نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۶۷۹-۶۷۲

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 672-679

تعیین تابع برتر آب – شوری – عملکرد در دو رقم پنبه

محمدحسین نجفی مود[۱*]- امین علیزاده[۲]- کامران داوری[۳]- محمد کافی[۴]- علی شهیدی[۵]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۷

چکیده

این طرح به منظور تعیین تابع برتر آب – شوری – عملکرد دو رقم پنبه ورامین و خرداد در شرایط اقلیمی بیرجند اجرا گردید و در آن توابع به فرمهای خطی ساده، کاب داگلاس، درجه دوم و متعالی مورد استفاده قرار گرفتند. پس از تعیین ضرایب مورد نیاز، به منظور مقایسه و ارزیابی این مدلها از آماره‌های F ، t استیودنت و پنج شاخص آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)[۶] ، ضریب تعیین (CD)[۷] ، بازده مدل (EF)[۸] ، خطای بیشینه (ME)[۹] و ضریب مقدار باقیمانده (CRM)[۱۰] استفاده گردید. نتایج بدست آمده در مورد هر دو رقم پنبه ورامین وخرداد نشان دادند تابع درجه دوم می تواند به عنوان تابع برتر آب – شوری – عملکرد نسبت به سایر توابع در منطقه اقلیمی بیرجند معرفی شود.

واژه های کلیدی: پنبه، تابع تولید، شوری آب آبیاری، کم‌آبیاری

مقدمه

روابط بین خاک، آب، گیاه و اقلیم عموماً پیچیده بوده و شامل فرآیندهای بیولوژیک، فیزیولوژیک و شیمیایی است. به‌همین‌دلیل برای بیان رابطه کمی بین عملکرد گیاه و عوامل تولید، از تابع تولید استفاده می‌شود (۳۲). تابع تولید یک رابطه ریاضی بین عملکرد محصول و نهاده‌های مصرفی در فرآیند تولید است. به‌عبارت دیگر این توابع نرخ تبدیل عوامل تولید، به تولید را مشخص می‌کنند. برای تخمین توابع تولید می‌توان از داده‌های آماری حاصل از مشاهدات مزرعه‌ای یا طرح‌های آزمایشی کنترل شده استفاده نمود (۳۳). معمولاً تابع تولید را بر حسب تعداد اندکی از عوامل متغیر و در عین حال تحت کنترل، برآورد می‌کنند. با تخمین تابع تولید می‌توان مقادیر عملکرد را در سطوح مختلف مصرف نهاده نسبت به مقدار نهاده، تولید نهایی، ارزش تولید نهایی هر یک از عوامل محاسبه نمود (۳۳). به نقل از کیانی، به‌طور کلی توابع تولید به دو روش برآورد می شوند. یکی از این روش‌ها استفاده از مدل‌های نظری و تجربی است، که ناشی از فرآیندهای منحصربه‌فرد آب و محصول است. اصولاً کمیت پارامترها در این روش از اندازه‌گیری مستقیم به‌دست می‌آید. دومین روش، برآورد توابع تولید با استفاده از روش‌های آماری مبتنی بر مشاهداتی همچون سطح تغییرات عملکرد، کمیت و کیفیت آب کاربردی و شوری خاک می‌باشد (۲۴). هم‌چنین در منابع مختلف تعاریف متفاوتی برای توابع تولید ارائه شده است. برخی رابطه بین عملکرد و تبخیروتعرق فصلی و برخی دیگر رابطه عملکرد و آب مصرفی را تابع تولید خوانده اند (۳۳). تابع تولید آب- محصول رابطه بین عملکرد یک محصول با کمیت و کیفیت آب و سایر متغیرهای مؤثر را بیان میکند. این توابع هم‌چنین می‌توانند در ارزیابی امکان استفاده از آب‌های شور مورد استفاده قرار گیرند (۳۵). برای درک بهتر رابطه آب و رشد گیاه، تلاش‌های زیادی به منظور مدل‌سازی صورت گرفته است و در این راستا، از دیدگاه کاربردی مدل‌هایی مورد نیاز هستند که اولاً بتوانند عملکرد گیاه را به‌طور دقیق نسبت به سطح فراهم بودن آب ارتباط دهند و ثانیاً ساده بوده و نیازمند داده‌های اقلیمی، آب، خاک و گیاه قابل‌دسترس باشند (۳۳). یافتن رابطه عملکرد و آب مصرفی از جنبه‌های مختلف از جمله پیش‌بینی عملکرد در شرایط خاص مصرف آب، پیش بینی عملکرد در شرایط کاهش عمدی تخصیص آب برای گیاه و تعیین مرحله رشد گیاه در شرایط

