

اثر رقابت نوری و کود نیتروژن بر ساختار کانوپی گندم و یولاف وحشی

گودرز احمدوند^۱، مهدی نصیری محلاتی^۲ و علیرضا کوچکی^۳

^۱گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی همدان، اعضای هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی مشهد
تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

اثر رقابت نوری و مقادیر نیتروژن بر ساختار کانوپی گندم و یولاف وحشی طی دو آزمایش جداگانه در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش اول به صورت طرح افزایشی با استفاده از آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار مقدار کود سرک نیتروژن به میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلومتر در هکتار نیتروژن خالص و کرت‌های فرعی شامل چهار تراکم ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته یولاف وحشی در مترمربع بود. تراکم کاشت گندم، ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. آزمایش دوم به صورت سری‌های جایگزینی با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در گلخانه تحقیقاتی اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل پنج مقدار کود سرک نیتروژن به مقدار ۰، ۱/۵، ۱ و ۲ گرم نیتروژن خالص در هر گلدان، و پنج نسبت مخلوط گندم و یولاف وحشی با تراکم‌های نسبی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ بود. نتایج طرح افزایشی نشان داد که با افزایش تراکم یولاف وحشی، سهم لایه‌های بالایی یولاف از کل ماده خشک و شاخص سطح برگ افزایش یافت. در کشت خالص گندم، درصد جذب تشعشع بیشتر از مخلوط بود و نور در ارتفاع بالاتری از کانوپی خاموش شد. توزیع عمودی کل ماده خشک در هر دو گونه، تحت مقدار نیتروژن قرار نگرفت. در طرح جایگزینی محتوی نیتروژن برگ گندم در همه لایه‌های کشت خالص کمتر از مخلوط بود، ولی یولاف در کشت خالص از محتوی نیتروژن برگ بالاتری در همه لایه‌ها برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، یولاف وحشی، رقابت، کود نیتروژن، ساختار کانوپی

مقدمه

فرآیند رقابت بین گیاهان پدیده‌ای پیچیده است، زیرا عوامل متعددی در ایجاد و پیامدهای آن دخالت دارند. در حالت رقابت بررسی و شناخت صفاتی که میزان جذب و بهره‌گیری از منبع یا منابع محدود را تعیین می‌کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

نور به این دلیل که لحظه‌ای و غیرقابل ذخیره‌سازی است و در صورت عدم جذب از دسترس خارج می‌شود،

به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل رقابت در اکوسیستم‌های زراعی شناخته شده است (باقری و کوچکی، ۱۳۷۶). ظرفیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور به دو عامل بستگی دارد: ۱- مقدار و توزیع جذب تشعشع توسط اجزای مخلوط ۲- کارایی مصرف نور جذب شده (بیشلاگ و همکاران، ۱۹۹۰). مقدار جذب نور توسط عواملی مانند تراکم گیاهی و خصوصیات ساختمان کانوپی (کالدول، ۱۹۸۷؛ باومن و همکاران، ۲۰۰۲) یا آرایش

فاکهیر، ۱۹۸۵؛ اسپیترز و آرتز، ۱۹۸۳). هانت و پورتن (۱۹۸۵) بیان داشتند که ظرفیت فتوسنتز برگ پرچم گندم در زمان پر شدن دانه‌ها رابطه مثبتی با درصد نیتروژن برگ دارد. برخی از محققین (سینکلر و هوری، ۱۹۸۹؛ نصیری محلاتی، ۱۹۹۸) معتقدند وقتی الگوی توزیع نیتروژن نیتروژن برگ در کانوپی مشابه الگوی توزیع نور باشد، فتوسنتز کانوپی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. این الگوی توزیع موجب تخصیص بیشتر نیتروژن به برگ‌هایی می‌شود که در معرض نور هستند و به این ترتیب مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ و کانوپی بهینه می‌شود. سینکلر و هوری (۱۹۸۹) توزیع غیریکنواخت نیتروژن برگ در کانوپی را عامل افزایش کارایی مصرف نور می‌دانند. بسیاری از محققین (رایت و هامار، ۱۹۹۴؛ هوکینگ و استاپر، ۲۰۰۱) نشان داده‌اند که با افزایش عمق کانوپی، نیتروژن ویژه برگ، کاهش می‌یابد. نصیری محلاتی (۱۹۹۸) خاموش شدن نور در کانوپی بسته را عامل تشکیل پروفیل نیتروژن می‌داند و معتقد است، با بسته شدن کانوپی، توزیع غیریکنواختی از نیتروژن برگ منطبق با پروفیل نور شکل می‌گیرد. اقبال و رایت (۱۹۹۷) معتقدند در رقابت بین گونه‌ای، به‌خصوص در شرایط محدودیت نیتروژن گونه‌ای موفق‌تر است که با قابلیت تحرک بیشتر نیتروژن، توان انتقال آن را از اندام‌های غیرفتوسنتزی و برگ‌های پیر به برگ‌های جوان و فعال داشته باشد.

در این مقاله به‌منظور بررسی تغییرات ساختار کانوپی، جذب تشعشع و توزیع نیتروژن در عمق کانوپی مخلوط گندم و یولاف وحشی در واکنش به تغییر تراکم و مقادیر نیتروژن، توزیع عمودی شاخص سطح برگ، کل ماده خشک اندام‌های هوایی، محتوی نیتروژن برگ و درصد جذب تشعشع در کانوپی خالص و مخلوط دو گونه مورد مطالعه قرار گرفته است.

فضایی و هندسی اندام‌های هوایی که کار جذب تشعشع و تبادلات گازی را به‌عهده دارند، تعیین می‌شود (راسل و همکاران، ۱۹۸۹). در مطالعه ساختار کانوپی گیاهان، صفاتی مانند توزیع عمودی (پروفیل)، شاخص سطح برگ، جذب تشعشع و توزیع نیتروژن ویژه برگ‌ها (رحیمیان و بنایان، ۱۳۷۵؛ نصیری محلاتی، ۱۹۹۸) مورد مطالعه قرار گرفت. اهمیت مطالعه ساختار کانوپی در حدی است که کاربرد مدل‌های جذب تشعشع در کانوپی‌های مخلوط بدون شناخت و تشریح ساختار کانوپی مخلوط و تأثیر آن بر مقدار جذب تشعشع توسط برگ‌های هرگونه، امکان‌پذیر نیست (راسل و همکاران، ۱۹۸۹). بارنس و همکاران (۱۹۹۰) معتقدند در یک کانوپی مخلوط، تفاوت بین گونه‌ها از نظر اسیمیلاسیون کربن، بیشتر به خصوصیات ساختار کانوپی گونه‌ها مربوط می‌شود تا ویژگی‌های فتوسنتزی آنها و اظهار داشتند: حاصل رقابت بین گونه‌ها بیشتر تحت تأثیر توزیع سطح برگ قرار می‌گیرد که خود تعیین‌کننده الگوی جذب تشعشع در کانوپی می‌باشد. نصیری محلاتی (۱۹۹۸) در کانوپی مخلوط شبدر سفید - چچم (*Lolium prene*) و بارنس و همکاران (۱۹۹۰) در کانوپی مخلوط گندم - یولاف وحشی، مشاهده کردند که توزیع جذب تشعشع در لایه‌های مختلف کانوپی مخلوط، با تغییرات چگالی سطح برگ منطبق بود. بیشلاگ و همکاران (۱۹۹۰) در کانوپی مخلوط و خالص گندم و یولاف وحشی، مشاهده نمودند که میزان فتوسنتز و جذب کربن در لایه‌های مختلف کانوپی به شدت به مقدار جذب نور در هر لایه وابسته بود، به‌طوری‌که در هر دو گونه و هر دو نوع کانوپی، لایه‌های نیمه بالای کانوپی، سهم بیشتری از فتوسنتز کانوپی را به خود اختصاص دادند.

