازد. تنش گرما یکی از مهمترین عامل‌های محدودکننده محیطی در تولید گندم بوده و مرحله زایشی در گندم حساس‌ترین دوره نسبت به دمای بالا است (Pradhan *et al*., 2012). بررسی ضرایب همبستگی بین عملکرد با تعداد روز از سبز شدن تا ساقه رفتن و سطح برگ با تعداد روز از سبز شدن تا ساقه رفتن نشان داد که در همه ارقام همبستگی بالایی بین تعداد روز از سبز شدن تا ساقه رفتن با سطح برگ و عملکرد وجود دارد. اینکه زمان از سبز شدن تا ساقه رفتن در گندم به هر دو عامل طول روز و دما پاسخ می‌دهد، ولی واکنش به طول روز از مرحله ساقه رفتن به بعد متوقف می‌شود از یکسو و تفاوت ارقام از نظر پاسخ به طول روز (ضریب حساسیت به طول روز) از سوی دیگر، می‌تواند عامل همبستگی بالای دوره با عملکرد و سطح برگ باشد. در نظر گرفتن تفاوت ارقام از نظر پاسخ به دما نیز می‌تواند نوسان طول این دوره‌ها درارقام مختلف را توجیه نماید در مطالعه‌ای روی ارقام ماش نتیجه‌گیری کردند که صفت‌های فنولوژیکی به شدت تحت تاثیر ژنوتیپ و شرایط اقلیمی هستند. بررسی‌ها نشان داده که هر یک از مرحله‌های رشد گیاه باید دمای بهینه و حرارت تجمعی معینی را برای ورود به مرحله بعدی دریافت کند. بنابراین باید تاریخ کاشت، عملیات زراعی و دوره رشد طوری تنظیم شود که مطابق با شرایط بهینه نمو گیاه باشد (Asadi *et al*., 2008). Tabatabee *et al*. (2013) در مطالعه‌ای که روی ارقام جو انجام دادند نشان دادند که اثر ژنوتیپ بر بیشتر صفت‌های مورفولوژیکی (به‌استثنای طول سنبله)، ویژگی‌های فیزیولوژیک (به استثنای RWC)، عملکرد دانه و سنجه برداشت معنی‌دار بود. نتایج مطالعه Naderi (2013) نشان داد که در ژنوتیپ‌های دیررس و متوسطرس اثر تاریخ کاشت، تفاوت ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × تاریخ کاشت از نظر طول دوره‌های مختلف فنولوژیکی معنی‌دار گردید و در ژنوتیپ‌های زودرس فقط اثر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فنولوژیکی معنی‌دار شد. با توجه به اهمیت گندم بعنوان یک محصول راهبردی و مشکل‌های ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن، پژوهش حاضر بمنظور شناسایی پاسخ فنولوژیکی ارقام غالب گندم در منطقه، نسبت به مصرف میزان مختلف کود و با رویکرد بالاتر بردن بهره وری کود و در صورت امکان کاهش مصرف آن بدون کاهش محسوس در تولید، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

