نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

شبیه‌سازی تلفات نیتروژن از مزارع گندم با استفاده از مدل CropSyst در گرگان

*الیاس سلطانی[۱]، افشین سلطانی[۲]، ابراهیم زینلی[۳] و علی دستمالچی[۴]

[۱]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران پردیس ابوریحان، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۰

چکیده

هدف از این مطالعه ارزیابی مدل CropSyst برای پیش‌بینی متغیرهای مربوط به چرخه نیتروژن در گندم و بررسی میزان هدررفت نیتروژن در سناریوهای مختلف مدیریتی تولید گندم در گرگان بود. ارزیابی مدل برای پیش‌بینی تجمع نیتروژن و نیتروژن باقی‌مانده بعد از برداشت گندم با استفاده از داده‌های ۱۶ مزرعه گندم انجام شد. شبیه‌سازی تلفات نیتروژن از مزارع گرگان برای یک دوره ٤٠ ساله (۲۰۰۸-۱۹٦۷) انجام شد. سناریوها عبارت از کشت آبی به‌صورت رایج، کشت آبی به‌صورت پرنهاده و کشت دیم به‌صورت کم‌نهاده بودند. نتایج نشان داد که مدل به‌خوبی می‌تواند عملکرد، تجمع نیتروژن و نیتروژن باقی‌مانده در مزارع گندم در گرگان را پیش‌بینی نماید. بیش‌ترین تلفات نیتروژن مربوط به هدررفت گازی نیتروژن از مزارع بود که با تغییر سناریو از کم‌نهاده (٤/٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌سمت پرنهاده (۱۲/٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) افزایش معنی‌داری نشان داد. تلفات از طریق فرار آمونیاک در سناریوهای کشت رایج، پرنهاده و کم‌نهاده به‌ترتیب ۷/٥، ۱۱ و ٤/٤ کیلوگرم نیتروژن بر هکتار بود. میزان تلفات از طریق دنیتریفیکاسیون نسبت به فرار آمونیاک بسیار کم‌تر بود. تلفات N_2O بین ۰/۳-۰/۱ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. بین سناریوها از نظر آب‌شویی کل و آب‌شویی نیترات از مزارع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میانگین کل آب‌شویی در سناریوها معادل

* مسئول مکاتبه: elias.soltani@ut.ac.ir

۵/۵ و میزان آب‌شویی نیترات ۳/۱ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. نتایج به‌دست آمده بیانگر آن بود که مصرف کود سرک اوره منجر به افزایش تلفات نیتروژن (فرار آمونیاک) می‌شود و تغییر نوع کود و یا مدیریت کودی می‌تواند باعث کاهش تلفات نیتروژن شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌شویی نیترات، تلفات نیتروژن، دنیتریفیکاسیون، فرار آمونیاک، گندم

مقدمه

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی برای تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود و در عین‌حال مصرف بی‌رویه آن خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی و افزایش گازهای گل‌خانه‌ای را در پی دارد. آب‌شویی نیترات از مزارع توسط پژوهشگران مختلفی گزارش شده است (رگاب و همکاران، ۱۹۹٦؛ دی‌پاز و راموس، ۲۰۰٤؛ جلالی، ۲۰۰۵؛ هو و همکاران، ۲۰۰۸؛ زینلی، ۲۰۰۹). فائو (۲۰۰۰) نیز گزارش نمود که ۸۰-٦۵ درصد از انتشار گاز N_2O که یکی از گازهای گل‌خانه‌ای است از فعالیت‌های کشاورزی به‌دست می‌آید. پیش‌بینی می‌شود، تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سال ۲۰۰۰ انتشار گاز N_2O از فعالیت‌های کشاورزی ٦۰-۳۵ درصد افزایش یابد که به‌دلیل افزایش مصرف کودهای نیتروژنی و اوره خروجی دام‌ها است (میلز و همکاران، ۲۰۰۹).

نیتروژن می‌تواند از سیستم خاک- گیاه به آب و اتمسفر منتقل شود و آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد نماید. مسیرهای خروج نیتروژن از سیستم خاک- گیاه عبارت از آب‌شویی، به‌طور غالب به شکل نیترات، دنیتریفیکاسیون و فرار آمونیاک هستند (پاتاک و همکاران، ۲۰۰٦) که دو مورد آخر تلفات به‌صورت گازی را شامل می‌شوند. غیرمتحرک‌شدن نیز باعث غیرقابل دسترس شدن نیتروژن می‌شود که موقتی است و طی فرآیند معدنی‌شدن دوباره به فرم قابل دسترس تبدیل می‌شود. بنابراین، آب‌شویی، دنیتریفیکاسیون و فرار آمونیاک عوامل مؤثر در تلفات نیتروژن از یک مزرعه گندم به‌شمار می‌روند.

اندازه‌گیری حالت‌های مختلف نیتروژن در سیستم خاک- آب- اتمسفر- گیاه کاری بسیار دشوار است و هزینه زیادی نیز در بر دارد. برخی از پژوهشگران به اندازه‌گیری نیتروژن در پروفیل خاک و گیاه مبادرت کرده‌اند (اربهی و همکاران، ۱۹۹۸؛ استوارت و همکاران، ۲۰۰٦؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰٦)، برای این کار نیاز است که از عمق‌های مختلف پروفیل خاک در مزارع مختلف و در طول فصل نمونه‌گیری شود که کاری بسیار دشوار است و همچنین اندازه‌گیری نیترات و آمونیوم در

آزمایشگاه نیز هزینه‌بر می‌باشد. اربهی و همکاران (۱۹۹۸) طی یک آزمایش دوساله در دانشگاه مینسوتا اثر مدیریت کود نیتروژن را بر آب‌شویی نیترات از مزارع سیب‌زمینی بررسی نموده و مقادیر تجمع نیتروژن در گیاه، مقدار باقی‌مانده نیتروژن و موازنه نیتروژن را اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان داد که میزان آب‌شویی نیترات در دو فصل زراعی مورد آزمایش با یکدیگر تفاوت داشت و در سالی که آب‌شویی بیش‌تر بود جذب نیتروژن توسط گیاه کم‌تر بود.

