اثرات مقدار بذر و کود نیتروژن بر رقابت خردل‌وحشی (Sinapis arvensis L.) با گندم پاییزه (Triticum aestivum L.)

سید کریم موسوی[۱]، مهدی نصیری محلاتی[۲]، حمید رحیمیان[۳]، علی قنبری[۴]، محمد بنایان[۵]، محمد حسن راشد محصل[۶]

چکیده

به‌منظور تعیین اثرات رقابتی علف‌هرز خردل‌وحشی روی گندم پاییزه، آزمایشی به‌صورت سری افزایشی در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش دارای سه فاکتور شامل مقدار بذر گندم در سه سطح (۱۷۵، ۲۱۵ و ۲۵۵ کیلوگرم در هکتار)، مقدار کود نیتروژن در دو سطح مطلوب گندم (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و فراتر از آن (۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و دامنه‌ای از تراکم‌های خردل‌وحشی بود. برای توصیف رابطه عملکرد ـ تراکم علف‌هرز از معادلات هذلولی استفاده شد. افزایش تراکم خردل‌وحشی تاثیر منفی مجانب‌داری روی عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم داشت. در سطح مطلوب نیتروژن، افزایش مقدار بذر گندم سبب کاهش ۵۱ درصدی حداکثر تلفات بیوماس شد. افزایش نیتروژن فراتر از حد مطلوب گندم سبب افزایش حداکثر تلفات عملکرد از ۴۲/۱ درصد به ۵۰/۴ درصد شد. با افزایش مقدار بذر گندم از ۱۷۵ به ۲۵۵ کیلوگرم در هکتار، حداکثر کاهش تعداد پنجه منتسب به تراکم‌های بالای خردل‌وحشی به میزان ۵۴ درصد کاهش یافت. کاهش تعداد پنجه‌های بارور، بیشتر در سطح بالای نیتروژن حادث شد، به‌طوری که کاهش تعداد پنجه بارور نسبت به شاهد در سطح مطلوب نیتروژن ۱۸ درصد، در حالی‌که در سطح بالای نیتروژن به ۳۰ درصد افزایش یافت. رقابت خردل‌وحشی به‌طور متوسط سبب کاهش ۳۰ درصدی تعداد دانه در سنبله گندم در مقایسه با شاهد عاری از علف‌هرز شد. نتایج نشان داد که وزن هزار دانه گندم بیش از اینکه تحت تاثیر تراکم‌های گیاهی قرار گیرد، تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار گرفته بود. ظاهراً خردل‌وحشی در رقابت با گندم توانایی بیشتری در استفاده از نیتروژن دارد و از این طریق برتری رقابتی کسب می‌کند.

واژه‌های کلیدی: گندم، خردل‌وحشی، رقابت علف‌هرز، کود نیتروژن، مقدار بذر، اجزای عملکرد

مقدمه

مدیریت علف‌های‌هرز موضوعی کلیدی در بسیاری نظام‌های کشاورزی است. کاربرد علف‌کش‌ها از جمله عوامل مهم تاثیرگذار بر توسعه کشاورزی فشرده طی دهه‌های گذشته محسوب می‌شود. البته، افزایش مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها، لزوم کاهش هزینه نهاده‌ها و نگرانی عمومی راجع به اثرات جانبی کاربرد علف‌کش‌ها منتج به افزایش فشار بر کشاورزان برای کاهش اتکای به علف‌کش‌ها شده است. این قضایا منجر به توسعه راهبردهای مدیریت علف‌هرز مبتنی بر کاربرد روش‌های جایگزین برای کنترل علف‌های‌هرز و کاربرد معقولانه علف‌کش‌ها شده است. در این نگرش نوین به جای سعی در حذف

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ، ۲و۴و۵و۶ - اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و
۳- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

علف‌های‌هرز از مزرعه، روی مدیریت جوامع علف‌هرز تاکید می‌شود. بسط چنین رهیافتی نیازمند شناخت کاملاً کمّی رفتار و اثرات علف‌های‌هرز در اکوسیستم‌های زراعی است. این امر مستلزم اطلاع از تعامل علف‌هرز-گیاه‌زراعی طی فصل رشد و پویایی جوامع علف‌هرز در درازمدت است (۱۰).

مقدار بیوماس تولیدی هر یک از اجزای مخلوط گیاهی بیانگر سهم نسبی هر یک از آنها در کسب منابع محیطی است، به‌طوری که اغلب بیوماس گیاهی معیار مناسبی برای سنجش توانایی گیاهان در بهره‌برداری از منابع یا به‌عبارتی قابلیت رقابت به‌شمار می‌رود. این موضوع سبب شده که در بیشتر مطالعات رقابت گیاهی، بیوماس محک ارزیابی قابلیت رقابت گیاهان باشد.

کاربرد سطوح بالای کودها در صورتی‌که رشد علف‌های‌هرز را بیش از گیاه‌زراعی تحریک نماید، سبب تشدید اثرات تداخلی علف‌های‌هرز می‌شود. افزایش کود نیتروژن سبب تحریک علف‌هرز یولاف‌وحشی در رقابت با گندم بهاره شد، به‌طوری که اثرات رقابتی یولاف‌وحشی شدت یافت. مزیت به دست آمده برای یولاف‌وحشی به‌دنبال افزایش نیتروژن، ظاهراً به کارایی بالاتر در استفاده از نیتروژن بر می‌گردد. گزارش‌ها حاکی از تحریک بیشتر علف‌هرز چچم (*Lolium multiflorum*) در مقایسه با گندم به‌دنبال افزایش سطوح نیترات و پتاسیم است. در مطالعه تاثیر مقادیر کود بر رقابت گندم و علف‌هفت‌بند (*Polygonum convolvulus*) نتایج حکایت از افزایش ماده خشک گندم در غیاب علف‌هرز در پی افزایش حاصلخیزی خاک داشت، درحالی‌که در حضور رقابت علف‌هرز افزایش حاصلخیزی خاک سبب افزایش باروری گندم نشد. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که ظاهراً علف‌های‌هرز توانایی بهتری در استفاده از نیتروژن اضافه شده دارند و از این رهگذر مزیت رقابتی در مقایسه با گیاه‌زراعی در تسخیر سایر منابع رشد از قبیل آب، سایر عناصر خاک و نور کسب می‌نمایند (۱۲ و ۱۹).

تراکم گیاه‌زراعی تعادل رقابتی بین علف‌های‌هرز و گیاهان‌زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۶). محققین بسیاری نشان داده‌اند که افزایش تراکم گیاه‌زراعی، سبب کاهش رشد علف‌های‌هرز و همچنین کاهش چشمگیر تلفات عملکرد ناشی از رقابت می‌شود (۳، ۵، ۱۳ و ۱۷).

هدف از این پژوهش تعیین اثرات رقابتی خردل‌وحشی روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و اجزای عملکرد گندم بوده است، که ضمن آن پاسخ گندم به فراهمی کود نیتروژن در حضور رقابت خردل و امکان استفاده از مقادیر بالای بذر گندم برای تقلیل اثرات رقابتی این علف‌هرز مورد بحث قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۰ ـ ۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بافت خاک لوم سیلتی و زمین آزمایش در سال قبل تحت کشت لوبیا بود. متوسط بارندگی منطقه ۲۵۴/۲ میلی‌متر گزارش شده است. آزمایش خاک نمونه‌گیری شده تا عمق ۶۰ سانتی متری، وجود ۵۰ ppm نیتروژن معدنی را در خاک مزرعه نشان داد. آزمایش دارای سه فاکتور شامل: تراکم خردل‌وحشی در چهار سطح (صفر، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع)؛ مقدار بذر گندم در سه سطح (۱۷۵، ۲۱۵ و ۲۵۵ کیلوگرم در هکتار) و کود نیتروژن (اوره) در دو سطح توصیه شده برای گندم (N_1=۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و فراتر از آن (N_2=۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. طرح آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده (فاکتوریل ـ اسپلیت) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح دو فاکتور مقدار بذر گندم و کود نیتروژن با آرایش فاکتوریل، کرت اصلی و سطوح تراکم خردل‌وحشی، کرت فرعی در نظر گرفته شدند.