موفقیت گونه‌های گیاهی در رقابت نوری علاوه بر میزان و توزیع جذب تشعشع، تحت تأثیر کارایی مصرف نور جذب شده نیز قرار می‌گیرد (ویلسون و رایت، ۱۹۹۰). در بسیاری از گیاهان رابطه مثبتی غلظت نیتروژن و ظرفیت فتوسنتزی برگ گزارش شده است (وانگ و

مواد و روش‌ها

تغییرات ساختار کانوبی مخلوط گندم زمستانه و یولاف وحشی، طی دو آزمایش در مزرعه و گلخانه تحقیقاتی مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ به روش افزایشی در مطالعات مربوط به رقابت بین گیاهان (دویت، ۱۹۶۰) اجرا شد، که در آن تراکم گندم ثابت و معادل ۴۰۰ بوته در مترمربع و تراکم یولاف وحشی متغییر در نظر گرفته شد. این آزمایش به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح کود سرک نیتروژن به ترتیب به میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار که طی دو مرحله (اواخر مرحله پنجه‌زنی و آغاز خوشه رفتن) مصرف شد. کرت‌های فرعی شامل چهار تراکم یولاف وحشی به ترتیب به میزان ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته در مترمربع بود. گندم مورد استفاده لاین C73-5 بود.

مساحت هر کرت فرعی ۱۲/۶ مترمربع بود که شامل ۹ ردیف کاشت به طول ۷ متر و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر (فاصله بین پشته‌ها ۶۰ سانتی‌متر و روی هر پشته ۳ ردیف) کاشته شده بودند. بین هر دو کرت فرعی مجاور ۶۰ سانتی‌متر و بین کرت‌های اصلی ۱۲۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌های مجاور ۱۵۰ سانتی‌متر فاصله منظور شد. پس از عملیات آماده‌سازی زمین و با توجه به نتیجه آزمایش خاک کود پایه مورد نیاز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره مصرف شد.

کاشت در تاریخ هشتم آبان ماه ۱۳۷۸ به صورت دستی انجام گرفت و بذره‌های یولاف وحشی در روی ردیف‌های کاشت گندم قرار گرفتند. برای شکسته شدن خواب یولاف وحشی، بذره‌های آن بعد از خیساندن به مدت ۲ ساعت در آب جاری، به مدت ۲۰ ساعت با محلول اسیدجیرلیک با غلظت ۳۵۰ قسمت در میلیون (ppm) تیمار شدند. به منظور تنظیم تراکم یولاف وحشی، پس از تعیین قوه نامیه بذر آن در شرایط آزمایشگاه، در زمان

کاشت علاوه بر منظور نمودن قوه نامیه، در هر تیمار بذر پایه مورد استفاده برای کاشت، ۱۰ درصد بیشتر از تیمار مربوطه لحاظ شد و بعد از کاشت طی دو مرحله (پس از سبز شدن و آغاز پنجه‌زنی) گیاهان سبز شده شمارش و بوته‌های اضافی حذف شدند.

کلیه علف‌های هرز غیر از یولاف وحشی با استفاده از علف‌کش 4-D و 2 یا به صورت دستی حذف شدند. آبیاری به صورت شیاری و با مدار ۱۰ روزه انجام گرفت. برداشت نهایی در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۳۷۹ به صورت دستی انجام گرفت. هیچ‌گونه مشکل آفت یا بیماری که نیاز به کنترل داشته باشد، مشاهده نشد.

آزمایش گلخانه‌ای به روش سری‌های جایگزینی (دویت، ۱۹۶۰) اجرا شد. بدین منظور از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص دوگونه و سه نسبت مخلوط (۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵) و پنج مقدار کود سرک نیتروژن به میزان ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم نیتروژن خالص در گلدان بود. خاک مورد استفاده مخلوطی از خاک زراعی با بافت سیلتی لوم و ماسه به ترتیب با نسبت ۲/۳ و ۱/۳ بود.

برای این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۸ و عمق ۲۶ سانتی‌متر استفاده شد. تراکم کاشت هر دوگونه یکسان و به میزان ۲۰ بوته در هر گلدان (بر اساس تراکم کاشت ۳۵۰ بوته در مترمربع) منظور شد. بذره‌های یولاف وحشی قبل از کاشت به مدت سه هفته در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) در داخل پارچه مرطوب قرار داده شدند و برای کاشت از بذرهایی استفاده شد که ریشه‌چه آنها در حال خروج از پوسته بذر بود. بذره‌های گندم نیز یک روز قبل از کاشت مرطوب شدند.

به منظور تأمین نیاز سرمایی گیاهان (ورنالیزاسیون)، ۳ هفته پس از سبز شدن، ابتدا چند روز سیستم گرمای گلخانه قطع شد و سپس گلدان‌ها به مدت ۵ هفته در هوای آزاد (بیرون از گلخانه) قرار داده شدند. دمای شب و روز گلخانه به ترتیب 10 ± 2 و 27 ± 2 درجه سانتی‌گراد و طول

محاسبه شد و با جمع کردن درصد جذب نور در لایه‌های مختلف از بالا به پایین کانوپی، درصد جذب جمعی تشعشع محاسبه شد (نصیری محلاتی، ۱۹۹۸).

$$I \text{ abs } (\%) = ((I_0 - I) / I_0) 100 \quad (1)$$

در این رابطه: $I \text{ abs}$: درصد جذب تشعشع، I_0 : میزان نور بالای کانوپی و I : میزان نور رسیده به زیر کانوپی می‌باشد.