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و مربی دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mhnajafi2002@yahoo.com)
۲و۳- استاد و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

6 -Root Mean Square Error
7 -Coefficient of Determination
8 - Modeling EFiciency
9 - Maximum Error
10 - Coefficient of Residual Mass

اجباری کم‌آبیاری اهمیت دارد (۳۲). بسیاری از پژوهشگران تلاش کرده‌اند روابطی ساده بین مقدار آب مصرفی و عملکرد بیابند تا در عمل بتوان از آن‌ها به آسانی استفاده کرد (۱۱). اغلب چنین معادلاتی از نوع درجه دوم یا اول هستند (۲، ۶، ۸، ۱۰، ۱۶، ۲۱ و ۲۶). همبستگی عملکرد گیاه با میزان ET در طول فصل رشد در گزارشات متعددی بیان شده است (۱۱ و ۱۲). در برخی از منابع این رابطه خطی (۱۵) و در بعضی دیگر بصورت منحنی – خطی (۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۲۲) و در جایی دیگر غیر خطی (۳۴) آمده است. تابع تولید آب – شوری، نیز شکل خاصی از تابع تولید است، که در آن تمامی عوامل مؤثر بر تولید به‌جز ویژگی‌های کمی و کیفی آب و خاک، ثابت در نظر گرفته شده و در نتیجه بخش اعظم تغییرات مربوط به تولید، به تغییرات این عوامل نسبت داده می‌شود. این نوع توابع در واقع بیان ریاضی رابطه میان تولید محصول و مقادیر مختلف عمق آب آبیاری و خصوصیات کیفی آب و خاک می‌باشد. با برآورد این تابع می‌توان به‌طور کمی تأثیر نسبی هر یک از متغیرهای مستقل یاد شده را بر تغییرات تولید و درآمد محصول، محاسبه و تعیین نمود (۸). مطالعات زیادی نیز در زمینه بررسی تأثیر توأم تنش‌های شوری و خشکی روی گیاهان مختلف صورت پذیرفته است. از جمله در بررسی مدل‌های مختلف بین عملکرد و تنش‌های ذکر شده، تابع غیر خطی درجه دوم به‌عنوان مدل بهینه برای نشان دادن رابطه بین عملکرد با تنش‌های شوری و خشکی، معرفی شده است (۲۵، ۲۹ و ۳۰). هم‌چنین تعیین رابطه بین عملکرد و تنش ناشی از شوری و مقدارآب آبیاری، برای فلفل (۲۷)، گندم (۲۵ و ۳۱)، لوبیا (۲۸) و جو (۱۹)، ذرت و پنبه (۲۹)، گندم و خردل (۹) مورد بررسی قرار گرفته اند. در بررسی اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد گندم در شوری‌های مختلف آب در آبیاری بارانی به تابع تولید درجه دوم به‌دست آمد (۴). هم‌چنین ذولفقاران و شهبازی (۳) نیز تابع کاب داگلاس را بهترین تابع تولید برای چغندر قند تشخیص دادند.کیانی و عباسی (۲۰) تابع متعالی را به عنوان بهترین تابع تولید آب–شوری در گندم معرفی کردند. پس از تعیین توابع تولید آب شوری عملکرد، آنالیز حساسیت آماری نیز انجام می‌گردد. آنالیز حساسیت راهکاری است که طی آن تغییرات میزان خروجی مدل (نتایج پیش بینی مدل نسبت به داده‌های ورودی مدل) بررسی و ارزیابی می‌گردد. چنانچه تغییرات داده‌های ورودی تأثیر کمی بر مقادیر پیش‌بینی مدل داشته باشد، می‌توان استنباط نمود که داده‌های ورودی تاثیر اندکی بر نتایج دارند و در نتیجه ازخطای حاصل از اندازه‌گیری داده‌ها در مزرعه و یا آزمایشگاه چشم پوشی نمود. هم‌چنین در صورت تأثیرپذیری بیش از حد مقادیر خروجی مدل از داده‌های ورودی، باید آن داده را با دقت بیشتری اندازه گیری و یا برآورد نمود، در غیر این صورت باید انتظار خطای فاحشی را داشت. برای ارزیابی اعتبار توابع به‌دست آمده، از تحلیل خطاهای باقیمانده و اختلاف بین مقادیر اندازه گیری و پیش‌بینی استفاده می‌کنیم (۱۷، ۱۸ و ۲۳). پنبه بطور وسیعی در دنیا کشت شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی است که در اقلیم‌های متفاوتی توانایی تولید محصول را دارا می‌باشد. اهمیت محصول استراتژیک پنبه در تأمین بخشی از نیاز واحدهای نساجی و روغن خوراکی است. پنبه هم‌چنین از جمله محصولات کشاورزی مقاوم به شرایط شوری آب و خاک می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به شرایط بیابانی بیرجند که در آن بارندگی کم و متوسط سالیانه آن حدود ۱۷۵ میلیمتر است، اراضی زیادی وجود دارد که قابل کشت و زرع بوده، ولی به‌خاطر کمبود منابع آب و یا کیفیت نامناسب آب (شور)، به صورت بایر رها شده‌اند، بنابراین باید به دنبال راهکاری بود که با حفظ شرایط پایدار در منابع آب و خاک منطقه، از لحاظ اقتصادی موجب توسعه کشاورزی شود (۷). این تحقیق نیز در همین راستا و به منظور تعیین تابع آب – شوری – عملکرد دو رقم پنبه ورامین و خرداد در منطقه اقلیمی بیرجند در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