در تاریخ هشتم آبان‌ماه گندم رقم C_{73-5} (رقمی پاییزه و مقاوم به سرما، با تراکم کاشت توصیه شده ۴۵۰ بوته در مترمربع) با دستگاه بذرکار جاندیر بر مبنای مقادیر بذر مورد

نظر کاشته شد. عرض کرت‌ها ۳ متر و طول آنها ۶ متر در نظر گرفته شد. کود فسفره توصیه شده (سوپرفسفات‌تریپل) به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه کاشت بذر به‌کار رفت. برای ایجاد جوی‌های آبیاری، پس از کاشت، جوی و پشته‌ها با فواصل ۵۰ سانتی‌متری با جوی‌وپشته‌ساز پشت‌تراکتوری ایجاد شد. برای ارزیابی پتانسیل تولید خردل‌وحشی، کشت خالص این علف‌هرز (بدون حضور گندم) با تراکم‌های مختلف در حاشیه طرح انجام شد.

نهرهای آبیاری و زهکشی برای هر بلوک به‌طور جداگانه احداث شد. دانه خردل‌وحشی جمع‌آوری شده در تیرماه ۱۳۷۹ از سطح طرح‌های آزمایشی دانشکده کشاورزی مشهد، پس از اختلاط با ماسه نرم به‌طور تصادفی روی پشته‌ها ریخته شد و به‌طور سطحی با خاک مخلوط گردید. اوّلین آبیاری به‌صورت نشتی در تاریخ ۱۱ آبان‌ماه انجام شد. یک سوم کود نیتروژن (اوره) بسته به تیمار مورد نظر، برای جلوگیری از شستشو با آب آبیاری، به هنگام اولین بارندگی پاییزی، به‌صورت یکنواخت در سطح کرت‌ها پخش شد. مابقی آن نیز به‌صورت کود سرک در اوایل بهار در سطح کرت‌ها پخش گردید.

برخلاف انتظار درصد سبز دانه‌های خردل بسیار بالا بود، به‌طوری که عملیات تنک شدیدی را برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر می‌طلبید. به همین دلیل اوّلین عملیات تنک به‌صورت سبک قبل از شروع سرما (اواخر آذرماه) انجام شد. لازم به ذکر است که زمین آزمایش سابقه آلودگی به خردل‌وحشی نداشت. با توجه به خطر یخبندان زمستانه، تنک نهایی به بعد از مرتفع شدن خطر سرما موکول شد. همان‌طور که انتظار می‌رفت بر اثر سرما، برخی بوته‌های خردل از بین رفت. در اواسط اسفند تنک نهایی خردل برای رساندن تراکم‌ها به حد مورد نظر صورت گرفت؛ ولی با توجه به رشد گندم و پوشش تقریباً کامل در سطح پشته‌ها، عملیات تنک با مشکل مواجه شد، به‌طوری که تنک بوته‌های مازاد به‌طور کامل، منجر به آسیب رسیدن به بوته‌های گندم می‌شد. بنابراین تا حد امکان سعی شد، بدون وارد آوردن آسیب به بوته‌های گندم و همچنین بوته‌های خردل باقی مانده، تنک انجام شود. در نهایت این مساله سبب شد که دامنه وسیعی از تراکم‌های خردل‌وحشی در سطح طرح پدیدار شود. با توجه به واقعیات مشاهده شده در سطح مزرعه آزمایشی و با عنایت به بحث عملی نبودن حصول تراکم‌های گیاهی موردنظر به‌طور دقیق (و حتی در صورت عملی بودن عدم نیاز به آن در تعیین روابط علف‌هرز ـ گیاه‌زراعی) و با اتکای به مدل‌های تجربی مربوطه، آنالیز رگرسیون در دستور کار قرار گرفت. بدین ترتیب وجود دامنه‌ای از تراکم‌های گیاهی نه تنها نقصی به شمار نمی‌رفت، بلکه برای دستیابی به روابط دقیق و جامع، راهگشا نیز بود. از این رو در مرحله برداشت نهایی پس از آبیاری از هر کرت ۳ نمونه نیم مترمربعی (۱ متر در ۰/۵ متر) شامل گندم و خردل از ریشه برداشت شد تا بدین ترتیب بتوان تراکم بوته را به‌طور دقیق تعیین کرد. در هر نمونه تعداد بوته و وزن بخش‌های هوایی برای هر دو گیاه؛ تعداد پنجه و تعداد سنبله گندم شمارش و اندازه‌گیری شد. بر مبنای ۱۰ سنبله که به طور تصادفی از هر نمونه انتخاب شد، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله و تعداد سنبلک نابارور گندم تعیین شد. آنالیز داده‌ها و ترسیم شکل‌ها به کمک نرم‌افزارهای سیگماپلات و اکسل انجام شد.

توصیف معادلات مورد استفاده: معمولاً در آزمایش‌هایی که تراکم گیاه‌زراعی و علف‌هرز هر دو متغیرند، بیوماس هر یک از اجزا به‌صورت تابعی از تراکم گیاه‌زراعی و علف‌هرز بیان می‌شود (۶):

$$Yc=\frac{a\times Nc}{1+b\times Nc+c\times Nw} \qquad \text{معادله (۱)}$$

Y_C عملکرد بیولوژیک گندم در مترمربع، N_C تراکم گندم در مترمربع، N_W تراکم خردل‌وحشی در مترمربع، a بیوماس تک بوته در شرایط ایزوله و پارامترهای b و c در این معادله به ترتیب ضرایب رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای محسوب می‌شوند.

با وجودی که شاهد عاری از علف‌هرز معمولاً در طرح‌های آزمایشی لحاظ می‌شود، ولی باید در نظر داشت که عملکرد اندازه‌گیری شده برای شاهد نیز همانند سایر

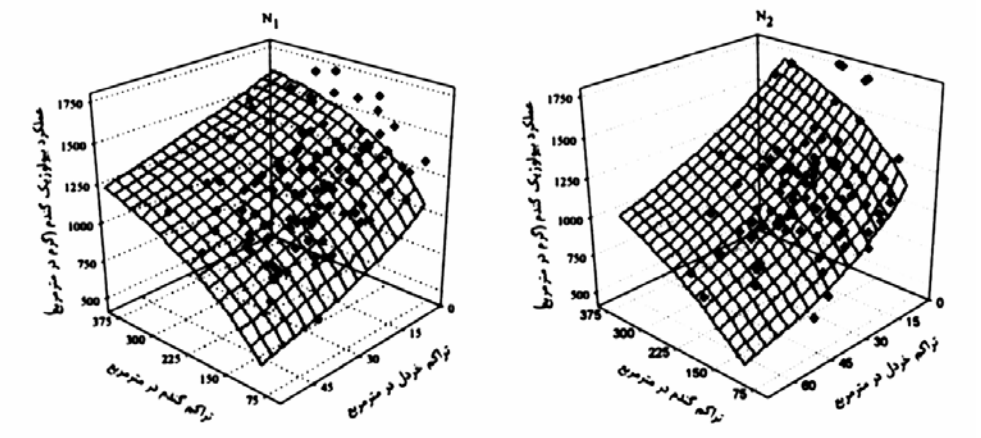
مشاهدات در معرض خطاست. از این‌رو، حداکثر عملکرد نیز می‌بایست برمبنای مدل‌های رگرسیونی برآورد شود. مدل هذلولی سه پارامتره با دارا بودن پارامتر Y_{max} که برآوردی از حداکثر عملکرد در غیاب علف‌هرز است، تخمین مناسبی از عملکرد شاهد عاری از علف‌هرز ارائه می‌دهد:

معادله (۲)
$$Y=Y_{max}\left[1-\frac{I\times D}{100\left(1+\frac{I\times D}{A}\right)}\right]$$

که در آن Y عملکرد در واحد سطح، Y_{max} حداکثر عملکرد در واحد سطح، D تراکم علف‌هرز، I کاهش عملکرد مربوط به تک بوته علف‌هرز هنگامی‌که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A حداکثر تلفات عملکرد مربوط به تراکم‌های بالای علف‌هرز است. بدین‌ترتیب عملکرد شاهد عاری از علف‌هرز (Y_{max}) به جای اینکه تنها براساس عملکرد کرت‌های شاهد برآورد شود، بر اساس تمامی داده‌ها برآورد می‌شود (۶).

