پژوهش و فناوری محیط زیست، ۱۴۰۱ ۷(۱۱)، ۲۷-۳۵

پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه:www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

تأثیر میزان شوری آب و عوامل تولید بر عملکرد محصول سیب‌زمینی در همدان، دشت بهار

سید محسن سیدان[۱]، معین صادقی[۲*]

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی وترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- دانشجوی دکترای اقتصادکشاورزی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی، تهران

چکیده

افزایش تولیدات کشاورزی به دلیل رشد سریع جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز آبی در دهه‌های اخیر سبب برداشت بی‌رویه و افت سطح آب زیرزمینی در دشت همدان، بهار شده است. این موضوع منجر به افت ممتد سطح آب زیرزمینی در این دشت شده و سبب شده تا در زمره دشت‌های بحرانی استان قرار گیرد. این پدیده علاوه بر خسارت به منابع آب‌های زیرزمینی موجب شوری آب شده است. هدف این تحقیق بررسی اثر شوری آب زیرزمینی بر عملکرد محصول سیب‌زمینی است. به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب بر عملکرد سیب‌زمینی، تابع عملکرد این محصول برآورد شده است. به روش نمونه برداری تصادفی داده های مورد استفاده از ۱۱۹ مزرعه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ گردآوری شدند و میزان شوری آب چاه‌های مزارع در دو مرحله در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. بر اساس معیارها و آزمون‌های انجام گرفته تابع تولید به فرم تابع درجه دوم به منظور برآورد روابط میان متغیرها انتخاب گردید. نتایج این پژوهش بیانگر این موضوع است که با افزایش یک واحد در میزان شوری آب، مقدار تولید سیب زمینی ۸۶۰ کیلوگرم کاهش می‌یابد. بهره‌وری نهایی آب، بذر و کود شیمیایی به ترتیب ۰/۲، ۲۳ و ۱۴- بود، بر این اساس می‌توان گفت که کشاورزان سیب‌زمینی کار دشت همدان، بهار از نهاده آب به میزان بهینه، از بذر کمتر از حد بهینه و از کود شیمیایی بیش از حد بهینه مصرف می‌کنند.

کلید واژه‌ها: شوری، عملکرد سیب‌ز مینی، آب، تابع درجه دوم.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sadeghionyx@gmail.com

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 3060-2676

The effect of water salinity and production factors on potato crop yield in Hamedan, Bahar plain

Seyed Mohsen Seyedan [1], Moein Sadeghi [2*]

1- Department of Economic, Social and Agricultural Extension Research, Agricultural Research and Training Center and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran.

2- PhD student in Agricultural Economics, Faculty of Economics, Azad University, Tehran Central Branch, Tehran, Iran

Abstract

Increasing agricultural production due to rapid population growth and consequently increasing water demand in recent decades has led to uncontrolled withdrawal and drop in groundwater levels in Hamadan-Bahar plain. This has led to a sustained drop in groundwater level in the plain and it has caused it to be among the critical plains of the province. This phenomenon has caused water salinity in addition to damage to groundwater resources. The purpose of this study was to investigate the effect of groundwater salinity on potato yield. In order to investigate the effect of water salinity on potato yield, the yield function of this crop has been estimated. By random sampling method, data used from 119 farms were collected in the 2018-19 crop year and the amount of water salinity has been measured in two steps in the laboratory. Based on the criteria and the test, the production function was selected in the form of a quadratic function for estimating the relationships between variables. The results of this study indicate that with an increase of one unit in the amount of water salinity, the production of this product has decreased by 860 kg. The final productivity of water, seeds and chemical fertilizers are 0.2, 23 and -14, respectively, so, it can be said that potato farmers in Hamedan-Bahar plain use optimum amount of water, seed less than optimum amount and chemical fertilizer more than optimum amount.