برای تعیین تابع برتر آب–شوری–عملکرد، از داده‌های آماری به‌دست آمده از اجرای طرح پژوهشی بررسی تأثیر شوری و مقادیر آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم پنبه در شرایط اقلیمی بیرجند استفاده گردید. طرح آزمایشی مورد نظر، کرت‌های خرد شده بصورت فاکتوریل بود که در آن سطوح مختلف شوری (S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب معادل ۲/۲ ، ۵/۵ و ۸/۳ دسی زیمنس بر متر) ، به عنوان کرتهای اصلی و دو رقم پنبه (ورامین V_1 و خرداد V_2) و چهار سطح عمق آب آبیاری (I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4 به ترتیب معادل ۵۰، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد عمق آب مورد نیاز گیاه)، به عنوان کرتهای فرعی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸اجرا گردید. شکل توابع تحت بررسی، به فرم‌های خطی ساده، کاب داگلاس، درجه دوم و متعالی بودند که به‌صورت زیر ارائه شده‌اند (۷ و ۸).

الف) فرم خطی ساده

$$y = a_0 + (a_1.I) + (a_2.EC_w) \quad (۱)$$

ب) فرم کاب داگلاس[1]

$$y = a_0.I^{a_1}.EC_w^{a_2} \quad (۲)$$

ج) فرم درجه دوم

$$y = a_0 + (a_1.I) + (a_2.I^2) + (a_3.EC_w) + (a_4.EC_w^2) + (a_5.I.EC_w) \quad (۳)$$

د) فرم متعالی[2]

$$y = a_0.I^{a_1}.EC_w^{a_2}.\exp\left((a_3.I) + (a_4.EC_w)\right) \quad (۴)$$

1- Cobb-Douglas
2- Transcendental

در این توابع y بیانگر عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار، I نشان دهنده عمق آب آبیاری بر حسب سانتی متر، ECw عبارت از هدایت الکتریکی آب آبیاری بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و a_i ضرایب معادله می‌باشند. پس از تعیین ضرایب مورد نیاز، به‌منظور مقایسه و ارزیابی این مدل‌ها از پنج شاخص آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تعیین (CD) ، بازده مدل (EF) ، خطای بیشینه (EM) و ضریب مقدار باقیمانده (CRM) استفاده گردید (۸، ۱۷، ۱۸ و ۲۳).

$$RMSE = \left(\sum_{i=1}^{n} (Pi - Oi)^2 / n \right)^{1/2} \times \left(\frac{100}{\bar{o}} \right) \quad (۵)$$

$$CD = \frac{\sum_{i=1}^{n} (oi - \bar{o})^2}{\sum_{i=1}^{n} (Pi - \bar{o})^2} \quad (۶)$$

$$EF = \frac{(\sum_{i=1}^{n} (oi - \bar{o})^2 - \sum_{i=1}^{n} (Pi - oi)^2)}{\sum_{i=1}^{n} (oi - \bar{o})^2} \quad (۷)$$

$$ME = Max|Oi - Pi| \quad (۸)$$

$$CRM = \frac{(\sum_{i=1}^{n} oi - \sum_{i=1}^{n} Pi)}{\sum_{i=1}^{n} oi} \quad (۹)$$

در این توابع O و P به ترتیب مقدار عملکرد مشاهده شده و پیش بینی شده از هر تیمار ، $\bar{O}$ متوسط عملکرد اندازه گیری شده و n تعداد مشاهدات می باشند. MSER مشخص می‌کند که بر آورد بیشتر و یا کمتر از حد مدل در مقایسه با مقادیر متناظر اندازه گیری شده چقدر است. CD بیانگر نسبت پراکندگی میان مقادیر شبیه‌سازی شده به پراکندگی مقادیر اندازه‌گیری شده است. ME نشان‌دهنده چگونگی اجرای مدل است و مقدار زیاد آن بیانگر کارکرد ضعیف مدل می‌باشد. CRM نیز تمایل مدل در برآورد بیشتر یا کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. چنانچه مقدار این پارامتر منفی شود بیانگر تمایل مدل به برآوردهایی بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده، می‌باشد. اگر چنانچه تمامی مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده برابر شوند، آنگاه شاخص‌های RMSE , CD , CRM , ME , EF به ترتیب برابر صفر، یک، یک، صفر و صفر خواهند بود (۸، ۱۷ و ۱۸).

