



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): ۱-۱۴.

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 اکولوژیکی، برخلاف کشاورزی رایج، شناخت دقیق مرحله‌های زندگی گیاه زراعی و سایر 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 زراعی ۱۳۹۳-۹۴ و ۱۳۹۴-۹۵ 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. به نظر می‌رسد که طول این دوره کمتر از دیگر مرحله‌های رشد گندم تحت تاثیر عامل‌های محیطی است و بعبارت دیگر انتظار می‌رود که وراثت‌پذیری بالاتری داشته باشد. تغییرپذیری‌ها در مرحله آبستنی نیز به طور نسبی مشابه همین مرحله است. اگرچه مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود 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 میزان این افزایش فقط ۰/۷۵ روز است. از این مشاهده‌ها چنین استنباط می‌شود که اگرچه

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

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 می‌دهد 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 دو سال برای مرحله ظهور سنبله بطور میانگین ۸/۳۳ روز، برای مرحله گلدهی ۷/۷۲ روز و برای مرحله رسیدگی ۷/۵۶ روز بود. روند تغییرپذیری های 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

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 پیرشمار 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 بر آن 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 راه حل‌های بهتری را بیان نمایند، بطوری که 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 از کاشت 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

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. بطوری که 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 موجودات 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

اثر ژنوتیپ بر بیشتر صفت‌های مورفولوژیکی (به استثنای طول سنبله)، ویژگی‌های فیزیولوژیک (به استثنای RWC)، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. نتایج مطالعه Naderi (2013) نشان داد که در ژنوتیپ‌های دیررس و متوسط‌ترس اثر تاریخ کاشت، تفاوت ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × تاریخ کاشت از نظر طول دوره‌های مختلف فیزیولوژیکی معنی‌دار گردید و در ژنوتیپ‌های زودرس فقط اثر تاریخ کاشت بر طول دوره‌های فیزیولوژیکی معنی‌دار شد. با توجه به اهمیت گندم بعنوان یک محصول راهبردی و مشکل‌های ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن، پژوهش حاضر بمنظور شناسایی پاسخ فیزیولوژیکی ارقام غالب گندم در منطقه، نسبت به مصرف میزان مختلف کود و با رویکرد بالاتر بردن بهره‌وری کود و در صورت امکان کاهش مصرف آن بدون کاهش محسوس در تولید، اجرا شد.

