مجله بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۰ شماره ۳ (پاییز ۱۳۹۳)
صفحات ۷۳-۶۱

اثر سطوح مختلف نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد ذرت با استفاده از مدل APSIM

اکرم عباسپور*
استادیار گروه مهندسی آب
دانشگاه تبریز
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
akabbaspour@yahoo.com
(مسول مکاتبات)

مریم عباسپور
کارشناس ارشد گروه خاکشناسی
واحد تبریز
دانشگاه آزاد اسلامی
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
m.abbaspour@gmail.com

ابوالفضل مجنونی
استادیار گروه مهندسی آب
دانشگاه تبریز
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
majnooni1979@yahoo.com

چکیده مطالعات زیادی لازم است تا تأثیر عوامل مختلف روی عملکرد محصول بررسی گردد که این مسأله مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی است. در سال‌های اخیر از مدل‌های شبیه‌سازی رشد گیاهی از قبیل APSIM برای مدیریت آبیاری و کود استفاده می‌شود. این مدل ها با در نظر گرفتن عوامل مختلفی از جمله مدیریت آب آبیاری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، توزیع آب و نیتروژن در نیمرخ خاک نقش مهمی در کشاورزی نوین ایفا می‌کنند. در این پژوهش ارزیابی و واسنجی مدل شبیه‌سازی APSIM با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای کشت ذرت در سال‌های۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گردید. طرح آزمایش شامل چهار تیمار آبیاری ۲۰٪ بیشتر از نیاز آبی بالقوه، برابر نیاز آبی بالقوه، ۲۰٪ و ٤۰٪ کمتر از نیاز بالقوه ذرت و سه تیمار کود نیتروژن در سه سطح ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. رقم ذرت به کار رفته سینگل کراس ۷۰٤ از نوع هیبرید دیررس تحت آبیاری جویچه‌ای بود. مدل APSIM برای پیش‌بینی عملکرد دانه، رطوبت و نیتروژن خاک ارزیابی شد که با استفاده از داده‌های اندازه گیری شده و مقایسه آنها با مقادیر پیش بینی شده، اعتبار مدل مورد تأیید قرار گرفت. حداکثر عملکرد ذرت مقدار ۱٤۵۹۳ کیلوگرم در هکتار به ازای مقادیر آب آبیاری و نیتروژن به ترتیب برابر ۱٤۰۰ میلی‌متر و ٤۵۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد. مقایسه نتایج شبیه‌سازی مدل با داده‌های اندازه‌گیری نشان داد خطای نسبی رطوبت خاک در بازه ۱۸-۲٪ و خطای نسبی نیتروژن خاک در بازه ۱٤-٤٪ می‌باشد.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۹۱-۱۳۹۰**
تاریخ دریافت: **۹۲/۰۱/۲۹**
تاریخ پذیرش: **۹۳/۰۸/۲۱**

واژه‌های کلیدی:
- APSIM
- **ازت**
- رطوبت
- شبیه‌سازی
- مدیریت آبیاری

مقدمه امروزه عملکرد بیشینه محصول به بهای استفاده بی‌رویه از آب و کودهای شیمیایی صحیح نمی‌باشد. با رشد جمعیت جهان، محدودیت منابع آب و افزایش آلودگی محیط زیست بایستی مثل سایر عوامل مؤثر بر تولید محصول مدنظر قرار گیرند. جذب نیتروژن توسط گیاه باعث افزایش چشمگیر محصول می‌شود اما از طرفی دیگر مصرف اضافی نیتروژن باعث آلودگی هوا و آب‌های زیرزمینی در اثر انتقال نیترات از اراضی کشاورزی خواهد شد.[۱۲] با توجه به نگرانی‌های مربوط به محیط زیست، حفاظت خاک و مسأله‌ساز بودن روز افزون کمبود آب لازم است مدیریت استفاده از آب و کود به گونه‌ای باشد تا با توجه به حداقل خسارت وارده حداکثر درآمد حاصل شود. برای رسیدن به حداکثر محصول علاوه بر آب و نیتروژن، سایر عوامل مانند مواد غذایی موجود در خاک، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و غیره نیز روی رشد گیاه مؤثرند.[٤] بررسی اثرات تمامی عوامل روی رشد گیاه در یک طرح پژوهشی امکان پذیر نمی‌باشد بنابراین، مدل‌سازی رشد و تخمین عملکرد محصول گیاه با در نظر گرفتن عوامل مختلف، راه حل مناسبی است. تاکنون مدل‌های زیاد به صورت ساده و یا پیچیده ارایه شده‌اند که برای مدیریت آب، خاک، نیتروژن و سایر عوامل مؤثر بر عملکرد محصول برای مناطق و شرایط به خصوص طراحی شده‌اند.[۷] شبیه‌ساز APSIM[1] یک چارچوب مدل‌سازی است که تک تک ماجول‌ها[2] به عنوان اجزای سازنده و کلیدی در سیستم کشاورزی به کار می‌روند. هدف اولیه برای این طراحی تهیه ابزارهای مناسب و مورد نیاز برای پیش‌بینی عملکرد با در نظر گرفتن نوع محصول، شرایط آب و هوایی، رقم و عوامل مدیریتی است.[۱] *تیمیلین و همکاران (۱۹۸٦)* در تحقیقی مدل بیلان آب را برای کمی‌سازی عملکرد دانه ذرت در شرایطی که عمق ریشه آن متغیر بود استفاده کردند.[۸] *مجنونی هریس و همکاران (۱۳۸۵)* مدل MSM[3] را جهت تولید ماده خشک تحت شرایط مختلف آب و کود ارزیابی کردند.[٦] *زند پارسا و مجنونی (۱۳۸٦)* با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای و شبیه‌سازی شده توسط مدل به بررسی مدیریت استفاده از کودهای نیتروژنه جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی پرداختند.[۱۲] *چیوینق و همکاران (۲۰۰٤)* مدل APSIM را جهت ارزیابی اثرات کود و بارش روی عملکرد گیاه ذرت استفاده نمودند.[۲] *ونگ و همکاران (۲۰۰۹)* با استفاده از مدل APSIM تأثیر تغییرات اقلیمی و آبیاری را روی عملکرد ذرت و گندم مورد مطالعه قرار دادند. مقادیر تبخیر و تعرق و رطوبت به دست آمده از مدل مطابقت خوبی با داده‌های مزرعه‌ای نشان داد.[۱۰] *ایرنیکچ و همکاران (۲۰۱۰)* از مدل APSIM جهت شبیه‌سازی و مدیریت مقادیر نیتروژن و فسفر در خاک و تأثیر آنها بر عملکرد محصولات دانه‌ای استفاده نمودند. در این تحقیق مقادیر مختلف کود نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل APSIM با مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه همخوانی داشت.[۳] *توربون و همکاران (۲۰۱۰)* تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد چغندرقند را بررسی و با استفاده از مدل APSIM مقادیر N_2O[4] به وجود آمده از به کارگیری کود نیتروژن شبیه‌سازی گردید.[۹]