نتایج و بحث

نتایج برآورد توابع تولید برای هر یک از ارقام پنبه ورامین و خرداد به شکل زیر می باشند.

توابع تولید وش پنبه ورامین

فرم خطی ساده

$$y = (977.6129) + (18.8819 \times I) - (126.0376 \times ECw) \quad (۱۰)$$

فرم خطی لگاریتمی(کاب داگلاس)

$$y = (-3416.0854) + (1401.9845 \times \ln(I)) - (547.7519 \times \ln(EC_w)) \quad (۱۱)$$

فرم درجه دوم

$$y = (-1330.6051) + (73.9980 \times I) + (36.1083 \times EC_w) - (0.3233 \times I^2) - (7.8970 \times EC_w^2) - (1.0421 \times I \times EC_w) \quad (۱۲)$$

فرم متعالی

$$y = (-10258) - (28.6055 \times I) - (206.9184 \times EC_w) + (3438.4155 \times \ln(I)) + (368.5757 \times \ln(EC_w)) \quad (۱۳)$$

توابع تولید وش پنبه خرداد

فرم خطی ساده

$$y = (409.2336) + (19.8311 \times I) - (77.7178 \times ECw) \quad (۱۴)$$

فرم خطی لگاریتمی(کاب داگلاس)

$$y = (-4173.2532) + (1452.4158 \times \ln(I)) - (350.5179 \times \ln(EC_w)) \quad (۱۵)$$

فرم درجه دوم

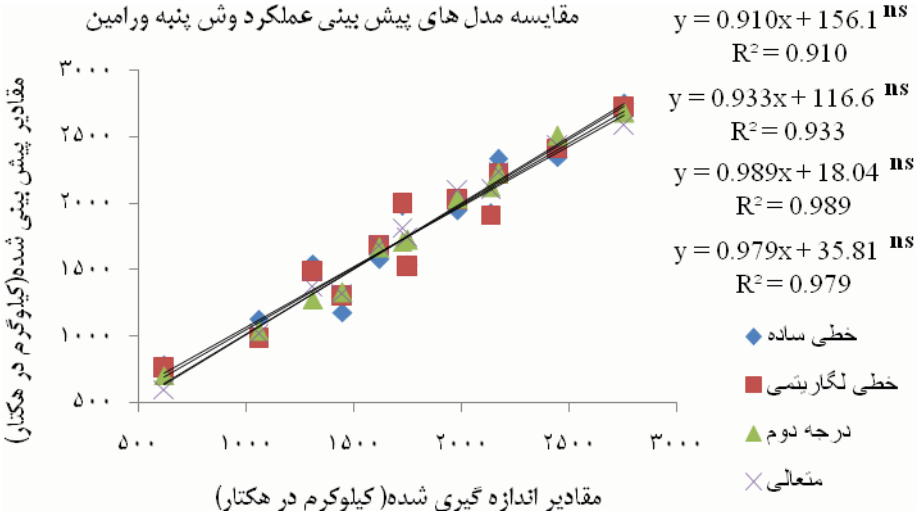
$$y = (-1025.8300) + (59.5534 \times I) - (73.3710 \times EC_w) - (0.2343 \times I^2) + (4.8209 \times EC_w^2) - (0.7119 \times I \times EC_W) \quad (۱۶)$$

فرم متعالی

$$y = (-7315.9404) - (13.5683 \times I) - (28.3424 \times EC_w) - (2418.3453 \times \ln(I)) - (229.005 \times \ln(EC_w)) \quad (۱۷)$$

مقایسه و ارزیابی توابع تولید و تعیین تابع برتر تولید آب – شوری – عملکرد وش اپنبه رقم ورامین