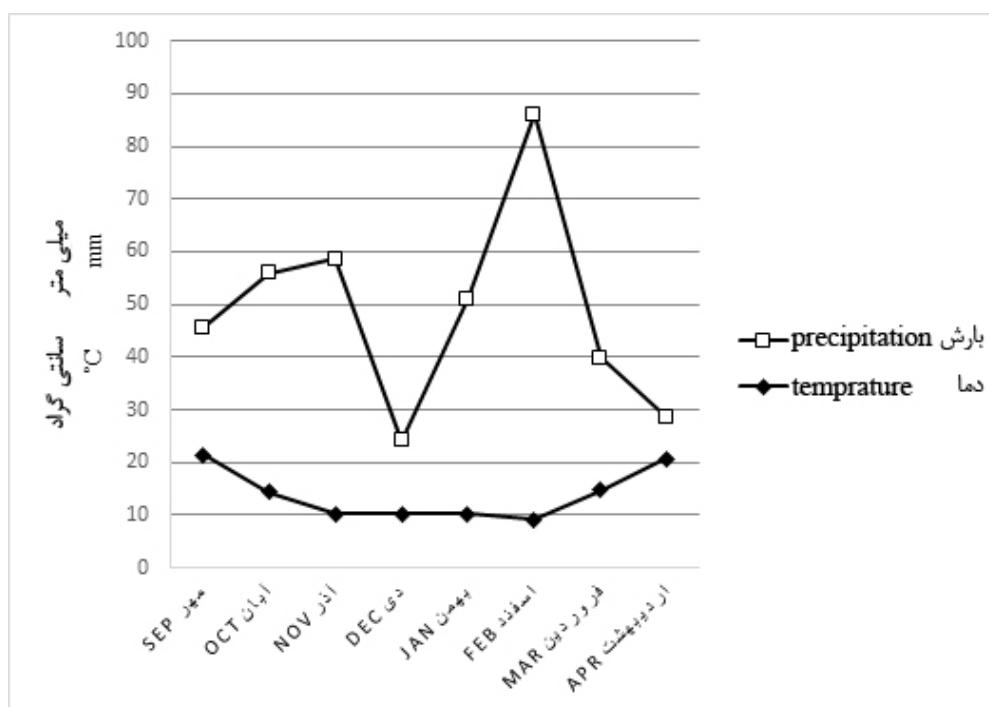
مواد و روش‌ها

مطالعه‌های مزرعه‌ای در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و 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 فیزیولوژیکی مختلفی اندازه‌گیری گردید. عنصرهای غذایی مورد نیاز بر اساس توصیه کودی اعمال و قوه‌ی نامیه و درصد جوانه‌زنی بذرها نیز از راه محاسبه وزن هزار دانه انجام شد. بنابراین 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 فیزیولوژیک گندم، مقیاس‌های

رفتن تحت تأثیر دما و طول روز قرار گرفت. بر اساس نظر Wang *et al.* (1995) از بین روش‌های تعیین مرحله‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی غلات، تنها تعداد برگ نهایی می‌تواند تغییرپذیری‌های اساسی بیولوژیکی را به روشنی نشان دهد. همچنین روش مناسبی است که بطور مستقیم تغییرپذیری‌های فیزیولوژیکی نظیر انتقال از مرحله رویشی به زایشی را منعکس می‌کند و نیز شاخص 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 از عوامل 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 در ارقام مختلف را توجیه نماید در مطالعه‌ای روی ارقام ماش نتیجه‌گیری کردند که صفت‌های فیزیولوژیکی به شدت تحت تأثیر 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). Tabatabaee *et al.* (2013) در مطالعه‌ای که روی ارقام جو انجام دادند نشان دادند که

یکبار و از ابتدای بهار هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار انجام گردید. آزمایش‌های خاکشناسی در ۳ عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ 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 ۱ و ۲). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

متفاوتی معرفی شده است که از مهمترین آن‌ها می‌توان به مقیاس‌های: زادوکس^۱، هان^۲ و فیکس^۳ اشاره کرد. با توجه به اینکه در مقیاس زادوکس تشخیص مرحله‌های فنولوژیکی گندم در مزرعه به آسانی و با دقت بالا ممکن می‌شود، ثبت مرحله‌های فنولوژیکی پس از حذف اثر حاشیه بر روی بوته‌های انتخابی هر ۲ تا ۵ روز بر اساس این شاخص انجام شد. در مقیاس زادوکس از کددهی دو رقمی برای ثبت مرحله‌های فنولوژیکی مختلف استفاده می‌شود که رقم اول آن بیانگر مرحله‌های اصلی و رقم دوم آن نشان دهنده جزئیات هر مرحله اصلی (مرحله ثانوی) نمودی است. اندازه‌گیری تا پایان زمستان هر ۱۰ تا ۱۵ روز



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

نتایج و بحث

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.

آزمایش در دو سال زراعی متوالی ۹۴-۱۳۹۳ و 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 پراکنده‌گی بارش‌های آسمانی یکسان نبود (شکل ۱ و ۲). بارش ابتدای فصل در سال دوم با دوازده روز تأخیر آغاز شد

