

بررسی تغییرات توزیع عمودی سطح برگ ارقام گندم دیم در رقابت با علف هرز خردل وحشی در گرگان

حسین رضوانی، جعفر اصغری، سید محمدرضا احتشامی*، بهنام کامکار

گروه زراعت، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

آزمایش مزرعه‌ای با هدف بررسی تغییرات توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک ارقام مختلف گندم در تراکم‌های مختلف خردل وحشی در دو سال زراعی (۹۱-۱۳۸۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عوامل آزمایش شامل چهار رقم گندم و پنج تراکم خردل وحشی (۰، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع) بود. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال بر ضریب استهلاک نوری، کارآیی مصرف نور و توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک معنی‌دار نبود، اما اثر برهم‌کنش رقم و تراکم خردل وحشی معنی‌دار بود. در این پژوهش مشخص شد که میزان تجمع ماده خشک و نیز میزان سطح برگ در تمامی لایه‌های مورد بررسی در رقم مروارید بیشتر از ارقام دیگر در شرایط رقابت و در شرایط خالص بود. همچنین در شرایط رقابت ارقام گندم سطح برگ و ماده خشک بیشتری را به لایه‌های بالایی کانوپی اختصاص دادند که این امر در رقم مروارید و مغان مشهودتر بود. میانگین ضریب استهلاک نوری در دو سال اجرای آزمایش در حداکثر تراکم خردل وحشی در ارقام مروارید، مغان، آرتا و تجن به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۵۱، ۰/۶۳ و ۰/۶۵ بود که بیشترین آن به رقم تجن و کمترین آن به رقم مروارید اختصاص یافت. در مجموع رقم مروارید به دلیل داشتن توزیع عمودی سطح برگ مناسب‌تر، ضریب استهلاک نوری کمتر و کارآیی مصرف نور بالاتر عملکرد دانه بیشتری از سه رقم آرتا، تجن و مغان تولید نمود.

کلمات کلیدی: رقابت علف‌هرز، سطح برگ، ضریب خاموشی نور، عملکرد دانه، گندم

مقدمه

نور از منابع ضروری جهت رشد گیاه است و بررسی‌ها نشان داده است که علف هرز خردل وحشی و گندم قبل از هر چیز برای کسب نور با یکدیگر رقابت می‌کنند (Paolin *et al.*, 2006). کمیت و چگونگی تثبیت انرژی نورانی در گیاهان، از مهمترین شاخص‌های آگروفیزیولوژیکی تعیین کننده رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد که در اکوسیستم‌های زراعی تحت تأثیر نوع و چگونگی مدیریت اعمال شده قرار می‌گیرد (Zhang *et al.*, 2008). همبستگی نزدیکی بین مقدار تابش دریافتی توسط گیاه و رشد آن وجود دارد (Soltani *et al.*, 2006). کارآیی دریافت و جذب تابش توسط یک گیاه تا حد زیادی تابع شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و انطباق حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تابش محیط، ضریب خاموشی نور و در نهایت کارآیی مصرف نور می‌باشد (Rosati *et al.*, 2004). انعطاف‌پذیری فنوتیپی از جمله واکنش‌های شناخته شده‌ای است که گیاه هنگام مواجه شدن با شرایط مختلف با سایر گونه‌های گیاهی قرار می‌گیرد. تغییرات مشخصی در ساختار کانوپی، تجمع ماده خشک، ارتفاع و سطح برگ ویژه آن رخ می‌دهد (Lemerle *et al.*, 2001). علف‌های هرز در رقابت برای نور از دو راهبرد استفاده می‌کنند. یکی از آن‌ها قرار دادن برگ‌ها در بالای گیاه رقیب و دیگری توزیع عمودی سطح برگ درون کانوپی می‌باشد (Rajcan *et al.*, 2002). تغییرات مورفولوژیک برای اجتناب از سایه (تولید برگ‌های نازک‌تر، میان‌گره‌های بلندتر، ساقه قوی‌تر، نسبت کم‌تر وزن خشک برگ به ساقه، نسبت کمتر وزن خشک ریشه به ساقه) نقش مهمی در

سازگاری و بقاء گیاه در شرایط رقابت برای نور به عهده دارند (Rajcan and swanton *et al.*, 2001). ضریب استهلاک نور یا کاهش تابش، مفهومی است که بیانگر میزان نفوذ نور در داخل کانوپی گیاه می‌باشد، به طوری که هر چه برگ‌های بالایی کانوپی زاویه کمتری با ساقه داشته باشند K کمتر و هر چه برگ‌ها افقی‌تر باشند K بیشتر خواهد بود (Garrity *et al.*, 2002). کمانیان و همکاران (۲۰۰۴) با انجام آزمایشی روی ارقام مختلف گندم دریافتند که رقم، تراکم، و تاریخ کاشت تأثیری بر ضریب خاموشی ندارند. اما مورین و پلتونن (۲۰۰۶) گزارش کردند که بین ارقام قدیم و جدید گندم از نظر مقادیر ضریب خاموشی نور تفاوت وجود دارد. همچنین بونهوم (۲۰۰۰) اظهار می‌دارد در یک جامعه گیاهی بسته به آرایش کاشت و ژنوتیپ گیاه، میزان ضریب خاموشی می‌تواند متغیر باشد. در مطالعه ساختار کانوپی گیاهان ویژگی‌های متعددی مانند توزیع عمودی سطح برگ، توزیع عمودی وزن مخصوص برگ، زاویه برگ و تابش فعال فتوسنتزی (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸) مورد مطالعه قرار می‌گیرند. برخی از محققان (جانسون و همکاران، ۲۰۰۴) توزیع بهتر نور در کانوپی را به عنوان یکی از راه‌های افزایش جذب تابش ذکر می‌کنند و معتقدند که در گیاهان زراعی می‌توان با تغییر الگوی توزیع نور در کانوپی جذب تابش را افزایش داد. توزیع عمودی سطح برگ نشان‌دهنده میزان سطح برگ به ازای تغییر ارتفاع است. در این مدل‌ها از این عمل برای محاسبه پروفیل نور و جذب نور به وسیله گونه‌های گیاهی مختلف استفاده می‌شود (Muchew, 2008). مطالعات گلدانی و همکاران (۱۳۸۸) در منطقه مشهد

میان‌گره‌ها طویل شده و گیاهان برای دریافت نور ارتفاع خود را افزایش می‌دهند (Swanton *et al.*, 2003) توزیع عمودی زیست‌توده عامل تعیین‌کننده در قدرت رقابتی گونه‌های گیاهی مختلف محسوب می‌شود (Paolin *et al.*, 2006). زیست‌توده و توزیع عمودی آن، برای شناخت تسهیم، انعطاف‌پذیری و آلومتری گونه‌های گیاهی ضروری است (Weiner, 2004) این تحقیق به منظور بررسی توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک کانوپی در ارقام مختلف گندم و مقایسه توانایی ارقام با ساختار کانوپی متفاوت در رقابت با علف‌های هرز خردل وحشی در شرایط آب و هوایی گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۵ متر و طول جغرافیایی، ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی بود. میانگین بارندگی سالیانه ۴۵۰-۴۰۰ میلی‌متر بود که بر طبق تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه مرطوب می‌باشد. جهت شناسایی وضعیت خاک محل انجام آزمایش نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و کلیه خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تجزیه خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تعیین گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده بافت خاک از نوع لوم رسی سیلت بوده است.

