مدلسازی پویایی بانک بذر یولاف وحشی (*Avena fatua*) در مزرعه گندم

مهدی نصیری محلاتی[۱]، علیرضا کوچکی[۱] و آسیه سیاهمرگویی[۲]

چکیده

در این تحقیق پویایی جمعیت و تغییرات بانک بذر یولاف وحشی در مزرعه گندم بوسیله یک مدل چند مرحله‌ای با همزمانی چرخه زندگی افراد مورد بررسی قرار گرفت. مدل تغییرات جمعیت را بر اساس خروجی (تلفات از بانک بذر و جوانه زنی) و ورودی بذر به بانک (تعداد بذور تولید شده و تعداد بذرهای وارد شده به خاک) با فاصله زمانی یک ساله پیش بینی می‌کند. تلفات بانک از بذر وابسته به تراکم بوده و تلاش تولید مثلی یولاف از طریق رابطه آلومتری بین وزن تک بوته و میزان بذر تولید شده از هر بوته علف هرز توصیف شده است. تاثیر گندم بر بیومس یولاف و نیز تاثیر یولاف بر عملکرد گندم بر اساس روابط هایپربولیک بین تراکم گونه‌ها و ضرایب رقابتی بین و درون گونه‌ای در مدل تعریف شده است. مدل پس از واسنجی و تعیین اعتبار در مقابل اندازه گیری‌های مزرعه‌ای برای شبیه سازی پویایی بانک بذر بدون انجام عملیات کنترل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در جمعیت خالص یولاف، اندزه بانک بذر تقریبا از تراکم اولیه بذر در خاک مستقل بوده و بعد از ۵ سال به تعادل می‌رسد. رسیدن به نقطه تعادل در واقع به دلیل کاهش تلاش تولید مثلی یولاف در تراکم‌های بالای علف هرز و نیز تلفات ناشی از تراکم بذرهای موجود در خاک بود که باعث برابر شدن سرعت سالانه ورود و خروج بذور از بانک می‌شود. آنالیز حساسیت بر روی پارامترهای مدل نشان داد که در حضور گندم، تراکم گیاه زراعی و ضریب رقابتی گندم بر روی یولاف مهمترین عوامل کنترل کننده اندازه بانک بذر می‌باشند. بر اساس نتایج شبیه سازی ۲۰٪ افزایش تراکم گندم یا ۲۰٪ افزایش ضریب رقابتی گندم قادر خواهد بود تا سرعت افزایش اندازه بانک بذر یولاف را بدون عملیات کنترل بطور چشم گیری کاهش دهد. عملکرد نسبی گندم در شرایط آلودگی به یولاف وحشی و بدون عملیات کنترل، در صورت افزایش ضریب رقابتی گندم به اندازه ۲۰٪ بعد از ۵ سال کشت متوالی به ۰/۸ و بعد از ۱۰ سال کشت به ۰/۶ رسید. بر این اساس نتیجه گیری شد که اصلاح ارقام گندم با قدرت رقابتی بالاتر در مقابل یولاف و افزایش تراکم گندم راهکارهای مدیریتی مناسبی برای جلوگیری از افزایش اندازه جمعیت علف هرز و کاهش خسارت بدون انجام عملیات کنترل می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، پویایی جمعیت، رقابت، یولاف وحشی، گندم، مدلسازی.

مقدمه

باوجود این که کنترل علفهای هرز به روش شیمیایی در ایران نیز نظیر بسیاری از کشورهای جهان هنوز اصلی‌ترین و رایج‌ترین روش مبارزه محسوب می شود ولی بروز شواهد جدی از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از این سموم و نیز گزارشات متعدد در مورد مقاومت علفهای هرز به علفکش‌ها توجه محققین را به سوی سایر روشهای مدیریت بر مبنای اصول اکولوژیکی و از جمله مطالعه بانک بذر علفهای هرز در خاک معطوف کرده است. پویایی بانک بذر به معنای کلیه تغییرات کمی و کیفی است که در طول زمان در بانک بذر اتفاق می افتد و شامل افزایش و یا کاهش تراکم بذر گونه‌های مختلف موجود در بانک بذر می باشد (۲۰). کاورز و بنویت (۱۲) در تحقیق جامعی اهمیت بانک بذر را در اکوسیستمهای زراعی بررسی کرده و به نقش آن در

۱- به ترتیب اعضای هیئت علمی و دانشجوی دکترای علفهای هرز، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

Archive of SID

www.SID.ir

شدت خسارت وارد شده به گیاهان زراعی و روشهای مطالعه بانک بذر علفهای هرز پرداختند. باستیانز و همکاران (۱۰) نیز روشهای مختلف مطالعه رقابت علفهای هرز و گیاهان زراعی را مرور کرده و نشان دادند که بدون وجود اطلاعات کافی در مورد بانک بذر گونه‌های هرز، مدیریت تلفیقی این گونه‌ها در دراز مدت امکان پذیر نخواهد بود.

با توجه به اهمیت پویایی جمعیت علفهای هرز و تغییرات بانک بذر آنها در خاک در طی سالهای اخیر مطالعات گسترده‌ای در این ارتباط انجام شده است. وصال و همکاران (۹)با ارزیابی پویایی علفهای هرز نخود در شرایط مختلف مدیریت زراعی نقش و اهمیت روش مدیریت را مورد تاکید قرار دادند. اقبالی و همکاران (۲) نیز تاثیر انواع روشهای مدیریت را بر علفهای هرز سیب زمینی مطالعه کرده و نشان دادند که تنوع و میزان خسارت علفهای هرز بسته به نوع مدیریت و بویژه عملیات شخم متفاوت است. راشد و همکاران (۵) و مکاریان و همکاران (۸) با بکار گیری روشهای ژئواستاتیستیک توزیع مکانی گیاهچه و بانک بذر گونه‌هایی از علفهای هرز را مطالعه کرده و تاثیر روش مدیریت را بر الگوهای سبز شدن و استقرار این گونه‌ها مورد تایید قرار دادند. کوچکی و نصیری (۷) نیز با مطالعه پویایی بانک بذر علفهای در نظامهای تولید کم نهاده و پر نهاده گندم نشان دادند که میزان مصرف نهاده‌ها به‌طور قابل توجهی بر تغییرات بانک بذر موثر است. این قبیل مطالعات همگی موید این نکته است که آگاهی از ویژگیهای اکولوژیکی علفهای هرز نقش مهمی در مدیریت آنها دارد.

ارزیابی پویایی بانک بذر علفهای هرز مستلزم انجام اندازه گیری‌های مکرر در طی دوره‌های طولانی (۵ تا ۱۰ سال) بوده که بسیار وقت گیر و پر هزینه می باشد. به‌علاوه پویایی بانک بذر علفهای هرز به شدت تابع روش مدیریت (۲۱)، بویژه عملیات شخم (۱۳، ۴۱) و مصرف علف کشها (۴۴) می باشد، که این امر نیز بر مشکلات و پیچیدگی‌های ارزیابی بانک بذر خواهد افزود. به همین دلیل تقریبا تمامی مطالعات انجام شده در ایران وبسیاری از پژوهش‌های سایر کشورها، تغییرات بانک بذر علفهای هرز را تحت تاثیر روشهای مختلف مدیریت در دوره‌های کوتاه مدت (۲ تا ۳ ساله و گاه حتی یک ساله) بررسی کرده‌اند. بدیهی است کوتاه بودن طول دوره این قبیل مطالعات نتایج جامعی از پویایی دراز مدت بانک بذر فراهم نخواهد ساخت (۲۱).

توسعه مدلهای ریاضی ابزار مناسبی را برای تلفیق اطلاعات موجود در مورد چرخه زندگی گونه‌های گیاهی فراهم کرده است. با استفاده از چنین مدلهایی می‌توان تاثیر و اهمیت هر یک از مراحل چرخه زندگی را در پویایی جمعیت گونه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌علاوه از این طریق می‌توان نتایج دراز مدت روشهای مدیریت را بر جمعیت یک گونه علف هرز بدون نیاز به آزمایشات طولانی مطالعه نمود (۲۶).