روش دیگری که می‌توان چرخه نیتروژن و تلفات آن را در یک مزرعه بررسی نمود استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی است. با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی می‌توان بعد از کالیبره کردن مدل برای شرایط محیطی موردنظر سناریوهای مختلف را بررسی نمود. کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی برای بهینه‌سازی مدیریت‌های زراعی رو به گسترش است و پژوهشگران مختلفی برای این منظور از این مدل‌ها استفاده کرده‌اند (هاسه‌گاوا و دنیسون، ۲۰۰۵؛ زوبیلاگا و همکاران، ۲۰۰۷؛ هلویگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ گیبونس و همکاران، ۲۰۰۵؛ آلوا و همکاران، ۲۰۰٤). هاسه‌گاوا و دنیسون (۲۰۰۵) از مدل CERES-wheat برای پیش‌بینی اثرهای بارندگی بر پویایی نیتروژن خاک در تناوب گندم و بقولات استفاده و مقادیر آب‌شویی نیترات و قابلیت دسترسی نیتروژن را برای حالت‌های مختلف ارزیابی نمودند. زوبیلاگا و همکاران (۲۰۰۷) نیز بعد از کالیبره‌کردن و ارزیابی مدل CERES-N مقادیر معدنی‌شدن نیتروژن در خاک مزارع را پیش‌بینی نمودند. گیبونس و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از مدل SUNDIAL استراتژی‌هایی برای بهینه‌سازی مدیریت کود و کاهش هدررفت نیترات از مزارع ارایه دادند. آلوا و همکاران (۲۰۰٤) نیز کاربرد مدل CropSyst را در شبیه‌سازی تولید سیب‌زمینی در آمریکا ارزیابی نمودند. ایشان نشان دادند که با استفاده از این مدل می‌توان پویایی نیتروژن در سطوح مختلف نیتروژن و مدیریت آب را در تولید گیاهان زراعی بررسی نمود.

در این راستا، هدف از این مطالعه ارزیابی مدل CropSyst برای پیش‌بینی متغیرهای مربوط به چرخه نیتروژن در گندم و بررسی میزان هدررفت نیتروژن در سناریوهای مختلف مدیریتی تولید گندم در شرایط گرگان بود.

مواد و روش‌ها

CropSyst یک مدل ساده است، با استفاده از این مدل می‌توان اثر مدیریت و شرایط محیطی مختلف را بر سیستم‌های زراعی بررسی نمود (استوکل و نلسون، ۲۰۰۰). این مدل می‌تواند موازنه آب

خاک، موازنه نیتروژن خاک- گیاه، رشد کانوپی و ریشه گیاه زراعی، تولید ماده خشک، عملکرد، تغییرات در بقایای خاک و فرسایش خاک را شبیه‌سازی نماید (استوکل و نلسون، ۲۰۰۰). ورودی‌های این مدل شامل فایل اطلاعات هواشناسی به‌صورت داده‌های روزانه و همچنین فایل‌های اطلاعات خاک، مدیریت زراعی، تناوب زراعی و گیاه زراعی می‌باشد (استوکل و نلسون، ۲۰۰۰).

موازنه نیتروژن معدنی در مدل CropSyst شامل موازنه نیترات و آمونیوم می‌شود. فرآیندهای مورد نیاز برای شبیه‌سازی موازنه نیتروژن شامل تبدیلات[1] نیتروژن در محلول خاک، جذب سطحی آمونیوم، تثبیت هم‌زیست نیتروژن، میزان تقاضای گیاه زراعی به نیتروژن و جذب نیتروژن توسط گیاه زراعی می‌شوند (استوکل و همکاران، ۲۰۰۳). در مدل CropSyst تغییر شکل نیتروژن (معدنی‌شدن، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون) و جذب سطحی آمونیوم از طریق روش استوکل و کمپبل (۱۹۸۹) محاسبه می‌شود.

ارزیابی مدل: در این مطالعه پیش‌بینی مدل CropSyst برای مقدار تجمع نیتروژن و نیتروژن باقی‌مانده بعد از برداشت گندم ارزیابی شد. برای ارزیابی این مدل در پیش‌بینی مقدار باقی‌مانده نیتروژن خاک از داده‌های پژوهش دیگری که توسط نگارندگان با هدف بررسی تغذیه نیتروژنی گندم در گرگان صورت گرفته بود، استفاده شد (زینلی و همکاران، ۲۰۰۹؛ زینلی، ۲۰۰۹). در این پژوهش نمونه‌گیری از خاک ۱٦ مزرعه در عمق‌های ۳۰-۰، ٦۰-۳۰، ۹۰-٦۰، ۱۲۰-۹۰ و ۱۵۰-۱۲۰ سانتی‌متر صورت گرفته بود و درصد شن، رس و سیلت، اسیدیته، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری، مقدار نیترات و آمونیوم باقی‌مانده و هدایت الکتریکی تعیین شده بود. جزئیات بیش‌تر این اندازه‌گیری‌ها توسط زینلی (۲۰۰۹) و زینلی و همکاران (۲۰۰۹) منتشر شده است.

برای ارزیابی از جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب تغییرات و میزان انحراف از خط ۱:۱ و ۲۰± درصد از آن استفاده شد. تجزیه آماری براساس رویه GLM (سلطانی، ۲۰۰۷) انجام شد.

توصیف مکان و سناریوها: استان گلستان با مساحت ۲۰۳۱۱/٦ کیلومترمربع در شمال‌شرقی ایران و جنوب‌شرقی دریای خزر قرار گرفته است. این استان بین عرض‌های جغرافیایی ۳٦ درجه و ۲٤ دقیقه و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه و ۵٦ درجه و ۱٤ دقیقه شرقی واقع شده است. میانگین درازمدت بارندگی سالانه در منطقه گرگان ٦۰۷ میلی‌متر است. خاک‌های این منطقه لسی بوده

1- Transformation

و به‌طور معمول دارای مقدار زیادی سیلت و مقدار کمی شن می‌باشند. بافت‌های غالب منطقه خاک‌های منطقه لوم، لوم سیلتی، لوم رسی سیلتی و لوم رسی هستند.

شبیه‌سازی تلفات نیتروژن از مزارع گرگان برای یک دوره ٤٠ ساله (٢٠٠٨-١٩٦٧) انجام شد. برای این شبیه‌سازی‌ها سه سناریو مدیریت زراعی در منطقه انتخاب شدند. سناریوها عبارت از: ١) کشت آبی به‌صورت رایج، ٢) کشت آبی به‌صورت پرنهاده و ٣) کشت دیم به‌صورت کم‌نهاده بودند. مدیریت زراعی صورت گرفته در هر یک از این سناریوها در جدول ١ نشان داده شده است.

جدول ١- مدیریت‌های زراعی در سه سناریو کشت گندم در گرگان.

مدیریت	سناریو		
	کشت آبی به‌صورت رایج	کشت آبی به‌صورت پرنهاده	کشت دیم به‌صورت کم‌نهاده
رقم	تجن	تجن	کوهدشت
تاریخ کاشت	١٥ آذر	١٥ آذر	١٥ آذر
میزان بذر (کیلوگرم در هکتار)	١٨٠	٢٠٠	١٧٠
کود اوره (کیلوگرم در هکتار) به‌صورت پایه	٥٠	٥٠	٥٠
کود سرک اوره (کیلوگرم در هکتار) در زمان پنجه‌زنی	٧٥	٧٥	٧٥
کود سرک اوره (کیلوگرم در هکتار) در زمان ساقه‌رفتن	٥٠	٧٥	-
کود سرک اوره (کیلوگرم در هکتار) در زمان آبستنی	-	٥٠	-
آبیاری (میلی‌متر) در زمان شروع پرشدن دانه	٦٠	٦٠	-
آبیاری (میلی‌متر) در زمان اواسط پرشدن دانه	-	٧٠	-

شبیه‌سازی تلفات نیتروژن از خاک مستلزم دادن پارامترهای مختلفی است، به همین دلیل مشخصات خاک تیپیک منطقه از مطالعه ١٦ مزرعه تولید گندم در گرگان به‌دست آمد که توضیحات بیش‌تر توسط زینلی و همکاران (٢٠٠٩) و زینلی (٢٠٠٩) ارایه شده است.