نمودار خط رگرسیون مقادیر اندازه‌گیری‌شده و پیش‌بینی شده در شکل ۱ و همچنین پارامترهای آماری مورد نیاز برای ارزیابی اعتبار توابع به‌دست آمده در مورد عملکرد وش پنبه رقم ورامین در جدول ۱ ارائه گردیده‌اند. بررسی ضرایب تعیین معادلات خطوط رگرسیون رسم شده و همچنین آماره t استیودنت مندرج در این نمودار، نشان می‌دهند که کلیه توابع مورد مطالعه توانسته‌اند برآورد قابل قبولی از مقدار عملکرد وش پنبه رقم ورامین داشته باشند. بنابراین در مرحله بعد نسبت به رتبه‌بندی و تعیین تابع برتر در بین آنها اقدام گردید. همانطور که از جدول ۱ مشخص است، بر اساس رتبه‌بندی نهایی تابع درجه دوم به عنوان تابع برتر نسبت به سایر توابع شناخته می‌شود. پس از آن توابع متعالی، خطی لگاریتمی و خطی ساده در رتبه‌های دوم الی چهارم قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه هر چه مقادیر ME بزرگتر باشند، نشان دهنده عملکرد ضعیف‌تر مدل در برآورد مقدار عملکرد محصول است، بنابراین از جدول می‌توان دید که تابع درجه دوم با کمترین مقدار ME بهترین برآورد را از میزان عملکرد وش، نسبت به ۳ تابع دیگر دارد. حداقل مقدار عددی شاخص RMSE نیز مربوط به تابع درجه دوم است و نشان‌دهنده این است که این تابع در مجموع با کمترین اختلاف، عملکرد را نسبت به مقدار واقعی برآورد کرده است، همچنین با توجه به مقدار منفی و بسیار نزدیک به صفر CRM در این تابع، می‌توان دید در نزدیک به ۵۰ درصد موارد، مقدار عملکرد را بیشتر از مقدار واقعی آن بر آورد می‌کند. ضمناً ضریب تعیین CD وکارائی مدل EF نیز نشان می‌دهد که تابع درجه دوم نسبت به سایر توابع در مرتبه اول قرار دارد. همچنین مقادیر بالای ضریب تعیین (۰/۹۸۹) و کارایی مدل (۰/۹۸۹) نیز بیانگر قاطعیت و کارایی بالای این مدل در برآورد مقادیر مورد نظر می‌باشد. علاوه بر اینها آماره F به ترتیب در توابع خطی ساده، کاب داگلاس، درجه دوم و متعالی برابر ۴۵/۳، ۴۹/۹، ۲۳/۵ و ۲۹ می‌باشند. مقایسه این پارامتر نیز حاکی از برتری نسبی مدل درجه دوم نسبت به سایر توابع در برآورد عملکرد وش پنبه ورامین می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج فوق و در نظر گرفتن رتبه نهایی می‌توان گفت، تابع درجه دوم می‌تواند به عنوان تابع برتر تولید وش در شرایط توأم شوری و کم‌آبیاری برای پنبه رقم ورامین در منطقه بیرجند معرفی گردد.



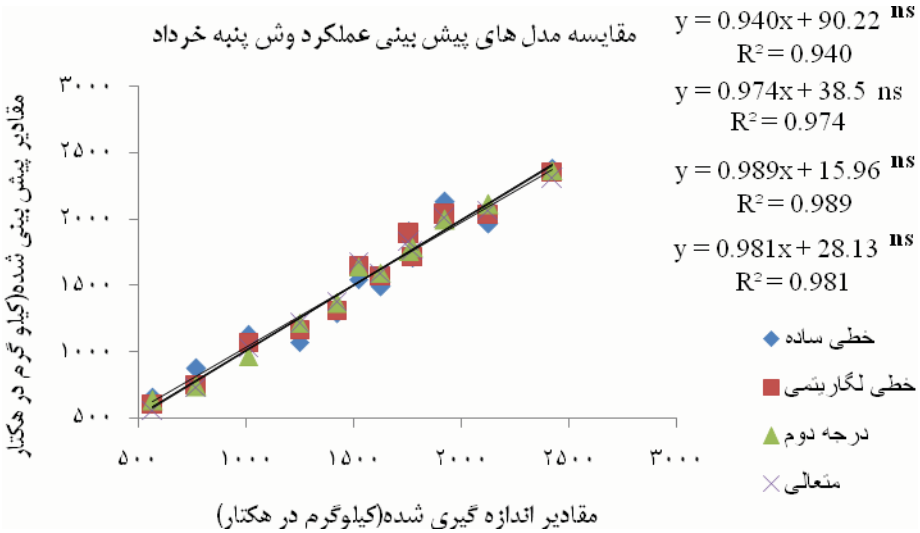
شکل۱- نمودار خط رگرسیون مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده عملکرد وش پنبه ورامین

جدول ۱- پارامترهای آماری محاسبه شده برای ارزیابی اعتبار توابع تولید وش پنبه رقم ورامین