برای اندازه‌گیری توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ نیز دو هفته پس از گرده‌افشانی، در لایه‌هایی به فاصله ۲۰ سانتی‌متر، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر مدل Minolta 502 عدد SPAD² برگ‌های گندم قرائت شد. برای این منظور، ۱۰ برگ از هر لایه اندازه‌گیری و میانگین آنها به‌عنوان عدد SPAD هر لایه منظور شد. همچنین محتوای نیتروژن تعداد ۲۰ نمونه برگ از یولاف وحشی و ۲۰ نمونه از گندم که قبلاً میانگین قرائت SPAD آنها مشخص شده بود، به روش میکروکدال اندازه‌گیری شد و از طریق رابطه‌ای که بین عدد SPAD و محتوای نیتروژن نمونه‌ها به‌دست آمد (توابع ۲ و ۳ که به ترتیب رابط بین درصد وزنی نیتروژن برگ و عدد SPAD را برای برگ گندم و یولاف وحشی نشان می‌دهند)، محتوای نیتروژن هر لایه برآورد شد.

$$LN\% = 0.001044 x - 0.007396 \quad (r^2 = 0.78) \quad (2)$$

$$LN\% = 0.0008607 x - 0.002109 \quad (r^2 = 0.72) \quad (3)$$

در این معادلات: LN%: درصد وزنی نیتروژن برگ و x ، عدد SPAD می‌باشد.

در طرح جایگزینی نیز توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم و یولاف با یادداشت عدد SPAD برگ‌های گندم و یولاف وحشی در لایه‌های ۲۰ سانتی‌متری در مرحله دانه‌بندی مشخص شد. برای این منظور از متوسط عدد SPAD پنج برگ در هر لایه استفاده شد. سپس با استفاده از رابطه بین عدد SPAD و درصد وزنی نیتروژن برگ (توابع ۲ و ۳) درصد نیتروژن برگ گندم و یولاف وحشی محاسبه شد. برای پردازش داده‌ها و رسم شکل‌ها

روز با استفاده از نور مصنوعی، حدود ۱۵ ساعت در نظر گرفته شد.

کود سرک هر تیمار دو قسمت شد و ۱/۲ آن در مرحله پنجه‌زنی (پس از برگ‌زداندن گلدان‌ها به داخل گلخانه) و ۱/۲ در زمان شروع گلدهی، همراه با آب آبیاری مصرف شد. آبیاری به‌صورت معمول و در حدی که گیاهان کمبود آب نداشته باشند، انجام شد. به‌منظور کنترل شته و سفیدک سطحی به‌ترتیب از سم حشره‌کش سفره متاسیستوکس و پودر گوگرد استفاده شد.

در طرح افزایشی خصوصیات نظیر توزیع عمودی جذب تشعشع، شاخص سطح برگ، کل ماده خشک اندام‌های هوایی و محتوی نیتروژن برگ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک، در آغاز بسته شدن کانوپی (دو هفته قبل از گرده‌افشانی) و دو هفته پس از بسته شدن کانوپی (آغاز پیر شدن دانه‌ها) از هر کرت فرعی سطحی معادل ۰/۳ مترمربع (۰/۵ متر طولی از ۳ ردیف کاشت) برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه و تفکیک گندم و یولاف وحشی به دلیل حجیم بودن نمونه‌های گندم و عدم امکان تعیین سطح برگ و وزن خشک تمام نمونه‌ها، ۲۰ درصد وزنی (وزن‌تر) هر نمونه، جدا شد و اندازه‌گیری‌ها روی این زیر نمونه‌ها انجام گرفت. پس از تفکیک بوته‌های گندم و یولاف وحشی و جداسازی زیرنمونه‌های گندم، بوته‌ها به فواصل ۲۰ سانتی‌متر زده شدند و پس از اندازه‌گیری سطح برگ هر لایه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ^۱ و قرار دادن نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک هر لایه نیز تعیین شد.

به‌منظور تعیین توزیع عمودی جذب نور دو هفته پس از گرده‌افشانی که کانوپی از حداکثر سطح برگ برخوردار بود، میزان تشعشع از بالا تا پایین کانوپی در لایه‌های ۲۰ سانتی‌متر با استفاده از تشعشع‌سنج لوله‌ای بین ساعت ۱۱ تا ۱۳ اندازه‌گیری شد و درصد جذب نور در لایه‌های مختلف کانوپی از بالا به پایین با استفاده از رابطه ۱

خشک، کاسته شد ولی در یولاف بیشترین وزن خشک در لایه‌های ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر تشکیل شد، ضمن اینکه در تراکم‌های ۵۰ و ۸۰ بوته در مترمربع، کمتر از ۵ درصد وزن خشک کل، در لایه بالاتر از ۱۰۰ سانتی‌متر تشکیل شده (شکل ۱b) که احتمالاً افزایش سهم ماده خشک لایه‌های پایینی گندم در واکنش به افزایش یولاف به دلیل عقیم ماندن بخش زیادی از پنجه‌های گندم و توقف رشد آنها در لایه‌های زیرین کانوپی باشد (احمدوند و همکاران، ۱۳۸۱).

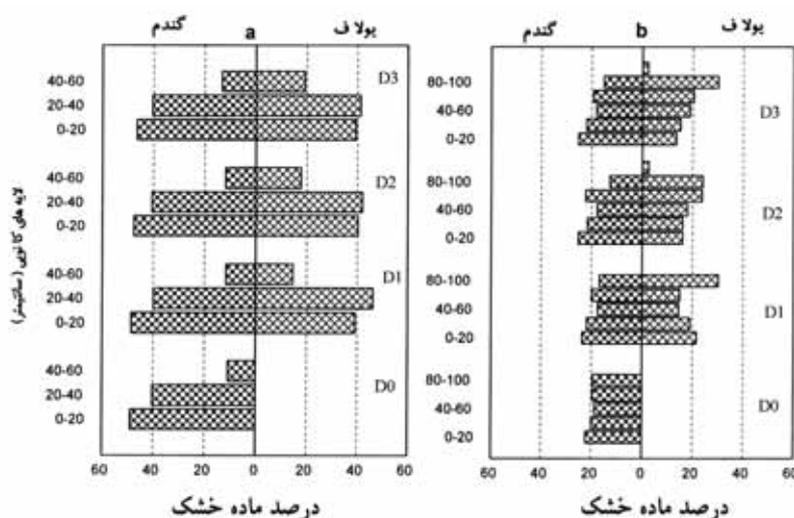
در مرحله بسته شدن کانوپی، توزیع وزن خشک در هیچ‌کدام از گونه‌ها، تحت تأثیر مقادیر نیتروژن قرار نگرفت. اگرچه در هر دو گونه، افزایش مصرف نیتروژن اندکی سهم لایه‌های بالای را افزایش داد (شکل ۲a) ولی در مرحله پر شدن دانه‌ها، با افزایش مقدار نیتروژن، سهم لایه‌های پایینی گندم کاهش و سهم لایه‌های بالایی افزایش یافت (شکل ۲b). شاید این واکنش به دلیل افزایش پنجه‌ها و انتقال خوشه‌ها به طبقات بالایی کانوپی از طریق افزایش طول میانگره‌ها باشد. در یولاف با افزایش مصرف نیتروژن، سهم لایه ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر کاهش یافت و با افزایش طول ساقه بخشی از ماده خشک به بالاتر از کانوپی گندم انتقال یافت (شکل ۲b).