محصول پیشین سویا و مقدار بقایای ریشه و اندام‌های هوایی آن پس از برداشت ١٢٠٠ کیلوگرم در نظر گرفته شد. داده‌های هواشناسی روزانه درازمدت (شامل بارندگی، دمای حداقل و حداکثر و تشعشع خورشیدی (از ساعت‌های آفتابی) از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک هاشم‌آباد دریافت گردید. ویژگی‌های ارقام یکی از ورودی‌های مدل است که در پژوهش‌های قبلی نگارندگان به‌دست آمده است.

تجزیه داده‌ها در غالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت که در آن هر سناریو (تولید آبی گندم به‌صورت رایج، تولید آبی به‌صورت پرنهاده و تولید در شرایط دیم به‌صورت کم‌نهاده) به‌عنوان یک تیمار و هر سال (۲۰۰۸-۱۹٦۷) به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه‌های میانگین با استفاده از آزمون مقایسه‌های میانگین LSD انجام شد.

نتایج

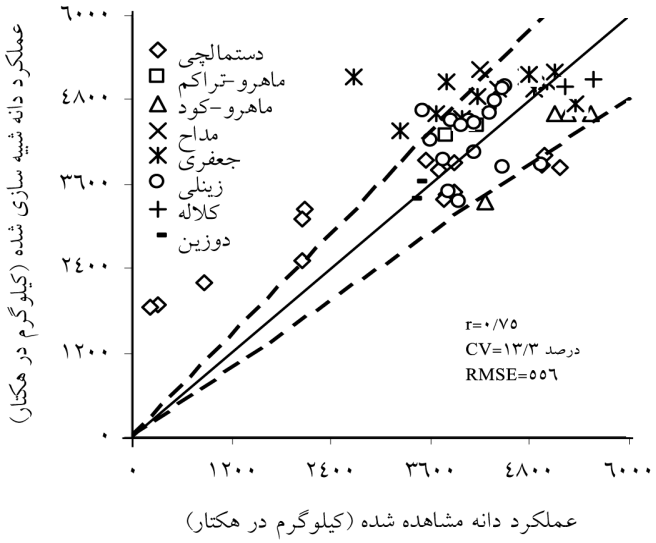
ارزیابی مدل: ارزیابی مدل CropSyst در نمو، تشکیل عملکرد و تجمع نیتروژن پیش از این در پژوهش دیگری که توسط نگارندگان انجام شده است و نتایج آن به‌طور کامل توسط دستمالچی (۲۰۰۹) و دستمالچی و همکاران (۲۰۱۰) ارایه شده است. در این‌جا توضیح‌های مختصری در مورد ارزیابی مدل در پیش‌بینی عملکرد و تجمع نیتروژن ارایه می‌شود.

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مدل در پیش‌بینی عملکرد در شکل ۱ مشاهده می‌شود. RMSE برای عملکرد شبیه‌سازی شده و مقدار مشاهده شده آن برابر ٥٥٦ کیلوگرم در هکتار بود که ۱۳/۳ درصد میانگین عملکرد مشاهده شده است. ضریب همبستگی بین عملکرد شبیه‌سازی شده و مقدار واقعی آن ۰/۷٥ بود (شکل ۱). مدل CropSyst در پیش‌بینی میزان تجمع نیتروژن نیز دقت خوبی داشت. RMSE برای مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده تجمع نیتروژن تاج در گرده‌افشانی و رسیدگی به‌ترتیب ۷/۹ و ۱۲/۷ کیلوگرم در هکتار بود، که به‌ترتیب ٦/۲ و ۸/۸ درصد میانگین مشاهده شده آن‌ها است (شکل ۲). همچنین مقدار ضریب همبستگی بین تجمع نیتروژن شبیه‌سازی شده در تاج در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی با مقادیر اندازه‌گیری شده آن‌ها به‌ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۷٥ بود (شکل ۲).

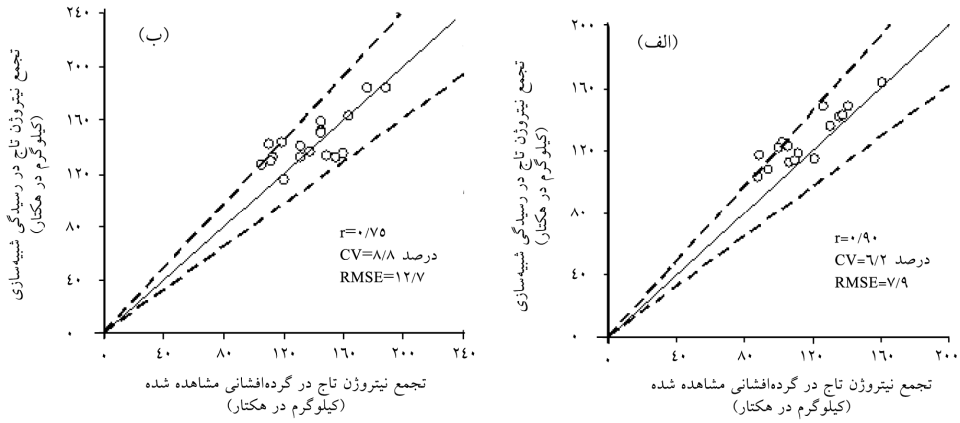
مقادیر باقی‌مانده نیتروژن که توسط مدل CropSyst پیش‌بینی شدند تا حد زیادی مشابه داده‌های مشاهده شده بود (شکل ۳). مقدار RMSE، برای مقادیر شبیه‌سازی شده نیترات و آمونیوم باقی‌مانده در خاک و مقدار مشاهده شده آن برابر ۱۳/۸۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و ۲۳ درصد مقدار مشاهده شده نیتروژن باقی‌مانده است که نشان می‌دهد مدل خطای به‌نسبت قابل‌قبولی در پیش‌بینی مقدار نیتروژن باقی‌مانده در خاک داشته است. ضریب همبستگی بین میزان نیترات و آمونیوم باقی‌مانده که توسط مدل پیش‌بینی شده بود در مقابل داده‌های مشاهده‌شده معادل ۰/٦٤ بود (شکل ۳) که بیانگر رضایت‌بخش بودن مدل است. بنابراین، نتایج این پژوهش نشان داد که از مدل CropSyst می‌توان

به‌خوبی برای پیش‌بینی تلفات نیتروژن از خاک در مزارع تولید گندم در گرگان استفاده نمود. بنابراین، از این مدل برای بررسی تلفات نیتروژن در سناریوهای مختلف کشت گندم در گرگان استفاده شد.