Keywords: Salinity, potato yield, Water, Quadratic function

* Corresponding author E-mail address: sadeghionyx@gmail.com

مقدمه

پیش‌بینی‌های سازمان ملل نشان‌دهنده آن است که تا سال ۲۰۵۰ میلادی محدودیت منابع آبی شدیدتر و اصلی‌ترین موضوع مورد بحث جهانی است. این وضعیت برای ایران به دلیل اینکه در کمربند خشکی آب و هوایی جهان قرار گرفته، هشدار دهنده‌تر است. متوسط بارندگی ایران ۲۵۰ میلی‌متر است که در مقایسه با ۷۵۰ میلی‌متر متوسط بارندگی جهان بسیار پایین‌تر است (سازمان تحقیقات منابع آب، ۱۳۷۹). کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، اغلب وابسته به آب آبیاری است، که بیشتر از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. در سال‌های اخیر با توجه به خشکسالی‌های مداوم و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، این منابع دچار بیلان منفی شده است (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۵). شوری خاک از عوامل مهم در کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. لذا این مشکل استفاده از ارقام مقاوم به شوری را اجتناب ناپذیر می‌سازد (فرهنگیان کاشانی و منعم،۱۳۸۹). از سوی دیگر با افزایش تنش شوری در منطقه توسعه ریشه گیاه، پتانسیل آب موجود در خاک کاهش یافته و جذب آب توسط گیاه کم شد. از این‌رو با کاهش کیفیت آب آبیاری از طریق افزایش شوری از ۰/۵ به ۷/۵ دسی زیمنس بر متر، مقدار تبخیر- تعرق و عملکرد گیاه ذرت به ترتیب ۳۱ و ۶۱ درصد کاهش یافت (لاکردا و همکاران، ۲۰۱۶). در پژوهشی دیگر گزارش شد تنش شوری باعث کاهش رشد برگ و کاهش انرژی لازم برای فتوسنتز گیاه شد. درنتیجه از تشکیل اندام گیاهی، رشد محصول و مصرف آب توسط گیاه کاسته شد (شین و همکاران، ۲۰۱۶) .

در این آزمایش، افزایش شوری آب اثر یکسانی بر عملکرد و درصد قند خربزه‌های مذکور نداشت. در آزمایش دیگری، تیمار شوری غلظت سدیم را در همه ژنوتیپ های خربزه افزایش داد و یکی از مهم‌ترین علل کاهش رشد در ژنوتیپ های مختلف خربزه تجمع یون سدیم بیشتر از حد مسمومیت در اندام‌های گیاه بود. (محمد زاده، ۱۳۸۹). باغانی و همکاران (۱۳۹۴) اثر سطوح شوری آب آبیاری و زمان شروع آبیاری با آب شور و لب شور بر خصوصیات کمی خربزه دیررس مورد بررسی قرار داده‌اند، بالاترین عملکرد کل و عملکرد اقتصادی و کارآیی مصرف آب آبیاری از تیمار شاهد به‌دست آمد که تفاوت آن‌ها با تیمارهای آب شور و لب شور معنی‌دار بود. در ضمن تفاوت بین عملکردهای تیمارهای شور و لب شور معنی‌دار نبودند. آبیاری با آب شیرین در اوایل دوره رشد باعث افزایش محصول نشده بلکه، باعث وارد شدن تنش بیشتر به گیاه می‌شود. خاقانی و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر افزایش شوری خاک و اثر تنش‌های شوری بر عملکرد محصولات زراعی مهم، مطالعه‌ای در دشت قزوین با طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام داد. نتایج این مطالعه نشان داد که شوری خاک در اراضی مورد مطالعه در اثر تغییر کیفیت آب آبیاری و افت سطح ایستابی منابع آب‌های زیرزمینی به شدت افزایش یافته به‌طورکلی، تأثیر شوری بر عملکرد محصولات گندم، جو، یونجه، سیب زمینی و گوجه فرنگی به ترتیب به میزان ۲۲، ۲۰، ۴۰، ۵۰ و ۲۷ درصد محاسبه شده است. آبیار و کیانی (۱۳۸۶) برای بررسی تأثیر شوری آب و خاک زراعی و میزان مصرف نهاده‌ها بر تغییرات عملکرد گندم در مزارع گندم‌کاری شمال استان گلستان با رهیافت تابع تولید پژوهشی را انجام داده است. نتایج آزمایش نشان داد با افزایش تنش شوری به‌طور معنی‌دار از سرعت، و درصد تجمع جوانه‌زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، شاخص بنیه، وزن تر گیاهچه و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه کاسته شد ($0/01\geq P$). همچنین اثر متقابل رقم و میزان شوری در درصد تجمعی جوانه زنی و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی‌دار شد ($0/05\geq P$) (عبادی و همکاران، ۱۳۸۷). دادروال[1] و همکاران (۲۰۱۸) به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و ویژگی‌های عملکرد گندم در ارقام گندم حساس و متحمل به شوری (۰، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر) انجام شد. نتایج نشان داد که کاهش معنی‌داری در تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی در بوته، شاخص برداشت و وزن آزمایش مشاهده شد. کاهش عملکرد و ویژگی های عملکرد پارامترهای مؤثر بر اثر تنش شوری در رقم حساس به شوری بیشتر بود. بر اساس یافته‌های تحقیق، رقم مقاوم به شوری بیشترین متحمل به نمک را مشاهده کرد. هاکوان[2] و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی واکنش کاهو و کلم به سطح شوری آب آبیاری در کشت گلخانه ای پرداختند. در این تحقیق مشخص شد که برای کاهو و کلم میزان شوری که منجر به شروع کاهش عملکرد می‌شود به ترتیب ۰/۹ و ۱/۵ دسی زیمنس بر متر است. در آزمایشی که توسط تدشی[3] و همکاران (۲۰۱۱)، در یک مزرعه در دشت رودخانه ولترونو (جنوب ایتالیا) انجام شد، اثرات شوری سدیمی آب را بر عملکرد کمی و کیفی خربزه بررسی کردند. نتایج نشان داد که کاهش عملکرد، ناشی ازکوچکتر شدن میوه ها از اندازه صادراتی بود و شوری مقدار مواد جامد محلول[4] را تحت تاثیر قرار هدف از این تحقیق برآورد رابطه شوری و میزان عملکرد محصول سیب‌زمینی است که در این رابطه دو سؤال مطرح شده است. اول اینکه آیا رابطه معنی‌داری میان میزان شوری آب و عملکرد محصول سیب زمینی وجود دارد؟ و دومین سؤال اینکه

