

مقایسه رشد و تجمع ماده خشک در غلات سرمدوست در شرایط محدودیت نیتروژن

مارال اعتصامی*^۱، عباس بیابانی^۲، علی راحمی کاریزکی^۳، عبدالطیف قلی‌زاده^۳، حسین صبوری^۲

۱. دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

۲. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

۳. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

*مسئول مکاتبه: ml_etesami@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

چکیده

به منظور بررسی رشد غلات سرمدوست بر اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. گندم نان (*Triticum aestivum* L.) رقم کوه‌دشت، گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.) رقم سیمره، جو شش ردیفه صحرا، جو دو ردیفه خرم، جو لخت لاین ۱۷ (*Hordeum vulgare* L.)، یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) کانادایی و تریتیکاله (*Triticosecale Wittmack* L.) جوانیلو در دو سطح کود نیتروژنه صفر و مطلوب (گندم نان و جو لخت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، گندم دوروم و جو دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو شش ردیفه ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، یولاف زراعی ۹۰ کیلوگرم در هکتار و تریتیکاله ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تریتیکاله بیشترین (۴۰۹/۴۵ گرم بر متر مربع) و یولاف زراعی (۱۸۲/۸۵ گرم بر متر مربع) کمترین عملکرد دانه را در بین غلات به خود اختصاص دادند. حداکثر شاخص سطح برگ بین ۶/۰۸ (تریتیکاله) تا ۳/۲۸ (جو لخت) متغیر بود. تریتیکاله و دوروم به ترتیب با ۲۰۵۴/۹ و ۱۵۲۸ گرم بر متر مربع بیشترین و کمترین مقدار ماده خشک تجمعی را نشان دادند. حداکثر و حداقل CGR در تریتیکاله (۴۵/۱۹ گرم بر متر مربع در روز) و دوروم (۲۹/۷۸ گرم در متر مربع در روز) مشاهده شد. شاخص سطح برگ، سرعت رشد جامعه گیاهی، سرعت رشد نسبی و دوام سطح برگ با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند. LAI بحرانی تریتیکاله (۶/۰۵) بیشتر از سایر غلات بود. با توجه به نتایج، تریتیکاله گیاهی مناسب کشت در شرایط گنبد کاووس است.

واژه‌های کلیدی: جو، سطح برگ، شاخص رشد، گندم.

دسترس و ویژگی‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌ها بستگی دارد (اوزونی دوجی و همکاران، ۱۳۸۶).

مقدمه

از میان تمام مواد غذایی، نیتروژن اثر قابل توجهی بر شاخص‌های رشد به ویژه شاخص سطح برگ دارد، به نحوی که با مقادیر مناسب کود نیتروژنه می‌توان به ترکیب متعادلی از شاخص‌های رشد در سایه‌انداز گیاهی دست یافت و موجب بهبود عملکرد گردید. به دلیل این که بیشتر شاخص‌های رشد به شاخص سطح برگ وابسته‌اند، تغییر این شاخص از طریق تغییر در

تجزیه و تحلیل رشد به منظور تفسیر چگونگی واکنش گونه‌های گیاهی به شرایط محیطی حایز اهمیت زیادی است (لباسچی و شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۳). توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته، میزان مواد غذایی در

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. گنبد کاووس زمستان سرد، مرطوب و تابستان گرم و خشک دارد. متوسط بارندگی ۱۰ ساله در گنبد کاووس ۴۴۷ میلی‌متر است. اکثر نزولات جوی در این شهر به صورت باران در زمستان و بهار صورت می‌گیرد. بیشترین دما در مرداد ماه ۳۵/۶ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین در بهمن ماه ۱/۸ درجه سانتی‌گراد بوده است. تیمارها مرکب از غلات شامل گندم نان (*Triticum Aestivum* L.) رقم کوهدشت، گندم دوروم (*Triticum turgidum* L.) رقم سیمره، جو شش ردیفه رقم صحرا، جو دو ردیفه رقم خرم، جو لخت لاین ۱۷ (*Hordeum vulgare* L.)، یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) رقم کانادایی و تریتیکاله (*Triticosecale Wittmack* L.) رقم جوانیلو در دو سطح نیتروژن (عدم مصرف و مصرف در حد مطلوب) با منشا اوره بود. حد مطلوب کود نیتروژنه با توجه به عملکرد دانه هر یک از غلات، آزمایش خاک و با توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس برای گندم نان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، گندم دوروم ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، جو شش ردیفه ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، جو لخت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، یولاف زراعی ۹۰ کیلوگرم در هکتار و تریتیکاله ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. قبل از اجرای طرح، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به شرح جدول ۱ تعیین شد.

میزان کود نیتروژنه، یکی از عملی‌ترین راه‌کارهاست (امان‌اله و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش قابل ملاحظه شاخص سطح برگ در چهل سال گذشته به دلیل افزایش مصرف کود نیتروژنه بوده است که از طریق اندازه، طول عمر برگ‌ها و ازدیاد شاخه‌دهی گیاه موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. زمانی که گیاه با کمبود نیتروژن مواجه است، نسبت رشد برگ و شاخص سطح برگ کاهش پیدا می‌کند که می‌تواند به خاطر کاهش فتوسنتز خالص و یا کافی نبودن گسترش سلولی باشد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از پژوهش‌های ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) نشان داد که شاخص‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و جذب خالص تحت تاثیر کود نیتروژنه قرار می‌گیرند. در بین شاخص‌های فیزیولوژیک، سرعت جذب خالص کم‌تر تحت تاثیر کود نیتروژنه قرار می‌گیرد. نوری‌اظهر و احسان‌زاده (۱۳۸۶) بیان کردند بین تولید ماده خشک و شاخص سطح برگ همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. بین عملکرد و شاخص سطح برگ و دوام آن نیز همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد. اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود. اندازه و دوام سطح برگ، سرعت و طول مدت تجمع ماده خشک در گیاه را تعیین می‌کند (کارتر و همکاران، ۲۰۱۰). هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه روند تغییرات شاخص‌های رشد در غلات سرمدوست شامل گندم نان، گندم دوروم، جو لخت، جو دو ردیفه، جو شش ردیفه، یولاف زراعی و تریتیکاله تحت شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود نیتروژنه و ارتباط آن‌ها با عملکرد دانه در شرایط محیطی گنبد کاووس بود.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	pH	موادخستگی کربن آلی نیتروژن (درصد)	فسفر پتاسیم (ppm)	رس سیلت شن (درصد)	بافت خاک
۱/۱۹	۷/۹	۰/۶۸	۱۳/۴	۱۵	لوم سیلتی