کازنس و مورتیمر (۱۷) انواع مدلهای شبیه سازی برای توصیف پویایی جمعیت علفهای هرز را مورد بررسی قرار داده و این مدلها را به دو گروه اصلی یک یا چند مرحله‌ای تقسیم کردند. مدلهای یک مرحله‌ای[1] مدلهایی هستند که در آنها فقط تغییرات جمعیت (تعداد بوته یا تعداد بذر) مورد توجه بوده و تغییراتی که در طی چرخه زندگی بروز می‌کند در مدل تعریف نمی‌شوند. در مدلهای چند مرحله‌ای[1]، چرخه زندگی علف هرز شامل فرآیندهای اصلی تولید و زوال بذر (جوانه زنی، تولید بذر، مرگ ومیر بذور،....) به‌طور دقیق در مدل توصیف می‌شود. مدلهای چند مرحله‌ای خود به دو نوع تقسیم می‌شوند. نوع اول آنها برای توصیف جمعیت‌هایی است که در آنها مراحل چرخه زندگی افراد به‌طور همزمان پیش می‌رود[1]. نوع دوم این مدلها مربوط به گونه‌هایی است که در آنها ظهور افراد همزمان نبوده[1] و به‌طور متناوب صورت می‌گیرد. این شرایط عمدتا در مورد گونه‌های دو ساله، چند ساله و یا گونه‌های یکساله‌ای که طول عمر بسیار کوتاه دارند بروز می‌کند و باعث همپوشانی مراحل مختلف چرخه زندگی بین نسلهای متوالی در یک سال خواهد شد. در حال حاضر مدلهای چند مرحله‌ای با همزمانی چرخه زندگی افراد جمعیت رایج ترین مدلها در مطالعه پویایی بانک بذر علفهای هرز یکساله می‌باشند (۳۴، ۳۶، ۴۰، ۴۲).

رحمان و همکاران (۳۴) پویایی بانک بذر علفهای هرز مزارع ذرت را به کمک یک مدل شبیه سازی مطالعه کرده

1- Single stage models 2- Multi stage models 3- Single cohort 4- Multi cohort

Archive of SID

www.SID.ir

و تاثیر میزان ونحوه استفاده از علفکشها را بر آن ارزیابی نمودند. سوانتون و همکاران (۴۱) نیز با استفاده از مدلهای ریاضی بانک بذر علفهای هرز را در مناطقی از کانادا مطالعه کرده و گزارش دادند که پویایی بانک بذر به شدت تحت تاثیر روشهای خاکورزی و آماده سازی زمین قرار دارد.

مکسول و شلی (۲۶) مدل کاملی جهت مطالعات پویایی بانک بذر توصیف و کاربردهای چنین مدلهایی را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که با استفاده از چنین مدلهایی می توان تاثیر روشهای مختلف مدیریت و نیز رقابت گیاه زراعی و علف هرز بصورت دینامیک و در طی زمان ارزیابی نمود. نتایج چنین مطالعاتی در مورد نقش روش شخم بر بانک بذر توسط کلمنتس وهمکاران (۱۳) و نیز تاثیر سیستم‌های زراعی بر این بانک توسط درکسن و همکاران (۲۱) گزارش شده است. با توسعه مدلهای شبیه سازی باتک بذر امکان مطالعات دقیق تر بر روی جمعیت علفهای هرز فراهم گردیده است، برای مثال کولباخ و همکاران (۱۴) به کمک چنین مدلهایی توزیع عمودی بذر در خاک را تحت تاثیر شخم و نقش آن در جوانه زنی علفهای هرز را مورد بررسی قرار دادند.

یولاف وحشی از جمله علفهای هرز رایج در مزارع غلات دانه ریز (بویژه گندم و جو) بوده و مکانیزم‌های رقابت و میزان خسارت آن توسط محققین مختلف در ایران (از جمله ۱، ۳، ۶) و سایر نقاط جهان (برای مثال ۱۵، ۱۸، ۳۲، ۴۵) بررسی شده با این وجود بکارگیری روش مدلسازی در ارزیابی تغییرات جمعیت و پویایی بانک بذر این علف هرز بسیار محدود است. هدف از این تحقیق ارائه مدلی برای برای شبیه سازی تغییرات دراز مدت بانک بذر یولاف وحشی در مزارع گندم و استفاده از این مدل جهت ارزیابی روشهای مدیریت این علف هرز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مراحل اصلی چرخه زندگی علفهای هرز یکساله شامل جوانه زنی، سبز شدن گیاهچه از بذور موجود در بانک بذر، استقرار، رشد بوته‌های علف هرز، تولید بذر، ریزش بذر، ورود بذرها به خاک و تلفات بذر در خاک می‌باشد. در این تحقیق یک مدل چند مرحله‌ای با همزمانی چرخه زندگی افراد[1] برای توصیف پویایی جمعیت و پیش بینی تغییرات بانک بذر یولاف وحشی در مزرعه گندم ارائه شده است.

ساختار مدل: ساختار اولیه و ساده‌ای از این نوع مدلها در مطالعات مختلف از جمله اسپیترز (۳۹) بررسی شده است. در این مدل تراکم بذور علفهای هرز در بانک بذر در هر زمان t بوسیله S_t بیان می‌شود (t نشان دهنده سالی است که تراکم بذر در خاک اندازه گیری شده است). بنابراین تغییرات سالانه اندازه بانک بذر را می‌توان بوسیله معادله ۱ توصیف کرد:

$$\Delta S_t = -S_{out} + S_{in} \qquad (۱)$$

که در آن S_{out} و S_{in} (تعداد بذر در مترمربع) به ترتیب میزان خروجی و ورودی سالانه بانک بذر می‌باشند.

هر سال بخشی به اندازه m از بذور داخل بانک بذر به دلیل عوامل طبیعی (از جمله پوسیدگی و بیماریها) تلف شده و بخشی به اندازه g جوانه خواهد زد در نتیجه مقدار خروجی سالانه بانک بذر برابر است با (معادله ۲):

$$S_{out} = S_t(m+g) \qquad (۲)$$

مقدار g (y^{-1}) برای یولاف وحشی در مدل بعنوان پارامتر ثابت و معادل ۰/۱ در نظر گرفته شده است (۱۹، ۳۵) بنابراین هر سال ۱۰٪ از ذخایر بانک بذر جوانه خواهند زد. مقدار m (y^{-1}) که در برخی مدلهای بانک بذر ثابت فرض شده است (۲۶، ۳۷) در مدل حاضر متغیر بوده و با افزایش اندازه بانک بذر به دلیل تلفات وابسته به تراکم[2] (۴۶) تنظیم می‌شود (معادله ۳):

$$m = m_0 \cdot S_t^{K_m} \qquad (۳)$$

که در آن m_0 تلفات در تراکم اولیه و معادل ۰/۴۳ (۲۹) و K_m ضریب تلفات وابسته به تراکم می‌باشد.

در غیاب هر گونه عملیات کنترل، تراکم علف هرز (N_w، بوته در متر مربع) برابر با تعداد بذور جوانه زده است ($N_w=S_t \cdot g$). نرخ تولید بذر توسط بوته‌های علف هرز ثابت نبوده و تابع وزن تک بوته‌ها (W_w، گرم) می‌باشد که خود به تراکم علف هرز (N_w) وابسته است. بیومس علف هرز در واحد سطح (B_{ww}، گرم در متر مربع) را می‌توان بوسیله یک تابع هایپربولیک (۱۶) توصیف کرد (معادله ۴):

1- Multi stage-Single cohort

2- Density dependent mortality

Archive of SID

www.SID.ir

$$B_{ww} = \frac{N_w}{b_{w0} + b_{ww} \cdot N_w} \qquad (۴)$$

که در آن b_{w0} و b_{ww} ضرایب رقابت درون گونه‌ای علف هرز بوده و مقادیر آنها برای یولاف وحشی به ترتیب معادل ۰/۰۰۵۶۲ و ۰/۰۰۰۹۹۶ در نظر گرفته شده است (۳۹).

