نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۴۱۶-۴۰۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 3, Fall. 2014, p. 403-416

بررسی آماری روند بلند مدت سه متغیر عملکرد، تولید و سطح زیرکشت سالانه هفده محصول زراعی خراسان رضوی

حمید زارع‌ابیانه[1*] - مریم بیات ورکشی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۷

چکیده

هرگونه برنامه‌ریزی برای آینده مستلزم برآورد از وضعیت آتی می‌باشد و این کار با مطالعه روند تغییرات سری‌های زمانی گذشته میسر است. در این پژوهش، تغییرات عملکرد، تولید و سطح زیرکشت ۱۷ محصول زراعی استان خراسان رضوی در یک دوره ۲۵ ساله با آزمون‌های من‌کندال، تخمین‌گر سن و رگرسیون خطی بررسی شد. نتایج تحلیل هر سه آزمون نشان داد که عملکرد ۷۶/۵ درصد از محصولات و ۸۸/۲ درصد از سطح زیرکشت و ۵۵/۸ درصد از تولید محصولات کشاورزی استان در سطوح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ دارای روند معنی‌دار بودند. از سویی روند ۵۸/۸ درصد از عملکرد محصولات افزایشی، ۱۷/۷ درصد کاهشی و ۲۳/۵ درصد فاقد روند معنی‌دار بود. به‌همین ترتیب روند ۲۳/۵ درصد از سطح زیرکشت محصولات افزایشی، ۶۴/۷ درصد کاهشی و ۱۱/۸ درصد فاقد روند معنی‌دار مشخصی بودند. برای متغیر تولید نیز روند ۲۹/۴ درصد افزایشی معنی‌دار، ۲۹/۴ درصد کاهشی معنی‌دار به‌دست آمد. بررسی جزئی‌تر بیان‌گر روند افزایشی معنی‌دار عملکرد، تولید و سطح زیر کشت سه محصول پنبه، شلتوک و گوجه فرنگی بود. هم‌چنین نتایج هر سه روش بیان‌گر بیشترین روند منفی تغییرات عملکرد نخود و سطح زیرکشت خربزه بود. از طرفی بیشترین روند مثبت تولید گوجه فرنگی و شلتوک، عملکرد پیاز، سیب زمینی و گوجه فرنگی و سطح زیر کشت گوجه فرنگی مشاهده شد. در مجموع بررسی‌های انجام شده نشان داد که روند خطی و نیز روند حاصل از آزمون‌های غیرپارامتری محصولات اساسی استان یعنی گندم، جو، چغندرقند، پنبه، خربزه، هندوانه و گوجه‌فرنگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بوده که بیان‌گر اهمیت این محصولات در تولید ناخالص استان است.

واژه‌های کلیدی: من‌کندال، تخمین‌گر سن، رگرسیون خطی

مقدمه

در دو دهه اخیر بخش کشاورزی به‌کمک فن‌آوری‌های نوین در زمینه تامین غذا برای جمعیت رو به رشد جهان تغییرات زیادی نموده است. نوسانات اقلیمی موجب تحول در تولیدات کشاورزی شده به‌طوری‌که کشاورزان با شیوه‌های جدید کشاورزی و گیاهان با تغییر شرایط فیزیولوژی نسبت به‌شرایط جدید سازگار شده‌اند (۳۳). گاهی نیز تغییر اقلیم ممکن است تاثیرات عمیقی بر میزان محصول به‌ویژه در مناطق دارای محدودیت آب به‌همراه داشته باشد. این در حالی است که بیشترین آگاهی بشر از تغییرات اقلیمی آینده مربوط به مطالعات مدل‌های اقلیمی است که با توجه به پیچیدگی بسیاری از فرآیندهای اقلیمی - زراعی امکان پیش‌بینی‌های دقیق فراهم نیست (۱). لیکن رشد جمعیت و تقاضای جهانی افزایش نیاز غذایی زمینه ساز معرفی ارقام پرمحصول، روش‌های مبارزه شیمیایی و بیولوژیک با آفات و بیماری‌ها از سوی محققین و مدیریت زراعی و به‌کارگیری تکنولوژی‌های نوین، از سوی کشاورزان بوده است. عملکرد محصولات زراعی، یکی از پارامترهایی است که بیان‌گر نحوه تغییرات در قالب سری‌های زمانی است. آشکارسازی تغییرات عملکرد به‌دلیل تاثیرپذیری از برهم‌کنش اثرات عوامل اقلیمی و غیراقلیمی (۳۴)، برای تعیین استراتژی‌های مدیریتی و یافتن عوامل موثر در آینده اقتصادی محصولات زراعی (۲۱) ضروری است. علت این تغییرات در گذشته و حال با یکدیگر متفاوت بوده و مدارک و شواهد زیادی مبنی بر تاثیر دخالت‌های بشری بر ویژگی‌های سیستم‌های اقلیمی و خودسازگاری گیاهان زراعی گزارش شده است. در اکثر کشورها، رشد و توسعه کشاورزی در جهت افزایش تولید در کوتاه مدت بوده و به‌ندرت روند بلندمدت تغییرات بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. بررسی رفتار تولیدات کشاورزی با توجه به وابستگی آن به پارامترهای اقلیمی