1 Dadrwa
2 Hakkwan
3 Tedeschi
4 TDS

با افزایش شوری آب بهره‌وری محصول سیب‌زمینی چگونه تحت تأثیر قرار می‌گیرد؟ این اطلاعات می‌تواند مبنای دقیقی برای تحقیقات و تصمیمات مدیریتی در زمینه بهره‌برداری از زمین‌های خشک و شور در منطقه مورد مطالعه را فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دشت همدان، بهار در استان همدان انجام شده است. حوزه آبریز دشت همدان، بهار موسوم به سیمینه‌رود با وسعت ۲۴۶۳۰۰ هکتار از زیرحوضه های مهم رودخانه قره چای و دریاچه نمک است. از این میزان ۱۰۲۹۰۰ هکتار دشت و بقیه شامل ارتفاعات حاشیه می باشد. از کل مساحت این دشت ۶۳۴۸۱ هکتار آن معادل ۶۱/۷ درصد به کشت محصولات آبی و ۳۸/۳ درصد به کشت دیم اختصاص دارد. عمده محصول این دشت سیب زمینی است که تقریباً ۵۷ درصد (۳۶ هزار هکتار) سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است (سازمان جهاد کشاورزی همدان،۱۳۹۸). این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به روش پیمایشی انجام شده و داده‌های مورد استفاده از طریق آمار میدانی از بهره‌برداران کشاورزان منطقه گردآوری شده است. جامعه آماری در این رابطه کلیه کشاورزان تولید کننده سیب-زمینی است. با استفاده از رابطه ۱ و از روش نمونه بردار تصادفی[1] تعداد نمونه مشخص شده است (شیرانی،۱۳۶۴).

$$n = \frac{N \times t^2 \times s^2}{N \times d^2 + t^2 \times s^2} \quad (۱)$$

در رابطه ۱: n تعداد نمونه مورد نیاز، N تعداد اعضاء جامعه (کشاورزان سیب‌زمینی‌کار)، t آماره t استیودنت، S واریانس نمونه اولیه، d خطای مورد نظر در برآورد است. برای این منظور ابتدا تعداد ۳۰ پرسشنامه انتخاب و واریانس عملکرد، ۰/۲۹ محاسبه شد. بنابراین براساس رابطه ۱ تعداد ۱۱۹ نفر نمونه انتخاب شد (رابطه۲).

$$n = \frac{1500 \times (1/96)^2 (0/29)^2}{1500 \times (0/05)^2 + (1/96)^2 (0/29)^2} = 119 \quad (۲)$$

با مراجعه به بهره‌برداران سؤالاتی در خصوص مصرف نهاده‌های مصرفی، بازده تولید مورد پرسش قرار گرفت و میزان شوری آب چاه در سه نوبت مورد سنجش قرار گرفت. گردآوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه انجام شده است. در این مطالعه برای بررسی روایی پرسشنامه از نظرات کارشناسان اقتصاد کشاورزی و آبیاری بهره گرفته و جهت بررسی پایایی سوالات از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شده است. با نظر خواهی از گروهی از متخصصان کشاورزی، روایی محتوایی و صوری پرسشنامه تأیید شد. برای تعیین اینکه پرسشنامه در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد (پایایی)، نسبت به تکمیل آن در یک نمونه ۳۰ تایی اقدام شد و مقدار آلفای کرونباخ ۰/۸۱ بدست آمد.