از نرم‌افزارهای اکسل، هارواردگراف و اسلاید رایت استفاده شد.

نتایج و بحث

توزیع عمودی وزن خشک اندام‌های هوایی: در آغاز بسته شدن کانوپی، بدون توجه به سطح رقابت نوری، در گندم از پایین به بالای کانوپی، سهم ماده خشک لایه‌ها کاسته شد ولی در یولاف، بیشترین ماده خشک در وسط کانوپی تمرکز یافت (شکل ۱a). با توجه به اینکه در این مرحله، بخش عمده وزن خشک اندام‌های هوایی ناشی از وزن برگ‌هاست، در نتیجه این الگوی توزیع ماده خشک نشان می‌دهد که حتی قبل از بسته شدن کانوپی، یولاف نسبت به گندم تمایل بیشتری برای انتقال برگ‌های خود به بالای کانوپی نشان می‌دهد. این مسئله شاید به دلیل ارتفاع کمتر یولاف در این مرحله نسبت به گندم باشد. با افزایش تراکم یولاف، سهم لایه‌های پایینی در هر دو گونه، کاهش و سهم لایه بالایی افزایش یافت ولی میزان افزایش در یولاف بیشتر از گندم بود.

در مرحله پر شدن دانه‌ها نیز، در کشت خالص گندم، توزیع ماده خشک در لایه‌های مختلف یکسان بود و با افزایش تراکم یولاف، سهم لایه‌های بالایی از کل ماده



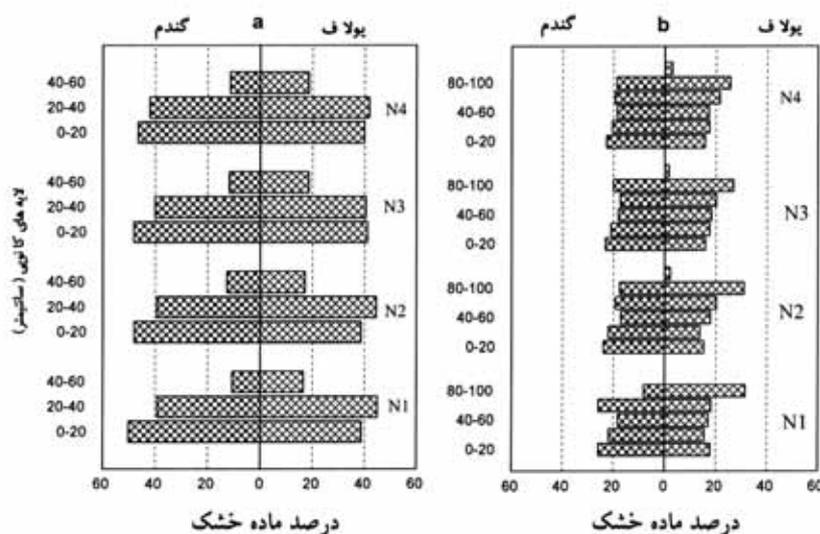
شکل ۱- اثر تراکم یولاف وحشی بر توزیع عمودی ماده خشک اندام‌های هوایی گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی (a) و آغاز پر شدن دانه‌ها (b). D3، D2، D1، D0 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته یولاف در مترمربع را نشان می‌دهند.

تشعشع در سطح بالای نیتروژن بیشتر از سطح پایین آن بود، همچنین خاموشی نور در ارتفاع بالاتری از کانوپی اتفاق افتاد. احتمالاً نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ باعث افزایش جذب تشعشع در هر لایه از کانوپی مخلوط شده است. دلیل خاموش شدن نور در ارتفاع بالاتر، در واکنش به افزایش مصرف نیتروژن، علاوه بر موارد ذکر شده، می‌تواند افزایش ارتفاع کانوپی نیز باشد.

توزیع عمودی شاخص سطح برگ: شکل a و b
به ترتیب اثر رقابت را بر توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی و شروع پر شدن دانه‌ها نشان می‌دهند. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود، در آغاز بسته شدن کانوپی، در هر دو گونه بیشتر از ۵۰ درصد شاخص سطح برگ، مستقل از رقابت در لایه میانی کانوپی تشکیل شد. سهم شاخص سطح برگ گندم در لایه بالایی در همه سطوح رقابت، کمتر از لایه پایینی بود ولی در یولاف، لایه بالایی از درصد شاخص سطح برگ بالاتری نسبت به لایه پایینی برخوردار بود. در مرحله شروع پر شدن دانه‌ها نیز توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم تحت تأثیر تراکم‌های مختلف یولاف قرار نگرفت ولی در یولاف، با افزایش

توزیع عمودی جذب تشعشع: شکل ۳a، توزیع عمودی جذب تشعشع را در کشت خالص گندم و مخلوط آن با بیشترین تراکم یولاف در دو هفته بعد از گرده‌افشانی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، کل تشعشع جذب شده در کشت خالص گندم حدود ۱۰ درصد بیشتر از کانوپی مخلوط با بیشترین تراکم یولاف وحشی بود. همچنین در کانوپی خالص گندم، نور در ارتفاع بالاتری خاموش شد. به نظر می‌رسد افت پنجه‌ها و کاهش شاخص سطح برگ گندم و به تبع آن کاهش شاخص سطح برگ کل کانوپی مخلوط، عامل کاهش جذب تشعشع نسبت به کانوپی خالص گندم باشد. (احمدوند و همکاران، ۱۳۸۱) در لایه‌های بالایی کانوپی مخلوط، درصد جذب تشعشع بیشتر از کانوپی خالص بود و در لایه‌های پایینی برعکس این حالت مشاهده شد. این مسئله می‌تواند به دلیل انتقال سطح برگ کانوپی مخلوط، به لایه‌های بالاتر باشد.