نتایج و بحث

تابعیت بیوماس گندم از تراکم گندم و علف‌هرز خردل‌وحشی با استفاده از معادله ۱ تبیین شد (شکل ۱):



شکل ۱. تابعیت عملکرد بیولوژیک گندم از تراکم گندم و خردل وحشی در دو سطح نیتروژن.

معادلات برازش داده شده به تفکیک سطوح نیترون در زیر آمده است:

$$Y_{N1}=\frac{24.13\times Nc}{1+0.0125\times Nc+0.033\times Nw}\quad ,\ R^2=0.58\quad ,\ P<0.0001$$

$$Y_{N2}=\frac{21.135\times Nc}{1+0.0097\times Nc+0.037\times Nw}\quad ,\ R^2=0.65\quad ,\ P<0.0001$$

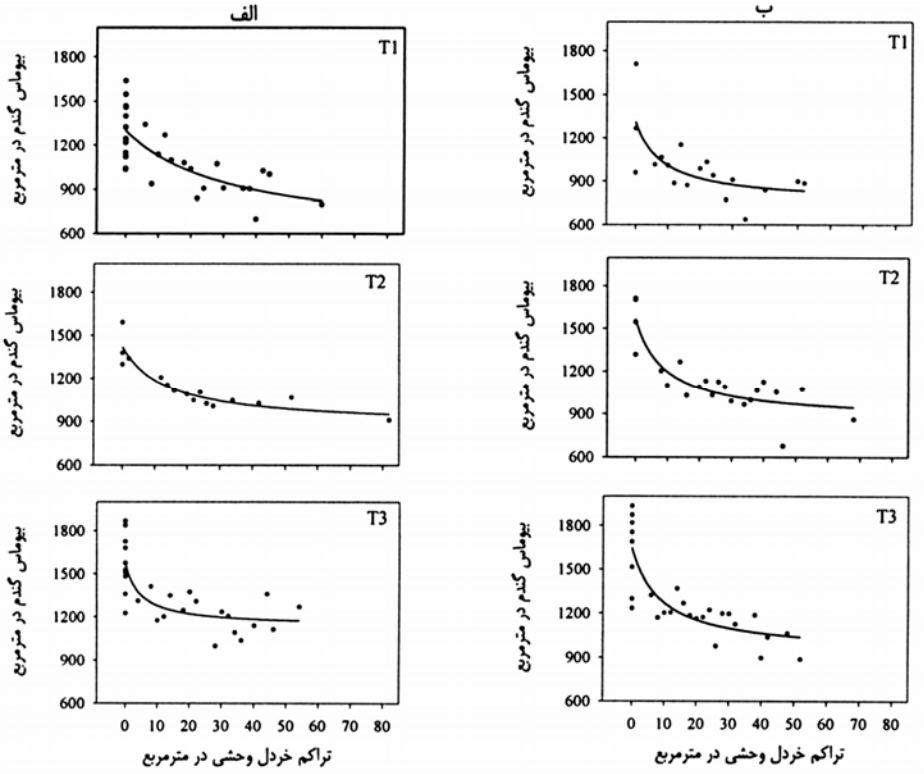
همان‌طور که از شکل ۱ بر می‌آید افزایش تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی و کاهش تراکم گندم موجبات کاهش عملکرد بیولوژیک گندم را فراهم آورده است. در تراکم‌های پایین گندم در مقایسه با تراکم‌های بالای آن، تاثیر افزایش تراکم خردل‌وحشی در کاهش عملکرد بیولوژیک گندم با شدت بیشتری روی داد.

مقایسه ضرایب رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای در دو سطح نیتروژن نشان می‌دهدکه با افزایش نیتروژن، ضریب رقابت درون‌گونه‌ای از ۰/۰۱۲۵ به ۰/۰۰۹۷ و ضریب رقابت بین‌گونه‌ای از ۰/۰۳۳ به ۰/۰۳۷ رسیده است. به‌عبارتی، افزایش نیتروژن سبب کاهش اثرات رقابت درون‌گونه‌ای

گندم و افزایش اثرات رقابت بین‌گونه‌ای خردل‌وحشی شده است.

از جمله معیارهای مقایسه قابلیت رقابت گونه‌های گیاهی، شاخص قابلیت رقابت نسبی است، که برابر با ضریب رقابت درون‌گونه‌ای تقسیم بر ضریب رقابت بین‌گونه‌ای است. بر اساس نتایج حاصله، افزایش کود نیتروژن سبب کاهش قابلیت رقابت نسبی گندم در رقابت با خردل‌وحشی از ۰/۳۷۹۵ به ۰/۲۶۲۲ شد.

به منظور تعیین تاثیر رقابتی علف‌هرز خردل‌وحشی روی تولید بیوماس گندم، در هر یک از سطوح نیتروژن و مقدار بذر گندم به داده‌های بیوماس گندم در واحد سطح معادله هذلولی سه پارامتره (معادله ۲) برازش داده شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی، عملکرد بیولوژیک گندم به‌طور مجانب‌داری کاهش یافت.

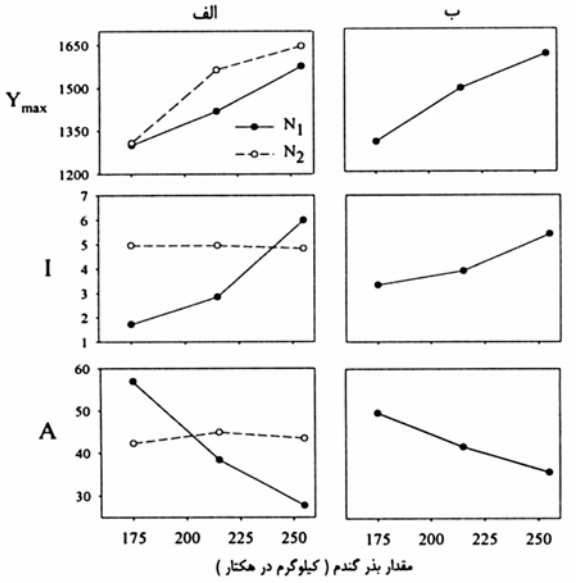


شکل ۲. روابط بین عملکرد بیولوژیک گندم و تراکم خردل وحشی بر مبنای معادله هیپربولیک سه پارامتره، در سطوح مختلف مقدار بذر گندم $(T_1 - T_3)$ و کود نیتروژن ، الف) سطح مطلوب، ب) سطح بالا.