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان
(*- نویسنده مسئول: Email: zareabyaneh@gmail.com)

و پیچیدگی نقش عوامل اقلیمی بر عملکرد محصولات در سطح محلی، ناحیه‌ای، منطقه‌ای و جهانی زمینه تحقیقاتی محققین می‌باشد (۱۲ و ۱۵). از آنجایی‌که متغیرهای عملکرد و سطح زیرکشت محصولات کشاورزی و به‌تبع مقدار تولید علاوه بر عوامل اقلیمی به شرایط اقتصادی، نوع ارقام زراعی، کفایت منابع آب، تکنولوژی‌های نوین و حمایت‌های دولتی وابسته است، لذا فرض غیرخطی بودن متغیرهای فوق پذیرفتنی است. از سویی، گزارش فائو (۲۰) مبنی بر کاهش سطح زیرکشت محصولات زراعی، تریول پادره و لادها (۳۲) به روند منفی عملکرد در کشت‌های متوالی محصولات زراعی و کوچکی و نصیری (۱۶) به تاثیر کاهشی تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات زراعی، نگرانی‌هایی را در تامین غذای جمعیت رو به رشد جهان ایجاد کرده است. مطالعات لال و پیرس (۲۴) حاکی از افزایش جمعیت جهانی و کاهش سرانه زمین‌های کشاورزی از ۰/۲۴ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۰/۱۵ در سال ۲۰۵۰ و ۰/۱۴ هکتار در سال ۲۱۰۰ میلادی است. پاتک و همکاران (۲۸) با بررسی روند پتانسیل عملکرد دو محصول گندم و برنج در حوضه رودخانه گنگ هندوستان نشان دادند روند تغییرات سالانه عملکرد برنج در فاصله زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ از ۰/۲- تا ۰/۰۵ کیلوگرم بر هکتار بوده است. روند رشد عملکرد سه محصول ذرت [1]، برنج [2] و گندم [3] در ۱۸۸ کشور جهان با مدل رگرسیون خطی از سوی هافنر (۲۲) بررسی شد. هافنر نشان داد در اغلب کشورها، روند عملکرد محصولات افزایشی بوده هر چند رشد منفی در کمتر از ۱۰ درصد کشورها نیز مشاهده شد. به‌طوری‌که مقدار افزایش طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰، سالانه به‌میزان ۳۳/۱ کیلوگرم بر هکتار، بوده است. روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید محصولات گندم، جو و برنج در فاصله سال‌های ۸۵-۱۳۸۲ در قالب سری‌های زمانی توسط زارع فیض‌آبادی و همکاران (۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آنان نشان داد سطح زیرکشت طی دوره ۳۲ ساله مورد بررسی، تقریبا به ثبات رسیده، لیکن میزان عملکرد غلات و میزان کل غلات تولیدی کشور به‌دلیل افزایش عملکرد در واحد سطح به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته و این افزایش تا افق ۱۴۰۰ ادامه خواهد یافت. در مطالعه‌ای دیگر روند ۷۰ ساله زمان گلدهی [4] و سنبله-دهی [5] گندم زمستانه رقم خارکوف [6] در شش ناحیه از آمریکا توسط هو و همکاران (۲۳) مطالعه گردید. آنان در بررسی خود براساس آزمون من‌کندال علت روند منفی عوامل فوق را افزایش درجه حرارت هوا از ۰/۰۳ تا ۰/۳ درجه سانتی‌گراد دانستند. میری (۱۹) با مطالعه روند ۶۰ ساله عملکرد دانه گندم در ایران طی سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۸۰ نشان داد عملکرد سالانه به‌صورت خطی به‌میزان ۵۷/۸ کیلوگرم در سال افزایش یافته است. حسینی و همکاران (۶) در پژوهشی اظهار داشتند روند کاهشی تولید زعفران به‌عنوان یکی از محصولات اصلی خراسان بزرگ تا حدود زیادی با روند کاهشی باران و روند افزایشی دمای حداقل و حداکثر هوا هم‌خوانی دارد. به‌همین ترتیب روند منفی کاهش عملکرد و اثرات منفی تغییر اقلیم بر گیاهان چندساله در مطالعه صورت گرفته توسط لوبل و همکاران (۲۵) نیز گزارش شده است.