نوع تابع	ME	RMSE	CD	EF	CRM	میانگین رتبه ها	رتبه نهایی
خطی ساده	۲۷۰ (۳)	۱۰ (۴)	۰/۹۲۱ (۴)	۰/۹۰۵ (۴)	۰/۰۰۰۴۷(۴)	۳/۸	۴
خطی لگاریتمی	۲۷۳ (۴)	۸ (۳)	۰/۹۳۳ (۳)	۰/۹۳۳ (۳)	-۰/۰۰۰۰۰۰۶۲ (۱)	۲/۸	۳
درجه دوم	۱۱۸ (۱)	۳ (۱)	۰/۹۸۹ (۱)	۰/۹۸۹ (۱)	-۰/۰۰۰۰۰۳۷ (۲)	۱/۲	۱
متعالی	۱۷۲ (۲)	۵ (۲)	۰/۹۷۹ (۲)	۰/۹۷۹ (۲)	۰/۰۰۰۳۸ (۳)	۲/۲	۲

پنبه رقم خرداد

نمودار خط رگرسیون مقادیر اندازه‌گیری‌شده و پیش‌بینی شده در شکل ۲ و همچنین پارامترهای آماری مورد نیاز برای ارزیابی اعتبار توابع به‌دست آمده در مورد عملکرد وش پنبه رقم خرداد در جدول ۲ ارائه گردیده‌اند. بررسی ضرایب تعیین معادلات خطوط رگرسیون رسم شده و همچنین آماره t استیودنت مندرج در این نمودار، نشان می‌دهند که کلیه توابع مورد مطالعه توانسته‌اند برآورد قابل قبولی از مقدار عملکرد وش پنبه رقم خرداد داشته باشند. به همین دلیل در مرحله بعد نسبت به رتبه‌بندی و تعیین تابع برتر در بین آنها اقدام گردید. نتایج جدول ۲ حاکی از آن است که معادله درجه دوم با کسب رتبه نهایی ۱ می‌تواند به عنوان تابع تولید برتر برای پنبه رقم خرداد در منطقه بیرجند معرفی شود. همانطور که این جدول نشان می دهد تابع درجه دوم دارای کمترین مقدار آماره های ME , RMSE می باشد که این امر بیانگر کارکرد قوی این مدل در برآورد مقدار عملکرد است. علاوه بر این آماره ضریب تعیین (CD) و کارائی مدل (EF) نیز بیانگر کارآیی بهتر تابع درجه دوم نسبت به سه تابع دیگر است. همچنین مقادیر بالای ضریب تعیین (۰/۹۹) و کارآیی مدل (۰/۹۸۹) حاکی از قاطعیت و کارایی بالای این مدل در برآورد مقادیر مورد نظر می باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه آماره F به ترتیب در توابع خطی ساده، کاب داگلاس، درجه دوم و متعالی برابر ۳۱/۶، ۳۵/۱، ۱۳/۴ و ۱۶/۸ می باشد، می توان گفت تابع درجه دوم نسبت به سایر توابع از برتری نسبی برخوردار است.



شکل۲- نمودار خط رگرسیون مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده عملکرد وش پنبه خرداد

جدول۲- پارامترهای آماری محاسبه شده برای ارزیابی اعتبار توابع تولید وش پنبه رقم خرداد

نوع تابع	ME	RMSE	CD	EF	CRM	میانگین رتبه ها	رتبه نهایی
خطی ساده	۲۰۹ (۴)	۸ (۴)	۰/۹۴۰ (۴)	۰/۹۴۱ (۴)	۰/۰۰۰۰۷ (۱)	۳/۴	۴
خطی لگاریتمی	۱۳۳ (۲)	۵ (۳)	۰/۹۴۲ (۳)	۰/۹۷۴ (۳)	۰/۰۵۹ (۳)	۲/۸	۳
درجه دوم	۱۲۰	۳	۰/۹۹۰ (۱)	۰/۹۸۹ (۱)	۰/۰۰۰۲ (۲)	۱/۲	۱
متعالی	۱۵۸	۴	۰/۹۸۱ (۲)	۰/۹۸۱ (۲)	۰/۰۹۷ (۴)	۲/۶	۲

در مجموع نتایج بدست آمده در مورد هر دو رقم پنبه رقم ورامین و خرداد نشان می دهند تابع درجه دوم می‌تواند به عنوان تابع برتـر در بر آورد عملکرد در منطقه اقلیمی بیرجند معرفی شود. نتـایج برخـی از تحقیقات انجام شده در این زمینه نیز حاکی از این است که تابع درجـه دوم تطابق مطلوبتری نسبت به سایر توابع در برآورد عملکرد محـصول دارد. روسو و باکر (۲۹)، وریس و همکاران (۳۶)، سپاسـخواه و اکبـری (۳۰)، وانگ و همکاران (۳۷) از جمله محققینی بودند کـه تـابع درجـه دوم را بعنوان، مدلی برای برآورد عملکرد پنبه معرفی کرده انـد. نتـایج پژوهش امامی و همکاران (۱) نیز نشان داد که رابطه بین عملکـرد بـا آب مصرفی از نوع درجه دوم و با تبخیر و تعرق خطی می باشد. نتـایج تحقیقات انجام شده دیگری نیز حاکی از معرفـی تـابع درجـه دوم بـه عنوان تابع برتر تولید محصول گندم در شرایط اقلیمی بیرجند می باشد (۷).