در هر دو سطح نیتروژن با افزایش مقدار بذر گندم، حداکثر عملکرد بیولوژیک (Y_{max}) برآورد شده برمبنای معادلات افزایش یافت. افزایش مقدار بذر گندم از کم به زیاد در سطوح مطلوب و بالای نیتروژن به‌ترتیب سبب افزایش ۲۱ و ۲۶ درصدی حداکثر عملکرد بیولوژیک شد. بیشترین بهره‌گیری از افزایش نیتروژن در جهت افزایش حداکثر عملکرد بیولوژیک در مقادیر متوسط و بالای بذر گندم حاصل شد.

در سطح مطلوب نیتروژن با افزایش مقدار بذر گندم، کاهش بیوماس منتسب به تک بوته‌های خردل‌وحشی

هنگامی‌که تراکم این علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند (پارامتر I در معادله ۲) افزایش یافت (شکل ۳)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار بذر گندم این پارامتر از ۱/۷ در مقدار بذر کم گندم به ۲/۹ و ۵/۶ در مقادیر بذر متوسط و زیاد گندم افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم گندم و پر شدن ظرفیت محیطی، پاسخ بیوماس گندم به رقابت خردل



شکل ۳. روند تغییرات پارامترهای معادله هزلولی سه پارامتره مورد استفاده برای توصیف رابطه عملکرد بیولوژیک گندم و تراکم خردل وحشی. الف) به تفکیک سطوح نیتروژن، ب) میانگین سطوح نیتروژن.

وحشی زودتر آغاز شده است. به‌عبارتی آستانه پاسخ به رقابت علف‌هرز در تراکم‌های بالای گندم پایین‌تر است. زیمدال (۲۱) نیز اظهار داشته است که در شرایط استقرار ضعیف گیاه‌زراعی، منابع موجود برای رشد تک بوته‌های گیاهان (گیاه‌زراعی و علف‌هرز) بیشتر می‌شود و در نتیجه پاسخ گیاه‌زراعی به افزایش تراکم علف‌هرز کمتر است.

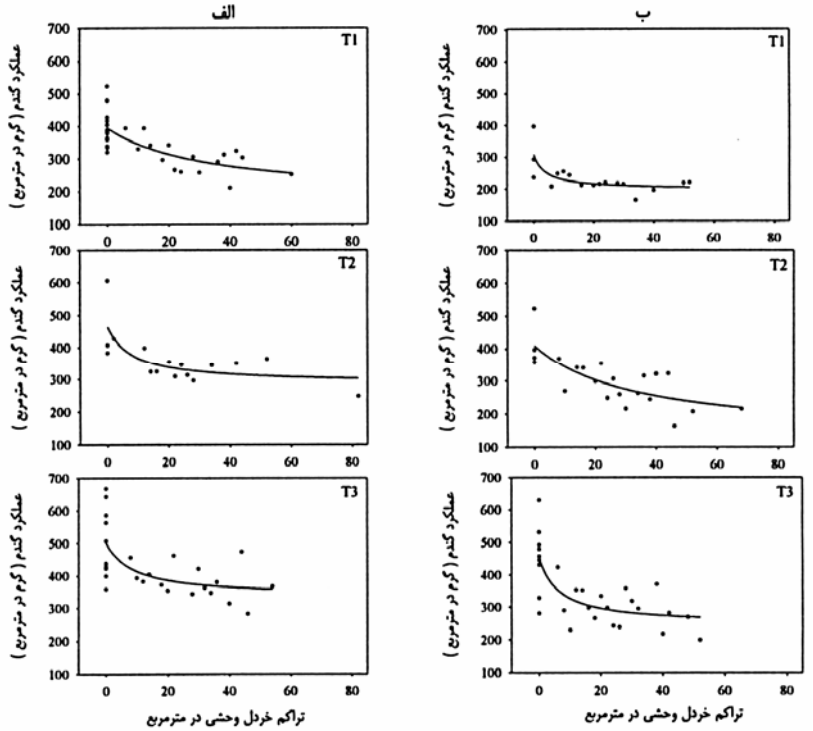
در سطح بالای نیترون مقدار پارامتر I چندان تحت تاثیر مقدار بذر گندم قرار نگرفت و از ۴/۸۳ تا ۴/۹۶ در نوسان بود (شکل ۳)، بدین‌ترتیب در سطح بالای نیتروژن مقدار پارامتر I مستقل از مقدار بذر گندم بوده است. در چنین شرایطی به نظر می‌رسد که رشد زیاد تک بوته‌های خردل‌وحشی در حضور مقادیر بذر کم گندم سبب شده که حتی با وجود پایین بودن تراکم کل، رقابت خیلی سریع آغاز شود. میانگین سطوح مقدار بذر گندم نشان داد که با افزایش نیتروژن، پارامتر I از ۳/۵۱۸ به ۴/۹۱۴ افزایش یافت. بدین‌ترتیب، افزایش نیتروژن موجب افزایش ۴۰ درصدی کاهش بیوماس مربوط به تک بوته‌های خردل‌وحشی در تراکم‌های پایین آن شده است.

در سطح مطلوب نیتروژن، حداکثر تلفات بیوماس مربوط به تراکم‌های بالای خردل‌وحشی (پارامتر A) از ۲۷/۸ تا ۵۶/۹ درصد و در سطح بالای نیتروژن از ۴۲/۳ تا ۴۴/۹ درصد در نوسان بود (شکل ۳). در سطح مطلوب نیتروژن، افزایش مقدار بذر گندم سبب کاهش ۵۱ درصدی حداکثر تلفات بیوماس شد. این در حالی بود که در سطح بالای نیتروژن، افزایش مقدار بذر گندم تاثیر چندانی روی حداکثر تلفات بیوماس ناشی از تراکم‌های بالای خردل‌وحشی نداشت. چنین به نظر می‌رسد که در سطح بالای نیتروژن خردل‌وحشی بیشتر متاثر از رقابت درون‌گونه‌ای بوده و پاسخ اندکی به رقابت بین‌گونه‌ای نشان داده است. ضرایب معادلات عکس وزن تک بوته خردل نیز گواه این قضیه است. در سطح مطلوب نیتروژن با افزایش مقدار بذر گندم، ضریب رقابت بین‌گونه‌ای از ۰/۰۰۰۵ به ۰/۰۰۱ افزایش یافت، در حالی‌که در سطح بالای نیتروژن از ۰/۰۰۰۵ به ۰/۰۰۰۷ رسید (داده‌ها نشان داده نشده است).

عملکرد اقتصادی گندم: همانند عملکرد بیولوژیک برای تبیین اثرات رقابتی علف‌هرز خردل‌وحشی روی عملکرد دانه گندم نیز از معادله هذلولی سه پارامتره (معادله ۲) استفاده شد (شکل ۴).

در هر دو سطح نیتروژن با افزایش مقدار بذر گندم، حداکثر عملکرد (Y_{max}) برآورد شده بر مبنای معادلات افزایش یافت (جدول ۱). به‌طوری که با افزایش مقدار بذر گندم از کم به زیاد در سطح مطلوب و بالای نیتروژن، حداکثر عملکرد به ترتیب به میزان ۲۷ و ۴۸ درصد افزایش یافت. نکته قابل توجه اینکه در همه سطوح مقدار بذر گندم،

افزایش نیتروژن فراتر از حد مطلوب گندم، سبب کاهش عملکرد حداکثر برآوردی مدل شد، البته با افزایش مقدار بذر این روند کاهشی تقلیل یافت، بدین صورت که با افزایش نیتروژن از سطح مطلوب به بالا در مقادیر بذر کم، متوسط و بالای گندم به ترتیب ۲۲، ۱۲ و ۹ درصد کاهش عملکرد روی داد. گرایش گیاهان به رشد رویشی بیشتر در حضور سطوح بالای نیتروژن از دلایل این مساله به‌شمار می‌رود. افزایش نیتروژن در مجموع سبب افزایش ۷۸ درصدی پارامتر I شد؛ که به معنای افزایش تلفات عملکرد مربوط به تک بوته‌های خردل‌وحشی در تراکم‌های پایین آن در پی افزایش مقدار نیتروژن است.