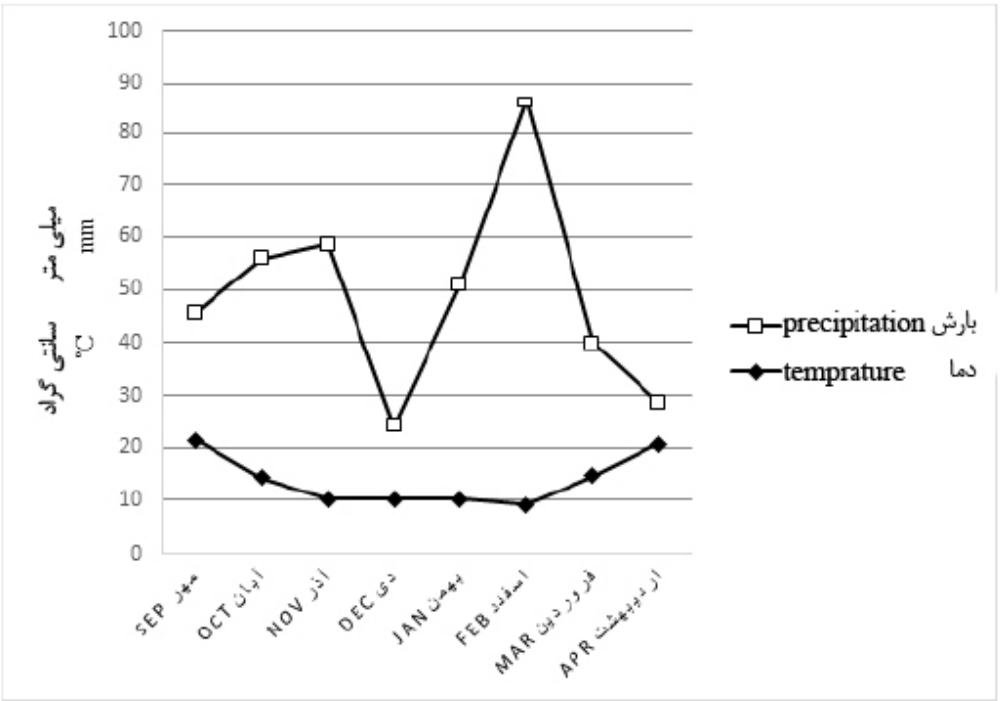
مطالعه‌های مزرعه‌ای در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳و ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس انجام شد. آزمایش مزرعه‌ای بصورت فاکتوریل با دو عامل متغیر، چهار رقم گندم و کود ازته در سه سطح (صفر، ۶۶ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. برای انجام این آزمایش پس از تهیه زمین شامل شخم و دیسک، آن را براساس نقشه طرح، کرت‌بندی کرده و گندم، بر مبنای ۳۵۰ دانه در مترمربع کشت داده شد. طول کرت‌ها ۵ متر و عرض کرت‌ها نیز ۲/۴ متر در نظر گرفته شد. سپس در طول دوره رشد از سبز شدن تا رسیدگی کامل، صفت‌های فنولوژیکی مختلفی اندازه‌گیری گردید. عنصرهای غذایی مورد نیاز بر اساس توصیهٔ کودی اعمال و قوه‌ی نامیه و درصد جوانه‌زنی بذرها نیز از راه محاسبه وزن هزار دانه انجام شد. بنابر روال کشاورزی در منطقه که کاشت گندم بطور معمول بصورت دیم بوده و در صورت نیاز و در دسترس بودن منبع‌های آب، آبیاری تکمیلی انجام می‌شود، در این پژوهش نیز در سال دوم آزمایشی بدلیل پراکندگی نامناسب بارش در اواخر دوره رشد، یک مرحله آبیاری تکمیلی انجام شد.

برای تشخیص و ثبت مرحله‌های فنولوژیک گندم، مقیاس‌های متفاوتی معرفی شده است که از مهمترین آن‌ها می‌توانبه مقیاس‌های: زادوکس[1]،هان[2] و فیکس[3] اشاره کرد. با توجه به اینکه در مقیاس زادوکس تشخیص مرحله‌های فنولوژیک

گندم در مزرعه به آسانی و با دقت بالا ممکن می‌شود، ثبت مرحله‌های فنولوژیک پس از حذف اثر حاشیه برروی بوته‌های انتخابی هر ۲ تا ۵ روز بر اساس این سنجه انجام شد. در مقیاس زادوکس از کددهی دو رقمی برای ثبت مرحله‌های فنولولوژیکی مختلف استفاده می‌شود که رقم اول آن بیانگر مرحله‌های اصلی و رقم دوم آن نشان دهنده جزئیات هرمرحله اصلی (مرحله ثانوی) نموی است. اندازه‌گیری تا پایان زمستان هر ۱۰ تا ۱۵ روز یک‌بار و از ابتدای بهار هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار انجام گردید. آزمایش‌های خاک شناسی در ۳ عمق صفر تا ۳۰ و ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد(جدول ۱ و ۲). داده‌های اقلیمی نیز از ایستگاه هواشناسی شهرستان گنبدکاووس گرفته شد. این داده‌ها شامل کمترین و بیشترین دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)، بارش (میلی‌متر) و تابش خورشیدی (مگاژول بر متر مربع در روز) می‌باشند (شکل ۱و ۲). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

آزمایش در دو سال زراعی متوالی۹۴-۱۳۹۳و ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. اگر چه این دو سال از نظر روند تغییرپذیری‌های دمایی در طول دوره رشد تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند ولی مقدار و پراکندگی بارش‌های آسمانی یکسان نبود (شکل ۱ و ۲). بارش ابتدای فصل در سال دوم با دوازده روز تأخیر آغاز شد که در عمل موجب همین میزان تأخیر در تاریخ کاشت گردید. تفاوت در تاریخ کاشت سبب شد که دما در هر یک از مرحله‌های دوره رشد در دو سال آزمایش، اختلاف نشان دهد. میزان بارش بیشتر با پراکنش مناسب‌تر در سال دوم آزمایش، در مجموع شرایط اکولوژیکی مناسب‌تری برای گیاهان ایجاد کرد. مرحله جوانه‌زنی در سال دوم در مقایسه با سال قبل بطور میانگین حدود ۲ روز افزایش نشان داد (شکل ۳). در حالی که این مرحله از رشد با مصرف ۶۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره در هر دو سال فقط حدود ۰/۱۶ روز نسبت به شاهد و با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سال اول حدود ۰/۳۴ روز و در سال دوم حدود ۰/۷ روز افزایش داشت. این مشاهده‌ها نشان داد که تأثیر دما و رطوبت مناسب روی افزایش طول مرحله جوانه‌زنی در گندم، بیشتر از میزان مصرف ازت می‌باشد و افزون بر آن تأثیر ازت در شرایط آب