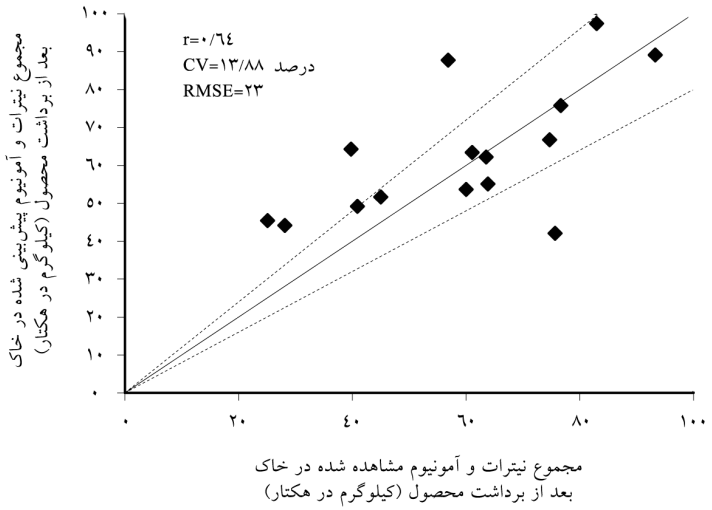
پژوهشگران دیگری نیز به‌طور موفقیت‌آمیزی از این مدل برای شبیه‌سازی رشد، عملکرد و موازنه نیتروژن در سیستم خاک- گیاه استفاده کرده‌اند (دستمالچی، ۲۰۰۹؛ دستمالچی و همکاران، ۲۰۱۰؛ پالا، ۱۹۹٦؛ دوئری و همکاران، ۲۰۰۷). دستمالچی (۲۰۰۹) مدل CropSyst برای پیش‌بینی فنولوژی، شاخص سطح برگ، محتوای نیتروژن گیاه، بیوماس تجمعی بالای سطح خاک و عملکرد دانه ٤ رقم گندم (کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) که از ارقام مورد استفاده در استان گلستان هستند، مورد استفاده قرار دادند و در تمام موارد یادشده نتایج قابل‌قبولی به‌دست آمد. پالا و همکاران (۱۹۹٦) از مدل CropSyst برای پیش‌بینی محتوای نیتروژن گیاه استفاده نمودند و نشان دادند که از این مدل می‌توان به‌خوبی محتوای نیتروژن گیاه را پیش‌بینی نمود. آلوا و همکاران (۲۰۰٤) نیز با استفاده از مدل CropSyst میزان جذب نیتروژن توسط گیاه، میزان نیتروژن در منطقه ریشه، میزان نیتروژن آب‌شویی شده در تولید سیب‌زمینی به‌دست آوردند.



شکل ۱- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده عملکرد دانه.
خط ۱:۱ و خطوط ۲۰± درصد نیز در شکل آورده شده‌اند.



شکل ۲- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده تجمع نیتروژن تاج در گرده‌افشانی و رسیدگی.
خط ۱:۱ و خطوط ۲۰± درصد نیز در شکل آورده شده‌اند.



شکل ۳- مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده مقدار آمونیوم و نیترات بعد از برداشت گندم در پروفیل خاک.
خط ۱:۱ و خطوط ۲۰± درصد نیز در شکل آورده شده‌اند.

هدررفت نیتروژن از مزارع تولید گندم: جدول ۲ تجزیه واریانس شبیه‌سازی عملکرد و هدررفت نیتروژن از منطقه ریشه را نشان می‌دهد. بین سناریوهای مختلف تولید گندم تفاوت معنی‌داری بین

عملکرد و جذب نیتروژن توسط گیاه مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد گندم مربوط به سناریو تولید آبی با مصرف نهاده بالا بود ولی اختلاف معنی‌داری با تولید آبی به‌صورت رایج نداشت (جدول ۳؛ شکل ٤). این مسأله نشان می‌دهد که مصرف نهاده بیش‌تر به این شکل برتری در تولید بیش‌تر نداشته است و باید مدیریت بهتری به‌کار رود که جای مطالعه بیش‌تری دارد. با این‌حال، عملکرد گندم در این دو سناریو اختلاف معنی‌داری با تولید گندم به‌صورت دیم با مصرف نهاده کم داشت (جدول ۳؛ شکل ٤). میزان جذب نیتروژن توسط گیاه نیز اختلاف معنی‌داری بین سناریوهای مختلف داشت، به‌طوری‌که جذب نیتروژن در دو سناریوی تولید آبی بیش‌تر از تولید در شرایط دیم بود (جدول ۳؛ شکل ٤). شکل ٤ نشان می‌دهد که در تمام سال‌ها عملکرد و جذب نیتروژن توسط گیاه در سناریو تولید گندم آبی به‌صورت پرنهاده بیش‌تر از دو سناریو دیگر بود. در ۵۰ درصد از سال‌ها؛ عملکرد در سناریو تولید پرنهاده، رایج و کم‌نهاده به‌ترتیب ٤/۵، ٤/٤ و ٤ تن در هکتار بود و جذب نیتروژن در این سه سناریو نیز به‌ترتیب ۲۵۸، ۲٤٦ و ۲۰٦ کیلوگرم در هکتار بودند.

کل تلفات نیتروژن از پروفیل خاک عبارت از آب‌شویی کل (مجموع نیترات و دیگر فرم‌های نیتروژن) و تلفات گازی (مجموع دنیتریفیکاسیون و فرار آمونیاک) می‌باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که کل تلفات نیتروژن در سناریوهای کشت آبی به‌صورت رایج، آبی به‌صورت پرنهاده و دیم کم‌نهاده به‌ترتیب ۱۳/٤، ۱۸/۲ و ۹/۸ (کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ٤) که سهم تلفات گازی در این سه سناریو به‌ترتیب ۵۸/۵، ٦۸/۹ و ٤۵/٤ درصد و سهم آب‌شویی به‌ترتیب ٤۱/۵، ۳۱/۱ و ۵٤/٦ درصد بود. میزان کل آب‌شویی در بین سه سناریو اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی بین سناریوها از نظر تلفات گازی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. دلیل افزایش سهم آب‌شویی در سناریو کشت دیم، افزایش میزان آب‌شویی نبود بلکه کاهش سهم تلفات گازی بود که دلیل آن هم این بود که در این سناریو تنها یک بار کود سرک (به فرم اوره) داده شده بود.

