اشتقاق توابع تولید آب– شوری گندم در منطقه شمال گرگان

علیرضا کیانی، مجید میر لطیفی و مهدی همایی
به ترتیب استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

مقدمه

مناطق وسیعی از شمال استان گلستان که عمدتاً به کشت گندم و جو اختصاص دارند، به دلیل محدودیت منابع آب غیر شور، با روند نزولی کمی و کیفی آب و خاک مواجه بوده، در نتیجه بطور طبیعی عملکرد گیاهان فوق تحت تأثیر دو عامل شوری و کم آبی قرار دارند. به همین دلیل ضروری است تا عملکرد گندم به صورت تابعی از مقادیر کمی و کیفی آب و خاک تعیین گشته تا مورد استفاده برنامه ریزان قرار گیرد. برای بیان روابط کمی بین عملکرد گیاه و عوامل مؤثر در آن از توابع تولید استفاده می‌شود. در زمینه توابع آب – عملکرد یا شوری – عملکرد مطالعات متعددی وجود دارد (۴، ۵، ۶، ۷ و ۹). اما در رابطه با توابع تولید آب – شوری مطالعات اندکی در منابع وجود دارد. در این بخش به چند نمونه آن پرداخته می شود. آگنی هوتری و همکاران(۱۹۹۲) مقادیر مختلف کمی و کیفی آب آبیاری را بر عملکرد و درآمد محصول گندم با استفاده از تابع تولید آب- شوری از نوع درجه دوم مطالعه نموده اند(۱).

نتایج نشان داد بیش از ۹۷ درصد تغییرات عملکرد منتج از تغییرات کمیت و کیفیت آب آبیاری بود. داتا و همکاران (۱۱۹۸) اعلام کردند که برآورد توابع تولید بر اساس روش آماری بدلیل تعیین رابطه مستقیم آب – عملکرد بر روش‌های نظری و تجربی که بر پایه فرضیات متعددی استوارند ترجیح داده می‌شوند(۳). آنها پس از بررسی چند تابع نتیجه گرفتند که تابع درجه۲ بهترین نوع تابع برای بیان کمی رابطه آب – شوری– عملکرد می‌باشد. داتا و دایال (۲۰۰۰) تابع تولید آب – شوری را در محصول گندم و خردل برآورد نموده و سپس با استفاده از مفهوم ارزش تولید نهایی، منافع و زیانهای اقتصادی مصرف آب شوررا محاسبه نمودند(۳). روسو و بیکر (۱۹۸۶) تابع تولید برای ذرت و پنبه را در شرایط مقادیر مختلف رطوبت و شوری خاک تعیین نمودند. در این بررسی رابطه غیر خطی درجه ۲ مبنای تحلیل تابع تولید قرار گرفت(۸)

مواد و روش‌ها

برای تهیه داده های مورد نیاز تحقیق، ۱۶ تیمار شامل چهار سطح شوری آب آبیاری با میانگین ۱/۵ (S_1)، ۸/۵ (S_2)، ۱۱/۵ (S_3) و ۱۴/۲ (S_4) dS/m به عنوان عامل فرعی و چهار سطح مقدار آبیاری معادل ۵۰ (W_1)، ۷۵ (W_2)، ۱۰۰ (W_3) و ۱۲۵ (W_4) درصد نیاز آبی گیاه به عنوان عامل اصلی در سه تکرار با استفاده از کرت های خرد شده در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی در شمال شرقی گرگان و در زمین تحت کشت گندم به اجرا در آمد. ابعاد کرتها ۴×۳ متر مربع، فاصلهٔ کرت ها از همدیگر ۲ متر، فاصلهٔ ردیف های گندم در هر کرت ۲۰ سانتی متر، فاصلهٔ بوته ها در روی ردیف ۸ سانتی متر و فاصلهٔ شیارهای آبیاری ۶۰ سانتی متر انتخاب گردید.

تیمار های آبیاری از اختلاط دو منبع آب، یکی آب چاه به عنوان آب غیر شور و دیگری از آب زهکش منطقه(۳۵-۱۰ dS/m) به عنوان منبع آب شور ایجاد گردیدند. در هر سال چهار بار آبیاری انجام شد. مقادیر آب مصرف شده در سال اول در تیمارهای W_1، W_2، W_3 و W_4 به ترتیب برابر ۱۱۶، ۱۶۳، ۲۰۹ و ۲۴۶ میلی‌متر و در سال دوم معادل ۱۰۴، ۱۶۰، ۲۱۲ و ۲۶۲ میلی متر و میزان باران موثر در طی دو سال به ترتیب برابر ۱۶۳ و ۱۸۴ میلی‌متر بود. برای تعیین توزیع رطوبت و شوری نیمرخ خاک در تیمارهای مختلف، تا عمق یک متری به ازای هر ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک نمونه‌های خاک برداشت شده و سپس رطوبت(با روش وزنی) و شوری خاک (با روش عصاره اشباع خاک) تعیین گردیدند. تقریباً به ازای هر ماه طی فصل رشد گیاه یک مرحله نمونه برداری انجام گردید. عملکرد دانه گندم در هر کرت با حذف نیم متر حواشی، در زمان برداشت اندازه گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، توابع تولید مختلف (بر اساس اطلاعات یک ساله) برآورد گردیده و بهترین نوع تابع از نظر معیار خوبی برازش و معنی دار شدن ضرایب انتخاب شد. توابع تولید آب – شوری به کار برده شده در این تحقیق عبارتند از:

خطی ساده:

$$Y = a_0 + a_1\theta + a_2 ECe \qquad (۱)$$

لگاریتمی:

$$Y = a_0\theta^{a_1} ECe^{a_2} \qquad (۲)$$

درجه دوم:

$$Y = a_0 + a_1\theta + a_2\theta^2 + a_3 ECe + a_4 ECe^2 + a_5\theta ECe \qquad (۳)$$

متعالی

$$Y = a_0\theta^{a_1} ECe^{a_2} Exp(a_3\theta + a_4 ECe) \qquad (۴)$$

در روابط فوق Y مقدار عملکرد گندم بر حسب کیلو گرم در هکتار، θ درصد حجمی رطوبت خاک و ECe شوری عصارهٔ اشباع خاک بر حسب dS/m می باشند.

تولید نهایی نسبت به رطوبت(MP_θ) و شوری خاک(MP_{Ece}) و نسبت نهایی نرخ جایگزینی (MRTS) برای عوامل مورد بررسی (θ و ECe) با استفاده از تابع تولید که در این تحقیق استخراج گردید، به صورت زیر محاسبه شدند.

$$MP_\theta = dy / d\theta \qquad (۵)$$

$$MP_{ECe} = dy / dECe \quad (۶)$$

$$MRTS_{\theta ECe} = MP_{\theta} / MP_{ECe} \quad (۷)$$

نتایج و بحث

جدول(۱) نتایج تخمین توابع مختلف تولید آب- شوری گندم ارائه شد.

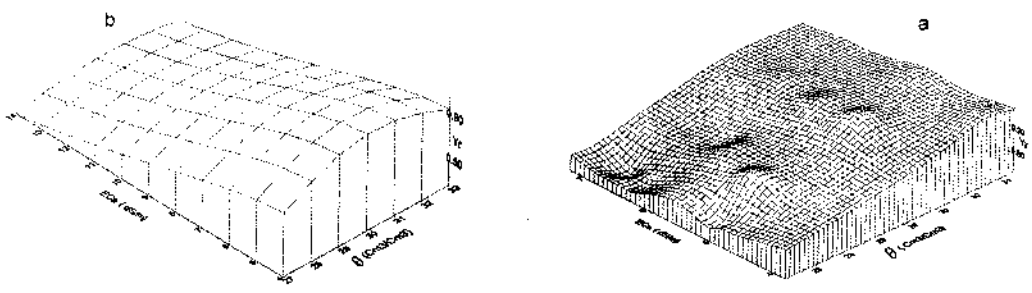
جدول (۱) ضرائب توابع تولید آب – شوری گندم با استفاده از توابع مختلف

متغیر	تابع خطی ساده	تابع لگاریتمی	تابع درجه دوم	تابع متعالی
ثابت	-۳۰۲۴ (-۲/۴)	۲ (۱/۹)	-۱۲۶۷۰۶ (-۶/۴)	-۱۱۷ (-۳/۹)
θ	۲۹۰ ** (۶/۶)	-	۹۱۴۶** (۶/۳)	-۱/۷ ** (۳/۹)
ECe	-۲۱۰ ** (۳/۵)	-	-۱۷۷۴ns (-۲/۲)	-۰/۲۲ * (-۲/۲)
$Ln\theta$	-	۲ ** (۶/۱)	-	۵۱ ** (۴/۱)
$LnECe$	-	-۰/۲۳** (-۳)	-	۰/۸۲ ns (۱/۷)
θ^2	-	-	-۱۵۸** (-۶/۲)	-
ECe^2	-	-	-۳۴ ns (-۰/۹۹)	-
θ .ECe	-	-	۶۴/۹ * (۲/۹)	-
آماره F	۲۵	۲۲	۵۵	۴۰
R^2	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۹۶	۰/۹۴

**و* به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و۵ درصد ; ns= بدون اثرمعنی دار ; مقادیر داخل پرانتز آماره t می‌باشند.

