ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در تخمین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج رقم هاشمی

سیده سحر میرراشد[۱] و ابراهیم امیری[۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت،دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان
۲-دانشیار،گروه مهندسی آبیاری و زهکشی،دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان
Mirrashed65@gmail.com

چکیده
مدیریت آب و کود نیتروژن تأثیر زیادی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج دارد. این تحقیق با هدف توسعه و ارزیابی کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی در محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج بر اساس مدیریت آب و کود نیتروژن مصرفی انجام گرفت. واسنجی و اعتبارسنجی مدل ها با استفاده از نتایج یک آزمایش مزرعه ای سه ساله در مزارع تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت صورت پذیرفت. در این آزمایش، مدیریت آبیاری در ۳ سطح به عنوان عامل اصلی و مقادیر مختلف نیتروژن (از منبع اوره) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ارزیابی مقادیر شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی با استفاده از پارامترهای ضریب تبیین(R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده ($RMSE_n$) انجام گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مدل های شبکه عصبی مصنوعی از دقت مناسبی در تخمین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج برخوردار هستند، بطوری که ریشه میانگین مربعات خطا عملکرد دانه و بیولوژیکی ۹ و ۹ درصد بود. کاربرد ساختارهای شبکه عصبی مصنوعی می تواند امکان بهره برداری منطقی و اقتصادی از منابع آب و کود نیتروژن و برنامه ریزی برای استفاده تلفیقی بهینه از این دو نهاده مهم را ممکن سازد.

کلمات کلیدی:ارزیابی، برنج، شبکه عصبی مصنوعی، عملکرد.

مقدمه

برنج (*Oryza sativa*) نقش مهمی در تغذیه نیمی از مردم جهان دارد که بیشتر آنها در کشورهای در حال توسعه زندگی میکنند. برنج، نسبت به دیگر گیاهان تحت آبیاری، بیشترین سطح زیر کشت را دارا است. بیش از ۸۰ درصد منابع آب شیرین در قاره آسیا برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد که نیمی از کل این آب صرف تولید برنج می شود. در ایران نیز، کشاورزی بزرگترین متقاضی آب است، بطوریکه حدود ۹۳ درصد از آب قابل استحصال، سالانه در این بخش استفاده می شود.لذا، لازم است که توجه ویژه ای به نحوه بکارگیری این منابع و برنامه ریزی دقیقی برای استفاده بهینه از منابع آبی موجود، ولی محدود برای کشت پایدار صورت گیرد. مقدار آب مورد نیاز برای برنج بستگی به روش کاشت، ابعاد کرتها، تراکم بوته ها، مقدار مصرف مواد تقویت کننده، نوع بافت خاک، شرایط اقلیمی، شرایط اکولوژیکی و رقم مورد کاشت دارد.
نیتروژن به عنوان یک ماده معدنی به مقدار زیاد برای غلات لازم است و به دلیل نقش حساس و همچنین کمبود عرضه آن، مدیریت منابع نیتروژن از بعد محصولات کشاورزی بسیار مهم است. عملکرد گیاه تابعی از عوامل مختلف گیاهی، اقلیمی و شرایط مدیریتی آب و خاک است. از این رو محاسبه مقدار عملکرد گیاه و شاخص های وابسته به آن از روابط غیر خطی

پیچیده ای تبعیت می کند که مدل سازی آن نیز دشواری خاصی دارد. امروزه استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی یکی از راهکارهای قابل توصیه به منظور محاسبه عملکرد و مراحل فنولوژیکی گیاهان مطرح می شود (منتظر و همکاران، ۱۳۸۸). نخستین کاربرد علمی شبکه های عصبی در اواخر دهه ۵۰ قرن بیستم مطرح شد، زمانی که فرانک روزنبلات در سال ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون را معرفی نمود. پیشرفت شبکه های عصبی مصنوعی(ANN) تا دهه ۷۰ قرن بیستم ادامه یافت. در ۱۹۷۲ تئوکوهونن و جیمز اندرسون بطور مستقل و بدون اطلاع از هم شبکه های عصبی جدیدی را معرفی نمودند که قادر بودند به عنوان "عناصر ذخیره ساز"عمل نمایند. در خلال دهه ۸۰، رشد تکنولوژی میکروپروسسورها روند صعودی داشت و تحقیقات روی شبکه های عصبی فزونی یافت و ایده های بسیار جدیدی مطرح شدند (منهاج،۱۳۹۱).