در شکل ۳b توزیع جذب تشعشع متوسط سطوح رقابت در کمترین و بیشترین سطح نیتروژن نشان داده شده است. با افزایش مصرف نیتروژن از ۲۵ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کل نور جذب شده توسط کانوپی از ۸۰ به بیش از ۹۰ درصد افزایش یافت و در هر ارتفاعی درصد جذب

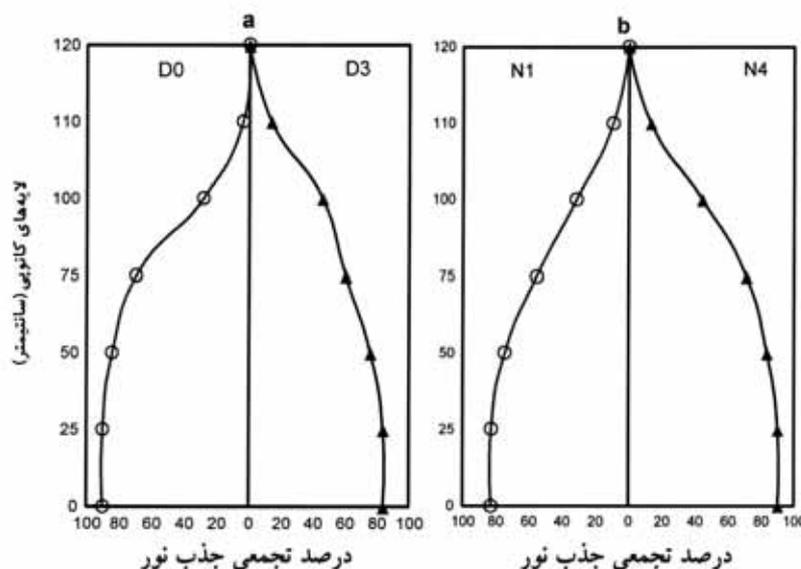


شکل ۲- اثر مقدار نیتروژن بر توزیع عمودی ماده خشک اندام‌های هوایی گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی (a) و آغاز پر شدن دانه‌ها (b). N1، N2، N3 و N4 به ترتیب مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را نشان می‌دهند.

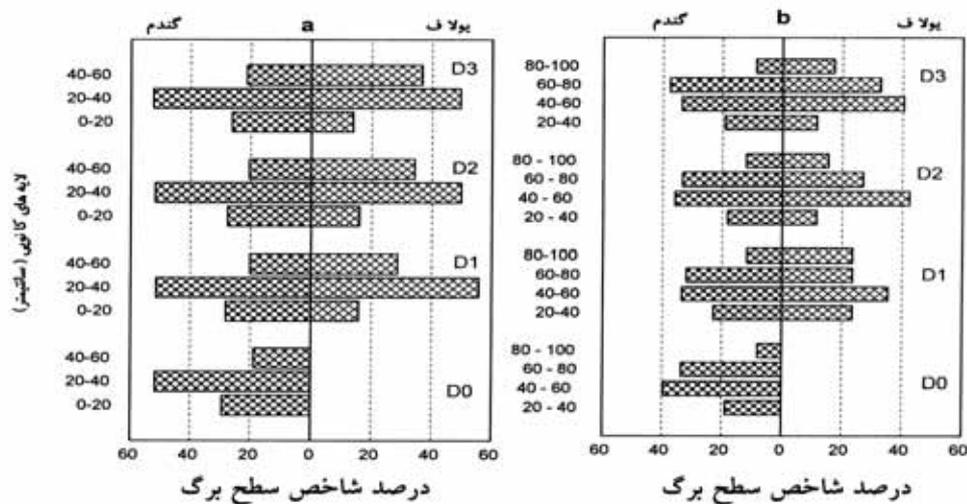
شدن برگ‌های لایه زیرین گندم بیش از یولاف بود (بیشلاگ و همکاران، ۱۹۹۰).

توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی تحت تأثیر مقدار نیتروژن قرار نگرفت، ولی در مرحله شروع پر شدن دانه‌ها با افزایش مصرف نیتروژن، ضمن ثابت ماندن سهم لایه بالای کانوپی، سهم لایه زیرین در گندم افزایش یافت (شکل ۵) که احتمالاً به دلیل افزایش دوام برگ‌ها در لایه زیرین، به واسطه افزایش محتوی نیتروژن و عدم نیاز به انتقال نیتروژن به برگ‌های بالایی باشد. در یولاف، با افزایش مصرف نیتروژن از ۲۵ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سهم دو لایه ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، روی هم ۱۲ درصد کاسته شد و به لایه‌های ۶۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، افزوده شد. به نظر می‌رسد، مصرف نیتروژن از طریق افزایش طول میانگرمه و افزایش ارتفاع، باعث انتقال شاخص سطح برگ یولاف به لایه‌های بالایی شده باشد.

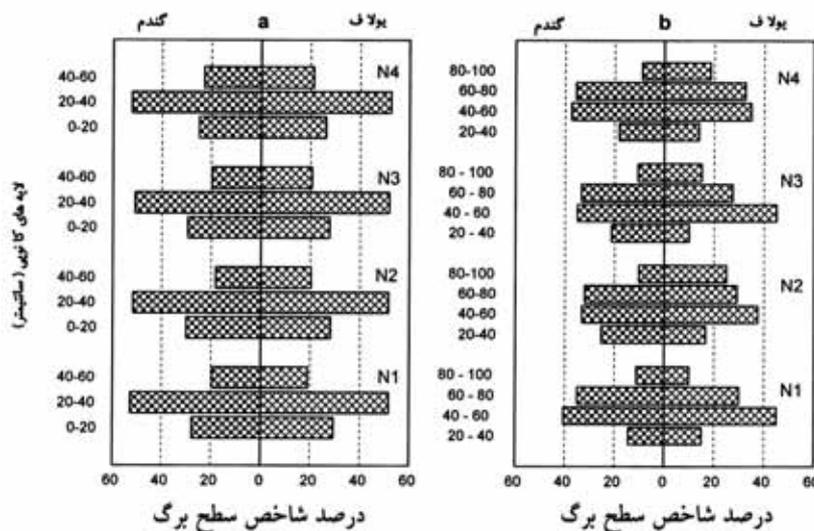
تراکم، سهم لایه پایینی از ۲۴ درصد در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع کاهش یافت. به نظر می‌رسد علاوه بر تفاوت ذاتی دو گونه گندم و یولاف وحشی بدین‌صورت که در یولاف، مستقل از شرایط محیطی، بیشتر شاخص قابلیت برگ در نیمه بالایی کانوپی تمرکز می‌یابد، یولاف وحشی با تخصیص بیشتر شاخص سطح برگ به لایه‌های بالایی از قابلیت بیشتری نسبت به گندم برای واکنش به تشدید رقابت نوری (افزایش تراکم) برخوردار است. کودنی و همکاران (۱۹۹۱) طی یک بررسی نشان دادند که توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم و یولاف در داخل کانوپی تحت تأثیر گونه رقیب قرار نمی‌گیرد. حال آنکه در آزمایشی دیگر، بررسی سطح برگ در کانوپی مخلوط ۵۰:۵۰ گندم و یولاف وحشی، نشان داد که در اوایل فصل رشد پروفیل سطح برگ دو گونه، تحت تأثیر رقابت قرار نگرفت ولی در مرحله زایشی سهم لایه‌های پایینی کاهش و سهم لایه‌های بالایی افزایش یافت ولی میزان افزایش در یولاف بیشتر از گندم بود. در بررسی مذکور سرعت زرد



شکل ۳- اثر رقابت (a) و مقادیر نیتروژن (b) بر چگالی جذب تشعشع در کانوپی مخلوط. D3 و D0 به ترتیب نشان دهنده کشت خالص گندم و مخلوط آن با بیشترین تراکم یولاف وحشی می‌باشند. N4 و N1 نیز کمترین و بیشترین سطوح نیتروژن را نشان می‌دهند.