در تحقیق حاضر فرض شده است که روند معنی‌داری در عوامل عملکرد و سطح زیرکشت محصولات زراعی وجود دارد و کاربرد روش‌های آماری به‌منظور شناخت رفتار عوامل زراعی از جمله روش‌های ارزیابی روند درازمدت در زراعت است. در این تحقیق با توجه به واقع شدن ایران در عرض‌های میانی، حاکمیت اقلیم خشک و نیمه‌خشک در اکثر مناطق کشور (۲۶)، رشد تکنولوژی زراعی و لزوم بررسی شناخت و تحلیل روند و چرخه‌های پنهان در کشاورزی از آزمون‌های متفاوت آماری استفاده شد. آزمون‌های مورد استفاده شامل دو آزمون ناپارامتری من‌کندال، تخمین‌گر سن و آزمون پارامتری تحلیل رگرسیون بود که رفتار درازمدت (روند) عملکرد، سطح زیرکشت و تولید ۱۷ محصول زراعی خراسان رضوی طی سال‌های۶۳-۱۳۶۲ تا ۸۷-۱۳۸۶ (۲۵ سال) را مورد ارزیابی قرار داد.

مواد و روش‌ها

مشخصات عمومی منطقه و محصولات مورد مطالعه

استان خراسان رضوی با وسعت ۱۲۷۰۰۰ کیلومتر مربع، به‌عنوان چهارمین استان پهناور ایران در شمال شرق کشور بین مدارهای ۳۴ تا ۳۸ درجه شمالی و ۵۷ تا ۶۱ درجه شرقی قرار دارد. بارش متوسط سالانه آن ۲۰۸ میلی‌متر است که توزیع آن از دامنه‌های شمالی استان به‌سمت جنوب، کاهشی و عمدتاً در فصول زمستان و بهار به‌صورت برف و باران است (۱۳). اهمیت این استان علاوه بر هم‌جواری با دو کشور خارجی از این موضوع ناشی می‌شود که مساحت آن حدود ۷/۴ درصد از وسعت کشور ایران و بخش کشاورزی آن ۱۲/۱ درصد از تولیدات تولید ناخالص ملی کشور را شامل می‌شود. برای بررسی روند تغییرات عملکرد و سطح زیرکشت محصولات از داده‌های پایگاه داده‌ای سازمان جهادکشاورزی استان خراسان رضوی [7] طی دوره ۲۵ ساله (۱۳۶۳ تا ۱۳۸۷) استفاده شد (۱۰). به‌همین ترتیب روند تولید که در برگیرنده مجموع عملکرد و سطح زیرکشت محصولات کشاورزی است نیز مورد بررسی قرار گرفت. تولیدات کشاورزی استان متنوع است که از میان آن‌ها، ۱۷ محصول با طول دوره آماری بیشتر در پایه