در این تحقیق و به منظور دستیابی به هدف پژوهش لازم است که تابع عملکرد سیب‌زمینی برآورد شود. تابع مورد نظر به صورت رابطه ۳ در نظر گرفته شده است.

$$Y_i = y_i(fe_i, s_i, po_i, l_i, Ec_i, W_i) \quad (۳)$$

متغیرهای مورد استفاده در این مدل در جدول ۱ ارائه شده است. متغیر وابسته نشان دهنده عملکرد سیب‌زمینی و متغیرهای مستقل شامل میزان آب مصرفی، نیروی کار، شوری آب، بذر، کود شیمیایی و سموم شیمیایی است.

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در تابع عملکرد سیب‌زمینی

متغیر	واحد اندازه گیری	علائم
عملکرد محصول	کیلوگرم	Y
میزان آب مصرفی	لیتر	W
نیروی کار	روز- نفر	L
بذر	کیلوگرم	S
کود شیمیایی	کیلوگرم	Fe

1 Ratio Stratified Random Sampling

سموم شیمیایی	لیتر	Po
شوری آب	دسی زیمنس بر متر	EC

اساساً اشکال مختلف تابع تولید در واقع فناوری تولید و نحوه ترکیب نهاده‌های مختلف را مشخص می‌کند (حسین زاده و همکاران، ۱۳۸۶). اختلاف موجود در شرایط تولید و مدیریت کشاورزان موجب می‌شود که نهاده‌های تولید به شیوه های گوناگون با هم ترکیب شوند. بنابراین، نیاز به توابعی است که این اختلافات را بهتر نشان دهد. برای انتخاب فرم برتر، که به مناسب‌ترین شکل روابط تولیدی مورد بررسی را نشان دهد، باید از معیارهای دیگری نیز بهره گرفت. گجراتی (۱۳۸۷) بیان داشت که تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوبی برازش، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌بینی از جمله معیارهای دیگری هستند که در تعیین الگوی اقتصاد سنجی برای کارهای تجربی مفید هستند. در این تحقیق برای انتخاب فرم برتر دو نوع تابع تولید کاب داگلاس[1] و ترانسندنتال[2] برای بیان رابطه بین عوامل تولید و مقدار عملکرد سیب‌زمینی انتخاب و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده برآورد شده است گجراتی (۱۳۸۷). فرم تابع ترانسندنتال (متعالی) و فرم تابع کاب داگلاس به ترتیب در رابطه های ۵ و ۶ نشان داده شده است. تابع متعالی؛ شکل تغییر یافته‌ای از تابع کاب – داگلاس است که کلیه ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک‌ها را تأمین می‌کند. از خصوصیات این تابع آن است که بازده نسبت به مقیاس در آن ثابت نیست، بلکه بستگی به مقدار مصرف نهاده‌ها دارد. به علاوه این فرم سه ناحیه تولیدی نئوکلاسیک‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این مجموعه ویژگی‌ها، تابع ترانسندنتال را می‌توان یکی از فرم های مناسب برای بیان روابط تولیدی بر اساس نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها دانست.

$$LNY = LNa + \beta_1 LNw + \beta_2 LNl + \beta_2 LNs + \beta_2 LNfe + \beta_2 LNpo + \beta_2 LNec + \gamma_1 w + +\gamma_1 l + +\gamma_1 s + +\gamma_1 fe + +\gamma_1 po + +\gamma_1 ec \quad (۵)$$

$$LNY = LNa + \beta_1 LNw + \beta_2 LNl + \beta_2 LNs + \beta_2 LNfe + \beta_2 LNpo + \beta_2 LNec \quad (۶)$$

درروابط فوق: W، L، S، Fe، Po و Ec به ترتیب معرف میزان مصرف آب، نیروی کار، بذر، کود شیمیایی، سموم شیمیایی و شوری آب است. β , γ به ترتیب پارامترهای مدل در حالت لگاریتمی و خطی است. a نیز جزء ثابت است.

نتایج و بحث

بررسی متغیرهای اجتماعی مزارع مورد بررسی نشان داد که تعداد ۱۱۹ بهره‌بردار در جمعیت جامعه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، که مسن‌ترین کشاورز ۸۶ و جوان‌ترین آنها ۱۹ سال سن داشتند. میانگین سن کشاورزان این نمونه برابر ۵۱ سال بود. سابقه کشاورزی بهره‌برداران ۳۸ سال است. به استثناء ۲۴/۴ درصد این جمعیت که بی‌سواد هستند، اکثر کشاورزان حداقل سواد خواندن و نوشتن را داشتند و اندازه متوسط مزارع ۵ هکتار است. سطح زیر کشت مزارع در دشت همدان- بهار بسیار کوچک و پراکنده است. به‌طوری‌که که ۷۹ درصد از اراضی زیر پوشش هر چاه کمتر از ۲۰ هکتار است. تنها ۱/۷ درصد از چاه‌ها، آب مورد نیاز اراضی بین ۴۱ تا ۶۰ هکتار را تأمین می‌کنند.