نشان داد ضریب خاموشی و کارآیی مصرف نور بسته به مدیریت اعمال شده نظیر رقم مورد استفاده، کنترل و یا عدم کنترل علف‌های هرز، آبیاری، تنش خشکی و نظایر آن دارد، از این‌رو می‌تواند در زمان‌ها و مکان‌های مختلف کمی متفاوت باشد. بعلاوه، تراکم‌های متفاوت گیاه زراعی و علف‌های هرز نیز می‌تواند بر ضریب استهلاک نوری تاثیر داشته باشد. همچنین مشخص گردید ذرت (*Zea mays* L. سویا (*Glycine max* L.Merr) در رقابت با علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و تاتوره (*Datura stramonium* L.) بیش‌تر برگ‌های خود را به لایه‌های بالایی اختصاص دادند. تاتوره درصد بیش‌تری از ماده خشک خود را به بالاترین ارتفاع انتقال داد که این میزان زیست‌توده به دلیل تشکیل برگ بود اما تاج‌خروس در رقابت، سطح برگ خود را در لایه‌های مختلف کانوپی توزیع نمود (Zhang *et al.*, 2008). این نوع راهبرد گیاهان جهت دریافت نور را راجکان و سوانتون (۲۰۰۱) نیز تأیید کردند. یکی از اهداف اصلی در مدیریت زراعی به خصوص در شرایط رقابت گیاه زراعی و علف‌هرز، حداکثر بهره‌برداری از انرژی خورشیدی توسط گیاه زراعی می‌باشد. در این صورت عملکرد گیاه زراعی افزایش می‌یابد (Beckie *et al.*, 2008). عبور نور از میان کانوپی باعث تغییر کمیت نور و طول موج نور می‌شود، زیرا گیاهان نور آبی و قرمز را جذب می‌کنند و در نتیجه نسبت نور قرمز به قرمز دور در زیر تاج پوشش گیاهی کاهش می‌یابد (Holt, 2005). گونه‌ها به تغییر این نسبت واکنش نشان می‌دهند. برای مثال در سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و تاتوره

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی متر

هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	اسیدپته گل اشباع	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	منگنز قابل جذب (ppm)
۰/۶	۷/۷	۱/۵۵	۰/۱	۱۴	۳۸۰	۴/۴

کرت $۲/۴ \times ۶/۶۵$ متر و متشکل از ۱۲ ردیف بود. همزمان با کاشت گندم، بذره‌های خردل وحشی نیز پس از مخلوط کردن با ماسه بادی در مقادیر مورد نظر در بین و روی ردیف‌ها و به صورت کاملاً تصادفی و یکنواخت در هر کرت پخش شدند. به منظور شکستن خواب بذر خردل وحشی و اطمینان از حصول تراکم‌های مورد نظر، بذرها به مدت ۲۴ ساعت قبل از کاشت در محلول جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شدند (Warwick et al., 2006). پس از اطمینان از درصد سبز مطلوب برای گندم و خردل وحشی عملیات تنک در مرحله سه برگی گندم انجام شد. علف‌های هرز مزرعه به جز خردل وحشی، به طور مستمر وجین شدند. سایر عملیات داشت مانند سمپاشی بر علیه آفات و بیماری گندم به طور یکسان در همه تیمارها انجام شد. نمونه برداری گندم و خردل وحشی طی فصل رشد، و بر اساس مراحل فنولوژی گیاه گندم و مقیاس کد بندی زیداکس و همکاران (۱۹۹۲) در پنج مرحله؛ پنجه‌زنی (کد ۲)، ساقه‌دهی (کد ۳)، سنبله‌دهی (کد ۵)، گلدهی (کد ۶) و خمیری شدن دانه (کد ۸) انجام شد. برای این منظور نمونه‌گیری تخریبی از هر کرت به مساحت $۰/۱۸$ مترمربع (۶۰×۳۰ سانتی‌متر) در طی فصل رشد انجام شده و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و زمانی که هنوز گیاهان شاداب بودند اندازه‌گیری‌ها صورت

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عامل اول شامل رقم‌های مختلف گندم در چهار سطح شامل آرتا، تجن، مغان و مروارید و عامل دوم نیز تراکم خردل وحشی در پنج سطح شامل ۰، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع بود. بعلاوه برای این که امکان مقایسه صفات مورد بررسی بین علف‌هرز خردل وحشی با ارقام گندم در شرایط خالص و مخلوط وجود داشته باشد، کشت خالص خردل وحشی در تراکم‌های مختلف نیز انجام گرفت. عملیات آماده‌سازی شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین در پاییز همان سال زراعی انجام و پس از آن نقشه آزمایشی تهیه شد. کود توصیه شده به میزان ۱۶۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل، ۱۶۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم اوره قبل از کاشت مصرف شد. همچنین دو بار کود نیتروژن به صورت سرک در طول دوره رشدی، یک بار در ابتدای ساقه رفتن و بار دیگر در ابتدای پیدایش سنبله‌ها به نسبت ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار استفاده شد. بذور گندم پس از ضد عفونی با قارچ کش کربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار توسط ماشین بذر کار مخصوص آزمایش‌های غلات با تراکم کاشت توصیه شده ۳۵۰ بوته در متر مربع و با فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متر در عمق ۳-۵ سانتی‌متر در اواخر آذر ماه ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ کشت شد. اندازه هر

برداری انجام گردید. نمونه‌های برداشت شده به فواصل ۲۰ سانتی‌متری تقسیم و سطح برگ هر لایه به طور جداگانه با استفاده دستگاه سطح برگ سنج و وزن خشک برگ و ساقه هر لایه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شدند. در پایان فصل رشد، اندازه‌گیری عملکرد دانه پس از حذف حاشیه‌ها، از مساحتی به اندازه ۱/۲ متر مربع در هر کرت صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزارهای Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

توزیع عمودی سطح برگ

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که اثر رقم و تراکم و بر همکنش رقم و تراکم بر صفت توزیع عمودی سطح برگ معنی‌دار، ولی اثر سال بر رقم و تراکم و برهمکنش بین آنها معنی‌داری نبود (جدول ۲). این بدان معنی است که بین دو سال آزمایش تغییر زیادی در درصد توزیع سطح برگ گندم در لایه‌های مختلف مشاهده نشد. شکل (۱) توزیع عمودی سطح برگ ارقام گندم در دو گروه رقابتی را در شرایط خالص و مخلوط نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده در تمامی ارقام سطح برگ هر لایه در شرایط مخلوط نسبت به شرایط خالص کاهش یافته است. این موضوع با توجه به کاهش ارتفاع گندم (داده‌ها نشان داده نشد) در رقابت با خردل قابل تأمل است و می‌تواند بیانگر نوعی پاسخ اکوفیزیولوژیکی ارقام گندم نسبت به رقابت باشد. این روند به جز در لایه‌های بالای ۸۰ سانتی‌متری به دلیل کاهش ارتفاع نیز کم و بیش

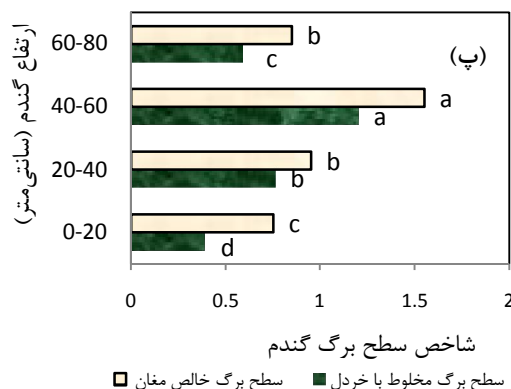
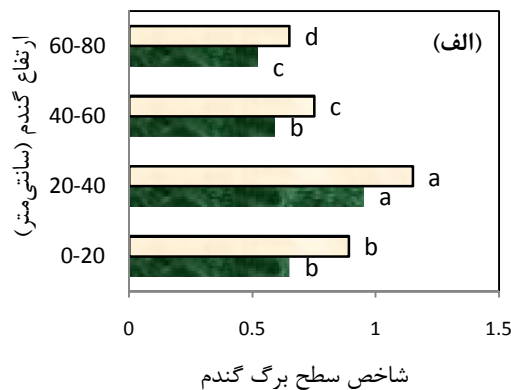
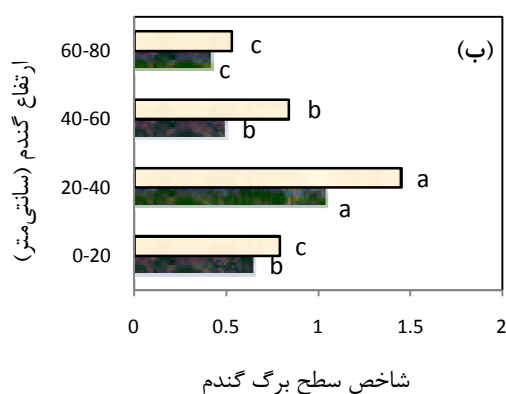
گرفت. در هر مرحله صفاتی مانند وزن خشک کل و سطح برگ به تفکیک برای گندم و خردل وحشی اندازه‌گیری شدند. شاخص سطح برگ با استفاده دستگاه سطح برگ سنج مدل Delta-T اندازه‌گیری شد. همزمان با نمونه‌برداری‌های سطح برگ و ماده خشک نسبت دریافت تابش در بالا و پایین جامعه گیاهی، با استفاده از دستگاه AccuPARSunscan مدل Lp-80 اندازه‌گیری شد. عملیات نورسنجی در ظهر خورشیدی (از ۱/۵ ساعت قبل تا ۱/۵ ساعت بعد از ساعت ۱۲ ظهر) در شرایط آسمان بدون ابر صورت گرفت. سپس با داشتن سطح برگ مربوط به هر تیمار ضریب استهلاک نور (k) با توجه به فرمول زیر محاسبه شد (Monsi and Saeki, 1953).