در این تحقیق، شبیه‌سازی عملکرد ذرت با مصرف کود با مقادیر مختلف نیتروژن با مدل APSIM انجام و توانایی آن برای شبیه‌سازی عملکرد ذرت با مقادیر متفاوت آب آبیاری و نیتروژن ارزیابی شد. در این مدل اثر آب، کود، خاک، عوامل هواشناسی، برنامه‌ریزی

[1] Agricultural Production Systems Simulator
[2] modules
[3] Maize Simulation Model
[4] nitrous oxide

آبیاری بر عملکرد بررسی و در نهایت مقادیر پیش‌بینی عملکرد ذرت و رطوبت خاک با مقادیر مشاهداتی *مجنونی (۱۳۸۵)* مقایسه شد.[۶] هدف این مطالعه تعیین ضرایب مدل برای بهبود آن در منطقه مورد مطالعه بود.

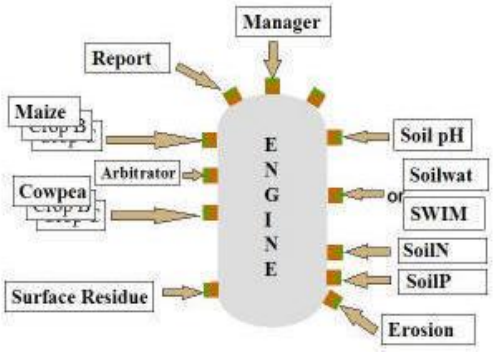
مواد و روش‌ها

داده‌های مزرعه‌ای

رقم مورد استفاده ذرت از نوع هیبرید دیررس در جویچه‌هایی به عرض ۰/۷۵ و در عمق ۰/۰۷ متر از سطح خاک در کرت‌هایی به طول ۱۰ متر شامل پنج ردیف ذرت با تراکم ۶۷۰۰۰ بوته در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز کاشته شد. طول و عرض جغرافیایی منطقه و ارتفاع آن از سطح دریا به ترتیب برابر ′۲ و°۵۲ شرقی، ′۵۶ و°۲۹ شمالی و ۱۸۵۰ متر از سطح دریای آزاد بود. آزمایش شامل چهار تیمار آب و سه تیمار کود نیتروژن در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی[۵] پیاده شد. تیمار آبیاری شامل ۴۰٪ کمتر از نیاز بالقوه، ۲۰٪ کمتر از نیاز بالقوه، برابر نیاز بالقوه و ۲۰٪ بیشتر از نیاز ذرت (I_1، I_2، I_3، I_4) بود. تیمارهای نیتروژن شامل سه مقدار کوددهی صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N_1، N_2، N_3، N_4) بود. در هر دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ از کود سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار استفاده شد. قبل از آبیاری با استفاده از نوترون‌متر[۶] رطوبت خاک در اعماق ۰/۱۵ تا ۱/۸ متر اندازه‌گیری شد. با توجه به تحقیقات انجام گرفته[۵] در این منطقه با دور آبیاری هفت روزه نیاز آبی گیاه ذرت تأمین می‌شود.

اجزای سیستم APSIM

مدل APSIM مجموعه‌ای از ماجول‌های بیوفیزیکی و مدیریتی است که فرآیند-های زیستی و فیزیکی را در سیستم‌های کشاورزی شبیه‌سازی می‌کنند.[۱]. این ساختار مدل APSIM در شکل ۱ به صورت دیاگرام عنکبوتی نمایش داده شده است. با توجه به این شکل اجزای اصلی مدل شامل مدیریت، نیتروژن، مواد آلی، آب خاک، فسفر، فرسایش و محصول می-باشد که در زیر اجزای مهم آن شرح داده شده است.



شکل ۱- نمایش اجزای مدل APSIM

Fig. 1. APSIM model components

محصول کشاورزی، مرتع و جنگل

مدل APSIM شامل مجموعه‌ای از زیربرنامه‌هایی برای شبیه‌سازی رشد، توسعه و عملکرد محصولات کشاورزی، مراتع و جنگل‌ها و اثر متقابل آنها با خاک است.ماجول‌های محصول رایج فعلاً برای جو، کلزا، نخود، پنبه، لوبیا چشم بلبلی، شاهدانه، ذرت، ارزن، ماش، لوبیا سفید، بادام زمینی، لوبیا سودانی، سویا، آفتاب گردان، گندم و نیشکر در نرم‌افزار APSIM موجود است.[۱]

آب خاک

مدل‌سازی با دو روش انجام می‌شود که معمولاً برای موازنه آب خاک به کار می‌روند. این دو روش عبارتند از معادله ریچارد و آب خاک.