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده در مورد هر دو رقم پنبه ورامین و خـرداد نـشان می‌دهند تابع درجه دوم می تواند به عنوان تابع برتر در برآورد عملکـرد در منطقه اقلیمی بیرجند معرفی شود.

سپاسگزاری

بـدین وسـیله از حـوزه معاونـت آموزشـی و تحـصیلات تکمیلـی دانشگاه فردوسی مشهد بابت تامین هزینه مـالی انجـام ایـن پـژوهش سپاسگزاری می گردد.

منابع

۱- امامی ا.، قهرمان ب.، داوری ک.، هاشمی نیا م. و تمسکی س.۱۳۸۷. تعیین تابع تولید و ضریب حساسیت محصول به آب برای سه رقم پنبه در منطقه گرگان.مجله آب و خاک. ۲۲: ۳۰۵-۲۹۵.

۲- حقایقی مقدم س ا. و شیرانی راد ا.ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر مقادیر آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام کلزا. مجموعه مقـالات نهمـین سمینار سراسرس آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۳- ذولفقاران ا. و شهبازی ح. ۱۳۸۶. بر آورد عملکرد چغندر قنددر مقادیر متفاوت آب وشوری، مجموعه مقالات نهمین سمینار سراسـرس آبیـاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۴- ذولفقاران ا.۱۳۸۶. بررسی اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد گندم در شوری‌های مختلف آب در آبیاری بارانی، مجموعـه مقـالات نهمـین سـمینار سراسرس آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۵- زمانی غ.، کشکولی ح.ع.، شهیدی ع. و قریشی س.غ. ۱۳۸۶. اثرات شوری و رژیم‌های مختلف آبیـاری بـر عملکـرد، اجـزای عملکـرد و درصـد پروتئین دانه در دو رقم گندم. پژوهش کشاورزی. ۷ : ۶۶- ۵۵.

۶- شایان نژاد م. ۱۳۸۶. بررسی حساسیت گندم پاییزه به کم آبیاری در شهر کرد. مجموعه مقـالات نهمـین سـمینار سراسـرس آبیـاری و کـاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۷- شهیدی ع. ۱۳۸۷. اثر بر هم کنش کم آبیاری وشوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام گندم با تعیین تابع تولید آب و شوری در منطقه بیرجنـد .پایان نامه دکتری.

۸- کیانی ع.، همایی م. و میرلطیفی م. ۱۳۸۵. ارزیابی توابع کاهش عملکرد گندم در شرایط توام شوری و کم آبـی .علـوم خـاک و آب.۲۰(۱): ۸۰- ۷۳.

9- Datta K.K., and Dayal B. 2000. Irrigation with poor quality water: An empirical study of input use economic loss and coping strategies. Ind. J. of Agr. Economics, 55:26-37.

10- De Wit C.T. 1958. Transpiration and crop yieldsVersal. Landbouwk. Onderz. 64.6. prodoc. Wageningen. pp.88.

11- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage paper No.33. FAO. Rome.

12- Doorenbos J., and Pruitt W.O. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage paper No.24. FAO. Rome.

13- Grimes D.W., Yamada H., and Dirksen W.L. 1961. Functions for cotton production from irrigation and nitrogen fertilizer variable. I: Yield and evapotranspiration. Agron. J. 61(5)769-773.

14- Gulati H.S., and Murty V.V.N. 1979. A model for optimal allocations of canal water based on crop production function. Agriculture Water Management.2(1):79-91.

15- Hagan R.M., and Stewart J.I. 1973. Water deficit irrigation design and programming. J. Irrigation and Drainage. ASCE. 98(2): 215-237.