شکل ۴- اثر تراکم یولاف وحشی بر توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی (a) و آغاز پر شدن دانه‌ها (b). D3 و D2, D1, D0 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته یولاف در مترمربع را نشان می‌دهند.



شکل ۵- اثر مقدار نیتروژن بر توزیع عمودی شاخص سطح برگ گندم و یولاف در آغاز بسته شدن کانوپی (a) و آغاز پر شدن دانه‌ها (b). N1, N2, N3 و 4 به ترتیب مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را نشان می‌دهند.

کشت خالص گندم، تقریباً در همه لایه‌ها، محتوی نیتروژن برگ گندم بیشتر از کشت مخلوط بود به طوری که کمترین محتوی نیتروژن برگ گندم در همه لایه‌های کانوپی گندم در حضور حداکثر تراکم یولاف وحشی، مشاهده شد (شکل ۶b). به نظر می‌رسد اثر رقابتی یولاف بیشتر به صورت تغییر توزیع عمودی شاخص سطح برگ و

توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ (LNC)؛ در طرح افزایشی، محتوی نیتروژن برگ گندم در کلیه سطوح رقابت، از بالا به پایین کانوپی کاهش یافت. اگرچه افزایش تراکم یولاف وحشی نتوانست در توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم، تغییری ایجاد کند ولی در

1-Leaf Nitrogen Content

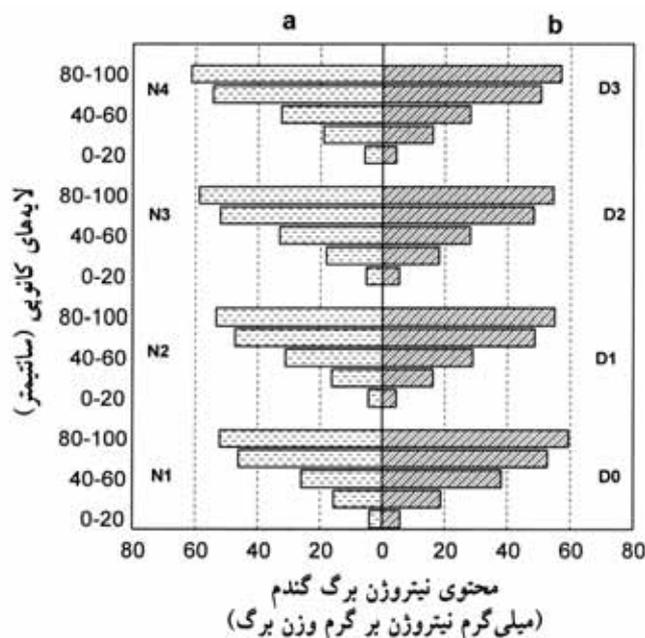
به کشت خالص ۱۷ درصد کاهش داد در صورتی که مقدار کاهش با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۶ درصد بود.

موچو و سینکلر (۱۹۸۶) علت بیشتر بودن محتوای نیتروژن لایه‌های بالایی را چنین توضیح می‌دهند: گیاهان برای حداکثر استفاده از تشعشع خورشیدی، نیتروژن بیشتری را در اختیار برگ‌های جوان قرار می‌دهند. بدین صورت که گیاه علاوه بر جذب نیتروژن از خاک و اختصاص آن به برگ‌های جوان، از طریق انتقال مجدد نیز، مقداری از نیتروژن برگ‌های پیر را به برگ‌های جوان منتقل می‌کند. نصیری محلاتی (۱۹۹۸) توزیع عمودی نیتروژن و عمیق‌تر شدن آن را با بسته شدن کانوپی و خاموش شدن نور مرتبط می‌داند و معتقد است در کانوپی باز، چون پروفیل نور کامل نشده است. بنابراین، پروفیل نیتروژن یکنواخت است و با بسته شدن کانوپی و عمیق‌تر شدن پروفیل نور، پروفیل نیتروژن نیز شکل می‌گیرد. رایست و هامار (۱۹۹۴) تشکیل پروفیل نیتروژن را به سن برگ‌ها نسبت داده‌اند.

سطح ویژه برگ و تغییر راندمان مصرف نیتروژن بروز کند و رقابت یولاف وحشی تأثیر چندانی بر محتوی نیتروژن برگ و توزیع عمودی آن در کانوپی نداشته باشد.

پس از بسته شدن کانوپی، با افزایش کود نیتروژن، محتوی نیتروژن برگ گندم در کلیه لایه‌ها افزایش یافت و از بالا به پایین کانوپی، تأثیر مثبت نیتروژن بیشتر شد (شکل ۶a)، به طوری که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به ۲۵ کیلوگرم، محتوی نیتروژن برگ لایه‌های پایینی و بالایی را به ترتیب ۴۱ و ۱۷/۶ درصد افزایش داد. احتمالاً نیتروژن از طریق افزایش دوام سطح برگ (LAD)، به خصوص در لایه‌های پایینی کانوپی و کاهش انتقال نیتروژن از برگ‌های پایینی به برگ‌های بالاتر، باعث افزایش محتوی نیتروژن برگ شده است.

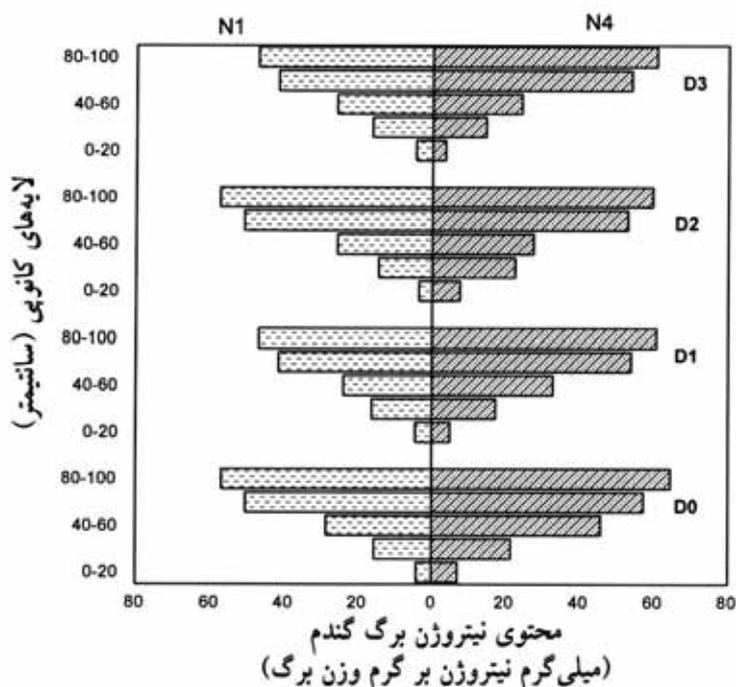
در کلیه سطوح نیتروژن روند کلی تأثیر افزایش تراکم یولاف بر محتوی نیتروژن برگ گندم تقریباً یکسان بود (شکل ۷)، با این تفاوت که افزایش مصرف نیتروژن، اختلاف بین محتوی نیتروژن برگ گندم در کشت خالص مخلوط آن را کاهش داد، به طوری که با مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، حضور ۸۰ بوته یولاف در مترمربع، محتوی نیتروژن برگ لایه بالایی گندم را نسبت