در بین این سه سناریو بیش‌ترین تلفات گازی در سناریو کشت آبی پرنهاده با میانگین ۱۲/۵ کیلوگرم (مجموع $N_{۲(g)}$ و $NH_۳$) در هکتار وجود داشت و کم‌ترین تلفات نیتروژن به‌صورت گازی مربوط به کشت دیم کم‌نهاده با میانگین ٤/۵ کیلوگرم (مجموع $N_{۲(g)}$ و $NH_۳$) در هکتار بود. بیش‌ترین تلفات گازی مربوط به فرار آمونیاک بود که اختلاف معنی‌داری بین سناریوها داشت (جدول‌های ۳ و

٤). شرایط کشت آبی گندم به‌صورت پرنهاده بیش‌ترین تلفات گازی آمونیاک (۱۱ کیلوگرم در هکتار) را داشت و کم‌ترین تلفات گازی مربوط به تولید در شرایط دیم بود. شکل ۵ منحنی تجمعی احتمال وقوع تلفات فرار آمونیاک در سه سناریو شبیه‌سازی‌شده را نشان می‌دهد که در سناریو کشت پرنهاده در ۵۰ درصد از سال‌ها بیش از ۱۱ کیلوگرم در هکتار تلفات آمونیاک به‌صورت گازی ایجاد شد ولی در کشت رایج این میزان حدود ۷ کیلوگرم بوده است.

بیشترین میزان دنیتریفیکاسیون در سناریو کشت پرنهاده مشاهده شد (۱/٤٤ کیلوگرم در هکتار) که اختلاف معنی‌داری با دو سناریو دیگر داشت (جدول‌های ۲ و ۳). میزان هدررفت نیتروژن توسط دنیتریفیکاسیون نسبت به دو جزء دیگر ناچیز بود. همان‌طورکه در شکل ۵- پ مشاهده می‌شود در ۵۰ درصد از سال‌ها تحت کشت گندم به‌صورت دیم تلفات نیتروژن به‌صورت دنیتریفیکاسون وجود نداشت و میزان آن در سناریو کشت پرنهاده نیز کم‌تر از ۱ کیلوگرم در هکتار بود.

بین سناریوها از نظر میزان تلفات N_2O طی دنیتریفیکاسیون تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲) و میزان آن بین سناریوها از ۰/۳۲-۰/۰۷ کیلوگرم N_2O در هکتار بود. اهمیت میزان انتشار گاز N_2O در تأثیر آن بر گرم شدن کره زمین است و تأثیر آن ۳۱۰ برابر گاز CO_2 است (برن‌تراپ و همکاران، ۲۰۰٤). به این ترتیب، اثر گاز N_2O در گرم شدن کره زمین در سناریوهای کشت آبی به‌صورت رایج، کشت آبی به‌صورت پرنهاده و کشت دیم به‌صورت کم‌نهاده به‌ترتیب معادل ۳٤/۱، ۹۹/۲ و ۲۱/۷ کیلوگرم CO_2 در هکتار می‌باشد.

تلفات نیتروژن به‌صورت آب‌شویی اختلاف معنی‌داری بین سناریوها نداشت (جدول ۲). حدود ٥٦ درصد تلفات نیتروژن در آب‌شویی مربوط به آب‌شویی نیترات بود که بین سناریوهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۳ و ٤). بقیه نیتروژن آب‌شویی شده به فرم نیتروژن آلی، آمونیوم و به‌صورت جزیی دیگر فرم‌های نیتروژن بوده است. میزان تلفات دیگر فرم‌های نیتروژن بین ۲/٤٥-۲/۳۳ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین شکل ۵- الف نشان می‌دهد که در بیش‌تر سال‌ها اختلاف معنی‌داری بین سناریوها از نظر آب‌شویی نیتروژن وجود نداشته است.

جدول ۲- درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد، جذب نیتروژن توسط گیاه، کل تلفات نیتروژن، تلفات گازی (مجموع فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون)، تلفات فرار آمونیاک، دنیتریفیکاسیون، انتشار N_2O، کل آب‌شویی، آب‌شویی نیترات و آب‌شویی دیگر فرم‌های نیتروژن (همه بر حسب کیلوگرم در هکتار).

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	جذب نیتروژن توسط گیاه	کل تلفات نیتروژن	تلفات گازی (مجموع فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون)	فرار آمونیاک	دنیتریفیکاسیون	انتشار N_2O (کسری از دنیتریفیکاسیون)	کل آب‌شویی	آب‌شویی نیترات	آب‌شویی دیگر فرم‌های نیتروژن
سناریو	۲	۲۷۳۷۹۲۳/۳**	۲۹۸۳٤/۸۸**	۳۵۷/۳۳**	٦٤۷/۵۲**	٤٤٤/۳٦**	۲۰/۵۲**	۰/۷۳	۰/۸۸	۰/۳۰	۰/۱٦
باقی‌مانده	۱۱۷	۵٦۸۸۱٤/۳	٤۰۷۰/۷۵	٦/۹۵	۲/۱۳	۰/٦۳	۱/٦٦	۰/٤۸	۷/۸۵	۲/٤۳	۱/۵۵

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه‌های میانگین عملکرد، جذب نیتروژن توسط گیاه، کل تلفات نیتروژن، تلفات گازی (مجموع فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون)، تلفات فرار آمونیاک، دنیتریفیکاسیون، انتشار N_2O، کل آب‌شویی، آب‌شویی نیترات و آب‌شویی دیگر فرم‌های نیتروژن (همه بر حسب کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بین سه سناریو کشت آبی به‌صورت رایج، کشت آبی به‌صورت پرنهاده و کشت دیم کم‌نهاده.

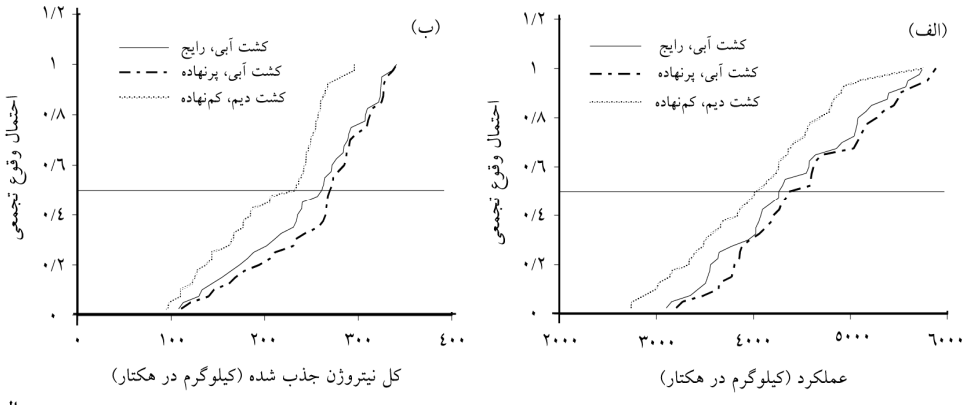
سناریو	عملکرد	جذب نیتروژن توسط گیاه	کل تلفات نیتروژن	تلفات گازی (مجموع فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون)	فرار آمونیاک	دنیتریفیکاسیون	انتشار N_2O (کسری از دنیتریفیکاسیون)	کل آب‌شویی	آب‌شویی نیترات	آب‌شویی دیگر فرم‌های نیتروژن
کشت آبی، به‌صورت رایج	٤۳۹۷/۷^{a}	۲٤۵/۵۱^{A}	۱۳/٤٤^{B}	۷/۸۸^{b}	۷/۵۲^{b}	۰/۳٦^{b}	۰/۱۱	۵/۵۹	۳/۱۵	۲/٤۳
کشت آبی، پرنهاده	٤۵۳۷/۸^{a}	۲۵۸/۰۹^{A}	۱۸/۲۲^{A}	۱۲/٤۷^{a}	۱۱/۰۳^{a}	۱/٤٤^{a}	۰/۳۲	۵/٦۲	۳/۱۷	۲/٤۵
کشت دیم، کم‌نهاده	٤۰۳۱/۱^{b}	۲۰۵/۷۷^{B}	۹/۸^{C}	٤/٤۵^{c}	٤/۳۷^{c}	۰/۰۹^{b}	۰/۰۷	۵/۳۵	۳/۰۲	۲/۳۳
LSD		۳۳۳/۹۹	۲۸/۲۵	۰/٦٤۷	۰/۳۵	۰/۵۷	۰/۳۱	۱/۲٤۱	۰/٦۹	۰/۵۵