شوری آب از تبعات عمیق شدن چاه است. این موضوع باعث افت کیفیت آب شده است (اخوان و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی وضعیت آب چاه‌های مورد مطالعه در این پژوهش نشان داد که شوری آب در ۵۵/۱ درصد چاه‌ها بین ۱۰۰۰- ۵۰۱ میلی‌موس بر سانتی‌متر، ۲۲/۳ درصد از چاه‌ها، شوری آب بین ۱۵۰۰- ۱۰۰۱ میلی موس بر سانتیمتر و حداکثر شوری ملاحظه شده بین ۲۰۷۰ - ۱۵۰۱ میلی موس بر سانتی‌متر است که در ۶/۱ درصد نمونه‌ها مشاهده شده است. چاه هایی که در میانه‌دشت واقع شده به دلیل عمق بیشتر، شوری بالاتری دارند. متوسط شوری آب برابر ۸۶۲ میلی موس بر سانتی‌متر است.

در خصوص انتخاب تابع تولید مناسب با توجه به نتایج تخمین دو مدل تابع کاب- داگلاس و ترانسندنتال (متعالی) به منظور بررسی مشکلات نقض فروض کلاسیک (همخطی، ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی، نرمال بودن جملات پسماند و خطای تصریح) از آزمون‌های وایت برای بررسی ناهمسانی واریانس استفاده گردید. با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌ها، همسانی واریانس[3] هر دو مدل مذکور پذیرفته شد. از آزمون دوربین واتسون[4] برای بررسی فرض خودهمبستگی استفاده شد. نتایج حاصل از D.W عدم وجود خود همبستگی هر دو

[1]. Cobb-Douglass Functional Form
[2]. Transendental Functional Form
[3]. White test
[4]. Durbin-Watson test

مدل را اثبات کرد. جهت بررسی خطای تصریح از آزمون رمزی[1] استفاده شد. با توجه به مقدار آماره F وجود خطای تصریح در سطح ۵ درصد در مدل درجه دوم پذیرفته ولی در تابع کاب داگلاس رد شد. همچنین از آزمون هیستوگرام نرمالیتی جهت بررسی نرمال بودن جملات پسماند استفاده شد. لذا با توجه به آماره جارک-برا[2] فرض نرمال بودن جملات پسماند در مدل ترانسندنتال (متعالی) پذیرفته ولی در تابع کاب داگلاس رد شد. بنابراین تابع ترانسندنتال (متعالی) براساس معیار اشاره شده برگزیده شده است. لذا با استفاده از این تابع اقدام به بررسی تأثیر شوری آب و سایر متغیرها بر عملکرد محصول شده است. نتایج برآورد پارامترها دو تابع ترانسندنتال (متعالی) و کاب داگلاس در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مقایسه پارامترهای توابع عملکرد سیب‌زمینی

متغیر	ترانسندنتال (متعالی)	کاب – داگلاس
cons	۳۲/۹*	۳/۸۹*
LNfe	-۸/۱*	۰/۰۵*
LNs	۲/۱*	۰/۲۳
LNpo	۳/۵	۰/۰۱*
LNw	۲/۰۳*	۰/۰۲**
LNEC	-۱۴/۷*	-۰/۰۱*
Lnl	-۵/۰۳	-۰/۰۶
Fe	-۱۵/۰۴*	–
S	۲/۰۰۳*	–
PO	۱/1	–
W	۱۸/۰۳*	–
Ec	-۱۰۲/1*	–
L	۱/۰۳	–

*و**و*** به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

بر اساس نتایج ذکر شده بهترین فرم تابع عملکرد سیب‌زمینی تابع ترانسندنتال (متعالی) است. تابع به دست آمده بعد از حذف متغیرهای معنی‌دار نشده به صورت رابطه ۷ تنظیم شده است.

$$lny = 32.9 - 8.1lnf + 0.12lns + 3.5lnpo + 2.03lnw - 14.7lnEc - 5.03lnl - 15.04Fe + 2.003S + 1.1Po + 18.03W - 102.1Ec + 1.03L \quad (۷)$$