از ترکیب معادله‌های پیوستگی و دارسی معادله ریچارد به فرم زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} K \left(\frac{\partial H}{\partial x} \right) + S$$

[5] Randomized Complete Block design (RCB)

[6] CPN (Campbell Pacific Nuclear503DR, Martinez, USA)

در این رابطه K هدایت هیدرولیکی خاک، x فاصله و H بار هیدرولیکی آب است. در رابطه فوق بار هیدرولیکی H برابر مجموع پتانسیل ثقلی (Z) و پتانسیل ماتریک (ψ) می‌باشد.

$$\frac{\partial\theta}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}K\left(\frac{\partial\Psi}{\partial x}+\frac{dZ}{dx}\right)+S$$

که در آن θ رطوبت حجمی برحسب cm^3/cm^3، ψ پتانسیل ماتریک، t زمان، Z پتانسیل ثقلی و S نشان‌دهنده پارامتر چشمه می‌باشند.[۱]

نیتروژن و مواد آلی خاک

نیتروژن خاک ماجولی است که تبدیل شدن نیتروژن به سنگ معدن و در نتیجه نیتروژن قابل دسترس برای یک محصول و یا از باقیمانده‌ها و ریشه‌های محصولات قبلی را شبیه‌سازی می‌کند.[۱]

مدیریت

آرایش‌های مدیریتی روی شبیه سازی عملکرد محصول مؤثر می‌باشند که منجر به توسعه ماجول مدیریت در مدل APSIM شده است. این ماجول این امکان را برای کاربران فراهم می‌کند که با استفاده از مفاهیم ساده حالت‌ها، رویدادها، کارها و شرایط منطقی سیستم‌های مدیریتی پیچیده‌ای طراحی نمود.[۱]

واسنجی و صحت سنجی مدل

برای واسنجی و صحت سنجی ۱۲ تیمار با مقادیر متفاوت آبیاری و کود نیتروژن استفاده گردید. در مرحله بعدی عملکرد ذرت برای ۸۸ تیمار با مقادیر آب آبیاری ۳۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر و کود نیتروژن صفر تا ٤٥٠ کیلوگرم در هکتار شبیه‌سازی شد. از نتایج شبیه‌سازی مدل برای تعیین مقادیر بهینه کود و آب استفاده گردید.

برای بررسی صحت مدل شبیه‌سازی عددی از خطای نسبی[۷] استفاده شد (رابطه ۱).

$$RAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left|(y_{oi}-y_{ci})\right|}{\sum_{i=1}^{n}y_{oi}}$$ رابطه (۱)

همچنین برای مقایسه نتایج برآورد مدل با مقادیر مشاهداتی، از جذر میانگین مربعات خطا [۸] استفاده گردید (رابطه ۲).

$$RMSE=\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_{oi}-y_{ci})^2\right]^{0.5}$$

که در روابط ۱ و ۲ y_{ei} پارامتر شبیه‌سازی شده، y_{ci} پارامتر اندازه‌گیری شده و n تعداد پارامترها می‌باشد.

تأثیر پارامترهای کود نیتروژن و آب آبیاری روی عملکرد ذرت با مدل APSIM و ماجول‌های مدیریتی آن امکان پذیر شد. برای واسنجی و سنجش اعتبار مدل APSIM از داده‌های *مجنونی (۱۳۸٤)* استفاده شد.[٥] داده‌های ۱۲ تیمار مشاهداتی با مقادیر کوددهی و آبیاری ذکر شده برای شبیه‌سازی با مدل APSIM مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی مدل APSIM با محاسبه شاخص‌های آماری میانگین خطای نسبی و جذر میانگین مربعات خطا انجام گرفت. مقادیر این شاخص‌ها براساس داده-های مشاهداتی مزرعه‌ای و شبیه‌سازی با مدل APSIM تعیین گردید. واسنجی مدل شبیه سازی برای شش تیمار (I_2N_2 ،I_2N_3 ،I_1N_2 ،I_3N_1 ،I_4N_2 و I_4N_3) و صحت سنجی آن بر اساس ضرایب به دست آمده از واسنجی مدل برای دو تیمار (I_3N_2 و I_1N_1) دیگر به صورت تصادفی انجام گرفت. خطای به دست

[7] Relative Average Error (RAE)
[8] Root Mean Square Error (RMSE)

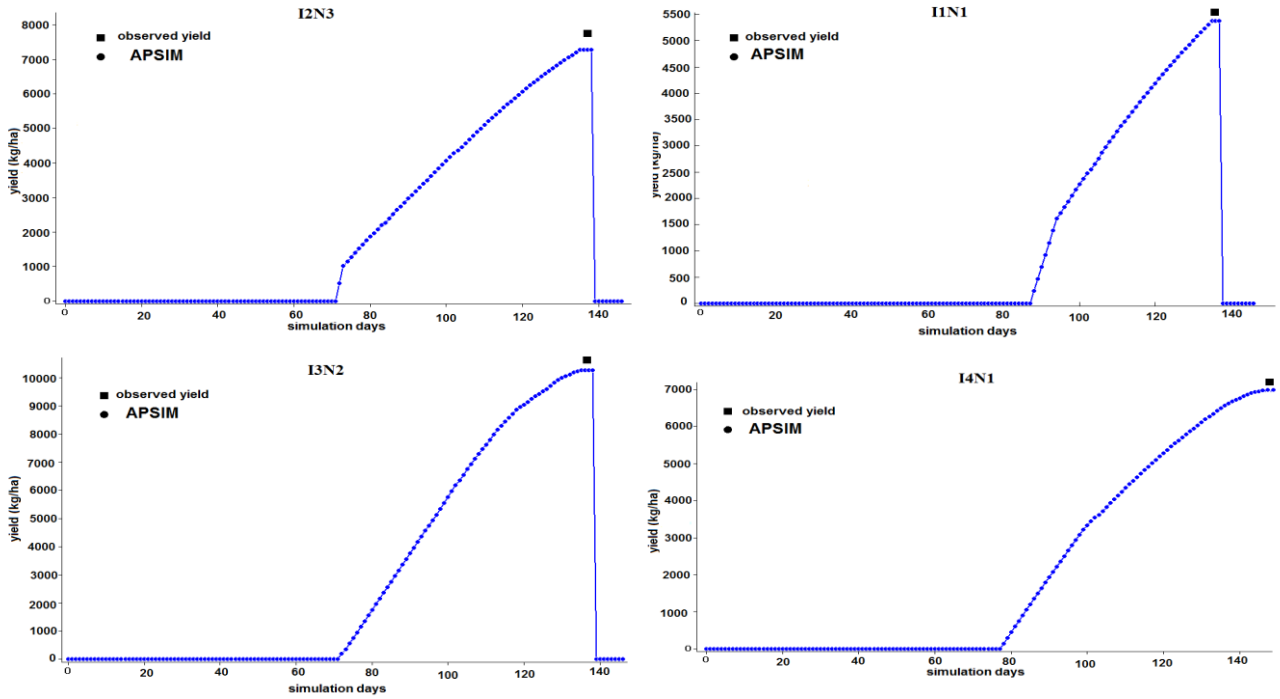
جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