معادله سرعت رشد جامعه گیاهی (CGR)^۱ با مشتق گرفتن از معادله ماده خشک تجمعی نسبت به روز پس از کاشت (فرمول ۴) به دست آمد (سلطانی، ۱۳۸۴).

$$CGR = (a * \exp(-a * (dap - b)) * c) / (1 + \exp(-a * (dap - b)))^2 \quad (\text{معادله ۴})$$

سرعت رشد نسبی (RGR)^۲ از تقسیم سرعت رشد جامعه گیاهی بر ماده خشک تجمعی (RCGR/TDM) حاصل شد. سرعت جذب خالص (NAR)^۳ از تقسیم سرعت رشد جامعه گیاهی بر شاخص سطح برگ (CGR/LAI) به دست آمد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). جهت محاسبه نسبت سطح برگ (LAR)^۴ شاخص سطح برگ بر ماده خشک کل تقسیم شد (LAI/TDM). برای محاسبه عملکرد دانه، در مرحله رسیدگی کامل (زرد و خشک شدن کامل بوته) مساحتی معادل ۲ متر مربع برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ و مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۰.۵٪ انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات شاخص سطح برگ در گونه‌های مختلف غلات در شکل ۱ نشان داده شده است. افزایش شاخص سطح برگ تا مرحله پنجه زنی تا حدودی یکسان بود. اختلاف بین سطح برگ از این زمان به بعد آغاز و تا پایان دوره رشد ادامه داشت.

جدول ۲ نشان می‌دهد که زمان به حداکثر رسیدن شاخص سطح برگ در گونه‌ها متفاوت است. کاربرد و عدم کاربرد کود نیتروژنه بر روی شاخص سطح برگ غلات بی‌تاثیر بود. شاخص سطح برگ حداکثر در غلات مورد مطالعه از ۶/۰۸ تا ۳/۲۸ متغیر بود.

قبل از کشت، بذور با استفاده از سم رورآل برای جو و یولاف زراعی و سم دیکلوفنول برای گندم و تریتیکاله به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شدند. کاشت در آذر ماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. جهت اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک، از ابتدای مرحله پنجه‌زنی هر ۱۰ روز یک بار و از ابتدای بهار هر ۷ روز یک بار تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. برای سنجش سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج (DELTA-T) استفاده شد. ثبت وزن خشک در هر مرحله از نمونه‌برداری، از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و توزین با ترازوی دقیق تعیین گردید (عطارباشی، ۱۳۷۹). هر کرت آزمایشی شامل ۷ خط کشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود. به منظور توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت، از معادله نمایی ۱ استفاده شد که بهترین برازش را با نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد. در این معادله LAI شاخص سطح برگ، dap روز پس از کاشت و a، b و c ضرایب معادله هستند (سلطانی، ۱۳۸۴).

$$LAI = ((a * \exp((-a) * (dap - b)) * c) / (1 + \exp((-a) * (dap - b))))^2 \quad (\text{معادله ۱})$$

برای محاسبه و ترسیم روند تغییرات دوام سطح برگ از معادله ۲ استفاده شد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷).

$$LAD = ((LAI_1 + LAI_2) / 2) * (T_2 - T_1) \quad (\text{معادله ۲})$$

LAD دوام سطح برگ، LAI₁ و LAI₂ سطح برگ در زمان نونه‌برداری اول و دوم و T₁ و T₂ زمان نمونه‌گیری اول و دوم است.

برای توصیف وزن خشک در طول زمان از یک معادله لجستیک (۳) استفاده شد (سلطانی، ۱۳۸۴). در این معادله a ضریب معادله، b مدت زمان رسیدن به ۵۰٪ تجمع ماده خشک، DM_{max} حداکثر تجمع ماده خشک، dap روز پس از کاشت و Y ماده خشک است.

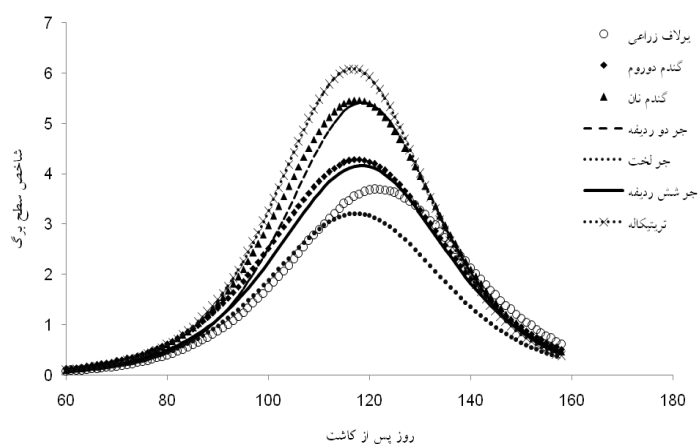
$$Y = DM_{max} / (1 + \exp(-a * (dap - b))) \quad (\text{معادله ۳})$$

¹ Crop growth rate

² Relative growth rate

³ Net assimilation rate

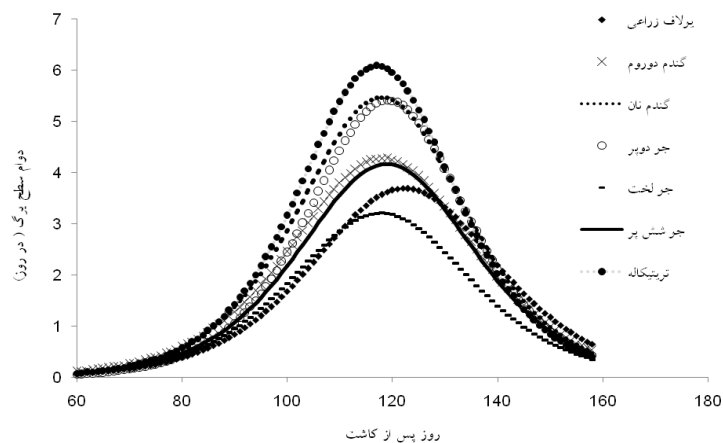
⁴ Leaf area ratio



شکل ۱. روند تغییر شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت در غلات مورد مطالعه

به تدریج افزایش می‌یابد که به علت افزایش شاخص سطح برگ است. تريتیکاله و جو لخت به ترتیب حداکثر و حداقل دوام سطح برگ را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). فیشر و کان (۱۹۹۹) برای ۱۹۶۲ محصول نشان دادند که عملکرد دانه رابطه نزدیکی با دوام بافت‌های فتوستنز بعد از گلدهی دارد که با ارتباط با شاخص سطح برگ در زمان گلدهی آغاز می‌شود. استوارت و همکاران (۲۰۰۳) بر این اعتقاد هستند که اگر سطح برگ تا شروع تشکیل دانه حفظ شود، همبستگی مثبتی با عملکرد دانه خواهد داشت، بنابراین می‌توان گفت که تداوم سطح برگ نیز تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی است.