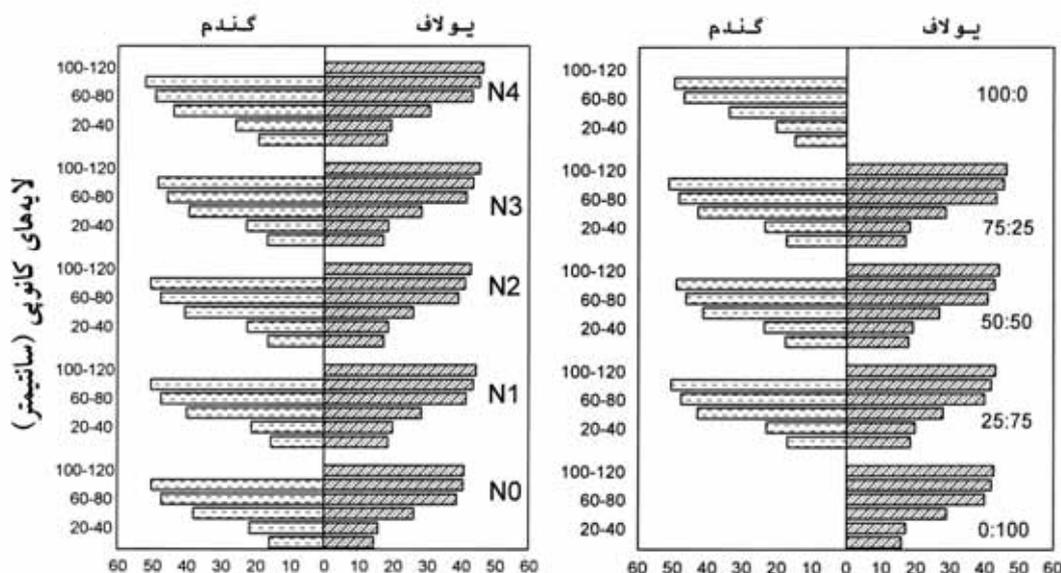
شکل ۶- اثر مقدار نیتروژن (a) و تراکم یولاف وحشی (b) بر توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم. D0, D1, D2 و D3 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته در مترمربع و N1، N2، N3 و N4 به ترتیب مقادیر ۲۵، ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را نشان می‌دهند.

همین دلیل محتوی نیتروژن برگ افزایش یافت. با توجه به اینکه در شرایط زراعی، علف‌های هرز به محصول زراعی افزوده می‌شوند (مشابه طرح‌های افزایشی) و کل تراکم، افزایش می‌یابد، به نظر می‌رسد در این شرایط، با تشدید رقابت ناشی از علف‌های هرز، محتوی نیتروژن برگ گندم کاهش یافته و به تبع آن ظرفیت فتوسنتزی آن نیز کاهش یابد. مقدار کاهش محتوی نیتروژن برگ از بالا به پایین کانوپی در کشت خالص گندم بیشتر از مخلوط بود، به طوری که در کشت خالص محتوی نیتروژن برگ در لایه پایینی ۷۰ درصد کمتر از بالای کانوپی بود. در صورتی که مقدار کاهش محتوی نیتروژن برگ در لایه پایینی، نسبت به بالای کانوپی در مخلوط با کمترین و بیشترین نسبت تراکم یولاف، به ترتیب ۶۶ و ۶۲ درصد بود. با توجه به این که در کشت خالص گندم، تعداد پنجه بیشتری تولید شده بود، علاوه بر این، افت پنجه‌ها کمتر از کشت مخلوط آن بود (داده‌ها نشان داده نشده است)، بنابراین بالاتر بودن تراکم پنجه و شاخص سطح برگ منجر به زرد شدن سریع‌تر برگ‌های پایینی و انتقال نیتروژن آنها به برگ‌های بالاتر شده است.

شکل ۸ نشان می‌دهد که در طرح جایگزینی، در کلیه نسبت‌های مخلوط، تقریباً در همه لایه‌های کانوپی، محتوی نیتروژن برگ گندم بیشتر از کشت خالص بود. به نظر می‌رسد اثر رقابت بین گونه‌ای، بر افزایش جذب نیتروژن توسط گندم یا تخصیص نیتروژن به برگ‌ها، بیشتر از رقابت درون‌گونه‌ای باشد و برعکس تشدید رقابت درون‌گونه‌ای در یولاف، باعث افزایش جذب نیتروژن می‌شود. در طرح افزایشی محتوی نیتروژن برگ در کشت خالص گندم بیشتر از مخلوط بود و در طرح جایگزینی روند برعکس شد، که می‌تواند به این دلیل باشد در طرح افزایشی با اضافه شدن یولاف، تراکم کل (یولاف و گندم) افزایش یافته و با تشدید رقابت درون و بین‌گونه‌ای میزان جذب نیتروژن کاهش یافته است. گیل و بلکلا (۱۹۸۴) نیز مشاهده کردند که در اثر رقابت بروموس، درصد نیتروژن و کل نیتروژن برداشت شده توسط اندام‌های هوایی گندم در مرحله پنجه‌زنی کاهش یافت. در طرح جایگزینی، اگرچه با افزایش نسبت تراکم یولاف در مخلوط، رقابت بین‌گونه‌ای افزایش یافت، ولی در مقابل به دلیل کاهش رقابت درون‌گونه‌ای، کل فشار رقابتی وارد شده به گندم کمتر از طرح افزایشی بود. به



شکل ۷- اثر متقابل مقدار نیتروژن و تراکم یولاف وحشی بر توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم. N4 و N1 به ترتیب مقادیر ۲۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و D3، D2، D1، D0 به ترتیب تراکم‌های ۰، ۳۰، ۵۰ و ۸۰ بوته یولاف در مترمربع را نشان می‌دهند.



شکل ۸- اثر نسبت‌های مختلف مخلوط (راست) و مقدار نیتروژن (چپ) بر توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم و یولاف. N2, N1, N0.

شکل ۸- اثر نسبت‌های مختلف مخلوط (راست) و مقدار نیتروژن (چپ) بر توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ گندم و یولاف. N2, N1, N0. N4 و N3 به ترتیب مقادیر ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم نیتروژن خالص در هر گلدان را نشان می‌دهند.