Table 1. Chemical characteristics of studied soil

Depth (cm)	Na^{+} (mol/m^3)	Ca^{++} (mol/m^3)	Mg^{++} (mol/m^3)	K^{+} (mol/m^3)	P (kg/ha)	NH_4-N (mg/kg	EC (ds/m^1)	pH	OM (%)
0-30	0.33	1.7	1.1	0.32	20.33	28.89	0.45	7.95	0.95
30-60	0.28	0.9	0.3	0.13	8	22.89	0.29	8	0.57

آمده برای عملکرد محصول در این تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفت.

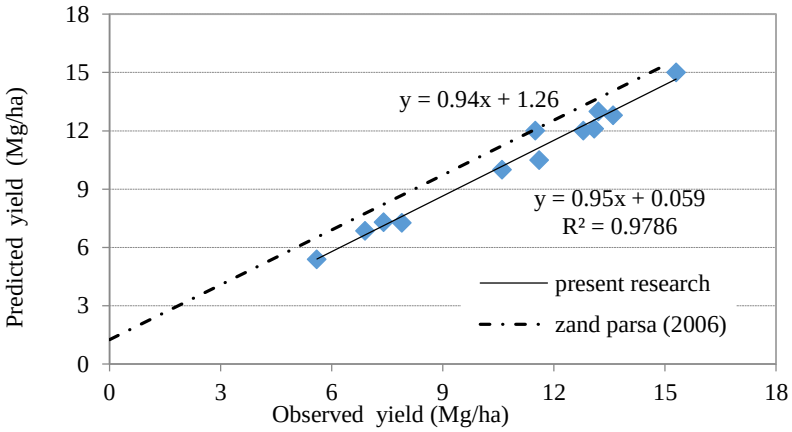
نتایج و بحث برای اجرای مدل در قسمت ماجول خاک از مقادیر متوسط رطوبت در نقطه زراعی و نقطه پژمردگی در عمق ۱ متری به‌ترتیب برابر ۳۵/۸ و ۱٤٪ استفاده گردید. مقادیر متوسط چگالی ظاهری، در عمق‌های مختلف ۱۸۳۰- ۱٤۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بود. درصد سیلت، رس و شن در عمق‌های ۰/۳۰- ۰ به ترتیب ۵٤/۹، ۳۳/۲ و ۱۱/۹ و در عمق ۰/٦-۰/۳۰ به ترتیب ۵٤/۳، ۳۵/۸ و ۹/۹ بود. همچنین میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در اعماق صفر تا ۰/٦ متر در جدول (۱) ارایه شده است. بررسی مقادیر خطای شبیه سازی با مدل APSIMدر مرحله واسنجی و صحت‌سنجی نشان داد که خطای نسبی و جذر میانگین مربعات خطا برای عملکرد ذرت در حد قابل قبول بود.در شکل ۲ عملکرد ذرت شبیه‌سازی شده برای چهار حالت مختلف کوددهی و آبیاری با مقایسه نتایج شبیه‌سازی مدل با داده‌های مشاهداتی نشان داد که مقادیر خطای نسبی عملکرد ذرت برای همه تیمارهای شبیه‌سازی شده در محدوده ۹-۱/۵٪ می‌باشند. در شکل ۳ نتایج شبیه‌سازی عملکرد ذرت با استفاده از مدل APSIM و عملکرد مشاهداتی مربوط به ۱۲ آزمون نشان داده شده است.



شکل ۲- مقایسه عملکرد ذرت پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده در تیمارهای I_1N_1، I_2N_3، I_3N_2 و I_4N_1

Fig. 2. Comparison of predicted and observed corn yield data in the I_1N_1, I_2N_3, I_3N_2 and I_4N_1treatments

می‌توان استنباط کرد که مدل APSIM از دقت خوبی برای پیش‌بینی عملکرد برخوردار است. خطای نسبی عملکرد محصول ٦٪ و جذر میانگین مربعات خطا برابر ٠/٦٨ بود. همچنین نتایج شبیه‌سازی مدل APSIM با بررسی‌های زند پارسا و همکاران (٢٠٠٦) مقایسه شده است (شکل ٣).



شکل٣- مقایسه عملکرد ذرت پیش بینی‌شده و داده های مزرعه ای حاضر با داده‌های مشاهداتی در تحقیق زندپارسا (٢٠٠٦)

Fig. 3. Comparison of predicted by model and observed corn yield in filed and Zand Parsa (2006) data

در شکل‌های ٤ و ٥ پروفیل‌های رطوبتی خاک به دست آمده از مدل APSIM و داده‌های مشاهداتی برای تیمارهای I_3N_2 و I_4N_1 نمایش داده شده است. با توجه به این شکل‌ها می‌توان نتیجه گرفت که پروفیل‌های رطوبتی خاک در روزهای مختلف دوره رشد با داده‌های مشاهداتی تطابق خوبی دارند. مقایسه نتایج شبیه سازی مدل با داده‌های مشاهداتی نشان می‌دهد که مقدار خطای نسبی رطوبت

جدول ٢- عوامل آماری مربوط به رطوبت خاک در عمق‌های مختلف در دو تیمار I_4N_1 و I_3N_2

Table 2 Statistical parameters of simulated soil water content at different depths in the I3N2 and I4N1 treatments.