تريتیکاله با شاخص سطح برگ حداکثر ۶/۰۸ در ۱۱۷ روز پس از کاشت بالاترین شاخص سطح برگ را نسبت به سایر غلات نشان داد و جو لخت در ۱۱۷ روز پس از کاشت و با شاخص سطح برگ ۳/۲۸ کم‌ترین شاخص سطح برگ حداکثر را در غلات مورد مطالعه نشان داد. به طور کلی، روند تغییرات شاخص سطح برگ در اغلب گیاهان زراعی نمایی است. بدین صورت که در ابتدای رشد به تدریج افزایش و در زمان گرده‌افشانی به مقدار حداکثر می‌رسد و سپس، با گذشت زمان کاهش می‌یابد که به دلیل پیر و زرد شدن برگ‌ها است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). روند تغییر دوام سطح برگ در غلات مورد مقایسه نشان داد که دوام سطح برگ در ابتدای فصل رشد در غلات مورد مطالعه نسبت به روز پس از کاشت



شکل ۲. روند تغییر دوام سطح برگ نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

جدول ۲. ضرایب (c, b, a) پیش‌بینی شاخص سطح برگ در مقابل زمان (n تعداد مشاهده، LAI_{max} حداکثر شاخص سطح برگ، T_{max} زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ، SE خطای استاندارد، R^2 ضریب تبیین)

گونه غلات	n	نیترژن	a±SE	b±SE	c±SE	LAI_{max}	T_{max}	R^2
یولاف زراعی	۹	صفر	۰/۰۸۴±۰/۰۰۱۱	۱۲۱/۵±۲/۱۲	۱۸۷/۹±۱۹/۳۵	۳/۹۴	۱۲۲	۰/۹۶
	۹	مطلوب	۰/۰۹۷±۰/۰۰۸	۱۲۲/۱±۱/۲۲	۱۸۱/۳±۱۲/۳۲	۴/۰۷	۱۲۲	۰/۹۸
گندم دوروم	۹	صفر	۰/۰۸۹±۰/۰۰۹	۱۱۷/۶±۱/۷۳	۱۸۹/۶±۱۶/۷۸	۴/۱۵	۱۲۰	۰/۹۷
	۹	مطلوب	۰/۰۸۳±۰/۰۰۷	۱۱۷/۸±۱/۵۰	۲۰۹/۱±۱۵/۵۵	۳/۹۲	۱۱۸	۰/۹۸
گندم نان	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۸	۱۱۸/۵±۱/۴۰	۲۱۳/۳±۱۵/۶۲	۴/۷۹	۱۱۸	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۹۵±۰/۰۰۶	۱۱۶/۷±۰/۹۵	۲۵۲/۴±۱۳/۹۸	۵/۹۹	۱۱۷	۰/۹۹
جو دوردیفه	۹	صفر	۰/۱۰±۰/۰۰۷	۱۱۹/۴±۱/۰۵	۲۲۰/۵±۱۳/۲۰	۵/۵۱	۱۱۹	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۱۰±۰/۰۱۲	۱۱۴/۵±۱/۷۱	۲۰۵/۵±۲۰/۴۳	۵/۱۳	۱۱۴	۰/۹۶
جو لخت	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۸	۱۲۰/۵±۱/۹۱	۱۲۴±۸/۲۷	۲/۹۵	۱۲۱	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۸۵±۰/۰۰۱	۱۱۴/۶±۱/۷۵	۱۶۴/۰±۱۶/۶۶	۳/۳۰	۱۱۴	۰/۹۶
جو شش‌ردیفه	۹	صفر	۰/۱۰±۰/۰۰۸	۱۱۸/۸±۱/۰۴	۱۶۱/۵±۱۰/۳۸	۴/۰۲	۱۱۸	۰/۹۸
	۹	مطلوب	۰/۰۸۲±۰/۰۰۷	۱۱۸/۸±۱/۰۳	۲۰۶/۸±۱۲/۴۷	۴/۲۳	۱۱۹	۰/۹۸
تریتیکاله	۹	صفر	۰/۰۹±۰/۰۰۶	۱۱۷/۱±۱/۰۹	۲۱۱/۵±۱۲/۲۶	۵/۵۵	۱۱۷	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۰/۰۹±۰/۰۱۱	۱۱۶/۸±۱/۷۱	۲۷۵/۲±۲۶/۰۳	۶/۵۳	۱۱۷	۰/۹۷
یولاف زراعی	۹		۰/۰۹±۰/۰۰۹	۱۲۱/۸±۱/۵۵	۱۸۴/۵±۱۴/۸۰	۳/۶۸	۱۲۲	۰/۹۷
	۹		۰/۰۸۶±۰/۰۰۷	۱۱۷/۷±۱/۳۷	۱۹۹/۱±۱۳/۵۵	۴/۲۷	۱۱۸	۰/۹۸
گندم دوروم	۹		۰/۰۹۴±۰/۰۰۷	۱۱۷/۵±۱/۱۰	۲۳۲/۷±۱۴/۱۴	۵/۴۷	۱۱۷	۰/۹۸
	۹		۰/۱۰±۰/۰۰۵	۱۱۸/۶±۰/۸۷	۲۱۶/۶±۱۰/۳۷	۵/۴۱	۱۱۹	۰/۹۹
گندم نان	۹		۰/۰۹±۰/۰۰۸	۱۱۷/۳±۱/۲۵	۱۴۵/۹±۱۰/۰۴	۳/۲۸	۱۱۷	۰/۹۸
	۹		۰/۰۹±۰/۰۰۷	۱۱۸/۴±۰/۹۹	۱۸۵/۱±۱۰/۹۲	۴/۱۶	۱۱۹	۰/۹۸
جو دوردیفه	۹		۰/۱۰±۰/۰۰۸	۱۱۶/۶±۱/۳۸	۲۴۳/۴±۱۸/۲۵	۶/۰۸	۱۱۷	۰/۹۸
	۹							

می‌دهد. ضرایب تبیین بالا نشان داد که این معادله تغییرات ماده خشک را در طول فصل زراعی در گونه‌های غلات به خوبی توصیف می‌کند.