با معلوم بودن بیومس علف هرز، تعداد بذر تولید شده در متر مربع (S_p) از معادله ۵ محاسبه می‌شود:

$$S_p = \frac{B_{ww} \cdot re}{W_s} \qquad (۵)$$

که در آن W_s وزن تک بذرهای یولاف وحشی و برابر ۰/۰۱۴ گرم (۴۷) و re تلاش تولید مثلی[1] (میزان بیوس اختصاص یافته به بذر) می‌باشدکه خود تابعی آلومتری از وزن تک بوته یولاف وحشی است (معادله ۶):

$$re = C \cdot W_w^{\,K} \qquad (۶)$$

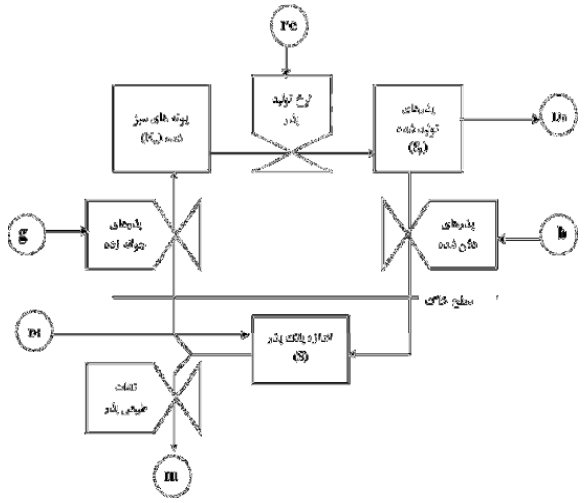
که در آن C و K ضرایب آلومتری می‌باشند.

از کل بذور تولید شده در هر سال بخشی معادل b (y^{-1}) در خاک دفن شده و به ذخایر بانک بذر اضافه می‌شود. در نتیجه میزان ورودی سالانه بانک بذر را می‌توان بوسیله معادله ۷ محاسبه کرد:

$$S_{in} = S_t \cdot g \cdot S_p \cdot b \qquad (۷)$$

در مدل مقدار b برای یولاف وحشی معادل ۰/۶۰ در نظر گرفته شده است (۴۷).شکل ۱ ساختار کلی این مدل را نشان می‌دهد، لازم به ذکر است که هر ساله مقداری بذر از طریق انتشار[1] از خارج به بانک بذر وارد شده و مقداری بذر نیز از همین طریق از سیستم خارج می‌شود. برآورد میزان انتشار بذر نسبتا پیچیده بوده و به پارامترهای زیادی نیاز دارد (۳۰) بنابراین در اغلب مدلهای بانک بذر، میزان انتشار به درون (Di) و به خارج سیستم (Do) یکسان فرض شده (۳۳، ۲۶، ۳۴) و از آن صرف نظر می‌شود (شکل ۱). با انتگرال گیری از معادله ۱ اندازه بانک بذر و پویایی آن در طی زمان برآورد خواهد شد. در مدل انتگرال‌گیری بصورت عددی و با فاصله زمانی ۱ ساله انجام شده است.

در حضور گندم رقابت یولاف وحشی و گیاه زراعی به شکلی ساده و براساس توصیف بیومس دوگونه در شرایط رقابت () بوسیله معادلات ۸ و ۹ در مدل تعریف گردید:



شکل ۱: نمودار گردشی مربوط به ساختار مدل پویایی جمعیت و بانک بذر علف هرز در غیاب گیاه زراعی و بدون هر گونه عملیات کنترل، برای توضیح بیشتر به متن مراجعه شود.

$$Bcw = \frac{Nc}{bc_0 + bccNc + bcwNw} \qquad (۸)$$

$$Bwc = \frac{Nw}{bw_0 + bwwNw + bwcNc} \qquad (۹)$$

که در آنها Bcw و Bwc (گرم در متر مربع) به ترتیب بیومس گندم و یولاف وحشی در مخلوط، Nc و Nw (بوته در متر مربع) به ترتیب تراکم گندم و یولاف، b_{c0} و b_{cc} ضرایب رقابت درون گونه‌ای گندم به ترتیب معادل ۰/۰۱۷۵ و ۰/۰۰۱۰۱، b_{cw} و b_{wc}

به ترتیب ضرایب رقابت بین گونه‌ای گندم بر روی یولاف وحشی و یولاف وحشی بر روی گندم و معادل ۰/۰۰۲۹۸ و ۰/۰۰۳۲۰ می‌باشند (۳۹).

داده‌های لازم جهت تعیین اعتبار مدل در دو سال متوالی از قطعه زمینی که در سال قبل از اندازه گیری زیر کشت گندم قرار داشت بدست آمد. در پاییز سال اول تعداد بذور یولاف وحشی در عمق ۱۰-۰ سانتیمتری خاک و در ۱۰ نقطه علامت گذاری شده تعیین شد و اندازه گیری‌های مشابهی در نقاط علامت گذاری شده در انتهای بهار سال اول، پاییز سال دوم، و انتهای بهار سال دوم انجام گرفت (۲۸). تعیین اعتبار مدل بر اساس داده‌های مربوط به پوشش خالص یولاف وحشی و بدون حضور گندم صورت گرفته

Archive of SID

www.SID.ir

است. شیب و عرض از مبداء خط رگرسیون بین مقادیر اندازه گیری شده و پیش بینی شده با خط ۱:۱ مقایسه شد و به‌علاوه قابلیت پیش بینی مدل بوسیله شاخص‌های ریشه میانگین مربعات خطا[1] (RMSE)، کارآیی مدلسازی[1] (ME) ضریب وزن باقیمانده[1] (CRM) (معادلات ۱۰ تا ۱۲) مورد ارزیابی قرار گرفت (۲۳، ۳۸).

$$RMSE(\%) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - O_i)^2}{n}} \cdot \frac{100}{\overline{O}} \qquad (۱۰)$$

$$ME = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2 - \sum_{i=1}^{n}(P_i - O_i)^2\right]}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O})^2} \qquad (۱۱)$$

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^{n} O_i - \sum_{i=1}^{n} P_i}{\sum_{i=1}^{n} O_i} \qquad (۱۲)$$

که در آنها O_i و P_i به ترتیب مقادیر اندازه گیری شده و پیش بینی شده و $\overline{O}$ میانگین مشاهدات می‌باشد. RMSE(%) شاخصی است که اختلاف نسبی بین مقادیر شبیه سازی و مشاهدات را نشان می‌دهد و توصیفی از قابلیت پیش بینی مدل را ارائه می‌کند. کارآیی مدلسازی (ME) شاخص دیگری در ارزیابی اعتبار مدلهاست که تغییرات درون داده‌های شبیه سازی شده را با تغییرات موجود در داده‌های آزمایشی (مشاهدات) مقایسه می‌کند. مقدار مطلوب ME معادل یک می‌باشد و مقادیر منفی نشان دهنده واریانس بیشتر در نتایج شبیه سازی نسبت به مشاهدات است. CRM شاخصی از ثبات خطا در توزیع مقادیر شبیه سازی شده نسبت به کل مشاهدات است. مقدار مطلوب این شاخص حدود صفر می‌باشد، مقادیر منفی CRM نشان می‌دهد که مقادیر پیش بینی شده عمدتا بزرگتر از مقادیر اندازه گیری می‌باشند.

نتایج و بحث

تعیین اعتبار مدل

مدل پس از واسنجی در مقابل داده‌های حاصل از اندازه گیری‌های مزرعه‌ای تعیین اعتبار شد. اعتبار سنجی بر روی مدل بدون رقابت یولاف وحشی و گندم انجام گرفت.