در علوم آب و کشاورزی استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی روند صعودی داشته و تحقیقات زیادی نیز تا به حال با استفاده از این دانش انجام گرفته است. از جمله تحقیقات انجام گرفته در این حوزه می توان به پیش بینی تغییرات کیفیت آب سطحی (میثاقی و محمدی،۱۳۸۳؛ کیمزو همکاران، ۱۹۹۸؛ آتکینسون و تاتنال،۱۹۹۷)، تخمین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (عباس پلنگی و همکاران،۱۳۸۵)، محاسبه هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (نوابیان و لیاقت ،۱۳۸۳؛ تاماری و همکاران،۱۹۹۶)، تخمین عملکرد بیولوژیکی (جین و لیو،۱۹۹۷) و تخمین عملکرد گیاه (دروموند و همکاران،۲۰۰۳؛ کیچن و همکاران،۲۰۰۳؛ لیو و همکاران،۲۰۰۱؛ سیمپسون،۱۹۹۴) اشاره کرد.

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی توانایی شبکه عصبی مصنوعی برای شبیه سازی عملکرد دانه و بیولوژیکی برنج رقم هاشمی در شرایط آبیاری و کود نیتروژن در استان گیلان می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) آزمایشی در قالب اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار، طی سال های زراعی ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در مزارع تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت در کرتهایی به ابعاد ۵×۳ مترمربع بر روی رقم بومی هاشمی انجام گردید. در این آزمایش، مدیریت آبیاری در ۳ سطح به عنوان عامل اصلی شامل: I۱ : آبیاری غرقاب دائم، I۲ : آبیاری با تناوب ۵ روز و I۳ : آبیاری با تناوب ۸ روز و مقادیر مختلف نیتروژن (از منبع اوره) به عنوان عامل فرعی در۴ سطح شامل:N۱: شاهد(بدون مصرف کود نیتروژن)، N۲: ۴۵ کیلوگرم در هکتار در یک نوبت (پایه)، N۳: ۶۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت (۳۰ کیلو گرم پایه و ۳۰ کیلوگرم حداکثر پنجه زنی) وN۴: ۷۵ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت مساوی (۳۷/۵ کیلو گرم پایه و ۳۷/۵ کیلوگرم حداکثر پنجه زنی) در نظر گرفته شدند. نشا کاری در سالهای ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به ترتیب در تاریخ های ۳۱ اردیبهشت، ۴ و ۵ خرداد انجام گردید در تمامی سالهای مورد تحقیق فواصل نشا کاری ۲۰×۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد بطوری که تعداد ۲۵ کپه در هر متر مربع زمین نشا شد. در طی سالهای تحقیق مقدار عملکرد بیولوژیکی در زمان برداشت و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه ۵ متر مربع از هر کرت پس از حذف حاشیه، درو شده و مقدار آن بر اساس رطوبت ۱۴ درصد ثبت شد.

معیارهای ارزیابی نتایج مدل

به منظور ارزیابی نتایج شبیه‌سازی ANN از ترکیب روش‌های گرافیکی و آماری، مقایسه مقدار شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در شرایط مختلف آبیاری و کود نیتروژن استفاده شد، نمودار پراکنش داده های شبیه سازی

شده و اندازه گیری شده و خطوط ۱:۱ نیز به منظور نشان دادن تناسب کلی مدل مورد استفاده قرار گرفت همچنین ضریب تبیین (R^2) رگرسیون خطی بین مقادیر شبیه سازی شده (P) و اندازه گیری شده (O) محاسبه گردید.(Bouman & laar,2006).

$$RMSE = (\sum_{I=1}^{n} (P_i - O_i)^2 / n)^{0.5} \qquad (۱)$$

$$RMSE\ Normalised = 100(\sum_{I=1}^{n} (P_i - O_i)^2 / n)^{0.5} / O_{mean} \qquad (۲)$$

که در این روابط:

Pi = مقدار شبیه سازی مدلANN

Oi = مقدار اندازه‌گیری واقعی

n = تعداد اندازه‌گیری واقعی

Omean= میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده

RMSE (Root Mean Square Error) = ریشه میانگین مربعات خطا

$RMSE_n$ (Root Mean Square Error- Normalized) = ریشه میانگین مربعات خطای نرمال

مقادیر ریشه میانگین مربعات خطا و ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده در حالت اپتیمم یا حالتی که مقادیر شبیه سازی شده و اندازه گیری شده مساوی باشند، برابر با صفر هستند، آشکار است هرچه مقدار این دو پارامتر به صفر نزدیکتر باشد مدل دقیق تر است. چنانچه مقدار ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده کمتر از ۱۰ باشد نشان دهنده حالت عالی شبیه‌سازی و بین ۲۰-۱۰ حالت خوب، بین ۳۰-۲۰ حالت متوسط و بالای ۳۰ حالت ضعیف شبیه‌سازی می‌باشد (رینالدی و همکاران، ۲۰۰۳).

به منظور واسنجی ANN، از داده های اندازه‌گیری شده ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ استفاده شد. به منظور اعتبارسنجی مدل از داده های اندازه‌گیری شده سال ۱۳۸۶ استفاده گردید.

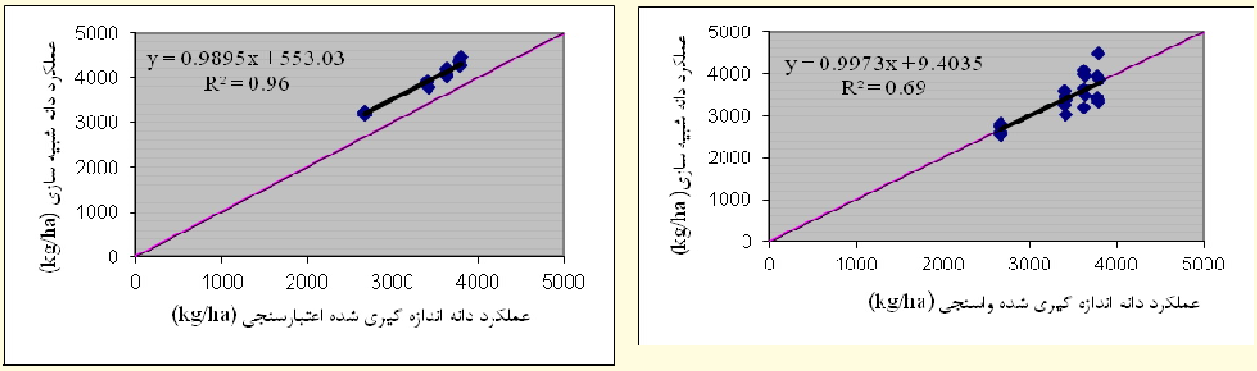
نتایج و بحث

متغیرهای آماری که برای ارزیابی (واسنجی و اعتبارسنجی) توانایی ANN در شبیه سازی عملکرد دانه برنج مد نظر بود در جدول۱ ارایه شده است. نتایج نشان می دهد که ریشه میانگین مربعات خطای عملکرد دانه در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۲۴۸ و ۵۲۳ کیلوگرمدر هکتار است. مقدار ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده عملکرد دانه در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۸ و ۱۳ درصد محاسبه شد.

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون خطی (شکل۱) بین مقادیر عملکرد دانه شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که ضریب تبیین (R^2) برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل به ترتیب ۰/۶۹و ۰/۹۶ می باشد، که نشان از مناسب بودن مدل در شبیه‌سازی عملکرد دانه دارد. همچنین بالا بودن نسبی R^2 بیانگر پراکندگی پائین داده‌ها بوده است.