غلات از نظر تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. با شروع دوره رشد خطی و اختلاف در شاخص سطح برگ، اختلاف بین سرعت رشد جامعه گیاهی بارز شد و قبل از گرده‌افشانی و به اوج رسیدن شاخص سطح برگ به

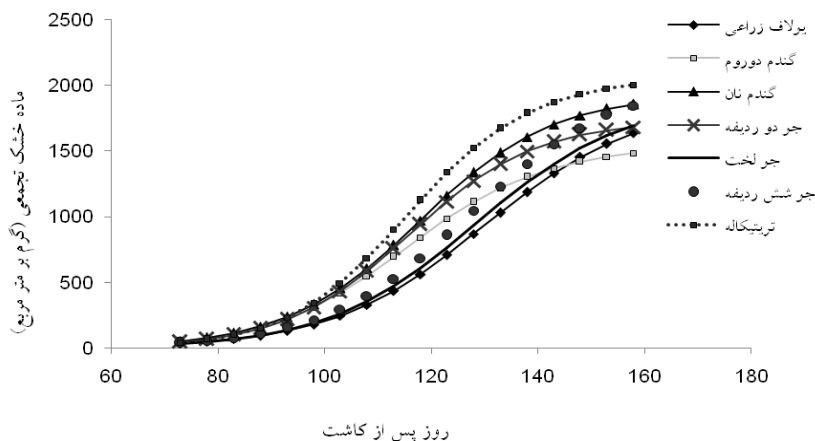
با بررسی حداکثر ماده خشک تولیدی در گونه‌های مورد مطالعه، مشاهده می‌شود که کاربرد و عدم کاربرد کود نیترژنه تاثیر معنی‌داری بر روی تولید ماده خشک نداشته است (جدول ۳). عدم اختلاف میان سطح صفر و مطلوب کود نیترژنه می‌تواند به دلیل مکفی بودن میزان نیترژن موجود در خاک جهت رشد محصول و دستیابی به حداکثر ماده خشک تجمعی باشد. جدول ۳ ضرایب معادله لجستیک جهت پیش‌بینی ماده خشک تجمعی برای گونه‌های غلات مورد مطالعه را نشان

۲۰۰۶). یوجیو و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی واکنش عملکرد تریپتیکاله به سطوح مختلف نیتروژن نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۴۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه تر به مقدار ۴۳/۵ تن در هکتار به طور معنی‌داری افزایش یافت.

حداکثر مقدار خود رسید. بالاترین ماده خشک تجمعی مربوط به تریپتیکاله (۲۰۵۴/۹ گرم بر متر مربع) و کم‌ترین مربوط به گندم دوروم (۱۵۲۸ گرم بر متر مربع) بود. افزایش ماده خشک در گیاه بر اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است که به دلیل افزایش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول برگ باشد (یوجیو و همکاران،

جدول ۳. ضرایب معادله لجستیک جهت پیش‌بینی ماده خشک تجمعی برای گونه‌های غلات در سطوح صفر و مطلوب نیتروژن (n تعداد نمونه- برداری، a و b ضرایب معادله، dm_{max} حداکثر ماده خشک تولید شده بر حسب گرم بر متر مربع، SE خطای استاندارد و R^2 ضریب تبیین)

گونه غلات	n	نیتروژن	$dm_{max} \pm SE$	$a \pm SE$	$b \pm SE$	R^2
یولاف زراعی	۹	صفر	۱۸۱۳/۴ ± ۱۶۹/۸	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۰۷	۱۳۲/۶ ± ۳/۸۲	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۹۴۹/۶ ± ۱۰۹/۵	۰/۰۷۵ ± ۰/۰۰۶	۱۲۸/۴ ± ۲/۱۸	۰/۹۹
گندم دوروم	۹	صفر	۱۴۵۹/۷ ± ۵۹/۶۱	۰/۰۹۱ ± ۰/۰۱۱	۱۱۲ ± ۱/۷۴	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۶۴۲/۷ ± ۱۱۸/۹	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۰۹	۱۲۰/۲ ± ۳/۲۵	۰/۹۹
گندم نان	۹	صفر	۱۶۹۸/۵ ± ۲۳۵/۵	۰/۰۷۷ ± ۰/۰۲۳	۱۱۸/۶ ± ۵/۹۶	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۶۹/۷ ± ۳۴۸/۵	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۱۱	۱۱۷/۳ ± ۲/۵۱	۰/۹۹
جو دوردیفه	۹	صفر	۱۶۶۹/۶ ± ۶۲/۱	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۹	۱۱۴/۹ ± ۱/۵۵	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۷۹۵/۹ ± ۹۲/۸	۰/۰۸۵ ± ۰/۰۱	۱۱۷/۱ ± ۲/۱۷	۰/۹۹
جو لخت	۹	صفر	۱۶۹۱/۲ ± ۷۲/۱۳	۰/۰۸۳ ± ۰/۰۰۶	۱۲۵/۷ ± ۱/۶۳	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۳۰/۸ ± ۲۴۸	۰/۰۶۴ ± ۰/۰۰۹	۱۳۱/۵ ± ۴/۸۰	۰/۹۸
جو شش ردیفه	۹	صفر	۱۹۰۵/۹ ± ۵۲/۷	۰/۰۸۱ ± ۰/۰۰۴	۱۲۶/۸ ± ۱/۰۶	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۱۹۰/۵ ± ۱۶۶/۱	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۰۷	۱۲۸/۱ ± ۳/۱۴	۰/۹۹
تریپتیکاله	۹	صفر	۱۹۱۴/۶ ± ۱۰۰/۳	۰/۱۰۲ ± ۰/۰۱۷	۱۱۲ ± ۲/۱۵	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۲۱۴/۷ ± ۱۳۸	۰/۰۸۳ ± ۰/۰۱۱	۱۲۰/۳ ± ۲/۵۹	۰/۹۹
یولاف زراعی	۹	صفر	۱۸۶۹/۴ ± ۱۲۱/۲	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۶	۱۳۰/۱ ± ۲/۵۷	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۵۲۸ ± ۷۸/۵۸	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۰۹	۱۱۵/۵ ± ۲/۲۹	۰/۹۹
گندم دوروم	۹	صفر	۱۹۲۸/۵ ± ۱۵۶/۹	۰/۰۸۳ ± ۰/۰۱۵	۱۱۷/۸ ± ۳/۴۸	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۱۷۲۹/۸ ± ۷۳/۶۱	۰/۰۸۸ ± ۰/۰۱	۱۱۶ ± ۱/۷۸	۰/۹۹
جو لخت	۹	صفر	۱۸۹۵/۳ ± ۱۰۶/۶	۰/۲۰۷ ± ۰/۰۰۶	۱۲۸/۵ ± ۲/۲۴	۰/۹۹
	۹	مطلوب	۲۰۴۶/۶ ± ۹۹/۹۴	۰/۰۷۲ ± ۰/۰۰۵	۱۲۷/۴ ± ۱/۹۵	۰/۹۹
جو شش ردیفه	۹	صفر	۲۰۵۴/۹ ± ۱۲۲/۱	۰/۰۸۴ ± ۰/۰۱۴	۱۱۶/۱ ± ۲/۴۹	۰/۹۹
	۹	مطلوب				