Treatment	R^2	RMSE (Mg/ha)	(%) RAE
I_3N_2	0.9	0.03	12
I_4N_1	0.89	0.05	15

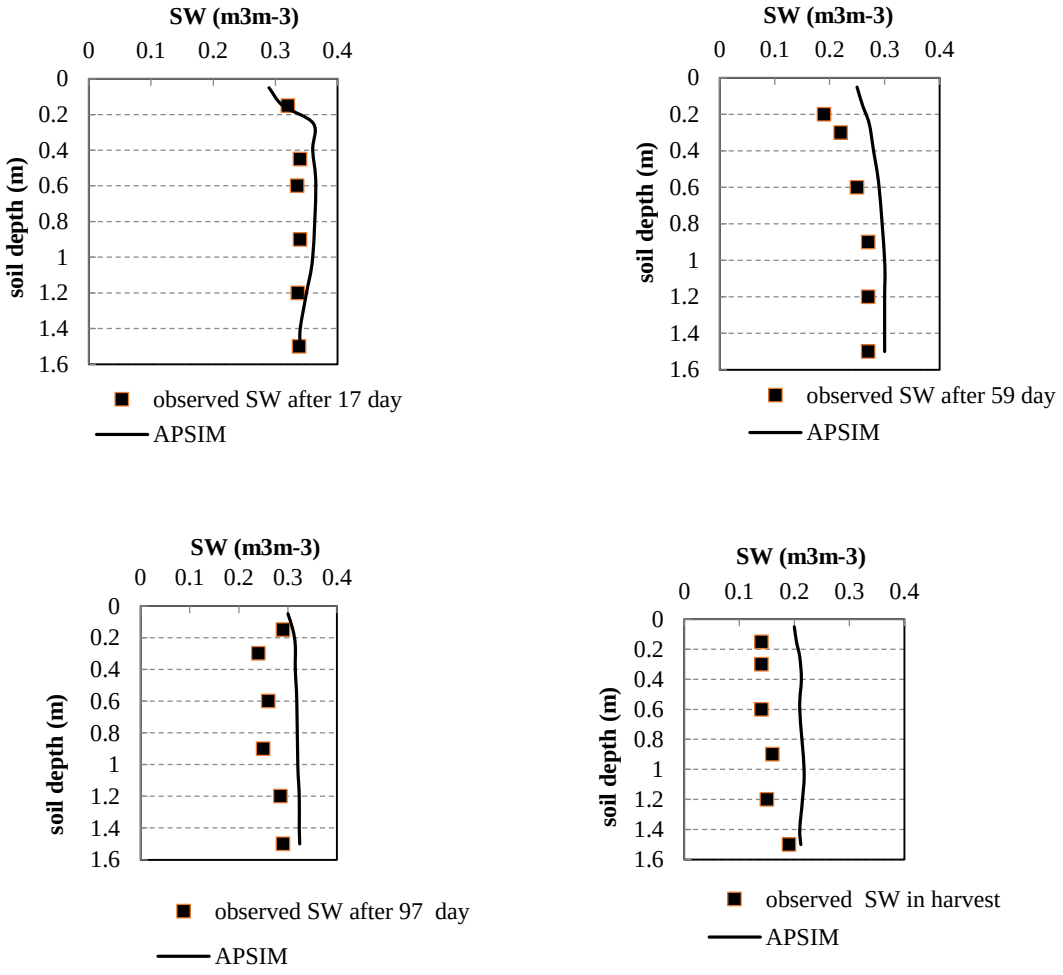
خاک برای تیمار I_3N_2 در محدوده ١٤- ٪و برای تیمار I_4N_1 در محدوده ١٨-٥٪ می‌باشد (جدول ٢).

نیتروژن خاک

در شکل‌های ٦ تا ٨ مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده نیترات خاک در اعماق ٠/٣-٠ و ٠/٦ - ٠/٣ متر در چند تیمار نشان داده است. پارامترهای آماری نشان می‌دهد که که مدل توانسته است در هر دو محدوده تخمین قابل قبولی از نیترات خاک اارایه دهد (جدول ٣)

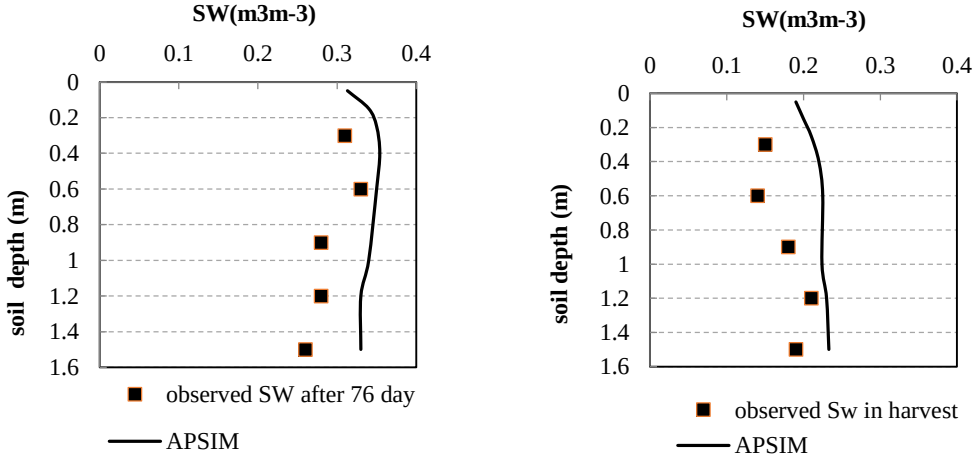
نیتروژن جذب شده گیاه

در شکل ٩ مقادیر اندازه و پیش‌بینی شده نیترات جذب‌شده توسط قسمت-های هوایی گیاه برای تیمارهای I_1N_1 و I_1N_3 نشان داده شده است. مقایسه نتایج مدل با داده-های مشاهداتی (جدول ٤) نشان می‌دهد که مقدار خطای نسبی نیترات جذب‌شده توسط گیاه به ترتیب ١٩ و ١٥٪ و جذر میانگین مربعات خطا، ١٥ کیلوگرم در هکتار است. با اجرای مدل APSIM در آزمون‌های مختلف آب و نیتروژن مقادیر مدل عملکرد (Gy) تخمین زده می‌شود.