در این الگو ضریب تعیین تابع عملکرد برابر با ۰/۹۰ است. بالا بودن این ضریب به خوبی برازش مدل اشاره می‌کند. آماره F محاسباتی معنی‌دار است. بنابر این فرضیه صفر، یعنی صفر بودن همزمان متغیرها رد می‌شود. بر این اساس کود شیمیایی، شوری آب آبیاری، آب و بذر در تغییرات سیب‌زمینی به‌طور معنی‌داری تأثیرگذار هستند. لازم به ذکر است که متغیر سموم شیمیایی به علت ایجاد هم خطی با سایر متغیرها از مدل حذف گردید. به منظور تعیین اثر هر یک از عوامل مورد بررسی بر عملکرد محصول بهره‌وری نهایی و بهره‌وری متوسط میزان آب مصرفی، بذر و کود شیمیایی و شوری آب محاسبه شده است. بر اساس نتایج حاصله، بهره‌وری نهایی و بهره‌وری متوسط عوامل و نهاده‌های معنی‌دار مدل به ترتیب در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

1. Ramsey RESET test
2. Jrque-Bera test

جدول۳. نتایج کلی محاسبه بهره وری متوسط عوامل تولید محصول

نهاده	بهره وری متوسط		
	میانگین	حداکثر	حداقل
آب	۴/۳	۵/۲	۳/۶
بذر	۷	۱۳	۲
کود شیمیایی	۴۸	۱۳۲	۱۵

در جدول ۳ مقدار بهره‌وری متوسط عوامل تولید آب، بذر و کود شیمیایی نشان داده شده است. مقدار بهره‌وری متوسط نهاده بذر برابر با ۷ است، یعنی در مزارع مورد بررسی به‌طور متوسط به ازای استفاده از یک کیلوگرم بذر ۷ کیلوگرم سیب‌زمینی تولید شده است. مقدار بهره‌وری متوسط نهاده آب برابر با ۴/۳ است، یعنی در مزارع مورد بررسی بطور متوسط به ازای استفاده از یک مترمکعب آب ۴/۳ کیلوگرم سیب‌زمینی تولید شده است. مقدار بهره‌وری متوسط نهاده کود شیمیایی برابر با ۴۸ است، یعنی به‌طور متوسط به ازای استفاده از یک کیلوگرم کود شیمیایی ۴۸ کیلوگرم سیب‌زمینی تولید شده است.

جدول۴. نتایج کلی محاسبه بهره وری نهائی عوامل تولید محصول

نهاده	ارزش تولید نهایی	بهره وری نهائی (کیلوگرم)		
	(ریال)	میانگین	حداکثر	حداقل
آب	۲۴۰۰	۰/۲	۰/۵	۰/۱
بذر	۲۷۶۰۰۰	۲۳	۳۶	۷
کود شیمیایی	۱۶۸۰۰۰	-۱۴	۱۸	-۲۲
شوری آب	-۱۰۳۲۰۰۰۰	-۸۶۰	-۱۱۰۰	-۵۲۵

جدول ۴ نتایج بهره‌وری نهایی و ارزش تولید نهایی عوامل تولید آب، بذر و کود شیمیایی و متغیر شوری آب را نشان می‌دهد. تأثیر نهایی شوری آب آبیاری بطور متوسط ۸۶۰- است، که نشان می‌دهد با ثابت بودن سایر متغیرها، افزایش یک واحدی شوری آب از مقدار میانگین موجب کاهش عملکرد سیب‌زمینی به مقدار ۸۶۰ کیلوگرم در هکتار می‌شود. منفی بودن ضریب هدایت الکتریکی در تابع عملکرد، بدین مفهوم است که افزایش شوری آب چاه با توجه به دامنه داده‌های این متغیر (۲۰۷۰-۲۵۰)، باعث کاهش عملکرد سیب‌زمینی می‌شود. اثرات اقتصادی یا ارزش تولید نهایی شوری آب زراعی نیز منفی و برابر ۱۰۳۲۰- هزار ریال در هکتار است. این شاخص نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب به میزان یک میلی‌موس بر سانتی‌متر تحت شرایط ثابت (با ثابت بودن مقادیر سایر متغیرها)، درآمد محصول به میزان ۱۰۳۲۰ هزار ریال در هر هکتار کاهش می‌یابد.

تأثیر نهایی آب بر مقدار عملکرد سیب‌زمینی برابر با ۰/۲کیلوگرم در هکتار است. با افزایش مصرف یک متر مکعب آب در هر هکتار (بیشتر از مقدار میانگین آن در نمونه) و با ثابت بودن مقدار سایر متغیرها، بطور متوسط ۲۰۰ گرم در هکتار بر عملکرد سیب زمینی اضافه می‌شود.

بهره‌وری نهایی بذر برابر با ۲۳ است، این شاخص بدین مفهوم است که با افزایش مصرف یک کیلوگرم بذر در هر هکتار(بیشتر از مقدار میانگین آن در نمونه مورد مطالعه) و با ثابت بودن مقادیر سایر متغیرها، بطور متوسط ۲۳ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد سیب زمینی افزوده می‌شود.