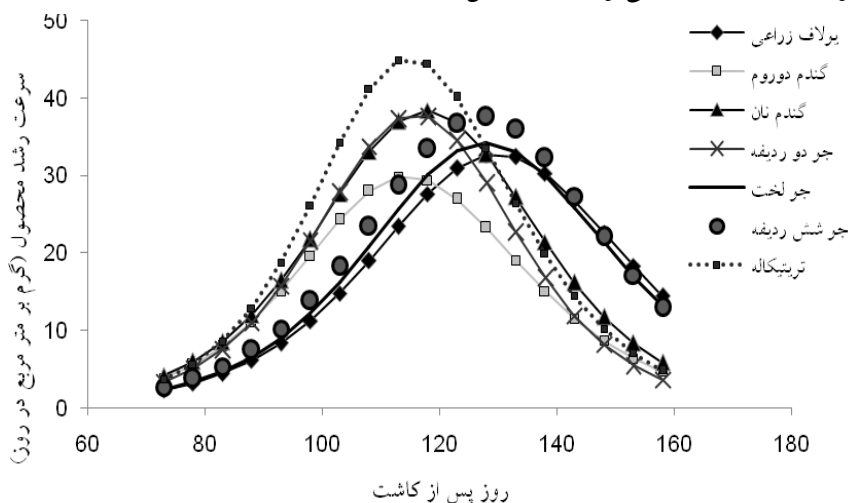


شکل ۳. روند تغییر ماده خشک تجمعی نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

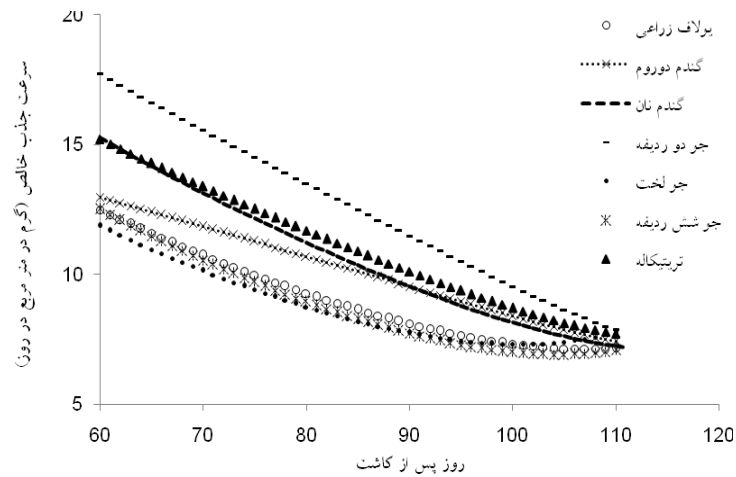
سطح برگ بالای این گیاه توجیه شود. توسعه آرام سطح برگ در ابتدای فصل رشد موجب توسعه ضعیف پوشش گیاهی و جذب کم‌تر تابش خواهد شد که در نهایت، کاهش سرعت رشد را به دنبال خواهد داشت. همچنین، بین ارقام و شرایط محیطی مختلف میزان شاخص سطح برگ متفاوت است (بخشنده و همکاران، ۱۳۹۰؛ توماس و همکاران، ۲۰۰۳).

ژنوتیپ‌های کم محصول به دلیل پایین بودن سرعت رشد جامعه گیاهی عملکرد بالایی نداشتند. تولید بالقوه ژنوتیپ‌های پر محصول به دلیل سطح گسترده فتوسنتز کننده و راندمان بالای تبدیل انرژی نورانی و سیستم انتقال مواد فتوسنتزی به دانه است (جاسکیو و همکاران، ۲۰۰۱).

شکل ۴ روند تغییرات سرعت رشد محصول را نشان می‌دهد. روند افزایش سرعت رشد در همه غلات مورد مطالعه مشابه بود، بدین صورت که سرعت رشد جامعه گیاهی در ابتدای فصل رشد به کندی افزایش یافت و سپس، با شتاب بیشتری به حداکثر خود رسید و پس از آن روند نزولی پیدا کرد. عطارباشی (۱۳۷۹) در بررسی شاخص رشد ارقام گندم بیان کرد که سرعت رشد ارقام مختلف گندم طی فصل رشد از روند مشابهی برخوردار است. در بین گونه‌های مورد مطالعه گندم دوروم سرعت رشد کم‌تری نسبت به سایر غلات نشان داد (شکل ۴). با توجه به شاخص سطح برگ کم و سرعت جذب خالص پایین در گندم دوروم و با توجه به رابطه $CGR=NAR*LAI$ ، سرعت رشد کم گندم دوروم نیز قابل توجیه است. در مقابل، تریتیکاله سرعت رشد بالایی نسبت به سایر گونه‌ها نشان داد که می‌تواند با شاخص



شکل ۴. روند تغییر سرعت رشد جامعه گیاهی نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

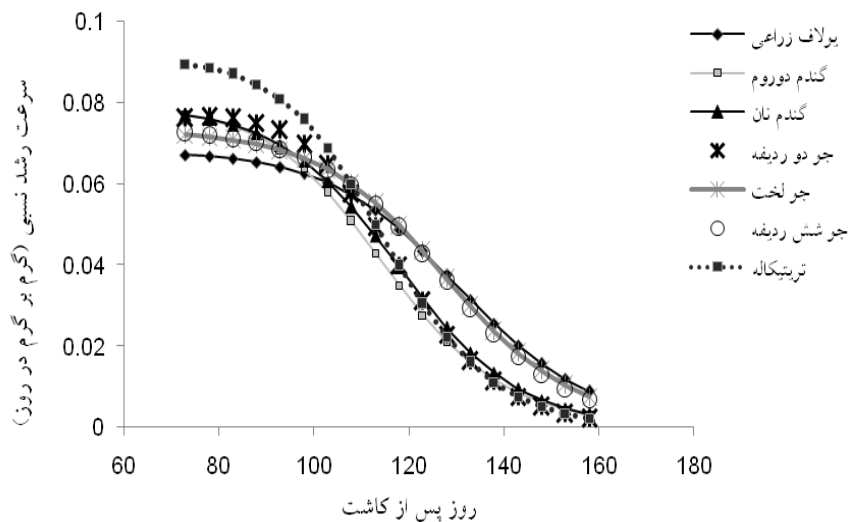


شکل ۵. روند تغییر سرعت جذب خالص نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