1- *Zea mays* L.
2- *Oryza sativa* L.
3- *Triticum aestivum* L.
4- Flowering data
5- Heading data
6- Kharkof cv.
7- http://www.koaj.ir

زمانی سالانه به‌جهت اهمیت هر یک از آن‌ها از دیدگاه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و صنایع تبدیلی انتخاب گردید. در این راستا روند هر سه متغیر عملکرد، سطح زیرکشت و تولید محصولات گندم چغندرقند[1]، نخود[2]، خربزه[3]، سیب‌زمینی[4]، یونجه[5]، جو[6]، پنبه[7]، عدس[8]، عدس[8]، هندوانه[9]، گوجه‌فرنگی[10]، شبدر[11]، شلتوک[12]، آفتابگردان[13]، لوبیا[14]، طالبی[15] و پیاز[16] تعیین شد. بررسی‌های اولیه نشان داد اطلاعات انتخابی فاقد داده‌های مفقوده بوده و بازسازی داده‌ای صورت نگرفت.

آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری تعیین روند

برخی سری‌های زمانی دارای روند می‌باشند که جهت تحلیل آماری و آشکارسازی تغییرات رخداده باید روند موجود در داده‌ها به‌وسیله آزمون‌های آماری پارامتری و ناپارامتری مورد بررسی قرار گیرد (۱۴). در این پژوهش از دو آزمون ناپارامتری من‌کندال و تخمین‌گر سن و یک آزمون پارامتری رگرسیون خطی استفاده شد. روش‌های پارامتری برمبنای فرضیه نرمال بودن توزیع داده‌ها استوار است در حالی‌که برای روش‌های ناپارامتری این فرض ضروری نبوده و نسبت به مقادیر حدی حساسیت کمتری دارند. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف – اسمیرنوف در نرم‌افزار MINITAB انجام شد و برای داده‌هایی که از توزیع نرمال تبعیت نداشتند از تبدیل لگاریتم پایه طبیعی (Ln(x)) استفاده شد. بدین ترتیب اجرای آزمون‌های روند بر روی داده‌های دارای توزیع نرمال انجام شد.

آزمون من‌کندال

آزمون من‌کندال یکی از متداول‌ترین آزمون‌های ناپارامتری است که به‌طور گسترده در بررسی وجود یا عدم وجود روند افزایشی یا کاهشی در سری داده‌ها استفاده می‌شود (۲۷). این آزمون ابتدا در سال ۱۹۳۸ توسط کندال با معرفی آماره τ جهت اندازه‌گیری رابطه بین دو متغیر ارائه شد. سپس من در سال ۱۹۴۵ با لحاظ متغیر زمان در یکی از دو متغیر مدنظر کندال، آن را توسعه داد (۱۴). آماره τ اندازه ناپارامتری از شدت پیوند متغیرهای مورد بررسی با زمان است که مشابه همبستگی پیرسون در محدوده [+۱,−۱] است (۱۵ و ۲۹). بیان ریاضی آماره τ براساس محاسبه اختلاف بین تک تک مشاهدات سری‌های X_k و X_i است.

$$\tau = \frac{2\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{k=i+1}^{n} \operatorname{sgn}\left(X_k - X_i\right)}{n(n-1)} \qquad (۱)$$

که در آن n تعداد دنباله‌ها یا مشاهدات، sgn تابع علامت[17] که نشانه همه مقادیر محتمل داده‌ها و X_k و X_i سری داده‌ها مشاهداتی در زمان‌های k و i مشروط به $i<k$ است. اگر سری زمانی مشاهدات n .... $t'-۱, t'-۲$ .... $t'-n$، معادل x_j باشد در این صورت هر مقدار $d=۱, ۲,$ $x_i = t'+۱, t'+۲, ... t'+n$ با مقدارهای بعدی آن یعنی x_k در قالب تابع علامت sgn قابل مقایسه است.