برخوردار بود (شکل ۸)، به طوری که از پایین به بالای کانوپی محتوی نیتروژن برگ افزایش یافت، ولی نحوه توزیع نیتروژن در طول کانوپی تحت تأثیر مقدار نیتروژن قرار نگرفت. اگرچه در اینجا هم مشابه طرح افزایشی، افزایش مصرف نیتروژن تقریباً در همه لایه‌های کانوپی منجر به افزایش غلظت نیتروژن برگ گندم و یولاف شد، ولی تأثیر آن بر یولاف بیشتر از گندم بود. در کلیه لایه‌ها می‌توان، افزایش مصرف نیتروژن را از صفر به دو گرم در گلدان، محتوی نیتروژن برگ در گندم و یولاف به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۴/۳ درصد افزایش داد.

توزیع عمودی محتوی نیتروژن برگ یولاف در کانوپی مخلوط تحت تأثیر رقابت گندم قرار نگرفت (شکل ۸) به طوری که روند تغییرات محتوی نیتروژن برگ در طول کانوپی یولاف در کشت خالص و مخلوط، یکسان بود، ولی تقریباً در همه لایه‌های کانوپی یولاف برعکس آنچه در گندم مشاهده شد محتوی نیتروژن برگ در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود و با افزایش نسبت تراکم به خصوص در لایه‌های بالایی، محتوی نیتروژن برگ کاهش یافت.

بعد از بسته شدن کانوپی، محتوی نیتروژن برگ هر دو گونه در تمام سطوح نیتروژن از توزیع غیریکنواختی

منابع

۱. احمدوند، گ.، کوچکی، ع.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۱. واکنش رقابتی گندم زمستانه (*Triticum aestivum*) و مصرف کود نیتروژن. علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱۶ شماره ۱. ۱۱۳-۱۲۴.
۲. باقری، ع.، کوچکی، ع.، و زند، ا. ۱۳۷۶. اصلاح نباتات در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۵۹ صفحه.
۳. رحیمیان مشهدی، ح.، و بنایان، م. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۴۴ صفحه.
4. Barnes, P.W., Beyshlag, W., Rayel, R., Flint, S.D., and Caldwell, M.M. 1990. Plant competition for light analysed with a multispecies canopy model. III. Influence of canopy structure in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. *Oecologia*. 82, 560-566.

5. Baumann, D.T., Bastiaans, L., Goudriaan, J., Van Larr, H.H., and Kropff M.J. 2002. Analysing crop yield and plant quality in a intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. *Agric. Sys.* 73: 173-203.
6. Beyshlag, W., Barnes, P.W., Rywl, R., Caldwell, M. M., and Flint, S. D. 1990. Plant competition for light analysed with a multispacies canopy model. II. Influence of photosynthetic characteristics on mixtures of wheat and wild at. *Oecologia.* 82, 374-380.
7. Caldwell, M.M. 1987. Plant architecture and resource competition. *Ecol. Stud.* 61:164-179.
8. Cudney, D.W., Jordan, L.S., and Holt, A.E. 1991. Effect of wild oat (*Avena fatua*). Infestation on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Sci.* 39, 175-179.
9. Dewit, C.T. 1960. On competition. *Agric. Res. Reports* 66.8 Pudoc, Wageningen, 82 pp. 55- Field, C., and H.A., Mooney. 1983. Leaf age and seasonal effects on light, water, and nitrogen use efficiency in a California shrub. *Oecologia.* 56: 384-355.
10. Gill, G.S., and Black Low, W.M. 1984. Effect of great brom (*Bromus diandrus*) on the growth of wheat and great brom and their uptake of Nitrogen and phosphores. *Aus. J. Agric. Res.* 35:1-8.
11. Hoking, P.J., and Stapper, M. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. II. Nitrogen concentrations, N accumulation, and N fertilizer use efficiency. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 635-644.
12. Hunt, L.A., and Poorten, G.V.D. 1985. Carbon dioxide exchange rates, leaf Nitrogen contents during ageing of flag and penultimate leaves of five spring wheat cultivars. *Can. J. Bot.* 63: 1605-1609.
13. Iqbal, J., and Wright, D. 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. *Weed Sci.* 37: 391-400.
14. Muchew, R.C., and Sinclair, T.R. 1986. Response of leaf growth, leaf nitrogen and stomata conductance. *Crop Sci.* 26: 1190-1195.
15. Nassiri Mahallati, M. 1998. Modelling interactions in grass-clover mixture, Ph.D. Thesis. Wageningen, Agricultural University, the Netherlands. Pp: 162.
16. Russell, G., Marshall, B., and Jarvis, P.G. 1989. Plant canopies. New York, Cambridge University Press. pp 188.
17. Sinclair, T.R., and Horie, T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. *Crop Sci.* 79: 90-98.
18. Spitters, C.J.T., and Aerts, R. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. *Aspects Applied Biology.* 4: 467-483.
19. Wang, S., Cowan, I.R., and Farquheir, G.D. 1985. Leaf conductance in relation to rate of CO₂ assimilation: I. Influence of nitrogen nutrition, photon flux density, and ambient partial pressure of CO₂ during ontogeny. *Plant Phisol.* 78: 821-825.
20. Wilson, B.J., and Wright, K.J. 1990. Predicting the growth and competition effects of annual weeds in wheat. *Weed Res.* 30: 201-211.
21. Wright, G.C., and Hammar, G.L. 1994. Distribution of nitrogen and radiation use efficiency in peanut canopy. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 565-574.

Effect of light competition and Nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat

G. Ahmadvand¹, M. Nasiri-Mahalati² and A.R. Kocheiki²

¹Dept., Agronomy and plant breeding, College of Agriculture, Boalisina Univ., Hamedan, ²Faculty members Dept., Agronomy and plant breeding, College of Agriculture, Ferdowsi Univ., Mashhad

Abstract

The effect of light competition and nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat was studied by two experiments. The 1st experiment which carried out at the field research station was an additive experiment using a split plot experiment, based on a randomized complete block design, with 4 replications. Amounts of nitrogen topdressing (25, 50, 75 and 100 kg N ha⁻¹) were assigned to the main plots and wild oat plant densities (0, 30, 50 and 80 plant m⁻²) were assigned to the subplots. The population of wheat was 400 plant m⁻². The 2nd experiment which was conducted at the greenhouse was a replacement series experiment using a factorial experiment, based on a randomized complete block design, with 4 replications. Amounts of nitrogen topdressing were 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 grams per pot, and relative densities of wheat and wild oat were 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100. The results of the additive experiment indicated that, by increasing wild oat plant density, the proportion of upper layer of wild oat canopy from shoot dry matter and leaf area index was increased. In pure stand of wheat light absorption was more than mixed canopy and light was extended at upper height of canopy. Vertical distribution of shoot dry matter in both species was not affected by nitrogen amounts. In the replacement series experiment leaf nitrogen content at all layers of wheat pure stand canopy was less than mixed canopy, whereas wild oat pure stand had more leaf nitrogen content at all its layers.

Keywords: Wheat; Wild oat; Competition; Nitrogen fertilizer; Canopy structure