باشد (اعتصامی و همکاران، ۱۳۸۹). در بین گونه‌های مورد مطالعه سرعت رشد نسبی تریتیکاله با شیب بیشتری کاهش یافت و سایر گونه‌ها دارای روند مشابهی بودند. قسمت‌های افزوده شده به وزن گیاه بافت‌های ساختمانی است و بافت‌های فعال متابولیکی نیستند و چنین بافت‌هایی سهمی در میزان رشد ندارند. کاهش میزان رشد نسبی تا اندازه‌ای مربوط به در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های پایین گیاه است. بالاتر بودن سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های پر محصول می‌تواند به دلیل بالاتر بودن سرعت رشد جامعه گیاهی باشد. در نتیجه در این ژنوتیپ‌ها ماده خشک با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد و در نتیجه RGR بیشتری هم دارند (سینتوئید و همکاران، ۲۰۰۳).

حداکثر سرعت رشد جامعه گیاهی ۴۵/۱۹ گرم بر متر مربع در روز در تریتیکاله و حداقل آن در گندم دوروم (۲۹/۷۸ گرم در متر مربع در روز) مشاهده شد. شکل ۵ روند تغییرات سرعت جذب خالص را در غلات مورد مطالعه در طول فصل رشد نشان داده است. گندم دوروم با سایر گونه‌ها اختلاف زیادی را در ابتدای فصل رشد نشان داد. عدم اختلاف معنی‌دار بین سایر گونه‌ها به دلیل عدم تفاوت قابل ملاحظه در شاخص سطح برگ آنها است.

سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه به صورت غیر خطی و با شیب‌های مختلف در گونه‌ها کاهش یافت (شکل ۶). بالاتر بودن سرعت رشد نسبی در غلات پرمحصول در دوران رشد رویشی می‌تواند به دلیل بیشتر بودن سرعت رشد جامعه گیاهی در این گونه‌ها

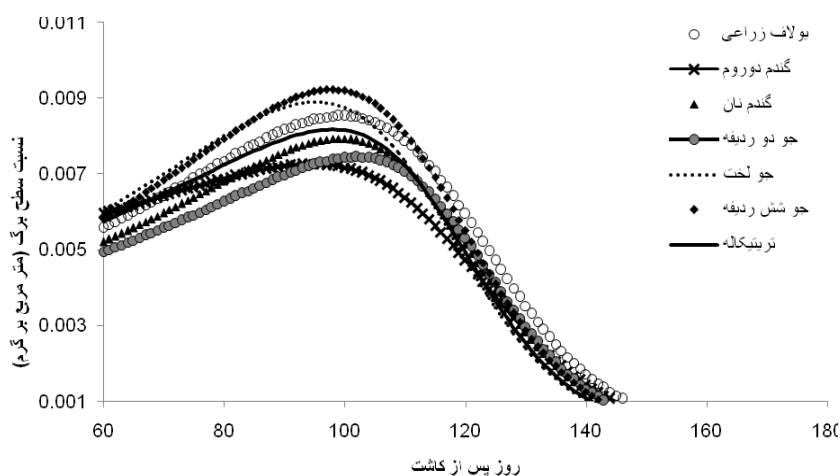


شکل ۶. روند تغییر سرعت رشد نسبی نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

روند تغییرات نسبت سطح برگ در شکل ۷ نشان داده شده است. در ابتدای فصل رشد، گندم دوروم نسبت سطح برگ بالاتری به سایر گونه‌ها نشان داد. این مطلب می‌تواند به دلیل شاخص سطح برگ بالاتر این غله نسبت به سایر غلات باشد. ولی، با تغییرات شاخص سطح برگ در زمان گرده‌افشانی و پس از آن و ایجاد اختلاف در شاخص سطح برگ گونه‌ها، نسبت سطح برگ نیز تغییر می‌یابد. نسبت سطح برگ بیان‌کننده نسبت بین سطح پهنک یا بافت‌های فتوستتیزکننده به کل بافت‌های تنفس‌کننده و در واقع نشان‌دهنده پربریگی یک گیاه است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). همان‌طور که در جدول ۲ و شکل شاخص سطح برگ ملاحظه شد، گندم دوروم حداکثر شاخص سطح برگ کم‌تری نیز نسبت به سایر گونه‌ها داشته است و نسبت سطح برگ پایین آن را در طول فصل رشد توجیه می‌کند. همچنین، وجود ارتباط معکوس بین نسبت سطح برگ و ماده خشک تجمعی عدم برتری نسبت سطح برگ تریتیکاله را نسبت به سایر گونه‌ها نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد، تریتیکاله شاخص سطح برگ (۶/۰۷)، ماده خشک تجمعی (۲۰۵۴/۰۹ گرم بر متر مربع)، سرعت رشد (۴۵/۱۹ گرم بر متر مربع در روز)، سرعت رشد نسبی

(۰/۰۸۶ گرم بر گرم در روز)، دوام سطح برگ (۶/۰۶) و عملکرد دانه (۴۰۷/۹ گرم بر متر مربع) بالاتری را نسبت به سایر غلات مورد مطالعه نشان داد. به نظر می‌رسد که تریتیکاله با شرایط محیطی گنبد کاووس بیشتر سازگار باشد و بهتر توانسته است از منابع استفاده کند. محمدرزاده (۱۳۷۹) با مقایسه میانگین عملکرد چند ژنوتیپ گندم بیان کرد که بیشترین عملکرد به ارقامی تعلق دارد که بالاتر بودن شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت رشد گیاه و نسبت سطح برگ از ویژگی‌های بارز این ارقام باشد. همان‌طور که در جدول همبستگی (جدول ۵) ملاحظه می‌شود، عملکرد دانه در غلات سرمدوست مورد مطالعه با شاخص سطح برگ، سرعت رشد جامعه گیاهی، سرعت رشد نسبی و دوام سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (به ترتیب ۰/۷۶، ۰/۷۰، ۰/۷۷ و ۰/۷۵). ارتباط بالا و معنی‌دار شاخص سطح برگ با سرعت رشد جامعه گیاهی، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و دوام سطح برگ نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ فاکتوری مهم و موثر بر رشد و عملکرد در غلات مورد مطالعه بوده است. سهم کم ماده خشک تجمعی در عملکرد دانه گویای آن است که مواد فتوستتیزی کمتری به دانه‌ها اختصاص یافته است و بیشتر به سمت اندام‌های رویشی هدایت شده‌اند.