16- Hanks R.J., Gardner H.R., and Florin R.L. 1969. Plant growth evapotranspiration relation for several crops in

central Great plains. Agron. J.61:30-34
17- Homaee M., Direksen C., and Feddes R.A. 2002a. Simulation of root and water uptake. I: Non – uniforme transient salinity using different macroscopic reduction function. Agric.Water Management.57:89-109.
18- Homaee M., Feddes R.A., and Direksen C. 2002b. Simulation of root and water uptake, II: Non – uniforme transient water stress using different macroscopic reduction function. Agric. Water Management.57:111-126.
19- Jensen C.R. 1982. Effect of soil water osmotic potential on growth and water relationship of berely during soil water depletion, Irrig. Sci., 3:111-121.
20- Kiani A. R., Abbasi F. 2009. Assessment of the water-salinity crop production function of wheat using experimental data of the goleatan province, Iran. Irrigation and Drainage, 58: 445-455
21- Kipkorir K.K., Reas D., and Massawe B. 20002. Seasonal water production functions and yield response factors for maze and onion in perkerra. Kenya. Agric. Water Manage. 56:229-240.
22- Khanjani M.J., and Busch J.R. 1982. Optimal irrigation water use from probability and cost benefit analysis. TRANS. of the ASAE.25(4):961-965.
23- League K., and Green R.E. 1999. Statistical and graphical methods for evaluating solutetransport models: overview and application .J. Contaminant Hydrology.7:51-73.
24- Letey J., Dinar A., and Keith C. 1985. Crop-water production function model for saline irrigation waters. Soil Sci.Am.J.49:1005-1009.
25- Li J., Inanaga S., Li Z., and Eneji E. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. Agriculture Water Management.76:8-23.
26- Liu W.Z., Hansaker D.J., Li Y.S., Xie X.Q., and Wall G.W. 2002. Interrelations of yield. evapotranspiration and water use efficiency from marginal analysis of water production functions. Agric. Water Manage.56:143-151.
27- Meiri A., and Shalhevet J. 1973. Pepper plant response to irrigation water quality and timing and leaching, Ecological studies. VOL IV. Springer – Verlag Berlin, pp. 421-429.
28- Parra M.A., and Romero G.C. 1980. On the dependence of salt tolerance of beans on soil water matric potential, Plant and Soil. 56:3-16.
29- Russo D., and Bakker D. 1986. Crop water production functions for sweet corn and cotton irrigated with salin waters.Soil Science Society American J.51:1554-1562.
30- Sepaskhah A.R., and Akbari D. 2005.Deficit Irrigation Planing under Variable Seasonal Rainfall. Published by Elsevier Ltd.Biosystems Engineering.92(1):97-106.
31- Sepaskhah A.R., and Boresma L. 1979. Shoot and root growth exposed to several levels of matric potential and NACL induced osmotic potential of soil water. Agronomy Journal.71:746-7512.
32- Solomon K. 1985. Typical crop water production functions. Agricultural Engineers PaperNo.85:25-96.
33- Tanji K.K. 1990. Agriculture Salinity Assessment and Management. Am. Soc. Of Civil Engineers. NewYourk.USA.
34- Tyagi N.K., Sharma D.K., and Luthr S.K. 2000. Evapotranspiration and crop coefficient of wheat and sorghum .J. of Irrigation and Drainage Engineering. July – Aug 2000.
35- Vaux H.J., Pruit W.O. 1983.Crop water production functions.PP.61-97.In: Hillel, D.(Ed.), Advances in Irrigation, Vol.2,Academic Press. New York.
36- Vories E.D., Pitts D.J., and Ferguson J.A. 1992. Sprinkler irrigation response of cotton on clay Arkansas Farm. Research. 41: 4-5.
37- Wang Y.R., Kang Sh.Zh., Li F.Sh., and Zhang L. 2007. Saline water irrigation scheduling through a crop-water-salinity production function and soil water salinity dynamic model. Pedosphere . 17: 303-317

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 672-679

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۶۷۹-۶۷۲

Determination of Water – Salinity Production Function for Two Cotton Cultivars

M.H. Najafi Mood[1*]- A. Alizadeh[2]- K. Davari[3]- M. Kafi[4]- A. Shahidi[5]

Received:13-2-2011
Accepted:26-2-2012

Abstract

The plan is to determine the optimum water - salt – production function for two varieties of cotton Varamin and Khordad were implemented in the climate of Birjand and The mentioned function in various forms of simple linear eq., logarithmic linear, second order quadratic eq. and transcendental in this experiment was estimated. After determining the required coefficients, In order to compare and evaluate these models, The statistics F, t student and five statistical indicators, RMSE, CD, EF, ME and CRM Was used. The results showed that for both varieties of cotton Varamin and Khordad, Quadratic production function can be superior as a function of water - salt - performance relative to other functions to be introduced in the climate of Birjand.

Keywords: Cotton, Production function, Irrigation water salinity, Deficit irrigation

1- PhD Student, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Lecture of Birjand University
(*- Corresponding Author Email: mhnajafi2002@yahoo.com)
2,3- Professor and Associote Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
5- Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Birjand University