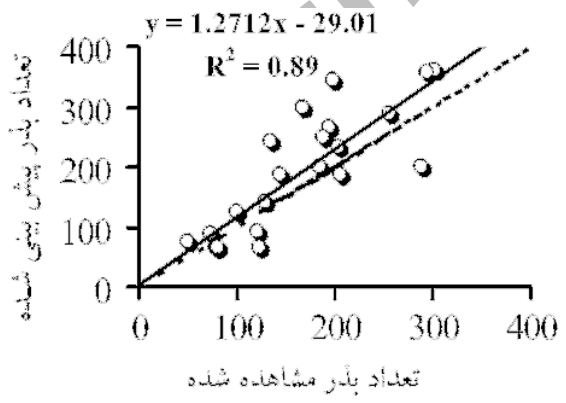
جدول ۱: مقایسه مقادیر مربوط به شاخص‌های مورد استفاده در تعیین اعتبار مدل، جهت توصیف شاخص‌ها به متن مراجعه شود.

اندازه گیری ها	RMSE%	ME	CRM
سال اول	۴۷/۵	۰/۴۴	-۰/۰۴
سال دوم	۳۹/۲	۰/۶۱	-۰/۰۵
مجموع دو سال	۴۶/۱	۰/۵۸	-۰/۰۳

شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین اعتبار نشان داد که در مجموع مدل قابلیت قابل قبولی برای پیش بینی تغییرات بانک بذر یولاف وحشی دارد (جدول ۱). مقدار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE%) معادل ۲۸٪ و کارآیی مدلسازی (ME) در حدود ۱/۷ بدست آمد به‌علاوه ضریب وزن خطا (CRM) نیزمعادل ۰/۰۷- بود. بر این اساس مدل از دقت نسبتا مطلوبی برخوردار بوده و خطای سیستماتیک در برآورد اندازه بانک بذر ندارد.

مقایسه پیش بینی مدل با مقادیر اندازه گیری شده (شکل ۲) نشان داد که با وجودیکه شیب خط رگرسیون با شیب خط ۱:۱ اختلاف معنی داری ندارد (P<۰/۰۵)، مقدار عرض از مبداء این خط با عرض از مبداء خط ۱:۱ تفاوت زیادی دارد. به عبارت دیگر مدل در پیش بینی مقادیر بسیار پایین جمعیت بانک بذر از توانایی کافی برخوردار نمی‌باشد.

کولباخ و همکاران (۱۳) در اعتبار سنجی مدل بانک بذر



شکل ۲: مقایسه اندازه پیش بینی شده و مشاهده شده بانک بذر یولاف وحشی. مقادیر مشاهده مربوط به اندازه گیری‌های مزرعه‌ای در یک محل و در دوسال متوالی بدون حضور گندم می‌باشد. در شکل معادله رگرسیون بین مشاهدات و پیش بینی (خط توپر) و خط ۱:۱ (خط منقطع) نیز نشان داده شده است.

Archive of SID

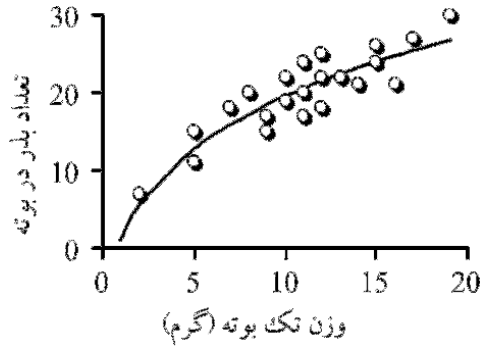
www.SID.ir

خود مقدار ریشه میانگین مربعات خطا را حدود ۵۴٪ گزارش کرده و پیش بینی مدل را قابل قبول دانستند. مکسول وشلی (۲۶) با بررسی مشکلات تعیین اعتبار مدلهای جمعیت بیان داشتند که عوامل محیطی موثر بر پارامترها نقش مهمی در خطای پیش بینی این مدلها دارند. پکران و همکاران (۳۴) در ارزیابی مدلی برای پیش بینی بانک بذر کلزا در محصولات زراعی که در تناوب با آن قرار دارند، مقدار معادل ۳۹٪ را مطلوب دانسته و مدل را با موفقیت برای پیش بینی تغییرات جمعیت مورد استفاده قرار دادند. به‌طور کلی به نظر می‌رسد با توجه به پیچیدگی‌های موجود در چرخه زندگی علفهای هرز و پویایی جمعیت آنها (۱۰، ۱۲) مدل حاضر توانایی لازم در پیش بینی پویایی جمعیت یولاف وحشی را داشته باشد.

تولید بذر در تک بوته‌های یولاف

رابطه آلومتری بین تعداد بذر در بوته و بیومس تک بوته‌های یولاف وحشی (شکل ۳) نشان داد که با افزایش وزن تک بوته، تولید بذر افزایش می‌یابد. بنابراین بیشترین تعداد بذر از هر بوته در تراکم‌های پایین یولاف تولید خواهد شد. با افزایش تراکم یولاف به دلیل کاهش وزن تک بوته‌ها در اثر رقابت درون گونه ای، تولید بذر کاهش یافته و بر اساس معادله آلومتری در بوته‌هایی با وزن کمتر از ۱/۱ گرم بذر تولید نخواهد شد. بر این اساس آستانه ۱/۱ گرم به عنوان حداقل وزن تک بوته برای تولید بذر در مدل تعریف شد. راستگو و همکاران (۴) نیز با بررسی رابطه آلومتری مشابهی، آستانه وزن تک بوته برای تولید بذر در علف هرز خردل وحشی را ۱/۲۶ گرم گزارش کردند.

بدیهی است حضور گیاه زراعی (گندم) نیز به دلیل رقابت با یولاف وحشی بر وزن تک بوته‌های این علف هرز و در نتیجه تولید بذر آن تاثیر خواهد گذاشت. به این ترتیب پویایی تولید بذر با وارد کردن این رابطه آلومتری در مدل، به‌طور قابل قبولی شبیه سازی خواهد شد. در برخی از مدلهای دینامیک جمعیت (برای مثال ۳۹، ۴۰، ۴۷) تلاش تولید مثلی بعنوان پارامتر و مقداری ثابت در مدل تعریف شده است. اگرچه نتایج پیش بینی این مدلها مطلوب گزارش شده است، به نظر می‌رسد که مرتبط کردن این پارامتر با وزن تک بوته و تراکم علف هرز، با شرایط واقعی مزرعه

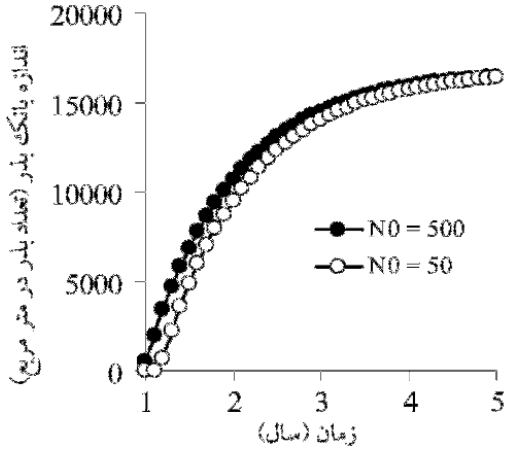


شکل ۳: رابطه آلومتری بین وزن تک بوته‌های یولاف وحشی و تعداد بذر تولید شده در هر بوته، داده‌ها مربوط به اندازه گیری مزرعه‌ای در دو

انطباق بیشتری دارد. وایل و همکاران (۴۴) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته‌های یولاف به دلیل کاهش وزن تک بوته‌ها مقدار بذر تولید شده از هر بوته از ۳۰-۳۵ به ۱۰ عدد کاهش یافت.

اندازه بانک بذر

در شکل ۴ نتایج شبیه سازی بانک بذر یولاف وحشی در طی ۵ سال بدون حضور گندم و بدون انجام عملیات کنترل نشان داده شده است. جهت بررسی اهمیت مقدار اولیه بذر در خاک، شبیه سازی با دو مقدار اولیه ۵۰ و ۵۰۰ بذر در متر مربع خاک در سال اول انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۱۰ برابر شدن مقدار اولیه بذر یولاف در خاک تاثیر قابل



شکل ۴: شبیه سازی اندازه بانک بذر یولاف وحشی در طی ۵ سال با دو مقدار اولیه بذر در خاک، شبیه سازی بدون حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

توجهی بر اندازه بانک بذر نداشت به‌طوری که در سال سوم، اندازه بانک بذر در دو شرایط شبیه سازی یکسان بود (شکل ۴).بنابراین پویایی جمعیت بانک بذر به تراکم اولیه بذر در خاک حساس نمی‌باشد.