حروف مشابه در یک ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار هستند و مقادیر LSD نشان داده شده است.

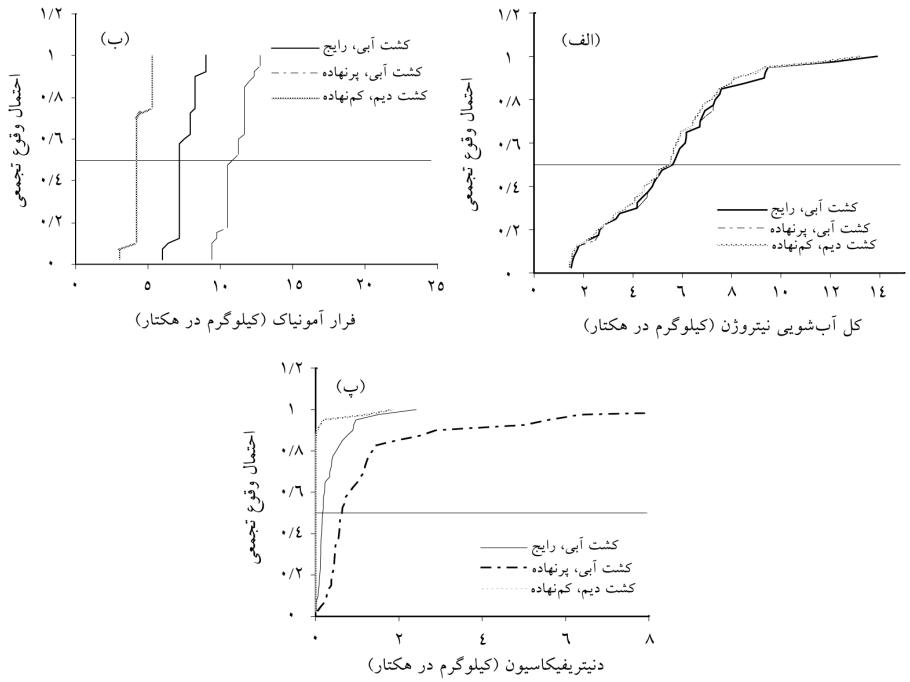
جدول ٤- میانگین، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات تلفات نیتروژن در سناریوهای کشت تولید گندم در گرگان (همه مقادیر بر حسب کیلوگرم نیتروژن بر هکتار هستند).

تلفات نیتروژن	کشت آبی، به‌صورت رایج				کشت آبی، به‌صورت پرنهاده				کشت دیم، کم‌نهاده			
	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات
کل تلفات نیتروژن	۱۳/٤	۹/۱	۱۹/۳	۱۸/۱	۱۸/۲	۱۳/٦	۲۷/۰	۱٦/۸	۹/۸	۵/۷	۱۵/۸	۲٤/۲
کل تلفات گازی	۷/۷	٦/۱	۹/٦	۹/۳	۱۲/۵	۹/٦	۲۱/۹	۲۱/۳	٤/۵	۳/۰	٦/۰	۱۳/۸
فرار آمونیاک	۷/٤	٦/۰	۸/۳	۷/۰	۱۱/۰	۹/٤	۱۱/٦	۵/۵	٤/۲	۳/۰	۵/۲	۱۰/۵
دنیتریفیکاسیون	۰/۳۱	۰/۰۲	۲/٤۲	۱٦۵/۱	۱/٤۸	۰/۰٤	۱۱/۳۹	۱۷۷/۲	۰/۱۰	۰/۰۰	۱/۸٤	٤۱۷/۰
انتشار N_2O (کسری از دنیتریفیکاسیون)	۰/۱۰۸	۰/۰۰	۱/٦۰	۲۷۰/٤	۰/۱۸۰	۰/۰۰	۱/۲٤	۲۰٤/٦	۰/۰۵۳	۰/۰۰	۰/۷۸	۳٤۰/٤
کل تلفات آب‌شویی	۵/۸	۱/۷	۱۲/۲	٤۵/٦	۵/۸	۱/۷	۱۲/۲	٤۵/۱	۵/۵	۱/٦	۱۱/۷	٤۵/۰
آب‌شویی نیترات	۳/۳	۱/۰	٦/۷	٤۵/۲	۳/۳	۱/۰	٦/۷	٤٤/۵	۳/۱	۰/۹	٦/۵	٤٤/۱
آب‌شویی دیگر فرم‌ها	۲/۵	۰/۷	۵/٤	٤٦/٤	۲/۵	۷/۷	۵/٤	٤٦/۰	۲/٤	۰/۷	۵/۲	٤٦/۳