$$I_i/I_0 = e^{-kl}$$

در این معادله I_i بیانگر میزان نور در کف کانوپی، I_0 بیانگر میزان نور در بالای کانوپی و L بیانگر شاخص سطح برگ گیاه و e بیانگر پایه لگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸) است. مقدار کارایی مصرف نور از برازش رابطه خطی بین تابش تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی از کاشت تا رسیدگی محاسبه شد که شیب این خط، کارایی مصرف نور می‌باشد (Lecoeur and Ney, 2003). میزان تابش تجمعی براساس برنامه int-PAR به دست آمد. این برنامه با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور گیاه به همراه اطلاعات هواشناسی مشتمل بر تعداد ساعات آفتابی به محاسبه مقدار روزانه شاخص سطح برگ و مقدار دریافت تابش خورشیدی به صورت روزانه و تجمعی می‌پردازد (Soltani *et al.*, 2006). در زمان بسته شدن تاج پوشش یعنی زمانی که حداکثر سطح برگ ایجاد شده بود، از سطحی معادل ۰/۳ متر مربع نمونه

تداخل با خردل وحشی پائین تر از رقم مغان بود که علت آن به نحوه توزیع سطح برگ این ارقام در سایه انداز مربوط می‌شود. به نحوی که رقم تجن بیشترین سطح برگ خود را در لایه ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری متمرکز کرده بود در حالی که عمده سطح برگ مغان در لایه ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر قرار داشت (شکل ۴، ب). این فرض، فرضی معمول ولی نادرست است که سطح برگ بیشتر به خودی خود می‌تواند برای هرگونه رقیبی یک امتیاز به شمار آید (Zimdahl, 2004). یکی از راه‌های افزایش کارایی جذب تابش توسط سایه انداز را می‌توان به توزیع بهتر نور در سایه انداز دانست که خود وابسته به آرایش برگ‌ها می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸).

مشاهده شد و نشان داد که افزایش رقابت خردل وحشی موجب می‌شود تا گندم درصد سطح برگ بیشتری را به لایه‌های بالاتر سایه انداز اختصاص دهد. این نوع رفتار می‌تواند نوعی عکس‌العمل گندم برای دریافت تابش بیشتر باشد که توسط زند و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. نتایج نشان داد که در گروه اول که ارقام آرتا و تجن در آن قرار دارند عمده سطح برگ در لایه ۲۰ تا ۶۰ سانتی متری و در گروه دوم که رقم مغان و مروارید در آن قرار دارند در لایه ۴۰ تا ۸۰ سانتی متری قرار می‌گیرد. نکته قابل توجه اینکه، با وجود اینکه سطح برگ رقم مغان در شرایط عاری از علف هرز تقریباً شبیه سطح برگ تجن بود، اما میزان تشعشع دریافت شده جمعیتی و نهایتاً کارایی مصرف نور در رقم تجن در شرایط



شکل ۱- پروفیل سطح برگ در حالت خالص و رقابت با خردل وحشی در ارقام آرتا (الف)، تجن (ب)، مغان (پ) و مروارید (ت)

پروفیل ماده خشک گندم

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال بر پروفیل ماده خشک همانند پروفیل سطح برگ در لایه‌های مختلف سایه انداز گندم تاثیر معنی‌دار نداشت و در دو سال آزمایش تغییر زیادی در درصد پروفیل ماده خشک در لایه‌های مختلف ارقام گندم مشاهده نگردید، اما اثر مربوط به برهمکنش رقم و تراکم خردل وحشی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). شکل (۲) توزیع عمودی وزن خشک را در دو گروه رقابتی شرایط خالص و مخلوط در ارقام مختلف گندم نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در دو رقم تجن و آرتا در شرایط عدم حضور علف هرز، حداکثر تجمع ماده خشک در لایه‌های پایین سایه انداز (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر) مستقر شده‌اند. اما رقابت باعث انتقال ماده خشک بیشتر به لایه‌های بالاتر سایه انداز شد. بطوری که در این ارقام بیشترین میزان تجمع ماده خشک به لایه (۲۰-۴۰ سانتی‌متر) انتقال یافت (شکل ۲ الف و ب). بررسی توزیع عمودی ماده خشک در دو رقم مغان و مروارید در کرت‌های عاری از علف هرز نشان داد، بیشترین میزان تجمع ماده خشک در دو لایه میانی (۶۰-۸۰ و ۴۰-۶۰ سانتی‌متری) اتفاق افتاد. در شرایط رقابت و در حضور علف هرز خردل وحشی بیشترین تجمع ماده خشک در رقم مغان به لایه (۴۰-۶۰ سانتی‌متر) انتقال یافت. اما رقم مروارید در شرایط رقابت، الگوی توزیع عمودی ماده خشک را به نحو مؤثرتر از سه رقم دیگر تغییر داد. به‌طوری‌که توانست، درصد عمده ماده خشک را به لایه‌های بالاتر سایه انداز (۶۳ درصد در لایه ۶۰-۸۰ و ۲۶ درصد در لایه ۴۰-۶۰ سانتی‌متر) مستقر نماید

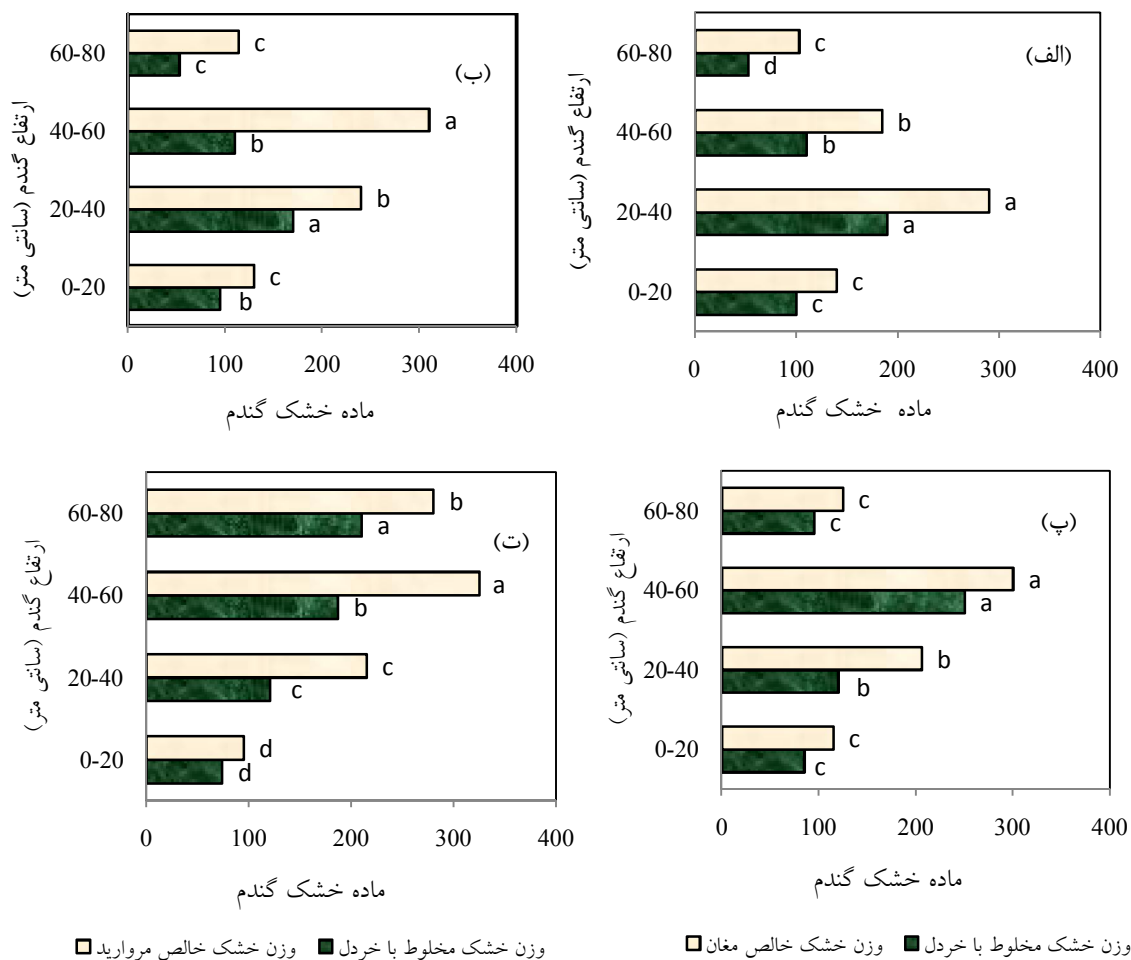
(شکل ۲ پ و ت). ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند، بالاتر بودن مقدار و محل قرارگیری برگ و تجمع ماده خشک در سایه انداز باعث افزایش دسترسی گیاه به نور و نهایتاً افزایش قدرت رقابتی گیاهان می‌شود. این نوع راهبردهای گیاهان جهت دریافت نور را صفاهانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در رقابت خردل وحشی در کلزا گزارش کردند.