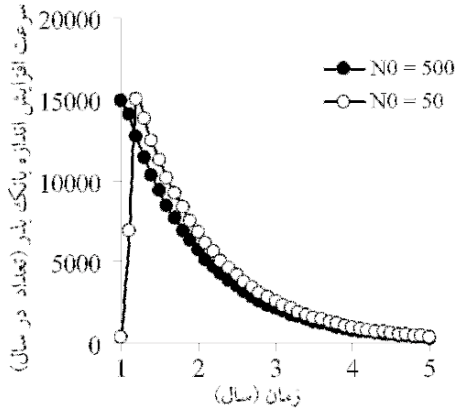
اسپیترز (۳۹) و ویلسون و همکاران (۴۷) نیز با ارزیابی بانک بذر یولاف وحشی بوسیله یک مدل شبیه سازی نشان دادند که اندازه اولیه بذر در خاک در شرایطی که عملیات کنترل انجام نگیرد تاثیر چندانی بر تغییرات اندازه بانک بذر ندارد.

در هر دو مقدار اولیه، اندازه بانک بذر بعد از ۵ سال به تعادل رسیده است. در واقع سرعت ورودی و خروجی بانک بذر در هنگام تعادل برابر شده و سرعت خالص تغییرات بانک بذر برابر صفر خواهد شد (شکل ۵). علیرغم اختلاف زیاد تراکم اولیه بذر در بانک، سرعت افزایش اندازه بذر در هر دو تراکم در سال سوم یکسان می‌باشد (شکل ۵). باید توجه داشت که شبیه سازی در غیاب گندم و بدون عملیات کنترل انجام شده و به همین دلیل سرعت افزایش بانک بذر در سالهای اول بسیار زیاد است. مکسول و همکاران (۲۷) با ارزیابی بانک بذر یولاف وحشی در مزارع کشت ارگانیک گندم در طی مرحله انتقال نشان دادند که بدون کنترل شیمیایی، اندازه بانک بذر یولاف در طی ۱۰ سالهای اولیه ۱۰ تا ۱۲ برابر افزایش می‌یابد.

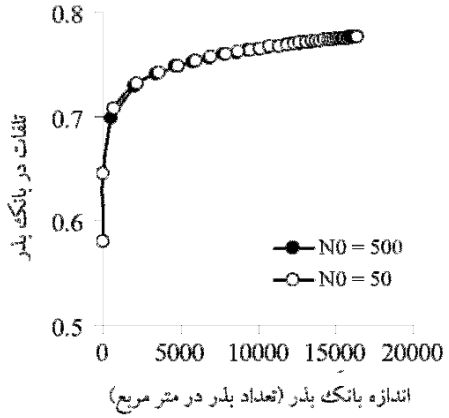
تعادل اندازه بانک بذر در واقع بوسیله تلفات بذور موجود در خاک و تلاش تولید مثلی علف هرز تنظیم می‌شود. با افزایش اندازه بانک بذر در طی سالهای متوالی، تلفات وابسته به تراکم بذر در خاک به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. نتایج شبیه سازی نشان داد که در تراکم اولیه ۵۰ بذر، تلفات از بانک در شروع اندک بوده ولی به دلیل تجمع بذور در خاک به سرعت افزایش می‌یابد و در اندازه‌های بالای بانک بذر در هر دو تراکم اولیه یکسان و به حدود ۰/۷۵ می‌رسد.

ویلسون و همکاران (۴۷) میانگین تلفات سالانه بذر یولاف در خاک را حدود ۰/۶ گزارش کردند. البته مقادیر مختلفی در محدوده ۰/۵۵ تا ۰/۶۵ نیز برای یولاف وحشی گزارش شده است (۱۹). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شدت این تلفات به تراکم بذر در بانک وابسته است. زورنر و همکاران (۴۸) با ارزیابی عوامل تلفات بذور یولاف در خاک نشان دادند که در تراکم‌های پایین بذر، تلفات مستقل از تراکم بوده و بوسیله عوامل طبیعی تنظیم می‌شود در حالیکه در با افزایش اندازه بانک بذر این تلفات وابسته به تراکم بوده و در نتیجه نوعی پس خور منفی بر قرار می‌گردد.

از سوی دیگر با افزایش تراکم بوته‌های یولاف وحشی در طی ۵ سال متوالی به دلیل رقابت بین بوته‌های علف هرز، وزن تک بوته‌ها کاهش یافته و منجر به تنظیم تلاش تولید مثلی خواهد شد. نتایج شبیه سازی نسان داد که تلاش تولید مثلی در طی زمان به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و بعد از ۳ سال بدون توجه به تراکم اولیه بانک بذر در



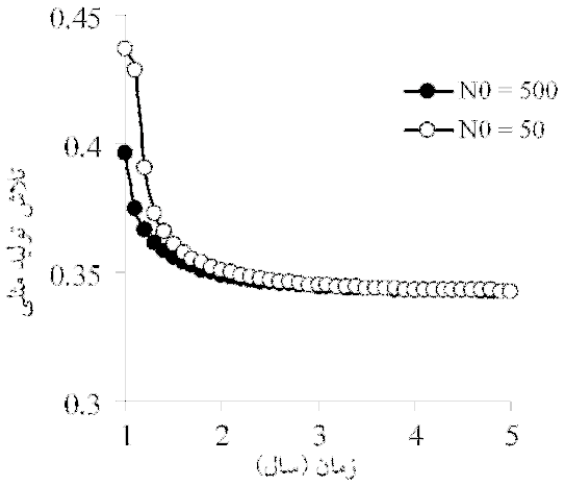
شکل ۵: شبیه سازی سرعت تغییرات بانک بذر یولاف وحشی در طی ۵ سال با دو مقدار اولیه بذر در خاک، شبیه سازی بدون حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل انجام شده است.



شکل ۶: شبیه سازی میزان تلفات از بانک بذر یولاف وحشی بعنوان تابعی از اندازه بانک با دو مقدار اولیه بذر در خاک، شبیه سازی بدون حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷: شبیه سازی تلاش تولید مثلی یولاف وحشی در طی ۵ سال متوالی با دو مقدار اولیه بذر در خاک، شبیه سازی بدون حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل انجام شده است.

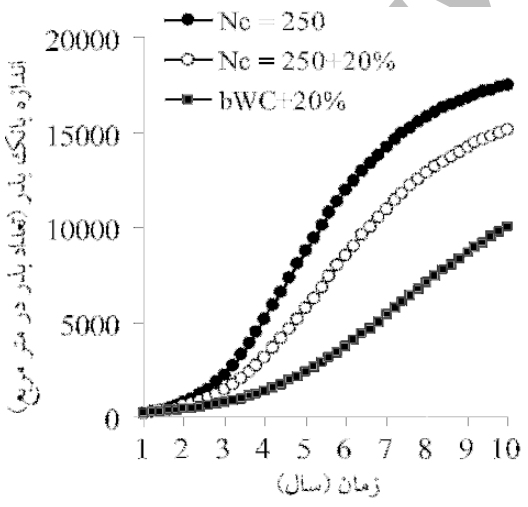
محدوده ۰/۳۵ به ثبات می‌رسد (شکل ۷). میانگین تلاش تولید مثلی یولاف وحشی در حدود ۰/۵–۰/۴۸ گزارش شده است (۳۹، ۴۷). تغییرات مشاهده شده در شکل ۶ به دلیل وابسته بودن تلاش تولید مثلی به تراکم یولاف وحشی است که تنظیم کننده وزن بوته‌ها می‌باشد (شکل ۳).