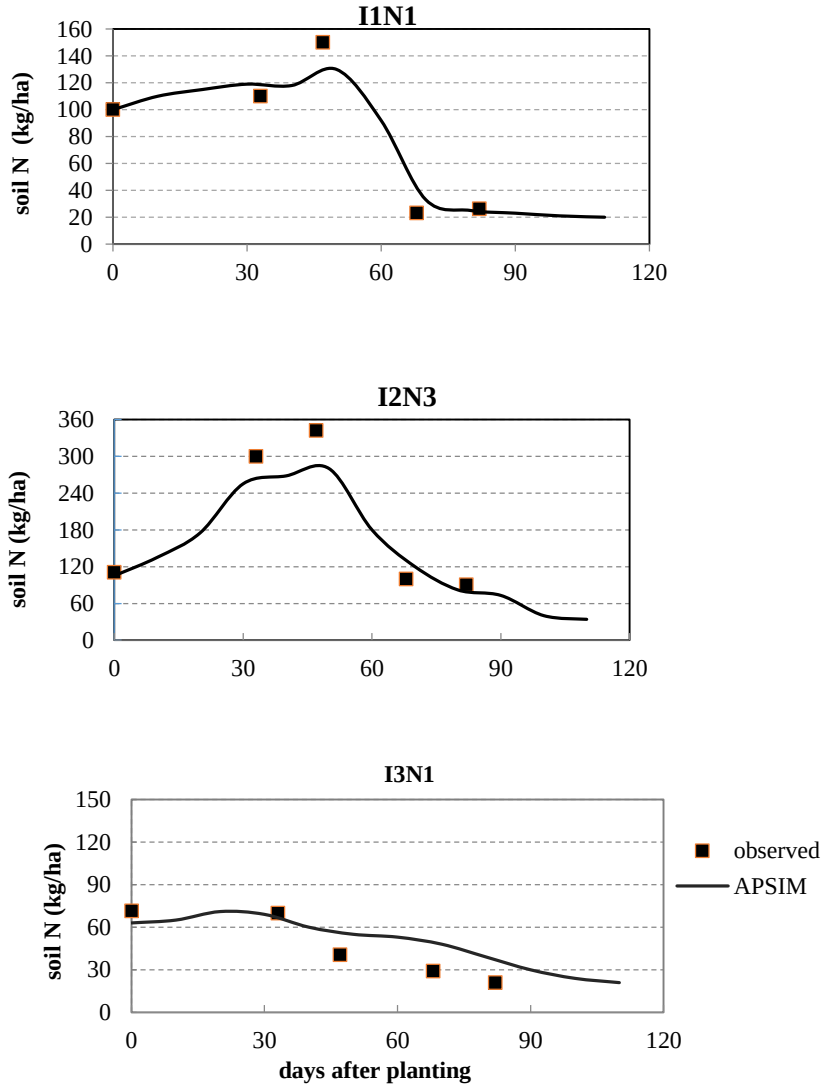
شکل ٤- مقایسه رطوبت (SW) پیش‌بینی‌شده و اندازه‌گیری شده در اعماق مختلف خاک در تیمار I_3N_2 در روزهای مختلف پس از کاشت

Fig. 4 Compression of observed and predicted soil water contents at I_3N_2 treatment in different days after planting



شکل ۵- مقایسه رطوبت‌های(SW) پیش بینی‌شده و اندازه‌گیری‌شده در اعماق مختلف خاک در تیمار I_4N_1 در روزهای مختلف پس از کاشت

Fig. 8. Compression of observed and predicted soil water contents at I_4N_1 in different days after planting



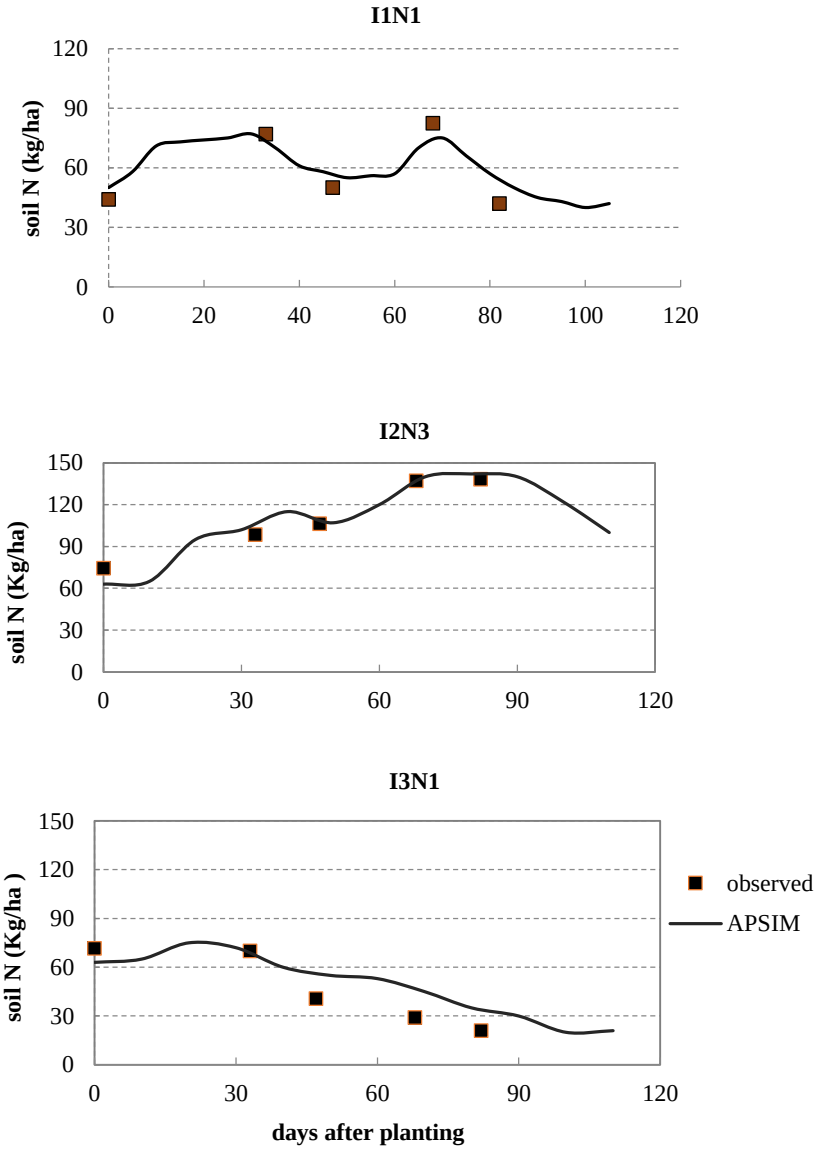
شکل ٦ – مقایسه نیتروژن خاک پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری‌شده در عمق ۰/۳– ۰