شکل ۱- روند تغییرات ماهیانه دما و بارش در طول دوره رشد در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

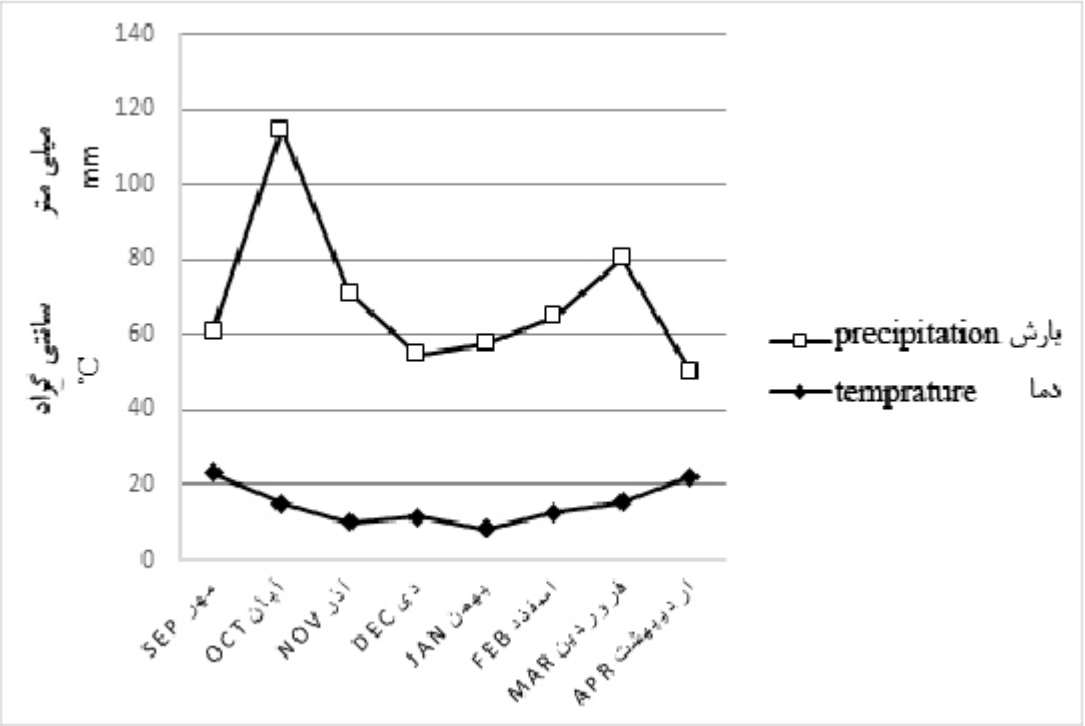
Fig. 1- The trend of monthly changes in temperature and precipitation during the growth period in 2014-2015

جدول۱- نتایج آزمایش خاک در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴
Table 1. Soil test results in two years (2014-2015)

سال دوم Second year			سال اول First year			
60-90	30-60	0-30	60-90	30-60	0-30	عمق خاک Depth of soil (cm)
51.24	51.36	50.55	52.39	52.46	50.58	محتوای رطوبتی خاک در نقطه اشباع Saturation point
28.60	31.20	36.10	28.50	31.20	36.15	ظرفیت مزرعه Field capacity
18.80	20.60	25.30	18.80	21.20	25.80	نقطه پژمردگی دائم Permanent wilting point
0.91	1.10	1.40	0.90	1.10	1.50	EC (ds/m)
7.86	7.73	7.50	7.80	7.70	7.40	pH
1.65	1.45	1.33	1.65	1.45	1.34	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)
0.18	0.25	0.60	0.18	0.25	0.65	درصد کربن آلی Organic carbon (%)
11.00	16.00	32.00	11.00	16.00	33.00	N (ppm)
2.60	5.00	11.60	2.70	6.00	11.60	P (ppm)
55.00	84.00	225.00	55.00	86.00	226.00	K (ppm)
37.00	33.00	29.00	36.00	33.00	30.00	درصد رس (%) Clay
51.00	53.00	57.00	52.00	53.00	56.00	درصد سیلت (%) Silt
12.00	14.00	14.00	12.00	14.00	14.00	درصد ماسه (%) Sand
Si-Cl	Si-Cl	Si-Cl	Si-Cl	Si-Cl	Si-Cl	بافت خاک Soil pattern

و هوایی مناسب‌تر، بیشتر است. این نتایج با مشاهده‌های Najafi mirak *et al*. (2014) مطابقت دارد.