شبیه سازی پویایی بانک بذر یولاف در حضور گندم

نتایج ارائه شده در قسمت‌های قبلی پویایی بانک بذر یولاف وحشی در شرایط رقابت درون گونه‌ای و بدون حضور گندم توصیف گردید. حضور گندم به دلیل ایجاد رقابت درون گونه‌ای پویایی بانک بذر علف هرز را تحت تاثیر قرار خواهد داد. نتایج مدلسازی نشان داد که اندازه بانک بذر یولاف به تراکم اولیه بذر در خاک وابسته نیست (شکل ۴). بنابراین در شبیه سازی با حضور گندم تراکم اوایه بذور یولاف در خاک معادل ۱۰۰ بذر در متر مربع خاک در نظر گرفته شد. آنالیز حساسیت بر روی پارامترهای مدل نشان داد که تراکم گندم (*Nc*، تعداد بذر گندم در متر مربع) و ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف وحشی (*bwc*، معادله ۹) مهمترین پارامترهای موثر بر پویایی بانک بذر علف هرز می‌باشند. لذا شبیه سازی بمنظور بررسی نقش این پارامترها انجام گرفت.

در تراکم ثابت گندم (۲۵۰ بذر در متر مربع خاک) اندازه بانک بذر در مقایسه با شرایط عدم حضور گندم به‌طور چشمگیری کاهش یافت (شکلهای ۴ و ۸). در کشت خالص یولاف بانک بذر بعد از ۵ سال از شروع شبیه سازی در اندازه حدود ۲۰۰۰۰ بذر در متر مربع خاک به تعادل رسید در حالیکه با حصور گندم پس از ۵ سال اندازه بانک بذر علف هرز بمراتب کمتر بوده و تعادل پس از ۱۰ سال حاصل شد (شکل ۸). این نتایج نشان می‌دهد که حضور گیاه زراعی حتی بدون اجرای عملیات کنترل بر تنظیم اندازه بانک بذر علف هرز تاثیر خواهد گذاشت.

در ادامه تراکم گندم در مدل به اندازه ۲۰٪ افزایش داده شد. در این شرایط اندازه بانک بذر بعد از ۵ سال به حدود ۵۰۰۰ و بعد از ۱۰ سال به حدود ۱۵۰۰۰ بذر در متر مربع خاک رسید (شکل ۸). به عبارت دیگر با افزایش رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف، قدرت تولید بذر علف هرز بشدت کاهش یافته است. این امر که به دلیل کاهش وزن تک بوته‌های یولاف وحشی و در نتیجه تولید بذر کمتر توسط علف هرز می‌باشد، نقش تراکم گیاه زراعی را در کنترل اندازه بانک بذر علف هرز تایید می‌کند.



شکل ۸: شبیه سازی اندازه بانک بذر یولاف وحشی در طی ۱۰ سال در حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل، شبیه سازی در سه شرایط با تراکم ثابت گندم، ۲۰٪ افزایش تراکم گندم و ۲۰٪ افزایش ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف انجام شده است. تراکم اولیه یولاف معادل ۱۰۰ بذر در متر مربع خاک فرض شده است.

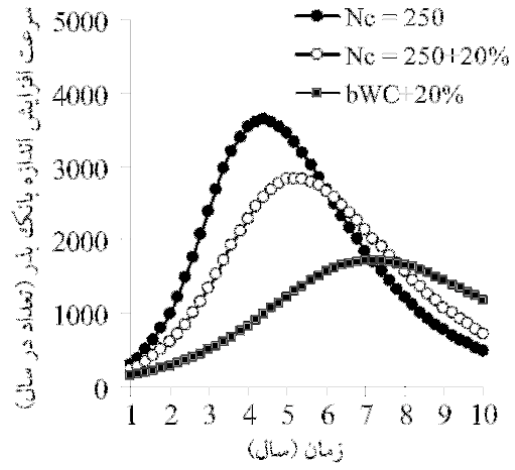
Archive of SID

www.SID.ir

افزایش ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف به اندازه ۲۰٪ در مقایسه با افزایش ۲۰ درصدی تراکم گندم تاثیر بمراتب بیشتری در کاهش اندازه بانک بذر علف هرز داشت (شکل ۸). به‌طوریکه در این شرایط اندازه بانک بذر بعد از ۵ سال کشت متوالی گندم و بدون کنترل یولاف کمتر از ۲۵۰۰ بذر در متر مربع بود و پس از ۱۰ سال نیز به تعادل نرسید.

گیلن پورتال و استوگارد (۲۲) نشان دادند که افزایش تراکم نقش تعیین کننده‌ای در کاهش اثرات رقابتی یولاف وحشی دارد. مارتین و فیلد (۲۵) نیز با بررسی رقابت گندم و یولاف وحشی در مرحل رشد رویشی تاثیر تراکم گندم بر کاهش بیومس یولاف را مورد تاکید قرار دادند. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم گیاه زراعی از طریق کاهش وزن تک بوته‌های علف هرز، تولید بذر به ازاء هر بوته یولاف را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

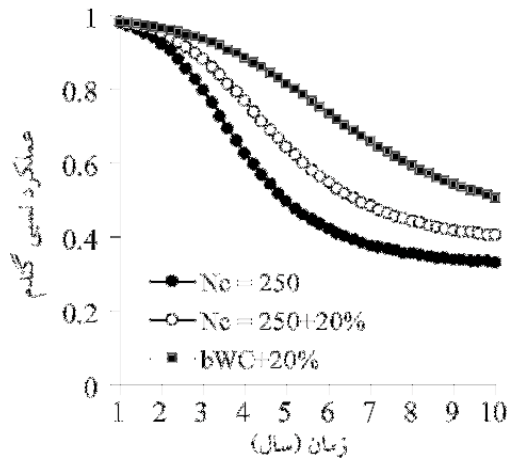
در شکل ۹ نتایج شبیه سازی سرعت تغییرات اندازه بانک بذر یولاف در سه شرایط مختلف ارائه شده است. این نتایج بوضوح نشان دهنده تاثیر روشهای مدیریت بویژه ضریب رقابت گندم بر تنظیم سرعت تولید بذر علف هرز است. در هر سه شرایط شبیه سازی سرعت تغییر اندازه بانک بذر کمتر از ۳۰٪ این سرعت در پوشش خالص یولاف (شکل ۵) بود. البته در هیچیک از شرایط ارائه شده در شکل ۹ بانک بذر حتی پس از ۱۰ سال کشت متوالی گندم نیز به تعادل نرسیده و در واقع سرعت ورود بذر به خاک بیشتر از سرعت خروجی می باشد. لازم به ذکر است که تعادل بانک بذر زمانی حاصل خواهد شد که سرعت خالص ثغییرات برابر صفر شود در این حالت تعادل سیستم دینامیک بوده و جریان ورود و خروج بذر ادامه می یابد (۳۷).



شکل ۹: شبیه سازی سرعت تغییر در اندازه بانک بذر یولاف وحشی در طی ۱۰ سال در حضور گندم و در غیاب عملیات کنترل، شبیه سازی در سه شرایط با تراکم ثابت گندم، ۲۰٪ افزایش تراکم گندم و ۲۰٪ افزایش ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف انجام شده است. تراکم اولیه یولاف معادل ۱۰۰ بذر در متر مربع خاک فرض شده است.

به منظور ارزیابی تلفات عملکرد گندم در رقابت با یولاف و تاثیر ذخایر بانک بذر بر تغییرات دراز مدت خسارت، عملکرد گندم در تراکم ثابت ۲۵۰ بوته در متر مربع بدون حضور یولاف برآورد شد و سپس نسبت عملکرد در کشت خالص گندم به عملکرد آن در حضور یولاف (عملکرد نسبی گندم) در شرایط مختلف مدیریت شبیه سازی گردید (شکل ۱۰). نتایج نشان داد که در هر سه شرایط مورد بررسی عملکرد نسبی گندم در طول زمان کاهش می یابد. البته افزایش تراکم گندم و بالا بردن ضریب رقابتی تاثیر چشمگیری بر حفظ عملکرد نسبی گندم داشت.بطوریکه با ۲۰٪ افزایش ضریب رقابت گندم، عملکرد نسبی بعد از ۵ سال بدون عملیات کنترل علف هرز در حدود ۰/۸۷ بود.