Fig. 6. Comparison of predicted and observed soil nitrogen at the depth of 0-0.3

جدول ۳- عوامل آماری مربوط به پیش بینی نیتروژن خاک در عمق‌های مختلف

Table 3. Statistical parameters of simulated nitrogen at different soil depths

Treatment	0.3 - 0.6			0 - 0.3		
	R^2	RMSE (kg/ha)	RAE (%)	R^2	RMSE (kg/ha)	RAE (%)
I_1N_1	0.82	6.3	8.9	0.96	10.7	10
I_2N_3	0.96	5.8	4.2	0.98	29	13
I_3N_1	0.89	12.9	14	0.95	6.7	11



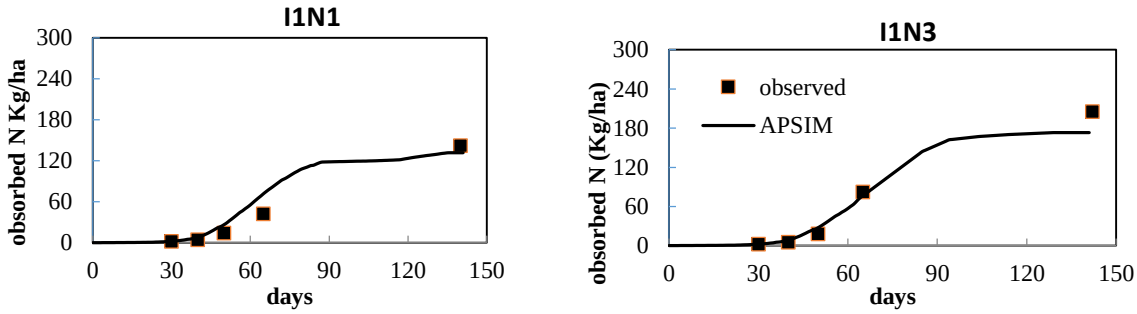
شکل ۷- مقایسه نیتروژن خاک پیش‌بینی‌شده و اندازه‌گیری‌شده در عمق ۰/۶- ۰/۳

Fig. 7. Comparison of predicted and observed soil nitrogen at the depth of 0.3-0.6

جدول ٤- مقادیر خطای شبیه سازی نیتروژن خاک در عمق‌های مختلف

Table 4. Statistical parameters of simulated nitrogen at different depths

treatment	0.3-0.6			0-0.3		
	R^2	RMSE kg/ha	RAE (%)	R^2	RMSE kg/ha	RAE (%)
I_1N_1	0.82	6.3	8.9	0.96	10.7	10
I_2N_3	0.96	5.8	4.2	0.98	29	13
I_3N_1	0.89	12.9	14	0.95	6.7	11



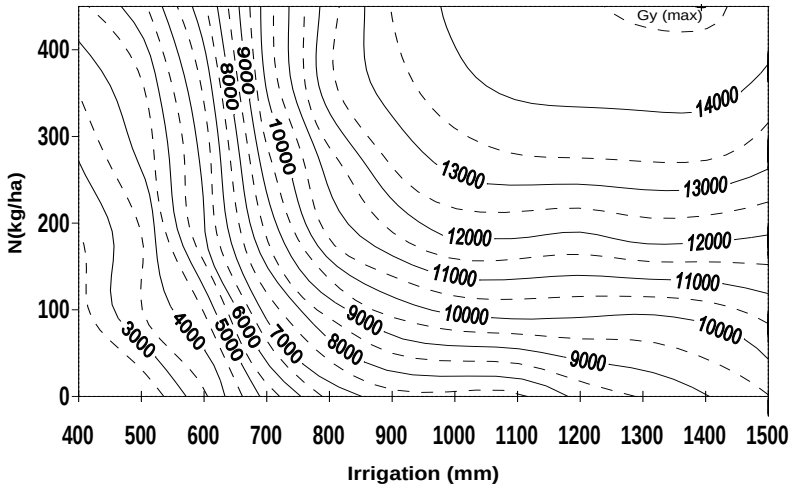
شکل ۸- مقایسه مقادیر پیش بینی و اندازه‌گیری‌شده نیتروژن جذب شده گیاه

Fig. 8. Comparison of predicted and observed values of absorbed nitrogen by plant

جدول ۵- مقایسه مقادیرآماری پیش بینی نیتروژن جذب شده توسط گیاه

Table 4 Comparison of the prediction error values for absorbed nitrogen by plant

Treatment	R^2	RMSE (kg/ha)	(%) RAE
I_1N_1	0.93	15.2	19
I_1N_3	0.99	15	15



شکل ۱۰ - نتایج عملکرد دانه ذرت حاصل از شبیه سازی مدل **APSIM** به ازای مقادیر متفاوت آب آبیاری و کود نیتروژن

Fig. 10. Results of the APSIM model prediction for maize grain yield versus different amount of irrigation water and nitrogen fertilizers

مطابق شکل ۱۰ در مقادیر کم آبیاری، مقدار کود نیتروژنه اثر کمی در افزایش عملکرد دارد و با افزایش آبیاری این اثر بیشتر می‌گردد. حداکثر کود مصرفی و آب آبیاری در این پژوهش به ترتیب ٤٥٠ کیلوگرم در هکتار و ۱۵۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. حداکثر عملکرد ذرت مقدار ۱٤٥۹۳ کیلوگرم در هکتار در مقادیر آب آبیاری و نیتروژن به ترتیب برابر ۱٤۰۰ میلی‌متر و ٤٥۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده می‌شود. از طرفی دیگر نیاز آب آبیاری ذرت در منطقه مورد مطالعه ۱۰۰۰ میلیمتر می باشد که با آب آبیاری ۱٤۰۰ میلیمتر بخشی از نیتروژن خاک شسته شده و در نتیجه مصرف زیاد کود خللی در جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه وارد نمی‌کند.