شکل ۷. روند تغییر نسبت سطح برگ نسبت به روز پس از کشت در غلات مورد مطالعه

سرعت جذب خالص با سرعت رشد نسبی، نسبت و دوام سطح برگ در سطح یک درصد همبستگی بالایی نشان داد (جدول ۵). این امر نقش مهم سطح برگ در جذب مواد غذایی، مدت دوام سبزینگی گیاه و تولید ماده خشک را نشان می‌دهد.

اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود. نکویی (۱۳۷۸) در آزمایشات خود بر روی گندم همبستگی ۰/۹۹ و کریمی و سیدیک (۱۹۹۱) همبستگی ۰/۸۰ را بین سرعت رشد جامعه گیاهی و عملکرد دانه گزارش کردند.

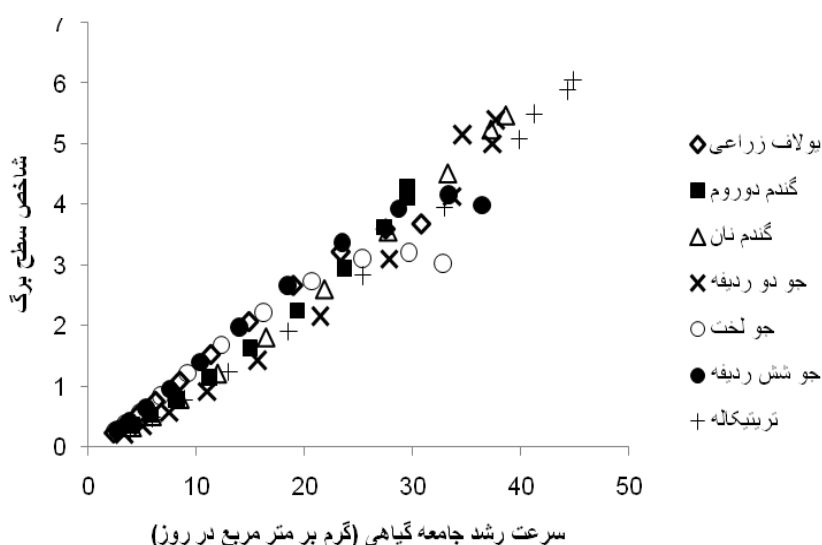
جدول ۴. مقایسه حداکثر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه غلات مورد مطالعه در فصل رشد

ترتیبکاله	جو شش ردیفه	جو لخت	جو دوردیفه	گندم نان	گندم دوروم	یولاف زراعی	غلات صفات
۲۰۵۴/۹	۲۰۴۶/۶	۱۸۹۵/۳	۱۷۲۹/۸	۱۹۲۸/۵	۱۵۲۸/۰۰	۱۸۶۹/۶	ماده خشک تجمعی
۶/۰۸	۴/۱۶	۳/۲۸	۵/۴۱	۵/۴۷	۴/۲۷	۳/۶۸	شاخص سطح برگ
۴۵/۱۹	۳۷/۳۳	۳۴/۱	۳۸/۰۵	۳۸/۵۶	۲۹/۸۷	۳۲/۷۱	سرعت رشد جامعه گیاهی
۱۲/۸۴	۱۰/۰۱	۹/۶۷	۱۴/۹۰	۱۲/۵۲	۱۱/۴۷	۱۰/۲۵	سرعت جذب خالص
۰/۰۸۶	۰/۰۷۱	۰/۰۷۰	۰/۰۸۶	۰/۰۷۷	۰/۰۷۵	۰/۰۶۷	سرعت رشد نسبی
۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۸۵	نسبت سطح برگ
۶/۰۶	۴/۱۵	۳/۲۸	۵/۴	۵/۴۶	۴/۲۷	۳/۶۹	دوام سطح برگ
۴۰۹/۴۵	۲۸۳/۹	۳۲۴/۲۴	۳۵۰/۰۶	۳۷۹/۱۶	۳۰۰/۸	۱۸۲/۸۵	عملکرد دانه

جدول ۵. همبستگی بین شاخص‌های رشد و عملکرد دانه در غلات مورد مطالعه^۰

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شاخص سطح برگ	۱							
ماده خشک تجمعی	۰/۲۸	۱						
سرعت رشد جامعه گیاهی	۰/۷۸*	۰/۷۰	۱					
سرعت جذب خالص	۰/۸۳**	-۰/۲۲	۰/۴۸	۱				
سرعت رشد نسبی	۰/۹۱**	-۰/۰۸	۰/۷۰	۰/۹۲**	۱			
نسبت سطح برگ	۰/۴۹	۰/۷۵*	۰/۱۰	-۰/۷۳	-۰/۵۹	۱		
دوام سطح برگ	۰/۹۹**	۰/۱۸	۰/۷۸**	۰/۸۱**	۰/۹۰	-۰/۴۹	۱	
عملکرد دانه	۰/۷۶*	۰/۲۸	۰/۷۰*	۰/۶۰	۰/۷۷*	-۰/۳۲	۰/۷۵*	۱

۱. شاخص سطح برگ، ۲. ماده خشک تجمعی، ۳. سرعت رشد جامعه گیاهی، ۴. سرعت جذب خالص، ۵. سرعت رشد نسبی، ۶. نسبت سطح برگ، ۷. دوام سطح برگ، ۸. عملکرد دانه



شکل ۸. تغییر شاخص سطح برگ نسبت به سرعت رشد جامعه گیاهی در غلات مورد مطالعه

نتیجه‌گیری کلی

نتایج گویای آن است که کاربرد کود نیتروژنه بر روی شاخص‌های رشد بی‌تأثیر بوده است. همبستگی بین شاخص‌های رشد و عملکرد دانه در غلات مورد مطالعه نشان داد که تریتیکاله با شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت رشد بیشتر نسبت به سایر غلات عملکرد دانه بالاتری نیز دارد. به نظر می‌رسد که تریتیکاله گیاهی مناسب جهت کشت در شرایط گنبد کاووس است. جهت نیل به عملکرد مطلوب، آزمایش‌های بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

شکل ۸ تغییرات شاخص سطح برگ را در برابر سرعت رشد جامعه گیاهی نشان می‌دهد. LAI بحرانی در یولاف زراعی ۳/۴۴، گندم دوروم ۴/۱۱، گندم نان ۵/۴۶، جو دوردیفه ۵/۴۱، جو لخت ۲/۵۹، جو شش ردیفه ۳/۴۷ و تریتیکاله ۶/۰۵ بود. در بیشتر گیاهان هنگامی که شاخص سطح برگ به چهار تا پنج می‌رسد، بیش از ۸۰ درصد تابش توسط گیاه جذب می‌گردد. ارتباط قوی بین افزایش شاخص سطح برگ با مقدار تابش جذب شده و در نهایت، تولید ماده خشک وجود دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷).