شکل۴. روابط بین عملکرد دانه گندم در واحد سطح و تراکم خردل وحشی بر مبنای معادله هزلولی سه پارامتره، در سطوح مختلف مقدار بذر گندم $(T_1 - T_3)$ و کود نیتروژن ، الف) سطح مطلوب، ب) سطح بالا.

جدول ۱. پارامترهای معادله هذلولی سه پارامتره به کار گرفته شده برای تبیین رابطه بین عملکرد دانه گندم و تراکم خردل‌وحشی در سطوح مختلف مقدار بذر گندم و کود نیتروژن

مقدار نیتروژن	*مقدار بذر گندم*	Y_{max}	I	A	R^2	P
۱۵۰	۱۷۵	۳۹۵	۱/۶۶	۵۴/۷	۰/۵۵	< ۰/۰۰۰۱
	۲۱۵	۴۶۴	۴/۷۳	۳۸/۴	۰/۵۵	۰/۰۰۵۸
	۲۵۵	۵۰۱	۳/۶۳	۳۳/۲	۰/۴	۰/۰۰۲۹
۲۲۵	۱۷۵	۳۰۷	۸/۶۶	۳۵/۹	۰/۵۴	۰/۰۰۴۱
	۲۱۵	۴۰۹	۲/۰۶	۶۹/۵	۰/۵۹	۰/۰۰۰۲
	۲۵۵	۴۵۳	۷/۱	۴۵/۷۸	۰/۵۴	< ۰/۰۰۰۱

در سطح مطلوب نیتروژن، افزایش مقدار بذر گندم سبب تقلیل حداکثر تلفات عملکرد مربوط به تراکم‌های بالای خردل‌وحشی (پارامتر A) شد (جدول ۱). در حالی‌که در سطح بالای نیتروژن چنین روند مشخصی مشاهده نشد. ولی در مجموع افزایش نیتروژن سبب افزایش پارامتر A از ۴۲/۱ درصد در سطح مطلوب به ۵۰/۴ درصد در سطح بالای نیتروژن شد. تاثیرپذیری الگوی تخصیص منابع از تنش‌های رقابتی از جمله عواملی است که تبیین رقابت بین گیاهی بر مبنای عملکرد هر یک از اجزای گیاهی را با مشکل مواجه می‌سازد، در حالی‌که بر مبنای بیوماس کل این مساله کمتر دیده می‌شود (۱۴).

اجزاء عملکرد گندم

از اجزای عملکرد که شاخصی از پاسخ به عوامل محیطی محسوب می‌شوند، برای تعیین مراحل بحرانی نمّو گیاه‌زراعی متاثر از رقابت علف‌هرز بهره گرفته می‌شود (۱).

تعداد پنجه در واحد سطح: در کرت‌های عاری از علف‌هرز، افزایش مقدار بذر گندم سبب افزایش تعداد پنجه در واحد سطح شد؛ میانگین تعداد پنجه در این کرت‌ها در مقادیر کم، متوسط و زیاد بذر گندم به ترتیب ۵۱۳، ۵۹۲ و ۶۳۹ پنجه در مترمربع بود. در حضور علف‌هرز خردل‌وحشی نیز افزایش مقدار بذر گندم سبب افزایش تعداد پنجه شد. از معادله هذلولی سه پارامتره (۶) برای توصیف رابطه بین تعداد پنجه گندم و تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی استفاده شد. برآورد حداکثر تعداد پنجه (Y_{max}) بر مبنای معادله نیز موید افزایش تعداد پنجه در پی افزایش مقدار بذر گندم بود (جدول ۲). با افزایش مقدار بذر گندم، حداکثر کاهش تعداد پنجه منتسب به تراکم‌های بالای خردل‌وحشی (پارامتر A) به میزان ۵۴ درصد کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد که کاربرد مقادیر بالای بذر گندم و به‌تبع آن استقرار زودهنگام بوته‌های گندم و عدم اتکای به پنجه‌زنی برای حصول پوشش گیاه‌زراعی، موجبات تقلیل اثرات علف‌هرز در کاهش تعداد پنجه در واحد سطح را فراهم آورده است.

جدول ۲. پارامترهای معادله هذلولی سه پارامتره به کار گرفته شده برای تبیین رابطه بین تعداد پنجه گندم و تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی در سطوح مختلف مقدار بذر گندم و کود نیتروژن

مقدار کود نیتروژن (kg/ha)	مقدار بذر گندم(Kg/ha)	Y_{max}	I	A	R^2	P
۱۵۰	۱۷۵	۴۹۶	۱/۰۱۳۶	۴۷/۴	۰/۳۳	۰/۰۰۵۴
	۲۱۵	۵۱۸	۰/۴۷۱۴	۳۳/۷	۰/۵	۰/۰۱۱۷
	۲۵۵	۶۰۵	۲/۸۰۴۴	۱۵/۸۸	۰/۳۹	۰/۰۰۲۹
۲۲۵	۱۷۵	۵۴۰	۳/۷۷	۲۸/۶	۰/۴۱	۰/۰۱۱۸
	۲۱۵	۶۰۶	۱/۳۴۴۱	۲۸/۵	۰/۲۸	۰/۰۴۲۷
	۲۵۵	۶۸۱	۱۴/۷۳۸	۱۹/۱	۰/۴۲	۰/۰۰۱۴

در کرت‌های شاهد، با افزایش نیتروژن، متوسط تعداد پنجه گندم از ۵۳۱ به ۶۳۶ پنجه در مترمربع افزایش یافت، که نشان دهنده افزایش ۲۰ درصدی تعداد پنجه گندم در نتیجه افزایش نیتروژن است. در حضور رقابت علف‌هرز خردل‌وحشی نیز افزایش نیتروژن موجبات افزایش تعداد پنجه گندم را فراهم آورد. کاهش نسبی تعداد پنجه ناشی از حضور خردل‌وحشی در سطح مطلوب و بالای نیتروژن به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد بود. با افزایش نیتروژن مقدار پارامتر I

از ۱/۴ به ۶/ ۶ افزایش یافت (جدول ۲)، که حاکی از شدت بیشترکاهش تعداد پنجه در سطح بالای نیتروژن است. زیمدال (۲۰) سطح باروری خاک را از جمله عوامل تاثیرگذار بر قابلیت رقابت نسبی گیاه‌زراعی و علف‌هرز برشمرده و کاهش پنجه‌زنی گندم در سطوح پایین نیتروژن را مورد تایید قرار داده است. مید و همکاران (۱۱) نیز گزارش داده‌اند که در مخلوط گندم با علف‌هرز چچم و غلات بهاره با علف‌هرز یولاف‌وحشی با افزایش نیتروژن، همراه با افزایش وزن هوایی همه گونه‌ها، تعداد پنجه‌ها نیز افزایش یافت.