ضریب استهلاك نوری (k)

نتایج تجزیه مرکب (جدول ۳) نشان داد که بین ارقام از نظر مقادیر K_{PAR} بدست آمده اختلاف معنی‌داری وجود داشت، در حالی که بین دو سال تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. متوسط K_{PAR} برای چهار رقم گندم در شرایط کشت خالص (عاری از علف هرز خردل وحشی) در دو سال اجرای آزمایش ۰/۶۱ بود. این مقدار با مقدار گزارش شده توسط زند و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت، ایشان متوسط ضریب خاموشی (k) برای ارقام گندم زمستانه در شرایط مشهد را برابر ۰/۵۹ گزارش کردند. همچنین متوسط K_{PAR} برای ارقام گندم در شرایط آب و هوایی گرگان ۰/۵۶ گزارش شده است (Rahemi et al., 2010). نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش رقم و تراکم خردل وحشی نشان داد که با افزایش تراکم خردل وحشی از چهار بوته به ۳۲ بوته در مترمربع ضریب استهلاك نوری در ارقام مختلف گندم افزایش یافت (شکل ۴)، به‌طوری‌که بیشترین ضریب استهلاك نوری به رقم آرتا و تجن (۱/۳۹ و ۱/۴۱) و کمترین آن به رقم مروارید (۰/۶۶) اختصاص یافت (جدول ۴). به عبارت دیگر، با افزایش تراکم خردل وحشی درصد افزایش ضریب استهلاك نوری در ارقام مختلف نسبت به شاهد متفاوت بود، به‌طوری‌که

سایه‌انداز و توزیع عمودی سطح برگ رقم‌های مختلف که به وسیله ارزش ضریب خاموشی بیان می‌شود، دلایل اختلاف بین ارقام را در کارآیی مصرف نور مشخص نمود (Iqbal et al., 2008). مطالعات انجام شده توسط منان و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده است که تراکم علف هرز و گیاه زراعی از طریق تاثیر بر زاویه برگ و اندازه برگ بر ضریب استهلاک نوری موثر واقع می‌شود. اختلاف بین ضریب استهلاک نوری در گونه‌های مختلف غلات، می‌تواند به علت اختلاف ساختار تاج پوشش به ویژه آرایش برگ‌ها و شاخص سطح برگ در این گیاهان باشد (Zimdahl et al., 2005).

در حداکثر تراکم خردل وحشی رقم آرتا با ۴۸ درصد افزایش بیشترین تاثیر، و رقم مروارید با ۲۶ درصد افزایش کمترین تاثیرپذیری را نسبت به شاهد (کشت خالص) نشان دادند. در توجیه این کاهش می‌توان ذکر کرد، در این تحقیق نحوه آرایش فضایی برگ‌ها و توزیع عمودی سطح برگ در اثر افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی در رقم مروارید نسبت به ارقام دیگر، تغییر یافته و در نیمه فوقانی سایه انداز تشکیل شده بود (شکل ۱). از جمله تبعات کاهش ضریب خاموشی را می‌توان به کاهش کارآیی سایه‌انداز در دریافت تابش در سطوح بالای تراکم گیاه زراعی و علف هرز اشاره کرد. هم‌چنین می‌توان از اختلاف در آرایش فضایی



شکل ۲- پروفیل ماده خشک در حالت خالص و رقابت با خردل وحشی در ارقام آرتا (الف)، تجن (ب)، مغان (پ) و مروارید (ت)

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب توزیع عمودی سطح برگ و پروفیل ماده خشک ارقام گندم در رقابت با خردل وحشی در دو سال زراعی ۹۱-۸۹

میانگین مربعات									
منبع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ لایه اول (۰-۲۰)	سطح برگ لایه دوم (۲۰-۴۰)	سطح برگ لایه سوم (۴۰-۶۰)	سطح برگ لایه چهارم (۶۰-۸۰)	ماده خشک لایه اول (۰-۲۰)	ماده خشک لایه دوم (۲۰-۴۰)	ماده خشک لایه سوم (۴۰-۶۰)	ماده خشک لایه چهارم (۶۰-۸۰)
سال	۱	۰/۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۸۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۹۲ ^{ns}	۰/۳۹۰ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}
تکرار(سال)	۳	۰/۰۰۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۱۷۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۹۷ ^{ns}	۵/۲۱ ^{ns}	۸/۱۱ ^{ns}	۴۵۹/۲۵ ^{ns}	۱۹۷/۴۱ ^{ns}
رقم	۳	۰/۶۰۴ ^{**}	۳/۵۴ ^{**}	۴/۲۴ ^{**}	۵/۵۴ ^{**}	۵۲۵۴۰/۶ ^{**}	۳۳۳۱/۵۴ ^{**}	۲۲۰۱۹/۶۵ ^{**}	۳۵۳۴۳/۲۴ ^{**}
تراکم	۴	۰/۱۹۷ ^{**}	۱/۱۰۷ ^{**}	۴/۳۷ ^{**}	۷/۴۳ ^{**}	۹۵۱۱/۳۷ ^{**}	۳۸۰۴۳/۰۷ ^{**}	۱۰۴۸۶/۱۹۷ ^{**}	۲۸۳۹۶/۱۹ ^{**}
سال× رقم	۳	۰/۰۰۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۶۹ ^{ns}	۴/۱۳ ^{ns}	۱/۱۳ ^{ns}	۳۲۰/۵۲ ^{ns}	۵۸۵۲/۱۳ ^{ns}
سال× تراکم	۴	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱۳۳ ^{ns}	۵/۶۱ ^{ns}	۱۰/۵۱ ^{ns}	۱۱۰۵/۵۱ ^{ns}	۵۸/۳۱ ^{ns}
رقم× تراکم	۱۲	۰/۰۵۶ ^{**}	۰/۱۴۶ ^{**}	۰/۰۳۶ ^{**}	۰/۰۸۶ ^{**}	۷۰/۲۶ ^{**}	۳۳۰۰۹/۳ ^{**}	۳۶۵/۴۶ ^{**}	۶۲۲۶۴/۵۶ ^{**}
سال× رقم× تراکم	۱۲	۰/۰۰۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۲۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۶۹ ^{ns}	۱۴/۴۵ ^{ns}	۱۱/۴۵ ^{ns}	۱۰ ^{ns}	۵۸۱/۲۳ ^{ns}
خطای آزمایش	۳	۰/۰۰۰۳۰	۰/۰۱۶۷	۰/۰۰۰۹۳۰	۰/۰۳۷۸	۳/۳۰	۴/۱۶	۲۳۲/۶۸	۱۹۵/۳۰
ضریب تغییرات %	-	۳/۳۷	۶/۲۵	۲/۳۷	۷/۱۵	۲/۴۷	۳/۸۷	۷/۶۲	۸/۳۷

ns: غیر معنی دار * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

مروارید، مغان، آرتا و تجن به ترتیب معادل ۰/۷۸، ۰/۸۱، ۱/۳۹ و ۱/۴۱ بوده است.

کارآیی مصرف نور (RUE)

در این مطالعه مدل رگرسیون خطی ساده رابطه بین تابش تجمعی دریافت شده و زیست توده تجمعی از کاشت تا رسیدگی را به خوبی توصیف کرد (شکل ۳). مقدار کارآیی مصرف نور، مقدار ضریب تبیین (R^2) و ضریب تغییرات (CV) در جدول (۴) نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می شود مقدار ضریب تبیین بالا نشان دهنده رابطه مناسب بین ماده خشک تجمعی و تشعشع دریافت شده تجمعی است. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین ارقام از نظر مقادیر RUE بدست آمده اختلاف معنی داری وجود داشت، اما بین دو سال تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. همچنین اثر متقابل سال \times رقم برای RUE معنی دار نبود (جدول ۳). RUE بین ۱/۲۵ در رقم آرتا و ۲/۲۶ گرم بر مگاژول بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی در رقم مروارید متغیر بود (جدول ۳). متوسط RUE در این آزمایش ۲/۱ گرم بر مگاژول بود. مقدار RUE محاسبه شده برای گندم در این تحقیق از مقادیر ۱/۸۱ توسط ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) و ۱/۴۶ توسط کینری و همکاران (۲۰۰۵) که براساس تشعشع فعال فتوسنتزی می باشند، به طور معنی داری بالاتر است. اما از ۳/۳۶ توسط لیکوئر و نی (۲۰۰۶) و ۲/۹۳ مگاژول گرم بر مترمربع توسط اکمال و جنسنز (۲۰۰۴) پایین تر بود.