$$\operatorname{sgn}(x_k - x_i) = \begin{cases} +1 & if \quad x_k > x_i \\ 0 & if \quad x_k = x_i \\ -1 & if \quad x_k < x_i \end{cases} \qquad (۲)$$

آماره τ با توزیع نرمال و میانگین صفر (μ=0) براساس تعداد داده‌ها از رابطه زیر تقریب زده می‌شود:

$$U_c = \begin{cases} \dfrac{sgn + 1}{\sqrt{Var(S)}} & sgn < 0 \\ 0 & sgn = 0 \\ \dfrac{sgn - 1}{\sqrt{Var(S)}} & sgn > 0 \end{cases}$$

$$Var(\text{sgn}) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{q} t_p(t_p-1)(2t_p+5)\right] \qquad n > 10$$

and

$$Var(\text{sgn}) = \frac{1}{18}[n(n-1)(2n+5)] \qquad n < 10$$

(۳)

q معرف تعداد سری‌های دارای حداقل یک داده تکراری و t_p فراوانی داده‌های با ارزش یکسان می‌باشد. بخش دوم عبارت داخل کروشه عامل تصحیح پراش است که در صورت وجود داده‌های تکراری دارای مقدار است (۱۴). مقدار آماره U_c برای سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد به‌ترتیب برابر ۱/۹۶ $\pm$ و ۲/۵۸ $\pm$ است (۳۱). مقادیر مثبت U_c، موید روند صعودی سری زمانی، مقادیر منفی، روند نزولی و مقادیر صفر به‌معنای عدم وجود روند در سری زمانی داده‌ها است.

تخمین‌گر سن

تخمین‌گر سن نیز نوعی روش ناپارامتری برای تحلیل سری‌های زمانی است که توسط سن در سال ۱۹۶۸ براساس تفاوت بین داده‌های مشاهداتی بسط و توسعه یافت. روش سن در تحلیل سری-

1- *Beta vulgaris*
2- *Cicer arietinum* L.
3- *Cucumis melo* L.var.indorous
4- *Solanum tuberosum* L.
5- *Medicago sativa*
6- *Hordeum vulgare*
7- *Gossypium hirsutum*
8- *Lens culinaris* Medik
9- *Citrullus lanatus*
10- *Lycopersicum esculentum*
11- *Trifolium resupinatum*
12- Rice husk
13- *Helianthus annuus* L.
14- *Phaseoluse vulgaris* L.
15- *Cucumis melo* L. var. Cantalupensis
16- *Allium cepa*

17- Function Sign

های زمانی با فراوانی زیاد داده‌های تکراری از روش من‌کندال نتایج بهتری ارائه می‌دهد (۵). اساس روش تخمین‌گر سن محاسبه شیب خط روند (β) بین جفت داده‌های مشاهداتی سری زمانی است. در این روش میانه شیب خط روند (β) با برازش رابطه ۶ بر جفت داده‌های مشاهداتی محاسبه گردید:

$$\beta = median\left(\frac{x_j - x_i}{j - i}\right) \qquad i < j \qquad (۴)$$

x_j و x_i مقدار مشاهده jام و iام سری زمانی داده‌ها می‌باشد. مقادیر مثبت شیب خط روند ($+\beta$) بیان‌کننده روند افزایشی تغییرات و مقادیر منفی آن ($-\beta$)، بیان‌گر روند کاهشی تغییرات در سری زمانی داده‌ها است.