مقدار بهره‌وری نهایی کود شیمیایی برابر با ۱۴- است، بدین مفهوم است که آخرین واحد این نهاده ۱۴کیلوگرم از محصول کاسته است. ارزش تولید نهایی کود شیمیایی برابر با ۱۶۸ هزار ریال در هکتار است، بدین ترتیب با مصرف هر کیلوگرم کود شیمیایی بطور متوسط ۱۶۸ هزار ریال منافع ایجاد میکند. لذا در حالتی که این عدد از قیمت هر کیلوگرم کود شیمیایی بیشتر باشد برای کسب سود بیشتر باید از مقدار مصرف این نهاده کاسته شود.

بهره‌وری نهایی آب، بذر و کود شیمیایی به ترتیب ۰/۲، ۲۳ و ۱۴- است، بر این اساس می‌توان گفت که کشاورزان سیب‌زمینی کار دشت همدان – بهار از نهاده آب به میزان بهینه، از بذر کمتر از حد بهینه و از کود شیمیایی بیش از حد بهینه مصرف می‌کنند.

نتیجه‌گیری

به‌طور متوسط بهره‌وری نهایی متغیر میزان شوری آب آبیاری ۸۶۰- است. این شاخص نشان می‌دهد که با افـزایش شـوری آب بـه میـزان یک میلی‌موس بر سانتی‌متر تحت شرایط ثابت (با ثابت بودن مقادیر سایر متغیرها)، درآمد سیب‌زمینی در هر هکتار به میزان ۱۰۳۲۰ هزار ریال کاهش می‌یابد. لذا تعدیل شوری آب آبیاری و متعاقب آن شوری خاک اراضی با روش ها و فنـون مختلـف تـأثیر مثبتـی در افـزایش درآمد سیب زمینی‌کاران خواهد داشت. این نتایج با یافته‌های وانگ، ۲۰۱۲ و خاقانی و همکاران، ۱۳۹۱ مطابقت دارد.

برمبنای متوسط عملکرد و قیمت محصول، ارزش تولید نهایی هر متر مکعب آب زراعی نیز مثبت و برابر با ۲۴۰۰ ریال در هکتار است. این شاخص نشان می‌دهد که با افزایش مصرف آب به مقدار یک متر مکعب در هکتار و با فرض ثابت بودن سـایر شـرایط در هـر هکتـار بطـور متوسط ۲۴۰۰ ریال بر درآمد مزارع سیب زمینی افزوده خواهد شد. این یافته‌ها موید نتایج تحقیقات وارسته و ارسلان بـد (۱۳۹۴) اسـت. نتایج تحقیقات افراد مذکور نیز بیانگر تأثیر مثبت و معنی دار حجم آب زراعی بر عملکرد سیب زمینی است.

برمبنای متوسط عملکرد و قیمت محصول ارزش تولید نهایی هر کیلوگرم بذر نیز مثبت و برابر بـا ۲۷۶ هـزار ریـال در هکتـار اسـت. ایـن یافته‌ها موید نتایج تحقیقات حاجی رحیمی، و عبدل قوزلوجه (۱۳۹۱) است. نتایج تحقیقات افراد مذکور نیز بیانگر تأثیر مثبت و معنی دار بذر بر عملکرد سیب زمینی است.

منابع

اخوان، سمیرا؛ بلالی، حمید؛ و رضایی، یوسف (۱۳۹۲). بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی پایین رفتن سفره آب زیرزمینـی و اثرات آن بر سرمایه‌گذاری و تولید بخش خصوصی. مطالعه موردی دشت همدان - بهار. *همایش بحران مدیریت منابع آب زیرزمینی کشور.*

آبیار، نور محمد و کیانی، علیرضا (۱۳۸۶). بررسی اقتصادی کاربرد آب شور در مزارع گندمکاری استان گلستان. *ششمین کنفرانس اقتصـاد کشاورزی ایران. مشهد.*

باغانی، جواد؛ علیزاده، امین؛ انصاری، حسین و عزیزی، مهدی (۱۳۹۴). اثر کیفیت آب و مدیریت کاربرد آب شور در سیسـتم آبیـاری قطـر های بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در خربزه دیررس. *فصلنامه آب و خاک.* ۲۹ (۳)، ۵۶۰ -۵۶۸.

جلیلی، خلیل؛ مرادی، حمید رضا و حداد بزرگ، امید (۱۳۹۵). تحلیل بیلان آب زیرزمینی مبتنی بـر دیـدگاه کشـاورزی پایـدار در دشـت اسلام آباد. *مهندسی آبیاری و آب ایران.* ۶(۲۵)، ۱۱۰-۱۲۷.