مقدار ضریب خاموشی نور بر مبنای تشعشع فعال فتوسنتزی در گیاه گندم توسط اکمال و جنسنز (۲۰۰۴) بین ۰/۴۴ تا ۱/۳۳ تعیین گردید. آنها همچنین بیان داشتند مقدار k ممکن است از ۰/۳ تا ۱/۵ در گیاهان مختلف تغییر کند که این وابستگی به وضعیت قرار گرفتن برگ ها و زاویه آنها در تاج پوشش بستگی دارد. مطالعات انجام شده توسط کینری و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد در گیاهان سه کربنه سرعت رشد با ضریب خاموشی همبستگی منفی دارد. آنها هم چنین اظهار داشتند کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ های عمودی بیشتر) برای اجازه نفوذ نور به داخل تاج پوشش و برخورد نور به برگ های بیشتر در مقادیر کم تابش باعث افزایش سرعت تبادل کربن می شود که این عامل باعث افزایش کارآیی مصرف نور در گیاهانی که منبع در آنها محدود است خواهد شد. واکنش های مشابه در مورد علف های چمنی چهارکربنه مشاهده شد که در این گیاهان شاخص سطح برگ بالا و ضریب خاموشی کم باعث افزایش کارآیی مصرف نور و شاخص سطح برگ کم و ضریب خاموشی بالا باعث کاهش کارآیی مصرف نور می شود. کوچکی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که ضریب خاموشی و کارآیی مصرف نور ممکن است تحت تأثیر ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی تغییر کند. به نظر می رسد پیدایش، رشد و توسعه و در نهایت پیری اندام هوایی گیاه (شاخ و برگ و ریشه) و نیز عوامل اقلیمی موثر بر ظرفیت فتوسنتزی گیاه، این الگو را تحت تأثیر قرار می دهند. در این پژوهش میانگین این صفت در دو سال اجرای آزمایش در حداکثر تراکم خردل وحشی (۳۲ بوته در مترمربع) در ارقام

جدول ۳- تجزیه واریانس ضریب استهلاک و کارایی مصرف نور ارقام گندم در رقابت با خردل وحشی در دو سال زراعی (۸۹-۹۱)

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد	تشعشع دریافت شده تجمعی	کارآیی مصرف نور	ضریب استهلاک نوری	دانه		
۵۹۵۴۴/۱۲ ^{ns}	۰/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۱ ^{ns}	۱	سال	
۲۲۵۲۸/۸ ^{ns}	۰/۶۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۵ ^{ns}	۳	تکرار(سال)	
۵۹۲۶۶۸/۴ ^{**}	۷۴۳۲۹/۷۱ ^{**}	۰/۰۵۴۵ ^{**}	۰/۰۱۲۶ ^{**}	۳	رقم	
۴۱۷۱۲۳/۱ ^{**}	۳۸۲۸۷/۳۱ ^{**}	۰/۰۶۲۸ ^{**}	۰/۰۱۱۳۷ ^{**}	۴	تراکم	
۲۹۹۴۵۴/۳ ^{ns}	۰/۰۰۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۲ ^{ns}	۳	سال × رقم	
۹۸۸۸۷/۵ ^{ns}	۰/۰۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۶۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۰ ^{ns}	۴	سال × تراکم	
۲۴۵۴۹۶/۲ ^{**}	۱۰۷۳۲۹/۷۱ ^{**}	۰/۰۷۸ ^{**}	۰/۰۰۰۰۶۱ ^{**}	۱۲	رقم × تراکم	
۱۶۰۴۳۸۹/۵ ^{ns}	۰/۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۵۶ ^{ns}	۱۲	سال × رقم × تراکم	
۷۸۷۱/۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰۳۱	۲۷	خطا آزمایشی	
۵/۹۳	۱/۶۷	۲/۳۷	۱/۴	-	ضریب تغییرات %	

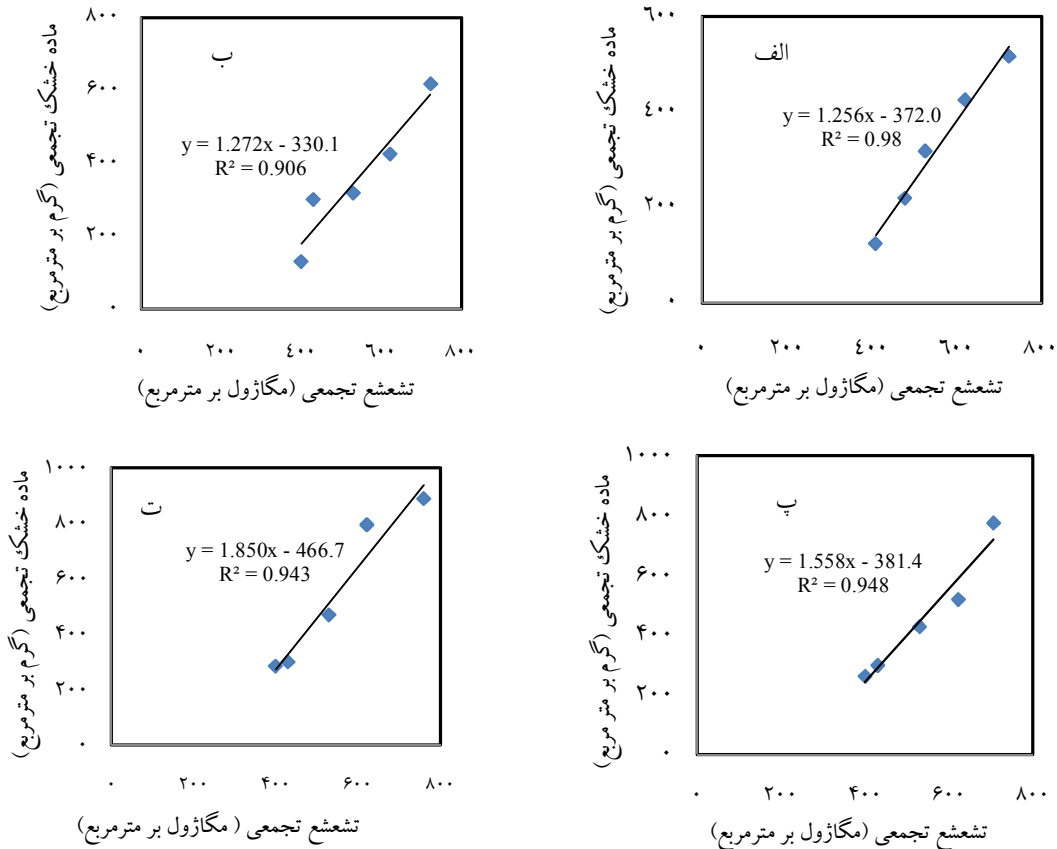
ns: غیر معنی دار، * و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- برآورد مقدار ضریب خاموشی (K) در سطوح مختلف تراکم خردل وحشی و ارقام گندم در دو سال زراعی

(۹۱-۱۳۸۹)

میانگین مربعات					درجه آزادی	منبع تغییرات
ضریب استهلاک نوری	کارآیی مصرف نور	تشعشع دریافت شده تجمعی	عملکرد دانه	دانه		
۰/۰۰۰۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۶ ^{ns}	۰/۹۲ ^{ns}	۵۹۵۴۴/۱۲ ^{ns}	۱	سال	
۰/۰۰۰۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۶۹ ^{ns}	۲۲۵۲۸/۸ ^{ns}	۳	تکرار(سال)	
۰/۰۱۲۶ ^{**}	۰/۰۵۴۵ ^{**}	۷۴۳۲۹/۷۱ ^{**}	۵۹۲۶۶۸/۴ ^{**}	۳	رقم	
۰/۰۱۱۳۷ ^{**}	۰/۰۶۲۸ ^{**}	۳۸۲۸۷/۳۱ ^{**}	۴۱۷۱۲۳/۱ ^{**}	۴	تراکم	
۰/۰۰۰۰۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۶۵ ^{ns}	۲۹۹۴۵۴/۳ ^{ns}	۳	سال × رقم	
۰/۰۰۰۰۳۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۶۸ ^{ns}	۰/۰۰۷۱ ^{ns}	۹۸۸۸۷/۵ ^{ns}	۴	سال × تراکم	
۰/۰۰۰۰۶۱ ^{**}	۰/۰۷۸ ^{**}	۱۰۷۳۲۹/۷۱ ^{**}	۲۴۵۴۹۶/۲ ^{**}	۱۲	رقم × تراکم	
۰/۰۰۰۰۵۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۵ ^{ns}	۱۶۰۴۳۸۹/۵ ^{ns}	۱۲	سال × رقم × تراکم	
۰/۰۰۰۰۳۱	۰/۰۰۰۰۰۳۹	۰/۰۱۳	۷۸۷۱/۵	۲۷	خطا آزمایشی	
۱/۴	۲/۳۷	۱/۶۷	۵/۹۳		ضریب تغییرات %	

n تعداد نمونه، CV ضریب تغییرات، RMSE جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.