جدول۱- ارزیابی نتایج شبیه سازی پارامترهای گیاهی مدل ANN

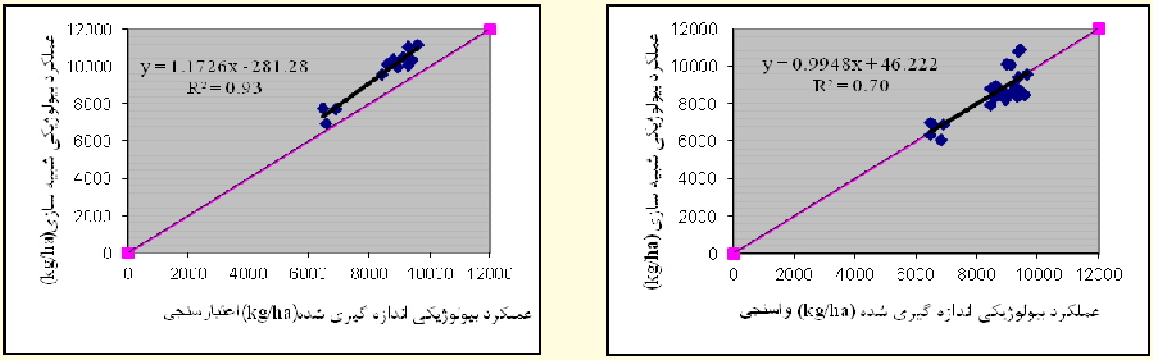
	تعداد نمونه	میانگین مشاهدهای	میانگین شبیه سازی	R^2	a	β	RMSE	$RMSE_n$
			واسنجی					
عملکرد دانه	۲۴	۳۳۷۱	۳۳۷۰	۰/۶۹	۰/۹۹	۹/۴۰	۲۸۴	۸
عملکرد بیولوژیکی	۲۴	۸۴۶۶	۸۴۶۳	۰/۷۰	۰/۹۹	۴۶/۲۲	۷۰۴	۸
			اعتبارسنجی					
عملکرد دانه	۱۲	۳۸۸۸	۳۳۷۰	۰/۹۶	۰/۹۸	۵۵۳/۰۳	۵۲۳	۱۳
عملکرد بیولوژیکی	۱۲	۹۶۳۳	۸۴۵۴	۰/۹۳	۱/۱۷	-۲۸۱/۲۸	۱۲۴۳	۱۲



شکل۱- مقایسه عملکرد دانه شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده نسبت به خط ۱:۱

نتایج ارزیابی توانایی مدل در شبیه‌سازی عملکرد بیولوژیکی برنج نشان می‌دهد که ریشه میانگین مربعات خطای عملکرد بیولوژیکی در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۷۰۴ و ۱۲۴۳ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. مقدار ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده عملکرد بیولوژیکی در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب۸ و ۱۲درصد است (جدول۱).

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون خطی (شکل۲) بین مقادیر عملکرد بیولوژیکی شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که ضریب تبیین(R^2) به ترتیب برای عملکرد بیولوژیکی واسنجی و اعتبار سنجی ۰/۷۰و ۰/۹۳است. که نشان از مناسب بودن مدل در شبیه‌سازی عملکرد بیولوژیکی می باشد.



شکل۲- مقایسه عملکرد بیولوژیکی شبیه‌سازی شده و اندازه‌گیری شده نسبت به خط ۱:۱

نتیجه گیری

بر اساس نتایج ارزیابی آماری و گرافیکی مدل به منظور شبیه‌سازی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌توان نتیجه گرفت که مدل ANN با توجه به ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۸ و ۱۳ درصد و ضریب تبیین ۰/۶۹و ۰/۹۶ برای عملکرد دانه و ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده عملکرد بیولوژیکی در شرایط واسنجی و اعتبارسنجی به ترتیب ۸ و ۱۲ درصد وضریب تبیین ۰/۷۰ و ۰/۹۳از دقت مناسبی برخوردار است.

منابع

عباس پلنگی، ج. معاضد، ه. و طارقیان ر. ۱۳۸۵. تخمین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع با استفاده از شبکه های عصبی در منطقه اهواز. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

منتظر، ع. ا. ، آزادگان، ب. و شهرکی، م.۱۳۸۸ . ارزیابی کارایی مدل های شبکه عصبی مصنوعی در محاسبه عملکرد و بهره وری آب گندم براساس عامل های اقلیمی و آب-کود نیتروژن مصرفی. مجله پژوهش آب ایران.۳(۵):۱۷-۲۹.

منهاج، م. ب.۱۳۹۱. مبانی شبکه های عصبی. دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

میثاقی، ف. و محمدی،ک.۱۳۸۳. پیش بینی تغییرات کیفیت آب رودخانه زاینده رود با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

نوابیان، م. لیاقت، ع. م.۱۳۸۳. محاسبه سریع هدایت آبی اشباع خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشگاه شیراز.

Atkinson P. M and Tatnall A. L.1997. Neural networks in remote sensing. Int. J. Remote Sens.18(4):699-709.

Liu J. Goering C. E. and Tian L.2001. A neural network for setting target corn yields. Trans. Of the ASAE 44(3):705-713.