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

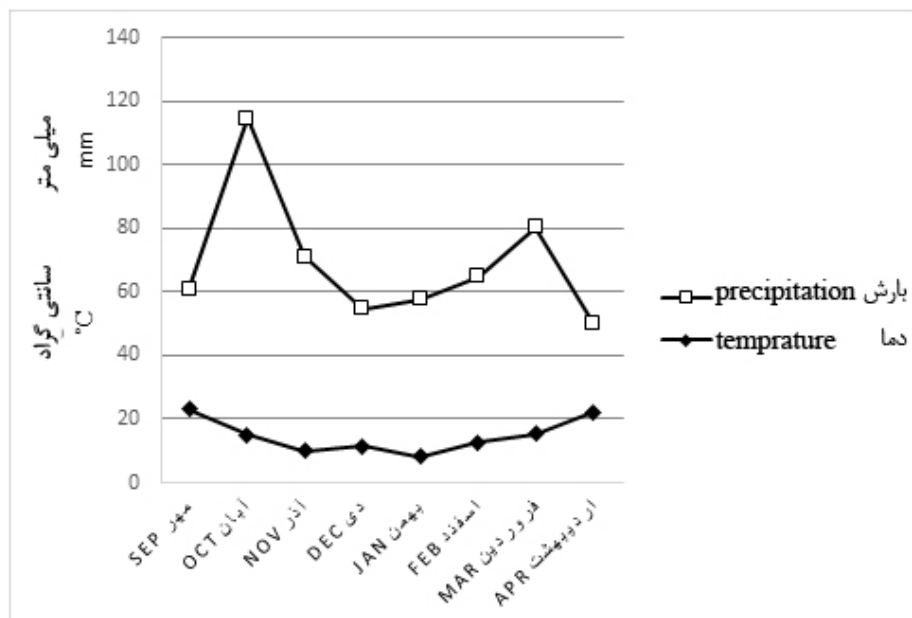
Table 1. Soil test results in two year (2014-2015)

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

مصرف ازت می‌باشد و افزون بر آن تأثیر ازت در شرایط آب 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

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



شکل ۲- 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

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 دو سال برای مرحله ظهور سنبله به طور 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 دو سال، 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

اول (کم باران)، 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 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، بطوری که شیب ۶۸ درصدی افزایش طول دوره از شاهد تا مصرف ۶۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره به شیب ۱۱۱/۹ درصدی

و از این نظر شرایط بارندگی نتوانسته است که تفاوت قابل ملاحظه‌ای ایجاد کند. درحالی که اختلاف زمان جوانه‌زنی در دو سال ۱/۹۷ روز، زمان پنجه‌زنی ۴/۱۴ روز، زمان ساقه‌روی ۰/۶۵ روز، زمان آبستنی ۰/۱۴ روز، زمان ظهور سنبله ۸/۳۳ روز، زمان گلدهی ۷/۷۷ روز و زمان رسیدگی دانه ۷/۵ روز است. اگر این شاخص را بعنوان نشانه اثرپذیری رفتار گیاه

هر دو سال بسیار شبیه به هم بود. به نظر می‌رسد که اختلاف مشاهده شده بین دو سال 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 اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در یک سال زراعی، ۰/۵ روز است

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب در دو سال

Table 2. Combined analysis of variance in two years

میانگین مربعات Average of squares							درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا ظهور سنبله	تعداد روز تا آبستنی	تعداد روز تا ساقه‌دهی	تعداد روز تا پنجه‌زنی	تعداد روز تا سبز شدن		
The number of days to maturity	The number of days to flowering	The number of days to emergence of the spike	The number of days to booting	The number of days to elongation	The number of days to tillering	The number of days to vegetation		
1027.5556**	1073.3889**	1250.00**	1.6806 ^{ns}	6.7222**	312.5000**	68.0556**	1	سال Year
0.3889*	0.1389 ^{ns}	0.1667 ^{ns}	2.5278 ^{ns}	0.1528 ^{ns}	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
0.0926 ^{ns}	0.0880 ^{ns}	0.1157 ^{ns}	2.1991 ^{ns}	0.0972 ^{ns}	0.2454 ^{ns}	0.2963 ^{ns}	6	کود × رقم Variety × Fertilizer
0.0556 ^{ns}	0.0139 ^{ns}	0.0417 ^{ns}	0.9306 ^{ns}	0.1806 ^{ns}	0.0417 ^{ns}	0.2222 ^{ns}	2	سال × کود Year × Fertilizer
2.8519**	6.0926**	3.8889**	1.0509 ^{ns}	1.9815**	0.9444**	0.2407 ^{ns}	3	سال × رقم Year × Variety
0.1296 ^{ns}	0.3843*	0.04117 ^{ns}	1.3009 ^{ns}	0.0509 ^{ns}	0.2639**	0.1852 ^{ns}	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, * and **: non-significant and significant in the level of 5% and 1% Respectively. ns غیرمعنی‌دار، * و ** معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و یک درصد

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.