شکل ۳- رابطه ماده خشک تجمعی به تشعشع جذب شده در حداکثر تراکم خردل در ارقام آرتا (الف)، تجن (ب)، مغان (پ) و مروارید (ت) در دو سال زراعی (۹۱-۸۹)

متفاوت باشد. بعلاوه، تراکم‌های متفاوت گیاه زراعی و علف‌های هرز نیز می‌تواند بر ضریب استهلاک نوری تاثیر داشته باشد.

طبق نتایج، با توجه به شرایط آزمایش، شیب افزایش ماده خشک در واحد تابش دریافت شده تجمعی، برای رقم مروارید از سه رقم دیگر بیشتر بود (شکل ۳) و رقم مروارید نسبت به رقم تجن و آرتا در تبدیل انرژی نوری به ماده خشک حدود ۳۵ درصد کارآمدتر بود. بالاتر بودن کارآئی مصرف تابش در رقم مروارید، نشان دهنده کارایی بالاتر انتقال و ذخیره مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و کاربرد آنها در تولید ماده خشک کل بوده است که توانست، از یک واحد تابش مقدار بیشتری زیست توده تولید

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که شیب تغییرات این صفت با افزایش تراکم خردل وحشی در ارقام مختلف متفاوت بود، بطوریکه میانگین این صفت (در حداکثر تراکم خردل وحشی ۳۲ بوته در مترمربع) برای دو سال زراعی در ارقام مروارید، مغان، آرتا و تجن به ترتیب معادل ۱/۸۵، ۱/۵۵، ۱/۲۳ و ۱/۲۱ گرم بر مگاژول بر حسب تشعشع فعال فتوسنتزی بود. مطالعات کوچکی و همکاران (۱۳۸۸) در منطقه مشهد نشان داد ضریب خاموشی و کارآئی مصرف نور بسته به مدیریت اعمال شده نظیر رقم مورد استفاده، کنترل و یا عدم کنترل علف‌های هرز، آبیاری، تنش خشکی و نظایر آن دارد، از این رو می‌تواند در زمان‌ها و مکان‌های مختلف کمی

وحشی در رقم مروارید بدست آمد. به نظر می‌رسد این رقم بعنوان رقم جدید در منطقه توانایی بیشتری در جذب تابش خورشیدی دارد و در نهایت زیست توده بیشتری نیز در هر دو سال آزمایش تولید کرده است. با توجه به این نتایج، افزایش تراکم خردل وحشی موجب کاهش ماده خشک تجمعی در واحد سطح شده و این امر نهایتاً باعث کاهش کارایی استفاده از نور گردید.

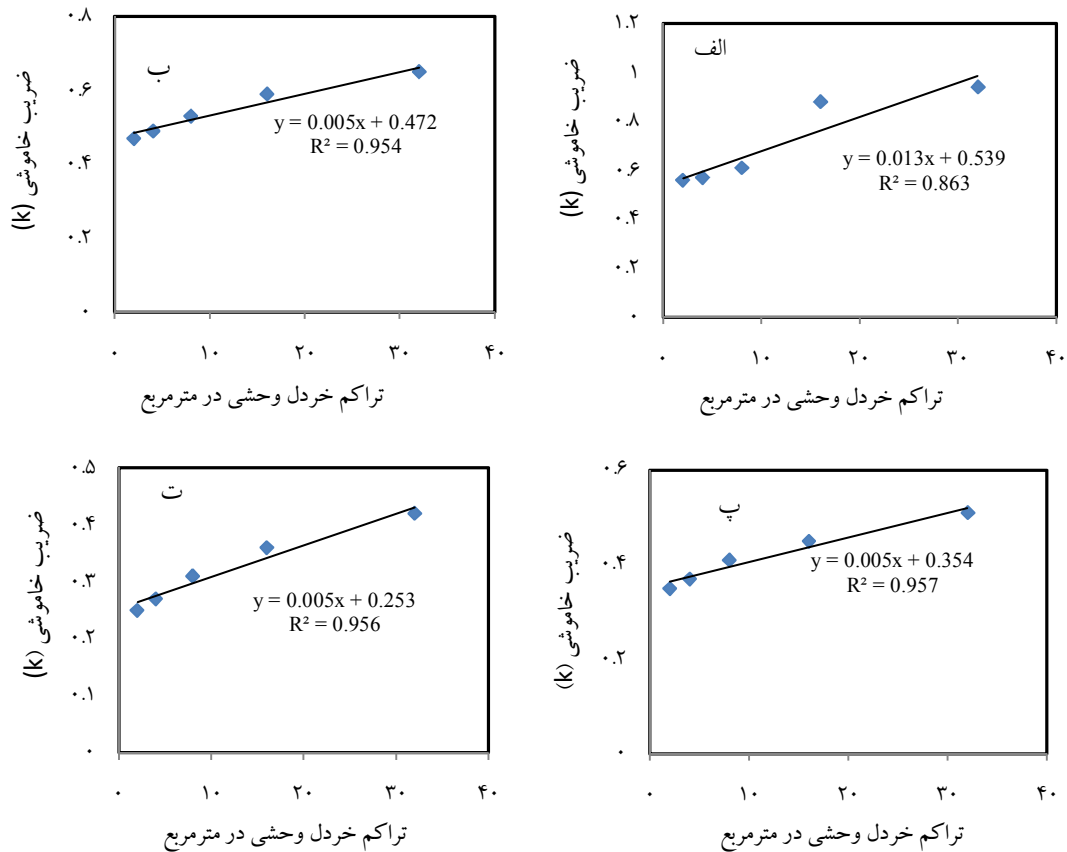
نماید. از طرف دیگر بالاتر بودن شاخص سطح برگ، سرعت رشد جامعه گیاهی و آرایش مناسب و یکنواخت برگ‌ها در کل سایه انداز گیاه در رقم مروارید باعث شد که این رقم نسبت به ارقام دیگر از توانایی بالاتری در جذب انرژی خورشیدی برخوردار باشد. در مجموع در دو سال اجرای آزمایش، بالاترین میزان RUE هم در حالت کشت خالص و هم در حالت حداکثر تداخل با خردل

جدول ۵- مقایسه میانگین ضریب استهلاک و کارایی مصرف نور ارقام گندم در رقابت با خردل وحشی در دو سال زراعی

(۸۹-۹۱)