روند تغییرپذیری‌ها در مرحله پنجه‌زنی گندم کمی متفاوت بود. این مرحله در سال دوم آزمایش با مجموع بارندگی ۳۴۱/۳ میلی‌متر و پراکنش مناسب نسبت به سال اول با میانگین بارندگی ۲۱۳/۵ میلی‌متر که فقط ۱۲ درصد از آن در دوره زایشی گیاه رخ داد، حدود ۴/۱۷ روز بیشتر طول کشید. درحالی‌که در سال اول (کم‌باران)، مصرف ۶۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره ۰/۳۳ روز و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره ۰/۸۳ روز به طول این دوره افزوده بود، این تغییرپذیری‌ها در سال پرباران به ترتیب ۰/۴۲ روز و ۱ روز بود. این مشاهده‌ها نیز نشان داد که مصرف کود اوره در مقایسه با عامل‌های دما و رطوبت، اثر کمتری بر تغییرپذیری‌های طول این دوره دارد ولی تغییرپذیری‌های ناشی از مصرف کود در هر دو سال کمابیش مشابه بود. مشاهده‌های این آزمایش نشان داد که مرحله ساقه‌روی در مقایسه با مرحله‌های قبل، از پایداری بیشتری برخوردار است بطوری که اختلاف طول این مرحله در دو سال آزمایش فقط ۰/۶۳



شکل۲- روند تغییرات ماهیانه دما و بارش در طول دوره رشد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Fig. 2- The trend of monthly changes in temperature and precipitation during the growth period in 2015-2016

روز بود و تغییرپذیری‌های ناشی از مصرف سطح‌های مختلف کود در دو سال آزمایش اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. به نظر می‌رسد که طول این دوره کمتر از دیگر مرحله‌های رشد گندم تحت تأثیر عامل‌های محیطی است و بعبارت دیگر انتظار می‌رود که وراثت‌پذیری بالاتری داشته باشد. تغییرپذیری‌ها در مرحله آبستنی نیز بطور نسبی مشابه همین مرحله است. اگرچه مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره کمی شیب تغییرپذیری‌ها را افزایش داده، بطوری‌که شیب ۶۸ درصدی افزایش طول دوره از شاهد تا مصرف ۶۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره به شیب ۱۱۱/۹ درصدی تبدیل شده ولی مقدار این افزایش فقط ۰/۷۵ روز است. از این مشاهده‌ها چنین استنباط می‌شود که اگرچه طول این مرحله از دوره رشدی گیاه، بیش از مرحله آبستنی تحت تأثیر عامل‌های محیطی است ولی بطور کلی میزان این اثرپذیری بالا نیست. مشاهده‌های این پژوهش نشان می‌دهند که ارقام گندم مورد مطالعه (اعم از این که برای شرایط دیم یا با آبیاری تکمیلی معرفی شده باشند) در طول دوره رشد خود در سال دوم (پرباران) ۷/۵ تا ۸/۵ روز دیرتر از سال اول (کم باران) به مرحله‌های ظهور سنبله، گلدهی و رسیدگی دانه رسیده است. بطوری که اختلاف این دوسال برای مرحله ظهور سنبله بطور میانگین ۸/۳۳ روز، برای مرحله گلدهی ۷/۷۲ روز و برای مرحله رسیدگی ۷/۵۶ روز بود. روند تغییرپذیری‌های ناشی از مصرف کود در این سه مرحله در هر دو سال مشابه بود. این امر به این دلیل است که اگر چه میزان بارندگی و یکنواختی بارش در سال دوم آزمایش بیش از سال اول بود ولی در این مرحله از رشد، در هر دوسال، رطوبت کافی در اختیار گیاه قرار گرفت (شکل ۱ و ۲) و چون روند تغییرپذیری‌های دمایی در هر دو سال مشابه بود، در واقع در هر دو سال شرایط دمایی و رطوبتی در این مرحله از رشد گیاه مناسب و مشابه بود. به همین دلیل شیب تغییرپذیری‌های طول این دوره به ازای افزایش مصرف کود در هر دو سال بسیار شبیه به هم بود. به نظر می‌رسد که اختلاف مشاهده شده بین دوسال به دلیل رشد رویشی بهتر گیاهان در سال دوم آزمایش و قوی‌تر بودن بنیه عموم بوته‌ها بود. بررسی مرحله‌های فنولوژیکی در چهار ژنوتیپ مورد مطالعه در گندم، نشان داد که در کلیه مرحله‌های رشد، بیشترین