پژوهشگران مختلفی با کمک مدل‌های شبیه‌سازی به بررسی تلفات نیتروژن از مزارع پرداخته‌اند (هو و همکاران، ۲۰۰۸؛ پاتاک و همکاران، ۲۰۰٦؛ هاسگاوا و دنیسون، ۲۰۰۵). پاتاک و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند که در سیستم کشت برنج- گندم در دامنه کوه‌های هیمالیا در جنوب آسیا، خروجی‌های نیتروژن از خاک که شامل جذب توسط گیاه، تصعید، آب‌شویی و دنیتریفیکاسیون می‌شود به‌ترتیب ۱۷۵، ۱٤، ۱۲ و ٤ کیلوگرم در هکتار بودند که نتایج این پژوهش با پژوهش ایشان هم‌سویی داشت و فرار آمونیاک در تلفات نیتروژن بیش‌ترین نقش را داشت. هو و همکاران (۲۰۰۸) در چین نیز به نتایج مشابه‌ای رسیدند و نشان دادند که بزرگ‌ترین مخزن برای نیتروژن، گیاه است و ۲۹۵-۲۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن توسط ذرت جذب شد. اما، ایشان نشان دادند که هدررفت نیتروژن توسط فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون کم بود و بیش‌ترین تلفات نیتروژن مربوط به آب‌شویی نیترات می‌شد. به‌نظر می‌رسد که سهم هر یک از عوامل مؤثر در تلفات نیتروژن بستگی به شرایط اقلیمی و خاک منطقه داشته باشد. شرایط مدیریت زراعی نیز در این امر بی‌تأثیر نخواهد بود، آن‌چنان که هاسگاوا و دنیسون (۲۰۰۵) نشان دادند که می‌توان با کاربرد کود کم‌تر به‌میزان عملکرد یکسانی در شرایط مصرف کود بالا رسید و آب‌شویی نیترات را نیز کاهش داد. گرانلوند و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان دادند که برای کاهش تلفات نیتروژن باید میزان کود مصرفی مطابق با نیاز گیاه باشد. فرار آمونیاک در pH های بالا افزایش می‌یابد، زیرا در این شرایط آمونیوم با سرعت بیش‌تری به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود (جونز و جاکوبسن، ۲۰۰۵). بنابراین، کودهایی مانند اوره که منجر به افزایش pH خاک می‌شوند، فرار آمونیاک را افزایش می‌دهند. بهترین روش برای کاهش فرار آمونیاک از خاک اختلاط کودها با خاک، کاربرد کود سرک در هوایی آرام و با سرعت باد کم، و در صورت امکان افزایش دفعات کاربرد میزان مشخصی کود است (جونز و جاکوبسن، ۲۰۰۵).



شکل ٤- توزیع عملکرد و جذب نیتروژن برای سناریوهای کشت آبی رایج، کشت آبی پرنهاده و کشت دیم کم‌نهاده برای ٤٠ سال.



شکل ٥- توزیع آب‌شویی نیتروژن، فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون برای سناریوهای کشت آبی رایج، کشت آبی پرنهاده و کشت دیم کم‌نهاده برای ٤٠ سال.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به این پژوهش مشاهده شد:

۱) پیش‌بینی این مدل در عملکرد، جذب نیتروژن و مقدار نیتروژن باقی‌مانده بعد از برداشت قابل‌قبول بود. بنابراین، می‌توان از مدل CropSyst برای شبیه‌سازی موازنه نیتروژن در سیستم خاک- گیاه تولید گندم در گرگان استفاده نمود.

۲) سناریوهای مختلف تولید گندم در گرگان، یعنی کشت آبی به‌صورت رایج، کشت آبی پرنهاده و کشت دیم کم‌نهاده از نظر میزان تلفات نیتروژن تفاوت‌های معنی‌داری داشتند. کل تلفات نیتروژن در شرایط تولید آبی به‌صورت رایج، تولید آبی به‌صورت پرنهاده و تولید دیم به‌صورت کم‌نهاده به‌ترتیب ۱۳/۵، ۱۸/۱ و ۹/۸ کیلوگرم در هکتار بود.

۳) در هر سه سناریو سهم تلفات گازی (مجموع فرار آمونیاک و دنیتریفیکاسیون) در تلفات نیتروژن بیش‌تر از سهم تلفات آب‌شویی (مجموع آب‌شویی نیترات و آب‌شویی بقیه فرم‌ها) بود. بخش اعظمی از تلفات گازی مربوط به تلفات فرار آمونیاک بود (۹۸-۸۸ درصد از کل تلفات گازی).

٤) دنیتریفیکاسیون سهم زیادی در تلفات نیتروژن نداشت (بین ۷-۲ درصد از کل تلفات نیتروژن)، ولی اهمیت این فرآیند در افزایش گازهای گل‌خانه‌ای (گاز N_2O) است که قابل توجه بود (معادل ۹۹-۲۲ کیلوگرم CO_2).

۵) بین سناریوها از نظر آب‌شویی کل و آب‌شویی نیترات از مزارع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و به‌نظر نمی‌رسد با تغییر روش‌های مدیریت زراعی بتوان این میزان را کاهش داد.

به این ترتیب مشاهده می‌شود که مهم‌ترین تلفات نیتروژن در مزارع گندم در گرگان مربوط به تلفات گازی بوده است و اختلاف معنی‌داری نیز بین سناریوها وجود داشت که می‌تواند به‌دلیل دادن کود سرک بیش‌تر در سناریو تولید گندم به‌صورت پرنهاده باشد. اما، دادن کود سرک بیش‌تر در سناریو کشت پرنهاده نسبت به کشت رایج منجر به افزایش معنی‌داری در عملکرد و جذب نیتروژن توسط گیاه زراعی نشد. بنابراین، با توجه به این پژوهش برای کاهش تلفات نیتروژن و خطرات ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو توصیه می‌شود:

(۱) از کودهایی استفاده شود که تلفات گازی کم‌تری داشته باشند، برای مثال کودهایی مانند آمونیاک آبدار و اوره منجر به افزایش pH خاک می‌شوند و در نتیجه فرار آمونیاک افزایش می‌یابد.

۲) کوددهی به‌صورت اختلال با خاک بهترین روش کوددهی برای کاهش تلفات فرار آمونیاک می‌باشد. بنابراین، می‌توان پیشنهاد داد در پژوهش‌های بعدی امکان دادن کود سرک با روش‌هایی مانند تزریق در خاک بررسی شود.

(۳) شرایط جوی نیز اثر زیادی بر افزایش فرار آمونیاک دارند برای مثال افزایش سرعت باد و دما (بیش از ٤۳ درجه سانتی‌گراد) باعث افزایش فرار آمونیاک می‌شوند. بهترین شرایط برای کاهش تلفات فرار آمونیاک عبارت از دمای پایین، سرعت باد کم، رطوبت خاک بین ۲۰-۱۵ درصد، بافت خاک لومی، اختلال کود با خاک و میزان کوددهی کم‌تر می‌باشد. بنابراین، باید در هنگام کوددهی به این نکات توجه شود.

منابع

1.Alva, A., Marcos, J., Stöckle, C.O., Reddy, V., and Timlin, D. 2004. CropSyst VB-Simpotato, a crop simulation model for potato-based cropping systems: II. Evaluation of nitrogen dynamics, In: Fischer, R.A. (ed.), Proceedings of the 4th International Crop Sci. Cong. Brisbane, Australia.

2.Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., and Lammel, J. 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. Europ. J. Agronn. 20: 247-264.

3.Campbell, G. 1985. Transport Models for Soil-Plant Systems. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 148p.