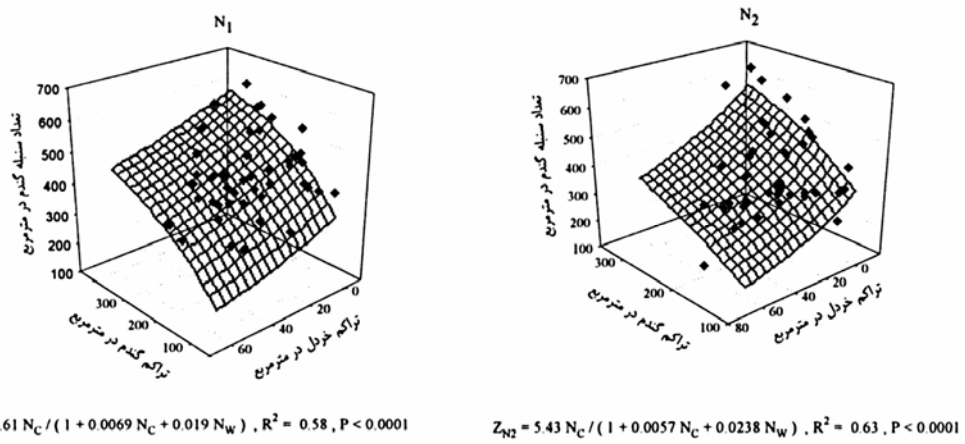
میانگین تعداد پنجه گندم در کرت‌های شاهد ۵۷۱ پنجه در مترمربع بود، در حالی‌که در کرت‌های آلوده به علف‌هرز خردل‌وحشی به ۴۹۴ پنجه در مترمربع تقلیل یافت. کازین و همکاران (۷) و مید و همکاران (۱۱) تاثیر علف‌های‌هرز در کاهش تعداد پنجه‌های گندم را محرز دانسته‌اند. ظاهراً علف‌هرز خردل‌وحشی با تسخیر فضا در ابتدای فصل رشد، به‌ویژه در مرحله روزت که در سطح خاک گسترش می‌یابد، موجبات کاهش پنجه‌زنی گندم را فراهم می‌آورد.

پژوهش‌ها نشان از افزایش تعداد پنجه‌های گندم در تراکم‌های پایین گیاه‌زراعی دارند، اما این واقعیت که تراکم گیاه‌زراعی نقش مهمی در رقابت علف‌هرز ـ گیاه‌زراعی ایفا می‌کند، تحت تاثیر مساله فوق قرار نمی‌گیرد (۸). به‌عبارتی، با توجه به زمان‌بر بودن پنجه‌زنی گندم، تکیه بر آن برای حصول پوشش گیاه‌زراعی سبب می‌شود که علف‌هرز در این فرصت زمانی به توسعه بپردازد و با تسخیر فضای موجود مانع از حصول پتانسیل پنجه‌زنی گندم شود.

تعداد پنجه بارورگندم: تابعیت تعداد پنجه بارور گندم از تراکم گندم و علف‌هرز خردل‌وحشی در شکل ۵ نشان‌داده شده است. در کرت‌های عاری از علف‌هرز، متوسط تعداد پنجه‌های بارور در سطح مطلوب نیتروژن ۴۹۳ و در سطح بالای نیتروژن ۵۱۳ پنجه بارور در مترمربع بود. در این کرت‌ها، افزایش نیتروژن تا حدودی (۴ درصد) سبب افزایش تعداد پنجه‌های بارور گندم شد، در حالی‌که در حضور علف‌هرز خردل‌وحشی، افزایش نیتروژن سبب کاهش ۱۱ درصدی تعداد پنجه بارور گندم شد.

با افزایش تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی، تعداد پنجه بارور گندم کاهش یافت. آنگونین و همکاران (۱) عمده کاهش عملکرد گندم در رقابت با علف‌هرز سیزاب و یولاف‌وحشی را ناشی از کاهش تعداد خوشه دانسته‌اند. تاثیر رقابت یولاف‌وحشی روی عملکرد جو، عمدتاً در تشکیل خوشه متظاهر می‌شود (۷).

همان‌طور که از معادلات مربوطه بر می‌آید (شکل ۵) افزایش نیتروژن سبب افزایش ضریب رقابت بین‌گونه‌ای علف‌هرز خردل‌وحشی روی تعداد پنجه بارور گندم شده است. متوسط تعداد پنجه بارور در کرت‌های عاری از علف‌هرز ۵۰۲ پنجه بارور در مترمربع بود، که در حضور خردل‌وحشی این تعداد به ۳۸۵ پنجه بارور در مترمربع تقلیل یافت، که مؤید کاهش ۲۳ درصدی تعداد پنجه‌های بارور در نتیجه رقابت این علف‌هرز است. این کاهش تعداد پنجه بارور، بیشتر در سطح بالای نیتروژن حادث شد، به‌طوری که کاهش تعداد پنجه بارور نسبت به شاهد در سطح مطلوب نیتروژن ۱۸ درصد، در حالی‌که در سطح بالای نیتروژن به ۳۰ درصد افزایش یافت. هرچند، افزایش نیتروژن سبب تشدید پنجه‌زنی گندم شد، ولی سهم کمتری از این پنجه‌ها به بار نشست.

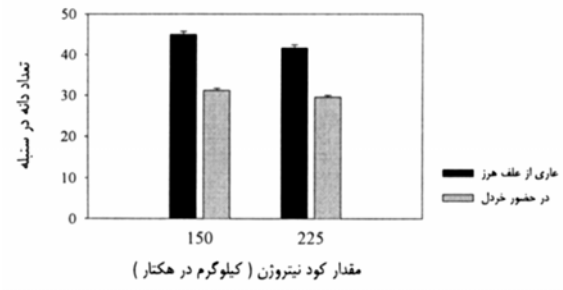


شکل ۵. تابعیت تعداد سنبله گندم در واحد سطح از تراکم گندم و خردل وحشی در دو سطح کود نیتروژن.

در واقع تاخیر زمانی ظهور پنجه‌های انتهایی، سبب شد که این پنجه‌ها شدیداً تحت تاثیر رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای قرار گیرند و عملاً کارایی تشدید پنجه‌زنی، به‌ویژه در حضور علف‌هرز کاسته شود.

در کرت‌های عاری از علف‌هرز و در حضور رقابت خردل‌وحشی، افزایش مقدار بذر گندم از کم تا زیاد به ترتیب سبب افزایش ۲۷ و ۲۲ درصدی تعداد پنجه‌های بارور شد. استقلال بیشتر تعداد سنبله از پنجه‌زنی در حضور مقادیر بالای بذر گندم، و افزایش سهم سنبله‌های مربوط به پنجه‌های زود مستقر شده از جمله دلایل افزایش تعداد پنجه‌های بارور در پی افزایش مقدار بذر گندم به حساب می‌آید. مید و همکاران (۱۱) کاهش تعداد پنجه‌های بارور گندم در حضور علف‌هرز چچم را به رقابت برای نور نسبت داده‌اند و عنوان نموده‌اند که در رقابت بین این دو گونه، ارتفاع در مقایسه با پنجه دهی و تولید ماده خشک تاثیر بیشتری دارد.

تعداد دانه در سنبله: متوسط تعداد دانه در سنبله در کرت‌های عاری از علف‌هرز برای سطوح مطلوب و بالای نیتروژن به ترتیب ۴۵ و۴۲ دانه بود. با افزایش نیتروژن تعداد دانه در سنبله گندم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۶).



شکل ۶. تعداد دانه در سنبله گندم در شرایط عاری از علف هرز و در حضور رقابت خردل وحشی، در سطوح مختلف کود نیتروژن.