حاجی رحیمی،محمود و عبدل قوزلوجه، عبداله (۱۳۹۱). *تحلیـل بهـره وری نهـاده آب و محاسـبه ارزش اقتصـادی آب آبیـاری در تولیـد محصول سیب زمینی در دشت بهار.* پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کردستان.

حسین زاده فیروزی، جواد؛ سلامی، حبیب اله و صدر سید کاظم (۱۳۸۶). برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی با استفاده از توابع تولید انعطاف‌پذیر (مطالعه موردی: دشت مراغه - بناب)، *دانش کشاورزی*، ۱۷(۲)، ۱-۱۴.

خاقانی، رقیه ؛ محمودی، شهلا؛ پذیرا، ابراهیم و مسیح آبادی. محمد حسن (۱۳۹۱). بررسی تغییرات شوری خاک و تـأثیر آن بـر عملکـرد محصولات عمده زراعی در دشت قزوین. تولید گیاهان . *تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی.* ۴(۳)،۲۸-۳۷.

سازمان تحقیقات منابع آب .۱۳۷۹. گزارش تحلیل- پژوهشی. سایت https://www.wri.ac.ir

سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.۱۳۹۸. سالنامه آماری. معاونت آمار اطلاعات.

شیرانی، پ (۱۳۶۴). *نظریه نمونه گیری.* تهران. مرکزنشر دانشگاهی.

عبادی، ع ؛ فتحی، د ؛ حاجیان شهری، م و کریم پور، س (۱۳۸۷). اثرات تنش شوری بـر پارامترهـای جوانـه زنـی بـذر در ۳ رقـم گوجـه فرنگی،اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه فرنگی،مشهد.

فرهنگیان کاشانی، ساسان و منعم، رضا (۱۳۸۹). بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی بذر ده ژنوتیپ گل‌راعـی (Hypericum perforatum L) *پژوهش‌های به زراعی (تنش های محیطی در علوم گیاهی).* ۲(۱)؛۷۵-۸۱.

فیضی، محمد؛ فرخنده، عباس؛ مصطفی زاده فرد، بهروز و موسوی، سید فرهاد (۱۳۸۹). اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد و برخـی اجـزای عملکرد گرمک به روش آبیاری قطره ای. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب). ۲۴(۲), ۱۴۵-۱۵۳.

گجراتی، دامودار. ۱۳۸۷. مبانی اقتصاد سنجی(جلد دوم)، ترجمه دکتر حمید ابریشمی. تهران. انتشارات دانشگاه تهران.صص۴۲۲.

محمدزاده، احمد رضا (۱۳۹۰). تأثیر شوری آب و کمیت ژنوتیپ های خربزه تجاری، مجموعه مقالات. همایش ملی تولید خربزه.

وارسته.م؛ ارسلان بد. م. ر (۱۳۹۴). *اندازه گیری و تحلیل بهره وری تولید کنندگان سیب زمینی شهرستان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد*. دانشگاه ارومیه. دانشکده کشاورزی.

Dadarwal, Basant & Kakralya, B & Bagdi, Devi Lal & Sharma, M. & Pinki, Dadarwal & Buraniya, Sumitra & Dabariya, Sohan Lal. (2018). Investigate the effect of salt stress on yield and yield attributes of wheat. 2094-2096.

Kim, Hakkwan, Hanseok Jeong, Jihye Jeon, and Seungjong Bae. 2016. "Effects of Irrigation with Saline Water on Crop Growth and Yield in Greenhouse Cultivation" *Water* 8, no. 4: 127.

Lacerda, C. F. Ferreira, J. F. S. Liu, X. and D. L. Suarez. 2016. Evapotranspiration as a criterion to estimate nitrogen requirement of maize under salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science. 202 (2016): 192-202.

Tedeschi A., Lavini A., Riccardi M., Pulvento C. and d'Andria R. 2011. Melon crops (Cucumis melo L., cv.Tendral) grown in a Mediterranean environment under saline-sodic conditions: Part I. Yield and quality.Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 9, July 2011, Pages 1329-1338.

Wang.2012.Efects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, soil Moisture Distribution, and cotton Yield (Gossypium hirsutum L.) Under Mulched Drip Irrigation in Xinjiang, China. Journal of Integrative Agriculture. Vol 11:502-511.

Xin, H. Peiling, Y. Shumei, R. Yankai L. Guangyu, J. and L. Lianhao. 2016. Quantitative response of oil sunflower yield to evapotranspiration and soil salinity with saline water irrigation. Journal of Agriculture and Biology Engineering. 9(2): 63-73.

*