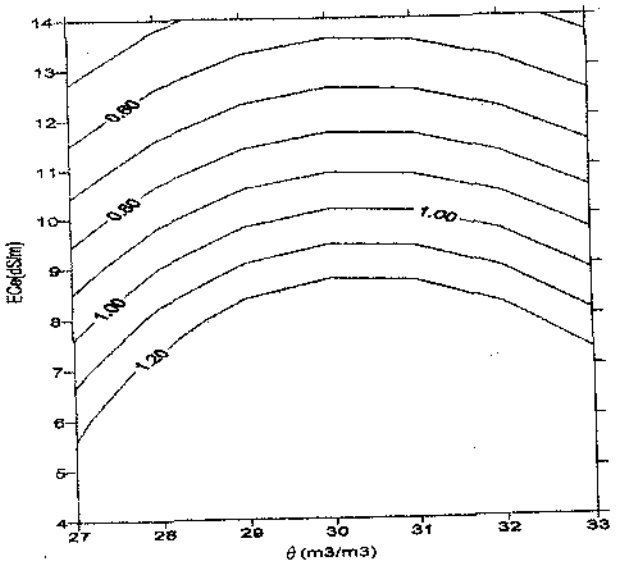
مقادیر آماره t مؤید تاثیر معنی‌دار و تعیین کننده رطوبت و شوری خاک بر تغییرات عملکرد گندم می باشد. مقایسه ضرایب R^2 و آماره f متناظر نشان می دهد قدرت برازش توابع متعالی و درجه دوم نسبت به سایر توابع بیشتر است، اما مقادیر معنی‌داری تابع متعالی بهتر از تابع درجه دوم است،

منحنی سه بعدی تغییرات عملکرد نسبی گندم نسبت به رطوبت و شوری خاک بر مبنای داده های مزرعه ای و همچنین بر مبنای تابع تخمینی در شکل (۱) ارائه گردید. به طور کلی شکل فوق نشان می دهد که افزایش رطوبت و کاهش شوری خاک موجب افزایش عملکرد گندم می گردد، ضمن اینکه می توان این دو عامل را برای حصول به عملکرد یکسان در محدوده وسیعی از دامنه تغییرات آنها جایگزین نمود. به عبارت دیگر اثر منفی شوری بر عملکرد تا حدی با افزایش رطوبت خاک قابل جبران است.



شکل(۱) تغییرات عملکرد نسبی گندم(Yr) به صورت تابعی از رطوبت و شوری خاک بر اساس داده های واقعی(a) و تابع متعالی(b).

برای نشان دادن محدوده های قابل جایگزینی رطوبت با شوری خاک به طوری که عملکرد محصول یکسان بماند، منحنی هم- محصول تابع به دست آمده در شکل (۲) ترسیم گردید. این شکل مکان هندسی نقاطی است که در آن براساس ترکیبات مختلفی از تغییرات رطوبت و شوری خاک دارای عملکردهای یکسانی هستند. ملاحظه می‌شود که برای دستیابی به عملکرد مشخص مقادیر متفاوتی از θ و ECe را می توان جایگزین نمود. حد این جایگزینی در منحنی هم - محصول در نقطه‌ای است که خط مماس بر آن موازی محور رطوبت گردد. از این نقطه به بعد افزایش رطوبت منجر به افزایش عملکرد نخواهد شد. بنابراین ثابت درنظر گرفتن شیب کاهنده شوری - عملکرد مورد تردید است. به عنوان مثال در رطوبت ۲۷ درصد حجمی خاک و شوری ۹/۵dS/m عملکرد نسبی ۸۰٪ می باشد ولی هرگاه رطوبت خاک به ۳۰ درصد حجمی برسد همان عملکرد قابل حصول است ولی می توان شوری را تا ۱۱/۸dS/m افزایش داد. نسبت نهایی نرخ جایگزینی شوری و رطوبت خاک ($MRTS_{\theta\ ECe}$) برابر ۱/۱ به دست آمد. درنتیجه برای کاستن اثر منفی هر واحد شوری پس از مقدار متوسط وزنی (۵/۵dS/m) می بایستی رطوبت حجمی خاک به اندازه ۱/۱ درصد افزایش یابد.



شکل (۲) منحنی هم- محصول گندم به صورت تابعی از رطوبت حجمی و شوری خاک

منابع مورد استفاده

1-Agnihotri, A.K., P.S. Kumbhare, K.V.G.K. Rao and D.P. Sharma. 1992. Econometric considration for reuse of drainage effluent in wheat production. Agric. Water Manage. 22: 249-270.

2-Datta, K.K. and B. Dayal. 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.

3-Datta, K.K., V.P., Sharma and D.P. Sharma. 1998. Estimation of a production function for wheat under saline conditions. Agricultural water Management.36: 85-94.

4-Dinar, R., J. Letey and H.J. Jr.Vaux. 1985. Optimal rates of saline and non-saline irrigation waters for crop production. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 440-443.

5-Knapp, K., C. Brandt, K. Stevens, J. Letey and J.D. Oster. 1990. A dynamic optimization model for irrigation investment and management under limited drainage conditions. Water Resource Research, 26: 1335-1343.

6-Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerance. ASAE. Monograph. 71: 262-304.

7-Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrigation and Drainage Division, ASCE, 103(IR2): 115-134.

8-Russo, D. and D. Bakker. 1986. Crop water production functions for sweet corn and cotton irrigated with saline waters. Soil Sci. Soc. Am. J., 51:1554 - 1562.

9-Vaux, H.J. Jr. and W.V. Pruitt. 1983. Crop-water production functions, In: Hillel, D. (ed.). Advances in Irrigation, Vol. 2, Academic Press, Inc., New, NY.