منابع

- اعتصامی، م.، گالشی، س.، سلطانی، ا.، نوری‌نیا، ع. ۱۳۸۹. ارتباط شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد با عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های جو (*Vulgare Hordeum L.*). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳ (۴): ۱۶۱-۱۷۵.
- اوزونی دوجی، ع.، اصفهانی، م.، سمیع زاده، ح.، م. ربیعی. ۱۳۸۶. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد و کارایی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ‌دار. مجله علوم زراعی ایران. ۹ (۴): ۳۸۲-۴۰۰.
- بخشنده، ا.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، کلاته عربی، م.، غدیریان، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی روابط آلومتریک برگ و صفات رویشی در ارقام گندم نان و دوروم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۴): ۶۴۲-۶۵۷.
- ساجدی، ن.، اردکانی، م. ۱۳۸۷. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، روی و آهن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای در استان مرکزی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۶ (۱): ۹۹-۱۱۰.
- سلطانی، ا. ۱۳۸۴. تعیین پارامترهای تجمع و توزیع نیتروژن در گیاه نخود. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- عطاریبانی، م. ر. ۱۳۷۹. مبانی فیزیولوژیک اختلاف عملکرد چند ژنوتیپ گندم در شرایط دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۶۵ صفحه.
- کوچکی، ع.، سردنیا، غ. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.
- لباسچی، م. ح.، شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۳. استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در بهره‌برداری مناسب از گل راعی. پژوهش و سازندگی. ۶۵: ۶۵-۷۵.
- مجیدیان، م. ا.، فلاوند، ن. ع.، کریمیان، ع.، کامگار حقیقی، ا. ۱۳۸۷. تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱(۲): ۶۷-۸۵.
- محمدزاده، س. ۱۳۷۹. بررسی اثر محلول پاشی اوره و قطع برگ پرچم بر عملکرد و اجزای عملکرد در گندم. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۶ صفحه.
- نکویی، ا. ۱۳۷۸. مطالعه شاخص‌های رشد در ژنوتیپ‌های گندم در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۰۹ صفحه.
- نوری اظهار، ج.، احسان زاده، پ. ۱۳۸۶. بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان. علوم آب و خاک. ۱۱(۴۱): ۲۶۱-۲۷۲.
- Amanullah, K., Marwat, B., Shah, P., Maula, N., Arifullah, S. 2009. Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. *Pak J Bot.* 41: 2: 761-768.
- Carrtero, R., Serrago, R.A., Bancal, M.O., Perello, A.E., Miralles, D.J. 2010. Absorbed radiation and radiation use efficiency as effected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. *Field Crops Res.* 116: 184-195.
- Fisher, R.A., Kohn, G.D. 1999. The relationships of grain yield to vegetative growth and post-flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. *Aust J of Agric Res.* 17(2): 281-295.
- Juskiw, P.E., Yih-wu, J. Kryzanowski, L. 2001. Phenological development of spring barley in a short-season growing area. *Agron J.* 93: 370-379.
- Karimi, M.M., Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth in old and modern wheat cultivars. *Aust J Agric Res.* 42: 13-20.
- Senthoid, A., Turner, N.C., Botwright, T., Condon, A.G. 2003. Evaluating the impact of a trait for increased Specific leaf area on wheat yields using a crop simulation model. *Agron J.* 95: 10-19.
- Stewart, D.W., Costa, C., Dwyer, L.M., Smith, R.I., Hamilton, D.L., Ma, B.L. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. *Agron J.* 95: 1465-1474
- Thomas, H., Ougham, H.J., Wagstaff, C., Stead, D. 2003. Defining senescence and death. *J Exp Bot.* 54: 1127- 1132.
- Yu-guo, Z., Zaho-rong, D., Li Xia-Ling, C., He, S. 2006. Effects of nitrogen application on growth and forage yield of triticale regrowth. *J Anhui Agric Univ.* 3:35-39.



Comparison of Growth and Accumulation of Dry Matter in Winter Cereals under Nitrogen Limitation Conditions

Maral Etesami*¹, Abbas Biabani², Ali Rahemi Karizaki³, Abdolatif GholiZadeh³,
Hossien Sabouri²

1. PhD student of crop physiology. Gonbad- e- Kavous University.
 2. Associate Prof., Dept. of plant production Gonbad- e- Kavous University
 3. Assistant Prof., Dept. of plant production. Gonbad- e- Kavous University
- *For Correspondence: ml_etesami@yahoo.com

Received: 02.03.15

Accepted: 03.05.15

Abstract

In order to study the growth of winter cereals under different amount of nitrogen fertilizer application, an experiment was carried out in Research Field of Gonbad-e- Kavous University during 2013-2014. Cereals including bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Koohdasht, durum wheat (*Triticum turgidum* L.) cv. Seimareh, six rowed barley Sahra, two rowed barley Khoram, naked barley Line 17 (*Hordeum vulgare* L.), Canadian oat (*Avena sativa* L.) and triticale Javaniloo (*Triticosecale Wittmack* L.) at two nitrogen levels as zero and optimum (bread wheat 150 kg ha⁻¹, durum wheat 120 kg ha⁻¹, two row barley 12 kg ha⁻¹, six row barley 210 kg ha⁻¹, hull less barley 150 kg ha⁻¹, oat 90 kg ha⁻¹ and triticale 240 kg ha⁻¹) considered as treatments. Results indicated that among the cereals triticale had the highest grain yield (409.45 gr m⁻²) while oat had the lowest (182.95 gr m⁻²). The maximum of leaf area index varied between 6.07 (triticale) and 3.28 (hull less barley). Triticale with 2054.9 gr m⁻² and durum wheat with 1528 gr m⁻² had the highest and lowest accumulation dry matter, respectively. Maximum CGR was observed in triticale (45.19 gr m² day⁻¹) while the minimum CGR was in durum (29.78 gr m² day⁻¹). Leaf area index, crop growth rate, relative growth rate and leaf area duration showed positive and significant correlation with yield. Critical leaf area index of triticale was more than other cereals (6.05). According to the results, triticale is the best plant to cultivation in Gonbad- e- Kavous condition.

Key words: barley, leaf area, growth indices, wheat.