رقابت خردل‌وحشی در سطوح مطلوب و بالای نیتروژن به ترتیب سبب کاهش ۳۱ و ۲۹/۴ درصدی تعداد دانه در سنبله گندم در مقایسه با شاهد عاری از علف‌هرز شد. توانایی علف‌های‌هرز در تاثیرگذاری روی تعداد دانه و تعداد پنجه گندم کاملاً محرز است (۱۱). افزایش تعداد پنجه به‌دنبال افزایش نیتروژن و در نتیجه کم شدن سهم نسبی هر یک از سنبله‌ها از کل تولید گیاه از جمله دلایل کاهش تعداد دانه در پی افزایش نیتروژن به‌شمار می‌رود، در واقع این کاهش تعداد دانه در سنبله ناشی از موازنه اجزای عملکرد است. مصادف شدن آهنگ رشد سریع ارتفاع خردل با مراحل گرده‌افشانی گندم، سایه‌اندازی اعمال شده از سوی برگ‌ها و توده انبوه اندام‌های تولیدمثلی این علف‌هرز و به‌ویژه تداوم بیشتر سطح برگ خردل‌وحشی در سطح بالای نیتروژن از جمله دلایل کاهش تعداد دانه گندم در سنبله به‌شمار می‌رود.

وزن هزار دانه گندم: نتایج نشان داد که وزن هزار دانه گندم بیش از اینکه تحت تاثیر تراکم‌های گندم و خردل قرار گیرد، تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار گرفت. وزن هزار دانه گندم در کرت‌های عاری و آلوده به خردل‌وحشی تقریباً به یک نسبت تحت تاثیر افزایش نیتروژن قرار گرفت. متوسط وزن هزار دانه گندم در سطح مطلوب نیتروژن ۲۶/۷۱۶ گرم بود، که با افزایش نیتروژن به ۲۳/۱۴۸ گرم کاهش ($P<0.0001$) یافت. آنگونین و همکاران (۱) کاهش وزن دانه گندم در پی افزایش نیتروژن را گزارش داده‌اند. در توجیه این مساله می‌توان چنین عنوان نمود که به‌طور کلی چه در کرت‌های عاری از علف‌هرز و چه در کرت‌های آلوده به علف‌هرز، با افزایش نیتروژن تعداد پنجه افزایش یافت. افزایش تعداد پنجه گندم، سبب افزایش سهم پنجه‌های ثانویه از کل پنجه‌ها می‌شود. از سوی دیگر، شواهد آزمایشی نشان داده که متوسط وزن دانه‌های پنجه‌های ثانویه کمتر از متوسط وزن دانه‌های پنجه‌های اوّلیه است. بدین‌ترتیب با افزایش تعداد پنجه، سهم دانه‌های مربوط به پنجه‌های ثانویه از کل دانه‌ها افزایش می‌یابد. این موضوع تا حدودی کاهش وزن هزار دانه در پی افزایش نیتروژن را توجیه می‌نماید. با توجه به شواهد فوق می‌توان استنتاج نمود که چون افزایش نیتروژن سبب افزایش تعداد پنجه‌های گندم شده، سهم دانه‌های پنجه‌های اوّلیه از کل دانه‌ها و به تبع آن متوسط وزن هزار دانه کاهش یافته است (۱ و ۷).

تاثیر تراکم گیاهی روی وزن هزار دانه گندم، همانند تاثیر نیتروژن واضح نبود، ولی با توجه به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در پی افزایش مقدار بذر گندم از کم به زیاد در سطح مطلوب نیتروژن و از کم به متوسط در سطح بالای نیتروژن و علاوه بر آن افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گندم در پی افزایش تراکم خردل‌وحشی از سطح تراکمی متوسط به بالا، به نظر می‌رسد که تاثیر افزایش مقدار بذر گندم و همچنین تراکم علف‌هرز در جهت افزایش وزن هزار دانه گندم بوده است. در این مورد نیز می‌توان به افزایش سهم پنجه‌های اوّلیه در نتیجه کاهش پنجه‌زنی گندم به هنگام کاربرد مقادیر بالای بذر یا حضور تراکم‌های بالای علف‌هرز اشاره نمود. رهایی گندم از فشار رقابتی علف‌پشمکی در دوره پر شدن دانه‌ها، از جمله دلایلی است که برای توجیه افزایش وزن هزار دانه گندم اقامه شده است (۷). رایت و همکاران (۱۹) اظهار داشته‌اند که گندم با انتقال مجدد منابع به دانه‌های موجود (که تحت رقابت علف‌هرز از تعدادشان کاسته شده) توانسته وزن تک‌دانه را در سطح قابل قبولی حفظ نماید.

تداوم بیشتر رقابت اعمال شده از سوی علف‌هرز خردل‌وحشی طی فصل رشد در سطح بالای نیتروژن، نیز از جمله دلایل کاهش وزن هزار دانه محسوب می‌شود. تاثیر اندک رقابت خردل‌وحشی روی وزن هزار دانه گندم را شاید بتوان به پیری زودهنگام این علف‌هرز نسبت داد.

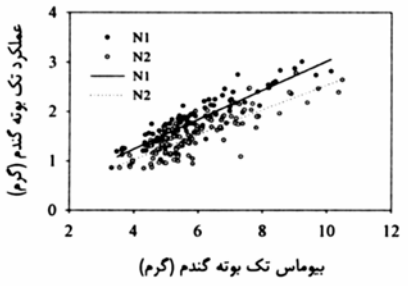
تعداد سنبلک نابارور: در شرایط عاری از علف‌هرز افزایش نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار ($P<0.05$) تعداد سنبلک غیر بارور گندم شد. متوسط تعداد سنبلک نابارور در هر سنبله در غیاب خردل‌وحشی در سطوح مطلوب و بالای نیتروژن به ترتیب ۲/۳۲ و ۲/۷۴ عدد بود.

رقابت علف‌هرز خردل‌وحشی، فراوانی سنبلک‌های نابارور گندم را تحت تاثیر قرار داد. در سطوح مطلوب و بالای نیتروژن حضور خردل‌وحشی به ترتیب سبب افزایش ۶۲ و ۴۲ درصدی تعداد سنبلک نابارور نسبت به شاهد شد ($P<0.01$). در حضور خردل‌وحشی افزایش نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار ($P<0.05$) تعداد سنبلک نابارور گندم شد. افزایش پنجه‌دهی گندم و تداوم رشد خردل‌وحشی در سطح بالای نیتروژن از جمله دلایل این موضوع است.

شاخص برداشت گندم: روند معینی برای تاثیر تراکم گیاهی روی شاخص برداشت گندم مشاهده نشد. در عوض، میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری شاخص برداشت گندم را تحت تاثیر قرار داد. چه در حضور علف‌هرز خردل‌وحشی و چه در غیاب آن، افزایش نیتروژن سبب کاهش شاخص برداشت گندم شد. میانگین شاخص برداشت گندم در سطح مطلوب نیتروژن ۰/۳۱ بود که با افزایش نیتروژن به ۰/۲۵

کاهش یافت. شاخص برداشت، واریانس تصادفی زیادی را نشان می‌دهد و این امر بدین دلیل است که شاخص برداشت نسبت دو کمیت است و خطای هر دو را در بر دارد (۱۵).

رابطه آلومتری مناسبی بین بیوماس و عملکرد تک بوته گندم مشاهده شد (شکل ۷). با افزایش میزان نیتروژن شیب رابطه بین بیوماس و عملکرد تک بوته گندم از ۰/۳۲ به ۰/۲۶ کاهش یافت؛ که به معنای کاهش سهم اختصاص یافته به دانه از بیوماس کل در پی افزایش نیتروژن است. هرچند عملکرد بیولوژیک گندم در سطح مطلوب نیتروژن در مقایسه با سطح بالای آن کمتر بود، اما در عین حال گندم در سطح مطلوب نیتروژن از شاخص برداشت بالاتری برخوردار بود. نتایج آزمایش‌های بیرکووایتز (۲) و تولینار و همکاران (۱۶) نیز مؤید این مطالب است.



$$Y_{N1} = 0.3222\ W^{0.9718}\ ,\ R^2 = 0.78\ ,\ P < 0.0001$$

$$Y_{N2} = 0.2617\ W^{0.9862}\ ,\ R^2 = 0.73\ ,\ P < 0.0001$$

شکل ۷. روابط آلومتری بین بیوماس و عملکرد تک بوته گندم به تفکیک سطوح نیتروژن.