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب در دو سال

Table 2. Combined analysis of variance in two years

میانگین مربعات Average of squares								
تعداد روز تا رسیدگی **The number of days to maturity**	تعداد روز تا گلدهی **The number of days to flowering**	تعداد روز تا ظهور سنبله **The number of days to emergence of the spike**	تعداد روز تا آبستنی **The number of days to booting**	تعداد روز تا ساقه‌دهی **The number of days to elongation**	تعداد روز تا پنجه‌زنی **The number of days to tillering**	تعداد روز تا سبز شدن **The number of days to vegetation**	درجه آزادی **Freedom degrees**	منابع تغییر **S.O.V**
1027.5556**	1073.3889**	1250.00**	1.6806ns	6.7222**	312.5000**	68.0556**	1	سال Year
0.3889*	0.1389ns	0.1667ns	2.5278ns	0.1528ns	0.6538*	0.5556*	4	خطای سال Year error
0.0559**	4.6806**	5.0417**	6.7917**	3.3750**	5.0972**	1.5556**	2	کود Fertilizer
26.7037**	82.4074**	50.6296**	77.0879**	84.0555**	66.4815**	2.2407**	3	رقم Variety
0.0926ns	0.0880ns	0.1157ns	2.1991ns	0.0972ns	0.2454ns	0.2963ns	6	کود × رقم Variety × Fertilizer
0.0556ns	0.0139ns	0.0417ns	0.9306ns	0.1806ns	0.0417ns	0.2222ns	2	سال × کود Year × Fertilizer
2.8519**	6.0926**	3.8889**	1.0509ns	1.9815**	0.9444**	0.2407ns	3	سال × رقم Year × Variety
0.1296ns	0.3843*	0.04117ns	1.3009ns	0.0509ns	0.2639**	0.1852ns	6	سال × کود× رقم Year × Fertilizer × Variety
0.1616	0.1540	0.1515	1.3914	12.0556	11.3889	0.1768	44	خطا Error
0.25	0.32	0.33	1.14	0.65	1.29	2.63	-	(%) CV

ns غیرمعنی‌دار،* و ** معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و یک درصد

ns,* and **: non-significant and significant at the level of 5% and 1%, respectively.

اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در یک سال زراعی، ۰/۵ روز است و از این نظر شرایط بارندگی نتوانسته است که تفاوت قابل ملاحظه‌ای ایجاد کند. درحالی‌که اختلاف زمان جوانه‌زنی در دو سال ۱/۹۷ روز، زمان پنجه‌زنی ۴/۱۴ روز، زمان ساقه‌روی ۰/۶۵ روز، زمان آبستنی۰/۱۴ روز، زمان ظهور سنبله ۸/۳۳ روز، زمان گلدهی ۷/۷۷ روز و زمان رسیدگی دانه ۷/۵ روز است. اگر این سنجه را بعنوان نشانه اثرپذیری رفتار گیاه از عامل‌های محیطی قلمداد کنیم، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ساقه‌روی و آبستنی گیاه کمترین اثرپذیری و زمان ظهور سنبله، گلدهی و رسیدگی بیشترین اثرپذیری را دارند.

جدول۳- مقایسه میانگین صفت‌های مختلف در ارقام مختلف گندم در هر یک از سال‌های آزمایش (برش‌دهی فیزیکی براساس سال)
Table 3. Comparison of the mean of various traits in different varieties of wheat in each year of experimentation (physical slicing based on year)

سال Year	رقم Variety	تعداد روز تا سبز شدن (روز) The number of days to vegetation (day)	تعداد روز تا پنجه‌زنی (روز) The number of days to tillering (day)	تعداد روز تا ساقه‌دهی (روز) The number of days to elongation (day)	تعداد روز تا آبستنی (روز) The number of days to booting (day)	تعداد روز تا ظهورسنبله (روز) The number of days to emergence of the spike (day)	تعداد روز تا گلدهی (روز) The number of days to flowering (day)	تعداد روز تا رسیدگی (روز) The number of days to maturity (day)
اول First	گنبد Gonbad	14.89^{b}	35.89^{b}	77.89^{c}	103.44^{c}	113.33^{c}	116.11^{c}	157.33^{b}
	کریم Karim	14.89^{b}	36.33^{b}	77.67^{c}	101.00^{d}	112.56^{d}	14.44^{d}	157.56^{b}
	کوهدشت Koohdasht	15.44^{a}	38.56^{a}	82.00^{a}	106.00^{a}	115.56^{b}	120.67^{a}	159.33^{a}
	مروارید Morvarid	14.78^{b}	38.44^{a}	80.89^{b}	104.11^{b}	117.23^{a}	118.44^{b}	159.56^{a}
	$LSD^{0.05}$	0.43	0.49	0.58	0.45	0.37	0.37	0.40
دوم Second	گنبد Gonbad	17.11^{ab}	40.00^{c}	78.67^{c}	103.67^{b}	122.44^{c}	124.56^{c}	165.33^{c}
	کریم Karim	16.78^{bc}	38.78^{d}	78.00^{d}	101.11^{c}	121.56^{d}	123.33^{d}	164.56^{d}
	کوهدشت Koohdasht	16.44^{c}	42.22^{a}	81.89^{b}	105.89^{a}	124.33^{a}	127.00^{a}	167.78^{a}
	مروارید Morvarid	17.44^{a}	42.89^{b}	82.33^{a}	105.11^{ab}	123.67^{b}	125.67^{b}	166.33^{b}
	$LSD^{0.05}$	0.40	0.50	0.43	1.57	0.39	0.40	0.39

* مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون آماری LSD هستند.

*Values in each column followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level, using LSD's test .

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، مرحله‌های فنولوژیکی گندم تحت تأثیر شرایط دمایی و رطوبتی است بطوری که در صورت بروز شرایط تنش‌زا در اثر این عامل‌های محیطی، طول هر کدام از مرحله‌ها کاهش می‌یابد. از این نظر همه مرحله‌ها وضعیت یکسانی ندارند. درحالی که عامل ازت برخلاف انتظار تأثیر زیادی روی رفتار فنولوژیکی گندم ایجاد نکرد. بطوری که می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نه در شرایط محدودیت دما و رطوبت و نه در شرایط بدون تنش، میزان مصرف کود اوره تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی طول دوره رشد و مراحل فنولوژیکی نشان نداد. این مشاهده‌ها، نتایج بعضی از محققان را که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را در افزایش طول دوره رشد گندم مؤثر دانسته و همبستگی این موضوع را با افزایش عملکرد محصول گزارش نموده‌اند، نقض می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

[1]Zadoks
[2]Haun
[3]Feeks

منابع

Hoseinzadeh, S., 2015. Study of photosynthetic parameters in phonological stages of chickpea cultivars under drought stress conditions. Journal of Iranian physiology and biochemistry. 1(2), 74-78. (In Persian with English abstract).

Koocheki, A. and Sarmadnia, Gh., 2012. Plant Physiology. Publications University of Mashhad. Mashah, Iran.

Najafimirak, T., Esmaeilzadeh, M. and Jalalkamali, M., 2012. Phonological stages of wheat: From seed to seed. Ministry of Agriculture Press, Iran.

Navid, S., Soufizadeh, S., Eskandari, A. and Kambouzia, J., 2016. Investigating the Phenological Characteristics of dominant cultivars of barley (Hordeum vulgare) normal and nuclear wheat and triticale, Moderate regions in Iran. National Conference on the Future of Earth-Oriented Climate agriculture and the environment. Tehran, Iran.

Usefi, D., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, A., 2014. Optimization of wheat cod management in Gorgan: amount and time of nitrogen fertilizer application. Journal of Production of crops. 7(4), 81-102. (In Persian with English abstract).

Acevedo, E., Paola, S. and Herman, S., 2006. Growth and Wheat Physiology. Development Laboratory of Soil-Plant Water Relations, Faculty of Agronomy and Forestry Sciences, University of Chile, Chile.

Adnan, M., shah, Z., Khan, B., Arshad, M., Mian, I.A., Khan, G., Alam, M., Basir, A., Rahman, I., Ali, M. and Khan, W., 2016. Yield response of wheat to nitrogen and potassium fertilization. Pure and Applied Biology. 5(4), 868-875.

Ali, A., Choudhry, M.A., Malik, M.A. and Ahmad, R., 2000. Effect of various doses of nitrogen on the growth and yield of two wheat cultivar. Pakistan Journal of Biological Sciences. 3(6), 1004-1005.

Jalalkamali, M.R., Sharifi, H.R., Khodarahmi, M., Jowkar, R., Torkaman, H. and Ghavidel, N., 2010. Developmental changes and relationships with performance and performance components wheat variety in field condition: phenology. Journal of Seedlings and Seeds. 23(4), 327-336. (In Persian with English abstract).

Jalalkamali, M.R. and Sharifi, H.R., 2010. Changes in developmental stages and relationships with performance and performance components wheat variety in field condition: performance and performance components. Journal of Seedlings and Seeds. 26(2), 1-23. (In Persian with English abstract).

Ramezani, S., Ghazvini, J. and Jalalkamali, M., 2016. Field Evaluation of Growth Behavior in Wheat Genotypes. Journal of Applied Crop Research. 29(4), 43-59. (In Persian with English abstract).