رقم	تراکم	ضریب استهلاک نوری	کارایی مصرف نور	تشعشع دریافت شده تجمعی (مگاژول بر مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مروارید	۰	۰/۵۵ ^d	۲/۲۶ ^a	۷۶۹ ^a	۶۱۱۰/۱۷ ^a
	۴	۰/۵۷ ^{cd}	۲/۲۴ ^{ab}	۷۵۲ ^b	۵۴۰۰/۲ ^b
	۸	۰/۶۱ ^c	۲/۱۱ ^b	۶۶۴ ^c	۴۲۰۰/۳ ^c
	۱۶	۰/۶۶ ^b	۱/۹۳ ^c	۵۱۵ ^d	۳۰۰۱/۳ ^d
	۳۲	۰/۷۸ ^a	۱/۵۸ ^d	۴۵۶ ^e	۲۲۰۱/۶۵ ^e
مغان	۰	۰/۶۰ ^{cd}	۲/۱۶ ^a	۶۶۵ ^a	۵۲۰۱/۲۱ ^a
	۴	۰/۶۳ ^c	۲/۱۴ ^{ab}	۶۵۹ ^b	۴۷۰۱/۲۰ ^b
	۸	۰/۷۲ ^b	۱/۷۵ ^b	۵۹۸ ^c	۳۳۰۱/۷۷ ^c
	۱۶	۰/۷۸ ^{ab}	۱/۶۳ ^c	۴۴۵ ^e	۲۲۰۱/۵۶ ^d
	۳۲	۰/۸۱ ^a	۱/۵۵ ^d	۳۵۰ ^d	۱۴۵۱/۲۳ ^e
تجن	۰	۰/۸۳ ^d	۱/۹۶ ^a	۷۱۰ ^a	۴۷۹۹/۱۶ ^a
	۴	۰/۸۱ ^d	۱/۹۴ ^{ab}	۶۵۹ ^b	۴۳۰۰/۶۷ ^b
	۸	۰/۹۶ ^c	۱/۸۴ ^b	۴۴۰ ^c	۳۱۵۰/۷۷ ^c
	۱۶	۱/۱۵ ^b	۱/۵۵ ^c	۴۱۰ ^d	۱۹۰۱/۲۷ ^d
	۳۲	۱/۴۱ ^a	۱/۲۷ ^d	۲۸۱ ^e	۱۱۰۳/۴۵ ^e
آرتا	۰	۰/۸۶ ^d	۱/۹۶ ^a	۵۰۵ ^a	۴۱۶۳/۲۲ ^a
	۴	۰/۸۴ ^d	۱/۹۵ ^a	۴۹۳ ^b	۴۰۰۰/۳۷ ^b
	۸	۱/۰۱ ^c	۱/۸۱ ^b	۴۰۵ ^c	۳۱۰۰/۸۰ ^c
	۱۶	۱/۱۷ ^b	۱/۵۳ ^c	۳۲۰ ^d	۱۷۰۳/۱۵ ^d
	۳۲	۱/۳۹ ^a	۱/۲۵ ^d	۲۸۳ ^e	۸۵۱/۱۹۵ ^e

ns معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۴- رابطه ضریب خاموشی با تراکم مختلف علف هرز خردل وحشی در ارقام آرتا (الف)، تجن (ب)، مغان (پ) و مروارید (ت) در دو سال زراعی (۹۱-۸۹)

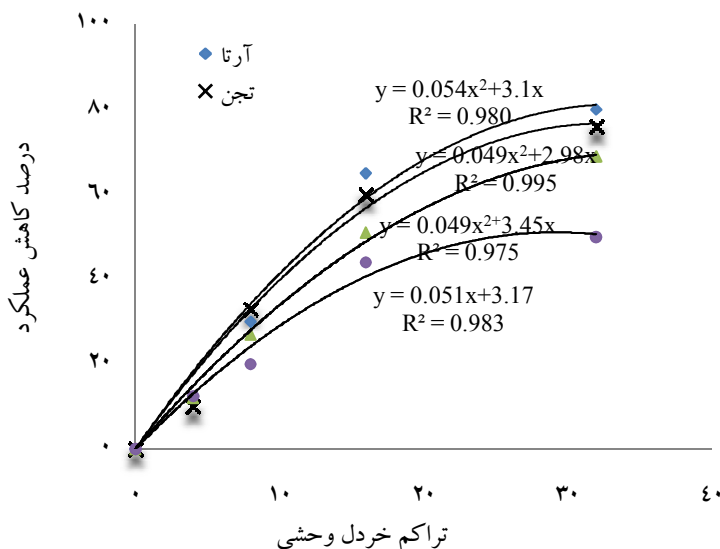
شکل (۵) مشاهده می‌گردد رقم مروارید و آرتا، به ترتیب دارای بالاترین و کمترین عملکرد نسبت به افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی بودند. دلیل عملکرد پایین رقم آرتا به رقابت با خردل وحشی را می‌توان در ارتفاع کمتر، سطح برگ پایین و آرایش نامناسب کانوپی دانست که در رقابت برای جذب منابع با خردل وحشی مخصوصاً نور، ضعیف عمل می‌کند. اکتساب ضعیف نور در این رقم که ناشی از توزیع نامناسب سطح برگ و افزایش ضریب استهلاک نوری می‌باشد که سبب می‌شود که برگ‌های پایین پوشش گیاهی حالت انگلی به خود گرفته و متعاقب آن فتوسنتز خالص کاهش یابد. یکی از مواردی که نقش مهمی در تولید ماده

عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که اثر رقم و تراکم و بر همکنش رقم و تراکم معنی‌دار، ولی اثر سال بر رقم و تراکم و بر همکنش بین آنها بر روی عملکرد معنی‌دار نبود. اما این صفت از نظر رقم، تراکم و اثر متقابل رقم و تراکم در سطح احتمال یک درصد تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). بنابراین می‌توان گفت که ارقام از لحاظ کاهش عملکرد ناشی از رقابت با خردل وحشی عکس‌العمل یکسانی نداشتند. معنی‌دار بودن اثر متقابل رقم و تراکم در مورد عملکرد دانه، مؤید این است که عملکرد اقتصادی در ارقام مختلف و در حضور تراکم‌های مختلف علف هرز خردل وحشی به یک نسبت کاهش نیافته‌اند. همانطوریکه در

بتواند ضمن دریافت نور بیشتر، آن را با ضریب بالاتری به بیوماس تبدیل کند، در تولید بیوماس و عملکرد موفق تر خواهد بود.

خشک و عملکرد زراعی دارد افزایش شاخص سطح برگ می‌باشد. بلک شاول و همکاران (۲۰۰۴) شرط اول افزایش عملکرد و تولید بالا را در نتیجه بهینه سازی جذب از طریق شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور دانسته‌اند. به عبارتی دیگر اگر یک گیاه



شکل ۵- اثر تراکم‌های مختلف خردل وحشی بر میانگین کاهش عملکرد دانه ارقام گندم نسبت به شاهد بدون خردل وحشی

آزمایشی قابلیت رقابت ارقام مختلف گندم را در برابر علف هرز یولاف وحشی مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که عملکرد ارقام گندم در کرت‌های مخلوط با علف هرز کاهش یافته و این کاهش در ارقام مختلف متفاوت است. از اینرو به نظر می‌رسد که می‌توان ارقامی را شناسایی و یا اصلاح نمود که با داشتن توانایی تحمل بالا از عملکرد دانه بالایی نیز در شرایط خالص برخوردار باشند که این مسأله در مورد ارقام مروارید و مغان صادق است.

نتیجه گیری و پیشنهاد

بطور کلی نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین دو سال زراعی تغییر زیادی در شاخص سطح برگ و

به نظر می‌رسد رقابت خردل وحشی در مرحله رشد رویشی، از طریق سایه اندازی روی سنبله‌های گندم و تشدید رقابت برای نور و در نتیجه کاهش وزن دانه و تعداد دانه در سنبله منجر به کاهش عملکرد دانه در ارقام گندم شد. زمیدال (۲۰۰۴) اظهار داشت که با افزایش تراکم علف هرز به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای عملکرد گیاه زراعی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. امین پناه و همکاران (۱۳۸۸) در مورد برنج و سورف، به نتایج مشابه دست یافتند. در ترکیه گزارش شده است خردل وحشی با تراکم ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع به ترتیب حدود ۰.۴۶٪ و ۰.۷۹٪ موجب کاهش عملکرد دانه گندم زمستانه گردید (Mennan, 2005). وان آکر و اوری (۲۰۰۴) در

برگ کانویی با پتانسیل رقابت گیاه زراعی و علف هرز برای دریافت نور در ارتباط می‌باشد. ارقام گندم سطح برگ و ماده خشک خود را به لایه‌های بالاتری منتقل نمودند که در این میان رقم مروارید از کارایی بالاتری برخوردار بود. به‌طوریکه، با انتقال سطح برگ به لایه‌های بالاتر کانویی، توانست به نور بیشتری دسترسی داشته باشد. این امر سبب تولید ماده خشک بیشتر این رقم در شرایط آلودگی مزرعه به علف هرز شد. در مجموع نتایج حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که رقم مروارید بدلیل داشتن توزیع عمودی سطح برگ بهتر و داشتن ضریب استهلاک نوری کمتر در رقابت با علف هرز خردل وحشی بهتر از ارقام آرتا، تجن و مغان نشان داده است. این موضوع نشان دهنده قابلیت بیشتر رقم مروارید نسبت به سایر ارقام در رقابت با علف هرز خردل وحشی می‌باشد. بنابراین، در مزارعی که آلودگی شدید به علف هرز به خصوص علف هرز خردل وحشی وجود دارد می‌توان این رقم را به عنوان یک رقم رقابتی به کشاورزان منطقه معرفی نمود.