در توافق با نتایج حاصل از مدل، تاثیر تراکم گندم بر



شکل ۱۰: شبیه سازی عملکرد نسبی گندم در طی ۱۰ سال در حضور یولاف و در غیاب عملیات کنترل، شبیه سازی در سه شرایط با تراکم ثابت گندم، ۲۰٪ افزایش تراکم گندم و ۲۰٪ افزایش ضریب رقابت بین گونه‌ای گندم با یولاف انجام شده است. تراکم اولیه یولاف معادل ۱۰۰ بذر در متر مربع خاک فرض شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش خسارت ناشی علفهای هرز توسط بسیاری از محققین گزارش شده است. برای مثال واینر و همکاران (۴۳) گزارش دادند که افزایش ۳۰ تا ۵۰ درصدی تراکم گندم، با سرکوب علفهای هرز عملکرد را به‌طور معنی داری افزایش می‌دهد. لازم به ذکر است که عوامل دیگری از جمله زمان نسبی سبز شدن یولاف نسبت به گندم نیز در خسارت علف هرز موثر می‌باشند (۳۴). ویلنبورگ و همکاران (۴۵) نشان دادند که زمان نسبی سبز شدن علاوه بر افزایش خسارت، تعداد بذور تولید شده توسط یولاف را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد که اضافه کردن مفهومی در مدلهای بانک بذر قابلیت پیش بینی آن را بهبود خواهد بخشید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ضریب رقابتی گندم در مقابل یولاف نقش تعیین کننده‌ای در تنظیم اندازه بانک بذر و کاهش خسارت این علف هرز در گندم دارد. مطالعه مکانیزم‌های رقابتی بین یولاف وحشی و گندم و نقش صفات مختلف از جمله خصوصیات مورفوفیزیولوژیک (۳)، ساختار کانوپی و تاثیر آن بر جذب نور (۱، ۱۸) نشان دهنده امکان انتخاب یا اصلاح ارقامی از گندم با قدرت رقابت بالا در مقابل این علف هرز است. در همین ارتباط تفاوت ژنوتیپ‌های گندم در رقابت با یولاف وحشی توسط محققین گزارش شده است (۱، ۱۵). بهبود قدرت رقابتی گندم در مقابل یولاف منجر به افزایش ضریب رقابتی گندم (bwc) خواهد شد و نتایج شبیه سازی بوسیله مدل حاضر نیز نقش تعیین کننده این ضریب را بر کنترل جمعیت یولاف تایید می‌کند.

در این تحقیق مدل ساده‌ای برای پیش بینی تغییرات بانک بذر یولاف وحشی در حضور گندم و بدون عملیات کنترل تهیه و مورد ارزیابی قرار گرفت. نصیری و کوچکی (۳۱) فرم کامل تری از این مدل را برای پیش بینی بانک بذر یولاف و با اجرای عملیات کنترل مورد استفاده قرار دادند. باوجودیکه در این مدل نسبت به انواع مشابه اصلاحاتی صورت گرفته است ولی لازم است تا در آینده برخی کاستی‌های آن برطرف گردد. مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی از جمله بافت خاک (۱۱)، رطوبت موجود در خاک (۲۹)، عمق و روش شخم (۴۲)، عمق قرار گیری بذر و جابجایی بذور بعد از اجرای شخم (۴۱)، و خواب بذر (۳۵) بر جوانه زنی، سبز شدن و در نهایت پویایی بانک بذر علفهای هرز موثر می‌باشند. تعریف چنین متغیرهایی در مدل مستلزم آزمایشات گسترده‌ای است که علیرغم پیچیدگی، انجام آنها به دلیل اهمیت آگاهی دقیق از پویایی بانک بذر در مدیریت علفهای هرز ضروری به نظر می‌رسد.

قدردانی

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (طرح پژوهه) تامین گردید که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- احمدوند، گ. ۱۳۸۱. بررسی ساختار کانوپی و کارایی جذب و مصرف نور و نیتروژن در رقابت درون وبین گونه ای گندم و یولاف وحشی. پایان نامه دکتری در رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- اقبالی، ش.، ع.، کوچکی و م.، نصیری، ۱۳۸۴. بررسی تاثیر برخی روشهای مدیریت علفهای هرز بر عملکرد سیب زمینی در دو سیستم شخم حفاظتی و متداول. مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۳: ۱۹۴-۱۸۳.

۳- جعفر نژاد، ا. ۱۳۸۱. بررسی خصوصیات مرفوفیزیولوژیک موتر بر قدرت رقابت ارقام گندم با علفهای هرز منداب و یولاف وحشی. پایان نامه دکتری در رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- راستگو، م.، ع. قنبری، م. بنایان اول و ح. رحیمیان. ۱۳۸۴. اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن و تراکم علف هرز بر تولید بذر خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) در گندم پاییزه. مجله پژوهشهای زراعی ایران،(۱)۳: ۵۶-۴۵.

۵- راشد، م.ح.، سیاه مرگویی، آ.، نصیری، م. خرقانی، ف. و آ. اشرافی، ۱۳۸۴. اثر تناوب زراعی بر ترکیب، تراکم و نحوه پراکنش گیاهچه‌های علف هرز. علوم و صنایع کشاورزی، ۱۹: ۱۴۶-۱۳۷.

۶- عطاران، ا.م. ۱۳۷۹. بررسی اثرات رقابتی یولاف وحشی با سه رقم گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علفهای هرز، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- کوچکی،ع. و م. نصیری محلاتی، ۱۳۸۴. تاثیر سطوح مصرف نهاده بر بانک بذر علفهای هرز در مزارع گندم مشهد. مجله پژوهشهای زراعی ایران،(۱)۳: ۱۰۲-۸۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۸- مکاریان، ح.، راشد، م.، بنایان، م. و م. نصیری، ۱۳۸۵. بررسی الگوی پراکنش مکانی بانک بذر علفهای هرز زعفران با استفاده از ژئواستاتیستیک. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۰: ۱۴۷-۱۳۳.

۹- وصال، س.ر.، باقری، ع. و ا. نظامی. ۱۳۸۲. دینامیک علفهای هرز نخود تحت تاثیر وجین و تراکم بوته نخود در شرایط آبی و دیم شمال خراسان. مجله پژوهشهای زراعی ایرن، ۱: ۷۰-۶۱.

10- Bastiaans, L., M.J. Kropff, J., Goudriaan, and H.H., van Laar, 2000. Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modeling crop-weed interactions. Field Crops Research, 67: 161-179.

11- Benvenuti, S. 2003. Soil texture involvement in germination and emergence of buried weed seeds. Agronomy Journal, 95: 191-198.

12- Cavers, P.B. and D.L., Benoit. 1989. Seed banks in arable lands. In: M.A. Leck, V.T. Parker, and R.L. Simpson (eds.) Ecology of soil seed banks. Academic Press, p. 403.

13- Clements, D.R., D.L. Benoit and C.J., Swanton. 1996. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. Weed Science, 44:314-322.

14- Colbach, N., J.R., Estrade, B., Chauvel, and J., Caneill, 2000. Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. European Journal of Agronomy, 13: 111–124.

15- Cousens, R., G.J., Rebetzke, and A.G., Barnett. 2003. Dynamics of competition between wheat and oat: II. Effects of dwarfing genes. Agronomy Journal, 95: 1305-1313.

16- Cousens, R., 1985. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 105: 513-521.

17- Cousens, R., and M., Mortimer, 1995. Dynamics of Weed Populations. Cambridge University Press, 285 p.

18- Cudney, D.W., L. S., Jordan and A.E., Hall. 1991. Effect of wild oat (*Avena fatua*) infestation on light interception and growth rate of wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science, 39: 175-179.