نتیجه‌گیری کلی عملکرد ذرت شبیه سازی شده برای شرایط مختلف کود و آب آبیاری با داده های مشاهداتی مقایسه شده است. مقایسه نتایج شبیه سازی و مشاهداتی نشان می دهد که مقادیر خطای نسبی عملکرد ذرت در محدوده ۹-۱/۵٪ می‌باشند. نتایج به دست آمده از مدل APSIM و داده های مشاهداتی تطابق خوبی باهم دارند. نتایج نشان می دهد که پروفیل‌های رطوبتی خاک در روزهای مختلف دوره رشد با داده های مشاهداتی مطابقت دارند. مقایسه نتایج شبیه سازی مدل با داده های مشاهداتی برای تیمار I_4N_1 نشان داد که مقدار خطای نسبی رطوبت خاک در بازه ۱۸-۵٪ می‌باشد. مقدار خطای نسبی رطوبت خاک در تیمار I_3N_2 در بازه ١٤-۲٪ می باشد. براساس نتایج به دست آمده حداکثر عملکرد ذرت (Gy_{max}) مقدار ١٤٥۹۳ کیلوگرم در هکتار در مقادیر آب آبیاری و نیتروژن به ترتیب برابر ۱٤۰۰ میلی متر و ٤٥۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد.

References

1. Anoymous (2010). APSIM 7.3 User's Guide. www.apsim.info.
2. Chivenge P, Dimes J, Nhamo NJ, Nzuma K., Murwira HK (2004). Evaluation of APSIM to simulate Maize response to manure inputs in wet and dry regions of Zimbabwe. Australian Centre for International Agricultural Research, 85-91. Available at <http://webapp.ciat.cgiar.org/tsbf_institute/pdf/nut_mgt_paper_10.pdf> on 12 June 2009.
3. Irenikatche Akponikpe PB, Gerard B, Karlheinz M, Bielders C (2010) Use of the APSIM model in long term simulation to support decision making regarding nitrogen management for pearl millet in the Sahel. European J. of Agronomy, 32: 144–154.
4. Keating BA, Carberry PS, Hammer L, Probert ME (2003) An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation. European Journal of Agronomy 18: 267- 280.
5. Majnooni Heris A, (2005) Evaluation of Maize Simulation Model (MSM) for different values of irrigation and nitrogen in furrow irrigation. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, University of Shiraz. Iran. [In Persian with English Abstract].
6. Majnooni Heris A, Zand-Parsa Sh, Sepaskhah AR, Rownaghi A (2006) Evaluation of Maize Simulation Model using for yeild and water prediction for planting in a suitable date range. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 10(3): 83-95. [In Persian with English Abstract].
7. Malone RW, Huth N, Carberry PS, Kaspar TC 2007 Evaluating and predicting agricultural management effects under tile drainage using modified APSIM. Geoderma 140: 310–322.
8. Timlin DJ, Bryant RB, Snyder VA, Wagenet RJ (1986) Modeling corn grain yields in relation to soil erosion using a water budget approach. Soil Science Society American Journal 50: 718-723.
9. Thorburn PJ, Biggs JS**,** Collins K, Probert ME (2010) Using the APSIM model to estimate nitrous oxide emissions from diverse Australian sugarcane production systems. Agriculture, Ecosystems & Environment. 136: 343-350.
10. Wang E, Chen C, Yu Q (2009). Modeling the response of wheat and maize productivity to climate variability and irrigation in the North China Plain. 18th World IMACS- MODSIM Congress, pp. 55-62. Cairns, Australia.
11. Zand-Parsa Sh, Sepaskhah AR, Rownaghi A (2006). Development and evaluation of integrated water and nitrogen model for maize. Agriculture Water Management, 81:227-256.
12. Zand-Parsa Sh, Majnooni Heris A (2007) Nitrogen management to prevent groundwater pollution. The First National Conference on World Enviroment Day, pp. 92-99. University of Tehran, Karaj. [In Persian].

Effect of nitrogen fertilizer and irrigation different levels on maize yield using APSIM model

Agroecology Journal
Vol. 10, No. 3, (61-73) Autumn 2014

Akram Abbaspour
Department of Water Engineering
University of Tabriz
Tabriz, Iran
Email ✉:
akabbaspour@yahoo.com
(corresponding author)

Maryam Abbaspour
M.Sc. of Soil Science
Islamic Azad University
Tabriz Branch,
Tabriz, Iran
Email ✉:
m.abbaspour@gmail.com

Abolfazl Majnooni Heris
Department of Water Engineering
University of Tabriz
Tabriz, Iran
Email ✉:
majnooni1979@yahoo.com

Received: 18 April, 2014 **Accepted:** 12 November, 2014

ABSTRACT The studies are needed to investigate the impact of these factors on crop yield and it requires a lot of time and cost. In recent years the agriculture production simulator models such as APSIM for irrigation management and fertilizer are used. These models taking into account several factors such as water management, physical and chemical properties of soil, water and nitrogen in the soil profile that can play an important role in modern agriculture. APSIM simulation model (Agricultural Production Systems Simulator) was first calibrated and validated using field data in 1392 and 1393. These data are including four irrigation levels 20 % more irrigation, equal to crop irrigation requirement, 20% and 40% less than irrigation requirement of maize and nitrogen fertilizer treatments are included 300, 150 and zero kg/ha. The cultivar of maize was hybrid SC704 of the late maturing type of corn varieties under furrows irrigation. APSIM simulation model was evaluated for predicting maize yield, moisture and nitrogen of soil and by comparing simulated values with the measured data the validity of the model was confirmed. The maximum yield of maize was estimated 14593 kg/ha for irrigation and nitrogen amounts of 1400 mm and 450 kg/ha respectively. Comparing the results of simulation with measured data showed the relative average error (RAE) of soil moisture was in the range of 2-18% and RAE of soil nitrogen was 4-14%.

Keywords:
- APSIM
- grain yield
- irrigation
- maize
- nitrogen