نتیجه‌گیری نهایی: پاسخ غیرخطی بیوماس و عملکرد گندم به افزایش تراکم علف‌هرز خردل‌وحشی، بیانگر رقابت درون‌گونه‌ای این علف‌هرز در تراکم‌های بالاست (۴ و ۵). مشاهداتی که بیانگر تاثیر اصلی رقابت علف‌های‌هرز در کاهش تعداد خوشه در هر بوته گندم بوده و تاثیر رقابت روی تعداد دانه در خوشه و متوسط وزن‌هزار دانه را ناچیز دانسته‌اند، در واقع مؤید این نکته‌اند که رقابت اصلی گندم و علف‌های‌هرز بعد از مرحله گرده‌افشانی نیست بلکه قبل از آن به وقوع می‌پیوندد (۹).

مقایسه تعداد پنجه و خوشه در سطوح نیتروژن نشان می‌دهد که هرچند با افزایش نیتروژن تعداد کل پنجه‌ها و همچنین تعداد پنجه‌های بارور افزایش یافت، ولی این میزان افزایش برای کل پنجه‌ها بیش از پنجه‌های بارور صورت گرفت. به‌عبارتی، با افزایش نیتروژن سهم پنجه‌های نابارور افزایش می‌یابد. روند افزایش تعداد پنجه نابارور جو در حضور رقابت علف‌هرز یولاف‌وحشی گزارش شده است (۱۷).

به‌رغم افزایش پنجه‌زنی گندم برای جبران کاهش تراکم، در واقع این افزایش پنجه‌زنی آن‌قدر دیر به‌وقوع می‌پیوندد که قادر به جلوگیری از رشد اوّلیه علف‌های‌هرز نیست. این واقعیت اهمیت دستیابی به تراکم‌های بالای گیاه‌زراعی در اوایل فصل رشد برای فرونشانی رشد اولیه علف‌های‌هرز را مورد تصدیق قرار می‌دهد (۱۸).

قدردانی:

این پروژه تحقیقاتی از طریق طرح ملی تحقیقات با عنوان تعیین آستانه خسارت اقتصادی علف‌های‌هرز در مزارع گندم ایران به شماره ۱۵۰۷ و با حمایت شورای پژوهش‌های علمی کشور وسازمان تحقیقات وآموزش‌کشاورزی انجام یافته است، بدین وسیله مراتب تشکر وسپاسگزاری از ایشان به عمل می‌آید.

منابع و مآخذ:

1- Angonin, C., J. P., Caussanel, and J. M. Meynard. 1996. Competition between winter wheat and *Veronica hederifolia:* Influence of weed density and the amount and timing of nitrogen application. Weed Res. 36: 175-187.

2- Berkowitz, A. R. 1988. Competition for resources in weed-crop mixtures. In: M. A. Altieri and M. Liebman. eds. Weed Management in Agroecosystems : Ecological Approach. CRC Press.

3- Blackshaw, R. E. 1993. Safflower (*Carthamus tinctorius*) density and row spacing effects on competition with green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Sci. 41: 403-408.

4- Blackshaw, R. E. 1993. Downy brome (*Bromus tectorum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat. Weed Sci. 41: 551-556.

5- Carlson, H. L. and J. E. Hill. 1985. Wild oat competition with spring wheat: plant density effects. Weed Sci. 33: 176-181.

6- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Biol. 107: 239-252.

7- Cousens, R., L. G. Firbank, A. M. Mortimer, and R. G. R. Smith. 1988. Variability in the relationship between crop yield and weed density for winter wheat and *Bromus sterilis*. Journal of Applied Ecology, 25: 1033-1044.

8- Hume, L. 1985. Crop losses in wheat as determined using weeded and nonweeded quadrates. Weed Sci. 33: 734-740.

9- Iqbal, J., and D. Wright. 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. Weed Res. 37: 391-400.

10- Kropff, M. J., and L. A. P. Lotz. 1992. Systems approaches to quantify crop-weed interactions and their application in weed management. Agricultural Systems. 40: 265-282.

11- Medd, R. E., B. A. Auld, D. R. Kemp, and R. D. Murison. 1985. The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass competition. Aus. J. Agric. Res. 36: 361.

12- Patterson, D. 1995. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. Weed Sci. 43: 483-490.

13- Radford, B. J., B. J. Wilson, O. Cartledge, and F. B. Watkins. 1980. Effect of wheat seeding rate on wild oat competition. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 20: 77.

14- Spitters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 1. Estimation of competition effects. Neth. J. Agric. Sci. 31: 1-11.

15- Spitters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. 2. Marketable yield. Neth. J. Agric. Sci. 31: 143-155.

16- Tollenar, M., S. P. Nissanka, A. Aguilera, S. F. Weise, and C. J. Swanton. 1994. Effect of interference and soil nitrogen on four maize hybrids. Agron. J. 86: 596-601.

17- Torner, C., J. L. Gonzalez Andujar, and C. Fernandez-Quintanilia. 1991. Wild oat competition with winter barley : plant density effects. Weed Res. 31: 301-307.

18- Wilson, B. J., K. J. Wright, P. Brain, M. Clements, and E. Stephens. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. Weed Res. 35: 265-278.

19- Wright, K. J., G. P. Seavers, N. C. B. Peters, and M. A. Marshall. 1999. Influence of soil moisture on the competitive ability and seed dormancy of *Sinapis arvensis* in spring wheat. Weed Res. 39: 309-317.

20- Zim dahl, R. L. 1988. The concept and application of the critical weed free period. In: M. A. Altieri, and M. Liebman. Eds. Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approach. CRC Press.

21.Zim dahl, R. L. 1999. Fundamental of Weed Science. Academic Press.

Seed rate and nitrogen fertilizer effects on wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) competition

K. Mosavi, M. Nasiri mahallati, H. Rahimian, A. Ghanbari, M. Banaian, M. H. Rashed Mohasel[1].

Abstract:

In order to evaluate wild mustard competitive effect on winter wheat, an additive series experiment was conducted in 2000-2001 at Agricultural Research Station of Mashhad University.The experiment had 3 factor: wheat seed rate (175 , 215 and 255 kg/ha), nitrogen rate (150 and 225 kg/ha), and a range of wild mustard densities. Hyperbolic functions was used to describe yield-weed density relationship. Increasing wild mustard density had a negative , asymptotic – type effect on wheat biomass and grain yield. By increasing wheat seed rate , in optimum nitrogen rate , maximum wheat biomas loss has reduced about 51 %. Maximum yield loss has increased from 42.1 % to 50.4 %, as nitrogen rate incrased from optimum to upper optimum rate of wheat. By increasing of wheat seed rate from 175 to 255 kg/ha, maximum tiller number reduction due to high densities of wild mustard, has decreased by 54 %. Reduction of fertile tiller number was mostly occurred at presence of high nitrogen level, thus, reduction of fertile tiller number compared to control in N_1 was 18% , while in N_2 has increased to 30%. Wild mustard competition has reduced wheat seed number per ear 30% in compare to weed free control. Results show that wheat 1000 seed weight was more affected by nitrogen rate than plant densities. Apparently, in competition with wheat, wild mustard was better able to utilize the added nitrogen and thus gained a competitive adventage over the wheat.

Keywords: Wheat, wild mustard, weed competition, nitrogen fertilizer, seeding rate, yield components.

[1] - Confribution from Hamedan Agriculture and Natural Research Center and College of Agriculture Ferdowsi University of Mashad.