19- Cussans, G.W. and S.R. Moss. 1982. Population dynamics of annual grass weeds. Proceedings of British Crop Protection Symposium, pp. 91-98.

20- Dekker, J. 1999. Soil weed seed banks and weed management. Joutnal of Crop Production, 2:139-166.

21- Derksen, D.A., R.L., Anderson, R.E,. Blackshaw and B., Maxwell, 2002. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, 94:174–185.

22- Guillen-Portal, F.R., R.N., Stougaard, Q.W., Xue and K.M., Eskridge. 2006. Compensatory mechanisms associated with the effect of spring wheat seed size on wild oat competition. Crop Science, 46**:** 935-945.

23- Loague, K. and R.E., Green, 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. Journal Contaminant Hydrology**,** 7: 51–73.

24- Martin, M.P.L.D. and R.J., Field. 2006. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. Weed Research, 28: 111-116.

25- Martin, M.P.L.D. and R.J., Field. 2006. Competition between vegetative plants of wild oat (*Avena fatua L.*) and wheat (*Triticum aestivum L.*). Weed Research, 27: 119-124.

26- Maxwell, B., and R., Sheley. 1997. Noxious weed population dynamics educational model. Weed Technology, 11: 182-188.

27- Maxwell, B.D., R.G., Richard, and M., Brelsford. 2007. Wild oat (*Avena fatua*) seed bank dynamics in transition to organic wheat production systems. Weed Science, 55**:** 212-217.

28- Mickelson, J.A. and R.N., Stougaard. 2003. Assessment of soil sampling methods to estimate wild oat (*Avena fatua*) seed bank populations. Weed Science, 51: 226-230.

29- Mickelson, J.A. and W.E., Grey. 2006. Effect of soil water content on wild oat (*Avena fatua*) seed mortality and seedling emergence. Weed Science, 54**:** 255-262.

30- Minami, S. and A., Azuma. 2003. Various flying modes of wind-dispersal seeds. Journal of Theoretical Biology 225: 1–14.

31- Nassiri, M. and A., Koocheki, 2009. Effects of weed control practices and economic threshold on wild oat (*Avena fatua*) seed bank dynamics in wheat fields: simulation study. (in preparation).

32- O'Donovan, J.T., R.E.,Blackshaw, K.N., Harker, G.W., Clayton and R., McKenzie. 2005. Variable crop plant establishment contributes to differences in competitiveness with wild oat among cereal varieties. Canadian Journal of Plant Science, 85**:** 771-776.

33- Pannell, D.J., V., Stewart, A., Bennett, M., Monjardino, C., Schmidt and S.B., Powles. 2004. RIM: a bioeconomic model for integrated weed management of *Lolium rigidum* in Western Australia. Agricultural Systems, 79: 305-325.

34- Pekrun, C., P.W., Lane and P.J.W., Lutman. 2004. Modelling seedbank dynamics of volunteer oilseed rape (*Brassica napus).* Agricultural Systems, 79: 402-417.

35- Peters, N.C.B., 1991. Seed dormancy and seedling emergence studies in *Avena fatua* L., Weed Research, 31: 107-116.

Archive of SID

www.SID.ir

36- Rahman, A., T.K., James, J.M., Mellosp and N., Grbavac, 2001. Weed seed bank dynamics in maize under different herbicide regimes. New Zealand Plant Protection 54:168-173

37- Sester, M., C., Durr, H., Darmency and N. Colbach. 2006. Evolution of weed beet (*Beta vulgaris* L.) seed bank: Quantification of seed survival, dormancy, germination and pre-emergence growth. European Journal of Agronomy, 24: 19-25.

38- Smith, J., P., Smith and T., Addiscott, 1996. Quantitative methods to evaluate and compare Soil Organic Matter (SOM) mdels. In: Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets, NATO ASI Series, Series I: Global Environmental Change, Vol. 38 (eds D., Powlson, P., Smith and J., Smith), 181-199, Springer-Verlag Berlin, Germany.

39- Spitters, C.G.T. 1989. Weeds population dynamics, germination and competition. In: R. Robbinge, S.A., Ward and H.H. van Laar (eds.). Simulation and system management in crop protection. Simulation Monograph, 32, Pudoc, Wageningen, pp. 182-216, 332-346.

40- Spitters, C.G.T. 1989. On descriptive and mechanistic models for inter-plant competition, with particular reference to crop-weed interaction. In: Theorethical Production Ecology: Reflections and Prospects. (eds. Rabbinge, R., Goudriaan, J., van Keulen, H., Pening de Vries, F.W.T., van Laar, H.H.). pp. 217-236. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.

41- Swanton, C.J., and A., Shrestha. 2001. Tillage, soil type and weed seed bank dynamics. Ontario Corn Producer March 2001. p. 28.

42- Vidotto, F., A., Ferrero and G., Ducco. 2001. A mathematical model to predict the population dynamics of *Oryza sativa* var. sylvatica. Weed Research, 41: 407-420.

43- Weiner, J., .H.W., Gripentorg and L., Kristensen, 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. Journal of Applied Ecology, 38:784-790.

44- Wille, M.J., D.C.,Thill and W.J., Price. 1998. Wild oat (*Avena fatua*) seed production in spring barley (*Hordeum vulgare*) is affected by the interaction of wild oat density and herbicide rate. Weed Science, 46: 336-343.

45- Willenborg, C.J., W.E., May, R.H., Gulden, G.P., Lafond and S.J., Shirtliffe. 2005. Influence of wild oat (*Avena fatua*) relative time of emergence and density on cultivated oat yield, wild oat seed production, and wild oat contamination. Weed Science, 53: 342-352.

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

47- Wilson, B.J., R., Cousens and G.W., Cussans, 1984. Exercises in modeling populations of *Avena fatua* L. to aid strategic planning for the long term control of this weed in cereals. Proceedings 7th International symposium on Weed Biology, Ecology and Systematics. COLUMA/EWRS, Paris, pp. 287-294.

48- Zorner, P.S., R.L., Zimdahl and E.E., Schweizer, 2006. Sources of viable seed loss in buried dormant and non-dormant populations of wild oat (*Avena fatua* L.) seed in Colorado. Weed Research, 24: 143-150.

Archive of SID

www.SID.ir

Modelling seed bank dynamics of wild oat (*Avena fatua*) in wheat fields

M. Nassiri Mahallati, A. Koocheki, A. Siahmarguee[1]

Abstract

Wild oat seed bank dynamics was studied using a multi-stage single cohort population model. The model predicts the size of seed bank on the basis of seed outputs (germination and mortality) and inputs (produced seeds per plant and seed burial) with annual step. Seed mortality in soil is density dependent and reproductive effort of wild oat is described based on allometric relation between individual plant weight of weed and number of produced seeds per plant. The effect of wheat and wild oat densities on biomass of species in mixture is defined by using hyperbolic equations with predefined competition coefficients. Model was used for simulation of wild oat seed bank dynamics without control measures after calibration and validation against field data. The results showed that in pure stand of wild oat size of seed bank was independent to the initial seed density and reached to equilibrium after 5 years. This was due to reduction in reproductive effort of wild oat at high weed densities and increased density dependent seed mortality in soil, leading to equal input-output from seed bank. Sensitivity analysis on model parameters showed that in the presence of wheat, crop density and interspecific competition coefficient of wheat on wild oat were the most important factors in adjustment of the size of seed bank. An increase in wheat density by 20% or 20% increase in crop competition coefficient was able to drastically reduce annual rate of wild oat seed inputs to the soil. Relative wheat yield in weed infested field without control practices was 0.8 and 0.6 after 5 and 10 years, respectively when inter specific competition coefficient of wheat was increased by 20%. It was concluded that breeding wheat cultivars with higher competition ability against wild oat together with increasing wheat density are reliable management practices to prevent weed population in seed bank and yield loss.

Key words: Seed bank, population dynamics, competition, wild oat, wheat, modelling.

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Archive of SID

www.SID.ir