Ravan, M., Galeshi, S., Zeinali, A., Mohammadi, R., Rahemikarizaki, E. and Eizadi, Z., 2017. Quantification of growth and development of wheat cultivars under different photoperiod conditions in gonbad-e-kavoos Conditions. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology. 4(2),101-122. (In Persian with English abstract).

Saadatian, B. and Ahmadvand, G., 2014. Evaluation of reaction of phonological stages and chlorophyll index of wheat cultivars at different levels of salinity and their relationship with yield. Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultivation. 19, 21-34. (In Persian with English abstract).

Sohrabi, S.S., Fateh, A., Ainehband, A. and Rahnama, A., 2014. Estimation of Nitrogen Performance Indices and Changes in Nutrients in Wheat affected by the management of debris and various sources of nitrogen fertilizers. Journal of Knowledge of agriculture and sustainable production. 24(3), 17-33. (In persian with English abstract).

Alizadeh, M., Rostamibroojeni, M., Armand, N. and

Ali, A.A., 1993. Effect of nitrogen nutrition and ethephon on lodging and yield of wheat (Triticum aestivum L.). Menofiya Journal of Agricultural Research. 18, 2225–.2234

Ali, A., Ahmad. A., Syed, W. H., Khaiq, T., Asif, M., Aziz, M. and Mubeen, M., 2011. Effects of nitrogen on growth and yield components of wheat. Science International. .23(4), 331-332

Ashna, M., Enough, M., Sharifi, H. and Jafar Nazad, A., 2015. Effect of planting date and nitrogen on developmental stages of wheat cultivars and its relationship with yield and yield components in Neyshabour area. Journal of Crops Production. 8(4), 143-162. (In Persian with Eng-.(lish abstract

Evans, L.T., 1996. Crop Evolution, Adaptation, and Yield. .Cambridge University Press, USA

Falconer, D.S., 1989. Introduction to quantitative Genet-.ics. Longman Scientific and Technical. New York, USA

Heidmann, T., Thomsen, A. and Schelde, K., 2000. Modelling soil water dynamics in winter wheat using different estimates of canopy development. Ecological Modelling. .129, 229-243

Kamran, A., Randhawa, H.S., Yang, R. and Spaner, D., 2014. The effect of VRN1 genes on important agronomic traits in high-yielding canadian soft white spring wheat. .Plant Breeding. 133, 321-326

Khattari, S., 1984. Response of two durum wheat varieties to different rates and sources of nitrogen in Jordan. .Dirasat. 11, 79-85

Kheiralla, K.A., Mehdi, E.E. and Dawood, R.A., Evaluation of some wheat cultivars for traits related to lodging resistance under different levels of nitrogen. Assiut Jour-.nal of Agricultural Sciences. 53, 135–147

Lonhard, E.B. and Nemeth, I., 1994. Effect of N fertilization on the seasonal dynamics of leaf-area and yield in .wheat. Novenytermeles. 43, 317-325

Meenken, E.D., Brown, H.E., Triggs, C.M., Brooking, I.R. and Forbes, M., 2016. Phenological response of spring wheat to timing of photoperiod perception: The effect of sowing depth on final leaf number in spring wheat. .European Journal of Agronomy. 81, 72-77

Pask, A., Pietragalla, J., Mullan, D. and Reynolds, M.P., 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat .Phenotyping. CIMMYT. Mexico

Raun, W.R. and Johnson, G., 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Journal of Plant .Physiology. 91(11), 357–363

Reynolds, M.P., Pask, A. and Mullan. D., 2012. Physiological Breeding, I: Interdisciplinary Approaches to Im-.prove Crop Adaptation. CIMMYT. Mexico

Semenov, M.A., Jamieson, P.D. and Martre, P., 2007. Deconvolution nitrogen use efficiency in wheat: A simula-.tion study. European Journal of Agronomy. 26, 283-294

Serrano, L., Fillela, I. and Penuelas, J., 2000. Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under dif-.ferent nitrogen supplies. Crop Science. 40, 723- 731

Sharma, S. and Das, N.R., 2002. Response of draft wheat to NPK and Ca. Indian Journal of Plant Physiology. 25, .364-370

Sharma, K., Dhingra, K.K. and Dhillon, M.S., 1994. Physiological indices for high yield potential in different genotypes of wheat. Environmental of Ecology. 12, 717-.719

Sinclair, T.R., 1994. Limits to crop yield? Physiology and determination of crop yield. Published by: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, .Soil Science Society of America. USA