جدول ۳- 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	رقم	تعداد روز تا سبز شدن (روز)	تعداد روز تا پنجه‌زنی (روز)	تعداد روز تا ساقه‌دهی (روز)	تعداد روز تا آبستنی (روز)	تعداد روز تا ظهور سنبله (روز)	تعداد روز تا گلدهی (روز)	تعداد روز تا رسیدگی (روز)
Year	Variety	The number of days to vegetation (day)	The number of days to tillering (day)	The number of days to elongation (day)	The number of days to booting (day)	The number of days to emergence of the spike (day)	The number of days to flowering (day)	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

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

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

را با افزایش عملکرد محصول گزارش نموده‌اند، نقض می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

¹Zadoks

²Haun

³Feeks

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

Acevedo, E., Paola, S. and Herman, S., 2006. Growth and Wheat Physiology. Development Laboratory of Soil-Plant Water Relations, University of 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*.

Ali, A., Choudhry, M.A., Malik, M.A., Ahmad, R. and Saifullah. 2000. Effect of various doses of nitrogen on the growth and yield of two wheat cultivar. *Pak J Biol Sci*, 3(6), 1004- 1005.

Ali, A.A., 1993. Effect of nitrogen nutrition and ethphon 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. *Sci. Int. (hahore)*. 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*

اوره تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی طول دوره رشد و مراحل فنولوژیکی نشان نداد. این مشاهددها، نتایج بعضی از محققان را که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را در افزایش طول دوره رشد گندم مؤثر دانسته و همبستگی این موضوع

منابع

of Crops Production. 8 (4), 143-162. (In persian with English abstract).

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

Falconer, D.S., 1989. *Introduction to quantitative Genetics*. Longman Scientific and Technical.

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

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 (2), 1-23. (In persian with English abstract).

Koocheki, A. and Sarmadnia, G.H., 2012. *Plant Physiology*. Publications University of Mashhad, Mashhad, Iran.

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., Dawood, R.A., 1993. Evaluation of some wheat cultivars for traits related to lodging resistance under different levels of nitrogen. *Presses de Sciences Po*, 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.
- Najafimirak, T., Esmacilzadeh, M. and Jalalkamali, M., 2012. Phonological stages of wheat: From seed to seed. Ministry of Agriculture Press.
- 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.
- Pask, A., Pietragalla, J., Mullan, D. and Reynolds, M.P., 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D. F.: CIMMYT. p. 132.
- Ramezani, S., Ghazvini, J. and Jalalkamali, M., 2016. Field evaluation of growth behavior in wheat genotypes. *Journal of Applied Crop Research*, 29(4) 113, 43-59. (In persian with English abstract).
- Ravan, M., Galeshi, S., Zeinali, A., Mohammadi, R., Rahemkarizaki, 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).
- Raun, W.R. and Johnson, G., 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron J Physiol Plant*, 91(11), 357-363.
- Reynolds, M.P., Pask, A. and Mullan, D., 2012. Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation. Mexico, D. F.: CIMMYT. p. 174.
- Semenov, M.A., Jamieson, P.D. and Martre, P., 2007. Deconvolution nitrogen use efficiency in wheat: A simulation study. *Eur. J. Agron*, 26, 283-294.
- Serrano, L., Fillela, I. and Penuelas, J., 2000. Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under different nitrogen supplies. *Crop Sci*, 40, 723- 731.
- Sharma & Rad, Das, N., 2002. Response of draft wheat to NPK and Ca. *Indian J Plant Physio*, 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. Physiology and determination of crop yield (anonymous).
- 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 matter. *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 Res*, 35, 93-100.
- 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 rela-

tionship 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).

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).

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 Agronomica 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. 12 (3),

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. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0187543>.

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 Sci. 47, 245-253.





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, Environmental Sciences Research 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. *Environmental Sciences*. 17(2):1-14.

Introduction: Plants show different morphological and phenological 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 fragile due 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 production as well as the optimal use of agricultural inputs.

Material and methods: In order to study the phenological 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 phenological 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 are also relatively similar to the stalking

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

stage. Even though the consumption of 200 kg/ha urea fertilizer slightly increased the change of the slope, in such a way that 68% slope the increase of the span of the period from the treatment until 66 kg/ha, urea fertilizer is changed into 111.9%, but the amount of this increase is 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 (pluvius) than the first year (lower rainfall). So that 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.