ضریب استهلاک نوری مشاهده نشد. هرچند که میزان تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده در سال دوم کمی بیشتر از سال اول بود. اما در مجموع این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین افزایش معنی‌دار k همراه با افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی نیز نشان داد تراکم بالای علف هرز با تاثیر به نحوه آرایش فضایی برگ‌ها موجب افزایش ضریب خاموشی در ارقام مورد مطالعه در این پژوهش شده است. در واقع شدت رقابت برای نور بین گیاه زراعی و علف هرز با آرایش برگ‌ها و توزیع آن در طول پروفیل گیاه ارتباط نزدیک دارد. با بررسی توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک مشخص گردید که هرچند افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی موجب کاهش سطح برگ و ماده خشک در ارقام گندم شده است اما نسبت توزیع سطح برگ و ماده خشک در لایه‌های مختلف یکسان نبود. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی می‌توان اظهار داشت، ارقام گندم در رقابت با علف هرز خردل وحشی از راهبردهای متفاوتی در توزیع سطح برگ و ماده خشک خود استفاده نمودند که نشان می‌دهد توزیع

منابع

امین‌پناه، هاشم، سروش‌زاده علی، زند اسکندر، مومنی علی. ۱۳۸۸. بررسی ضریب استهلاک نور و ساختار سایه انداز ارقام رقیب و غیررقیب برنج (*Oryza sativa* L.) در رقابت با علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲ (۳): ۸۴-۶۹.

صفاهانی لنگرودی علیرضا، کامکار بهنام، زند اسکندر، باغستانی محمد علی. ۱۳۸۷. ارزیابی توانایی تحمل رقابت ارقام مختلف کلزا با استفاده از مدل‌های تجربی در استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵ (۵): ۱۷۶-۱۶۴.

کوچکی علیرضا، نصیری محلاتی مهدی، مندانی فرزاد، فیضی حسن، امیر مرادی شهرام. ۱۳۸۸. ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور کانویی کشت مخلوط ذرت و لوییا، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱ (۱): ۲۳-۱۳.

گلدانی مرتضی، رضوانی مقدم پرویز، نصیری محلاتی مهدی، محمد کافی. ۱۳۸۸. کارایی مصرف نور در هیبریدهای ذرت با گروه‌های مختلف رسیدگی در پاسخ به تراکم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۳): ۶۰۴-۵۹۵.

Akmal M, Janssens MJJ. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water nitrogen supply. *Field Crop Research*. 88:143- 155.

Beckie HJ, Johnson EN, Blackshaw RE, Gan Y. 2008. Weed Suppression by Canola and Mustard Cultivars. *Weed Technology*. 22:182-185.

Blackshaw RE, Molnar LJ, Janzen HH. 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. *Weed Science*. 52: 614-622.

Bonhomme R. 2000. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. Solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. *Field crops Research*. 68:242-252.

Garrity DP, Movillon M, Moody K. 2002. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. *Agronomy Journal*, 84: 586-591.

Johanson IR, Parsons AJ, Ludlow MM. 2004. Modelling Photosynthesis in mono cultures and mixture. *Australian Journal of Plant Physiology*, 16: 501-516.

Holt SJ. 2005. Plant response to light: A potential tool for weed management. *Weed Science*. 43:474-482.

Iqbal M, Akhtar N, Zafar S, Ali I. 2008. Genotypic responses for yield and seed oil quality of two Brassica species under semi-arid environment conditions. *South African Journal of Botany*. 74: 567-571.

Kemanaian AR, Stockle CO, Aana Huggins DR. 2004. variability of barley ratiqation use efficiency. *Crop Science*. 44:1662-1672.

Kiniry JR, Mc Cauley G, Xie Y, Arnorl JG. 2005. Rice parameters describing crop performance of four U.S. cultivars. *Agronomy Journal*, 93:1354-1361.

Lemerle D, Verbeek B, Orchard B. 2001. Ranking the ability of wheat varieties to competitive with *Lolium rigidum*. *Weed Research*. 41: 197-210.

Lecoer J. Ney B. 2003. Change with time in potential radiation use efficiency in field pea. *European Journal of Agronomy*, 19: 91-105.

Mennan H, Zandstra BH. 2005. Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seeding rate on yield loss from Galium aparine (*cleavers*). Short communication. *Crop Prot*. 24: 1061-1067. *Weed Science*. 48: 720-727.

Monsi M, Saeki T. 1953. Uber den lichtfaktor in den pflanzengesellschaften und seine bedeutung fur die stoffproduktion. *Japanese Journal of Botany*, 14: 22-52.

Muchew RC. 2008. An analysis of the effect of water deficit on grain legumes grown in a semi-arid tropical environment in term of radiation interception and its efficiency of use. *Field Crop Research*, 11: 309-323.

Paolini RF, Saccardo F, Crino P. 2006 Competitive interactions between chick – pea genotypes and weeds. *Weed Research*. 46:335-344.

Rahemi A, Galeshi S, Soltani A, Kamkar B. 2010. Variation of Nitrogen Use Efficiency, Grain Protein Concentration and Yield in Wheat Cultivars in Temperate Sub Humid. *American – Eurasian Journal. Agric and Environ. Science.*, 9 (1): 08 – 15.

- Rajcan I, AghaAlikhani M, Swanton CJ, Tollenaar M. 2002. Development of redroot pigweed is influenced by light spectral quality and quality. *Crop Science*. 42:1930-1936
- Rajcan I, Swanton CI. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and wholeplant. *Field Crop Research*. 71:139-150
- Rosati A, Metcalf SG, Lampinen BD. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. *Ann. Bot.* 93: 567-574.
- Soltani A, Robertson MJ, Rahemi-Karizaki A, Poorreze J, Zarei H. 2006. Modeling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*cicerarietinum* L.). *J. Agron. Crop Science*. 192: 379-389
- Warwick SI, Beckie HJ, Thomas AG, Mcdonald T. 2005. The biology of CanadianWeeds. 8. *Sinapis arvensis*. L. (updated). *Canadian Journal of Plant Science*. 55: 171-183.
- Weiner J. 2004. Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Eco.Evolution and Systematics*. 6:207-215
- Zand A, Koocheki A, Nassiri Mohallati M. 2003. Canopy structure changes in some iranian breed wheat. *Agricultural Science*, 13: 4. 13-26.
- Zadoks JC, Chang T, Konzak CF.1974.A decimal the code for the growth of Cereals. *Weed Research*.14:415-421.
- Zhang L, Vander Werf W, Bastiaans L, Zhang S, Li B, Spiertz JH. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Research*. 107: 29-42.
- Zimdahl R. 2004. Weed crop competition, a review. A review Corvallis, OR: Int. Plant. Prot. Center. Oregon state university.
- Zimdahl RL. 2005. Weed-Crop Competition: a review. International Plant Protection Center, Oregon State University, USA, 195p.

Evaluate of changes in the vertical distribution of leaf area of dryland wheat cultivars in competition with wild mustard in Gorgan

H. Rezvani, J. Asghari, S.M.R. Ehteshami*, B. Kamkar

Department of Agronomy, Gilan University, Rasht, Iran

Abstract

In order to evaluate changes in vertical distribution of leaf area of rainfed wheat cultivars in competition with different densities of wild mustard, a field experiment was conducted in Gorgan Research Station during 2010-2012. The experiment design consisted of four randomized complete blocks in a factorial arrangement. The treatments were four wheat cultivars (Arta, Tajan, Mogan and Morvarid) and 5 levels of wild mustard densities (0, 4, 8, 16 and 32 plants m²). The results of combined analysis showed that year effect was not significant on light extinction coefficient, light use efficiency, vertical distribution of leaf area and dry matter production, but cultivar×wild mustard density interaction was significant. In all different densities of wild mustard, Morvarid cultivar could produce more dry matter and leaf area than other cultivar.. To compete with mustard, all wheat cultivars tried to assigne more leaf area and dry matter to the upper layers of canopy, which was more evident in Morvarid and Moghan cultivars. Under maximum mustard density, Tajan cultivar had the highest light extinction coefficient. In short, two-year results showed that Morvarid had the highest grain yield because of having the most vertical leaf area distribution, better light use efficiency, and the lowest light extinction coefficient, as well as better competition against wild mustard.

Key words: Wheat grain yield, Leaf area, Light extinction coefficient, Weed competition

* Corresponding author: smrehteshami@yahoo.com Received: 2015/01/31 Accepted: 2015/07/01