Slafer, G.A., Andrade, F.H. and Feingold, S.E., 1990. Genetic improvement in bread wheat (Triticum aestivum L.) in Argentina: Relationship between nitrogen and dry mat-.ter. Euphitica. 50, 63-71

Swarup, A. and Sharma, D.P., 1993. Influence of top-dressed nitrogen in alleviating adverse effects of flooding on growth and yield of wheat in a sodic soil. Field Crops .Research. 35, 93-100

Wei, F.Z., Li, J.C., Wang, C.Y., Qu, H.J. and Shen, X.S., 2008. Effects of nitrogenous fertilizer application model on culm lodging resistance in winter wheat. Acta Agro-.nomica Sinica. 34(6), 1080–1085

Woyema, A., Bultosa, G. and Taa, A., 2012. Effect of different nitrogen fertilizer rates on yield and yield related traits for seven Durum wheat (Triticum turgidum L. Var Durum) Cultivars grown at Sinana, South Eastern Ethiopia. African Journal of food, Agriculture Nutrition and .Development. 12(3), 6079-6094

Zhang, M., Wang, H., Yi, Y., Ding, J., Zhu, M., Li, C., Gu, w., Feng, C. and Zhu, X., 2017. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (Triticum Aestivum L.). Plos One. 12(11), e0187543

Zhou, Y., He, Z. H. Sui, X. X. XIA, X. C. Zhang, X.K. and Zhang, G.S., 2007. Genetic improvement of grain yield and associated with traits in the northern China winter wheat region from 1966 to 2000. Crop Science. 47, .245-253

Environmental Sciences Vol.17/ No.2 / Summer 2019

1-14

Study of the phenological response of different wheat genotypes to levels of nitrogen consumption during two consecutive years

Amin Gharanjik, Jafar Kambouzia* and Saeed Soufizadeh

Department of Agroecology, Enviromental Sciences Recearch Institute,
Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2019.02.03 Accepted: 2019.05.14

Gharanjik, A., Kambouzia, J. and Soufizadeh, S., 2019. Study of the phenological response of different wheat genotypes to levels of nitrogen consumption during two consecutive years. Enviromental Sciences. 17(2): 1-14.

Introduction: Plants show different morphological and phonological responses to ecological conditions within their tolerable range,which are in fact part of their heredity. These changes have a key role in species survival and ecosystems sustainability. Agricultural ecosystems are very fragiledue to the severe limitations of genetic diversity and biodiversity. In an agroecological approach, unlike current agriculture, careful consideration of the livelihood stages and other living organisms in the ecosystem is of interest, and so it is attempted to manage productionas well as the optimal use of agricultural inputs.

Material and methods: In order to study the phonological changes in four bread wheat genotypes (Gonbad, Karim, Koohdasht, Morvarid), at different levels of urea fertilizer application (0, 66, 200 kg/ha), a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in two crop years of 2014 and 2015 at Agricultural Research Station of Gonbad-e-kavoos.

Results and discussion: The results of this study showed that the length of vegetative and reproductive stages in these two years are different, and the effect of urea content on these stages is not the same in different ecological conditions. Therefore, it was concluded that under different temperature and humidity conditions, it is possible to apply fertilizer management without having a significant effect on the length of the phonological periods. Observations of this experiment showed that the stalking stage is more stable compared to the previous steps, so that the length of this stage was only 0.63 day in two years, and changes in different levels of fertilizer application did not show any significant difference in two years. It seems that the length of this period is less influenced by environmental factors than the other stages of wheat growth and in other words, it is expected to have a higher inheritance. Changes in the pregnancy stage were also relatively similar to the stalking stage. Even though the consumption of 200 kg/ha urea fertilizer slightly increased the change of the slope, in such a

*CorrespondingAuthor: *Email Address.* J_Kambouzia@sbu.ac.ir

way that 68% slope the increase of the span of the period from the treatment until 66 kg/ha, urea fertilizer was changed into 111.9%, but the amount of this increase was only 0.75 day. It can be concluded that although the length of this stage of plant growth is more affected by environmental factors over the pregnancy stage, in general, the amount of this impact is not high. Observations of this study showed that the studied wheat cultivars (whether they are introduced for dry conditions or supplementary irrigation) during the course of their growth reached the stages of emergence of spike, flowering, and seedling 7.5 to 8.5 days later in the second year (pluvious) than the first year (lower rainfall). So the difference between these two years for the emergence of the spike on average was 8.33 day, for flowering stage 7.72 day, and for the processing stage 7.56 day. Changes in fertilizer use in these three steps were similar in both years.

Conclusion: This study is important in management and controlling the population of non-cultivated plant species, pathogens (fungi and bacteria), insects and other species in the amount and sustainability of crop production.

Keywords: Cereals, Ecosystems, Phenology, Sustainable production.