4.Dastmalchi, A. 2009. Simulation of development and growth of with using Cropsyst model in Gorgan. M.Sc. Thesis in Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 128p. (In Persian)

5.Dastmalchi, A., Soltani, A., Latifi, N., and Zeinali, E. 2010. Determination of parameters and evaluation of CropSyst-Wheat model for cultivated varieties in Golestan province. Elec. J. Crop Prod. 4: 63-80. (In Persian)

6.De Paz, J.M., and Ramos, C. 2004. Simulation of nitrate leaching for different nitrogen fertilization rates in a region of Valencia (Spain) using a GIS-GLEAMS system. Agric. Ecosys. Environ. 103: 59-73.

7.Dueri, S., Calanca, P.L., and Fuhrer, J. 2007. Climate change affects farm nitrogen loss-A Swiss case study with a dynamic farm model. Agric. Sys. 93: 191-214.

8.Errebhi, M., Rosen, C.J., Gupta, S.C., and Birong, D.E. 1998. Potato Yield Response and Nitrate Leaching as Influenced by Nitrogen Management. Agron. J. 90: 10-15.

9.FAO. 2000. Fertiliser requirements in 2015 and 2030. Retrieved 24 Jully 2007 2000, from, updated 2000: ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/barfinal.pdf.
10.Gibbons, J.M., Sparkes, D.L., Wilson, P., and Ramsden, S.J. 2005. Modelling optimal strategies for decreasing nitrate loss with variation in weather-a farm-level approach. Agric. Sys. 83: 113-134.
11.Granlund, K., Rekolainen, S., Grönroos, J., Nikander, A., and Laine, Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. Agric. Ecol. Environ. 80: 1-13.
12.Hasegawa, H., and Denison, R.F. 2005. Model predictions of winter rainfall effects on N dynamics of winter wheat rotation following legume cover crop or fallow. Field Crops Res. 91: 251-261.
13.Helwig, T.G., Madramootoo, C.A., and Dodds, G.T. 2002. Modeling nitrate losses in drainage water using DRAINMOD 5.0. Agric. Water Manage. 56: 153-168.
14.Hu, K., Li, B., Chen, D., Zhang, Y., and Edis, R. 2008. Simulation of nitrate leaching under irrigated maize on sandy soil in desert oasis in Inner Mongolia, China. Agric. Water manage. 95: 1180-1188.
15.Jalali, M. 2005. Nitrates leaching from agricultural land in Hamadan, western Iran. Agric. Ecosys. Environ. 110: 210-218.
16.Jones, C., and Jacobsen, J. 2005. Nitrogen Cycling, Testing and Fertilizer.
17.Mills, A., Moot, D.J., and Jamieson, P.D. 2009. Quantifying the effect of nitrogen on productivity of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) pastures. Eur. J. Agron. 30: 63-69.
18.Pala, M., Stockle, C.O., and Harris, H.C. 1996. Simulation of durum wheat (Triticum durum) growth under differential water and nitrogen regimes in a Mediterranean type of environment using Crop Syst. Agric. Syst. 51: 147-163.
19.Pathak, H., Li, C., Wassmann, R., and Ladha, J.K. 2006. Simulation of Nitrogen Balance in Rice-Wheat Systems of the Indo-Gangetic Plains Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 1612-1622.
20.Ragab, R., Cooper, D.M., Harris, G.L., and Catt, J.A. 1996. Simulating nitrate leaching under winter wheat grown on a structured clay soil considering bypass flow. J. Hydr. 182: 157-173.
21.Sharpley, A., and Williams, J.R. 1990. Epic, erosion, productivity impact calculator: 1. model documentation. naldc.nal.usda.gov/download/CAT10698097/PDF.
22.Soltani, A. 2007. Application and using of SAS Program in Statistical Analysis. Jihad-Daneshgahi Press, Mashhsd, Iran, 180p. (In Persian)
23.Soltani, A., Robertson, M.J., and Manschadi, A.M. 2006.Modeling chickpea growth and development: Nitrogen accumulation and use. Field Crops Res. 99: 24-34.
24.Stewart, L.K., Charlesworth, P.B., Bristow, K.L., and Thorburn, P.J. 2006. Estimating deep drainage and nitrate leaching from the root zone under sugarcane using APSIM-SWIM Agric. Water Man. 81: 315-334.

25. Stockle, C.O., and Campbell, G.S. 1989. Simulation of crop response to water and nitrogen: an application example using spring wheat. Trans. ASAE. 32: 66-74.
26. Stockle, C.O., and Nelson, R.L. 2000. Cropsyst User's manual (Version 3.0). Biological Systems Engineering Dept., Washington State University, Pullman, WA.
27. Stockle, C.O., Donatelli, M., and Nelson, R.L. 2003. CropSyst, a cropping systems simulation model. Eur. J. Agron. 18: 289-307.
28. Zeinali, E. 2009. Wheat nitrogen nutrition in Gorgan; Agronomical, physiological and environmental aspects. Ph.D. Thesis in Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 201p. (In Persian)
29. Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S., and Movahedi Naeeni, S.A.R. 2009. Estimates of nitrate leaching from wheat fields in Gorgan, Northeast of Iran. Res. J. Environ. Sci. 3: 645-655.
30. Zubillaga, M.M., Cabrera, M.L., Kissel, D.E., and Rema, J.A. 2007. Modeling field-scale N mineralization in Coastal Plain soils (USA) Eco. Model. 207: 243-250.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(4), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Simulation of nitrogen losses under wheat production in Gorgan, using CropSyst model

***E. Soltani[1], A. Soltani[2], E. Zeinali[3] and A. Dastmalchi[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Aboureihan Campus University of Tehran, [2]Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 05/19/2012; Accepted: 12/30/2012

Abstract

This study were conducted to evaluate CropSyst model to predict the fate and residual N of wheat production system in Gorgan-Northeast of Iran and to estimate N losses in different wheat management scenarios. Evaluation of CropSyst to predict N uptake and residual N in soil profile were performed using 16 local fields in Gorgan. Simulation of N losses in wheat production systems were conducted during 1967-2009 (40 years). Simulation scenarios were irrigated cultivation (average input; AI), irrigated cultivation (High input; HI) and rainfed cultivation (low input; LI). Results indicated that CropSyst model could satisfactorily predict yield, N uptake, residual N of wheat production system. Wheat yield of scenarios were 4400, 4500 and 4000 (kg/ha) for AI, HI and LI respectively that LI yield was significantly lower than AI and HI. Total N losses in AI, HI and LI were 13.5, 18.1 and 9.8 (kg N/ha) respectively. The highest losses of N had occurred by gaseous loss (45 to 63% of total N losses) in which volatilization ($NH_{3(g)}$) contributed about 45 to 61% of total N losses and scenarios had significant differences. Nitrate leaching scenarios were not significantly different and it was about 3 kg N/ha. It can be concluded that application of urea as topdressing led to increase N losses (NH_3 volatilization) and changing of the type of fertilizer and fertilizer management could reduce N losses.

Keywords: N losses, NH_3 volatilization, N leaching, Denitrification, Wheat

* Corresponding Author; Email: elias.soltani@ut.ac.ir