مدل رگرسیونی

آزمون رگرسیون برای دست‌یابی به‌شیوه تجزیه و تحلیل آماری مناسب در مدل‌سازی رابطه متغیر مستقل با متغیر (های) وابسته و به‌عنوان روشی مکمل، برای آزمون‌های ناپارامتری محسوب می‌شود. در پژوهش حاضر از روش رگرسیونی برای تحلیل مشارکت متغیر مستقل زمان در تغییرات هر سه متغیر وابسته عملکرد، سطح زیرکشت و تولید به‌تفکیک هر یک از ۱۷ محصول استفاده شد. مقادیر عملکرد، سطح زیرکشت و تولید هر یک از ۱۷ محصول در محور عمودی و سال‌های آماری به‌عنوان مقادیر زمان در محور افقی دستگاه مختصات جای گرفت. آزمون تحلیل روند سری‌های زمانی از رابطه ۵ و با برازش تابع $f(t)$ بر داده‌های مستقل و براساس اصل کمترین مربعات خطا صورت گرفت. $f(t)$ توصیف‌کننده تغییرات متغیر مستقل مورد بررسی به‌صورت تابع خطی (با روند افزایشی یا کاهشی) در طول زمان است.

$$Y_t = f(t) + e_t \quad and \quad f(t) = b + at \qquad (۵)$$

Y_t، مقدار متغیر وابسته (پیش‌بینی)، a شیب خط برازشی، b عرض از مبداء، t زمان (سال) و e_t مقدار خطا است. مقدار a شدت و جهت تغییر در متغیر مورد نظر به ازای هر سال گذشت زمان، از سال ۱۳۶۲ می‌باشد.

با برازش تابع ۵، به داده‌های هر سه متغیر، ۱۷ تابع عملکرد – زمان، ۱۷ تابع سطح زیرکشت – زمان، ۱۷ تابع تولید – زمان به‌دست آمد. سپس ضریب همبستگی هر تابع محاسبه و سطح معنی‌داری آن با آزمون همبستگی پیرسون (r) در دو سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و ۰/۰۵ در نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید. مقدار ضریب همبستگی بین ۱+ و ۱– است که مقادیر مثبت آن جهت افزایش روند و مقادیر منفی آن جهت کاهشی روند را نشان می‌دهد. در نهایت به‌منظور بررسی وضعیت تولید محصولات در آینده از معیار درصد نرخ تولید استفاده شد. معیار فوق از نسبت شیب خط رگرسیونی تولید هر محصول بر میانگین بلند مدت تولید همان محصول به‌دست آمد. در این مطالعه درصد نرخ تولید محصولات گندم، چغندرقند، خربزه، جو، گوجه فرنگی و پنبه به‌عنوان محصولات اساسی استان مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

خصوصیات آماری متغیرهای عملکرد، تولید و سطح زیرکشت محصولات مختلف در جدول ۱ آمده است. بیشترین سطح زیرکشت به گیاه گندم به میزان ۴۷۲۰۰۰ هکتار، از خانواده غلات تعلق دارد که به‌دلیل استراتژیک بودن و حمایت‌های دولتی برای خودکفایی این محصول می‌باشد. در گزارش مساعدی و کاهه (۱۷) نقش مثبت حمایت‌های دولتی در افزایش عملکرد گندم از راه افزایش سطح زیرکشت و افزایش در واحد سطح آمده است. کمترین سطح زیرکشت معادل ۲۵ و ۵۵ هکتار به‌ترتیب به محصولات آفتابگردان به‌عنوان گیاهی صنعتی و شبدر به‌عنوان گیاهی علوفه‌ای تعلق دارد. گیاه شبدر، به‌دلیل ریزش شدید آن در بسته‌بندی و آماده‌سازی پس از برداشت از توجه کمتری نسبت به دیگر محصولات علوفه‌ای برخوردار است. کمترین مقدار عملکرد در واحد سطح زراعی (۴۳۶ کیلوگرم بر هکتار) مربوط به نخود است که به‌علت کشت رقم‌های محلی از سطح زیرکشت و میزان عملکرد پایینی برخوردار است. بیشترین میزان عملکرد متعلق به پیاز (۴۹ تن بر هکتار) و گوجه‌فرنگی (۳۹ تن بر هکتار) است که با توجه به ارزش اقتصادی آن‌ها به‌واسطه وجود کارخانجات رب‌سازی، وجود کارگاه‌های صنایع تبدیلی، مصرف تازه-خوری و استفاده از ارقام اصلاح‌شده منطقی به‌نظر می‌رسد. کمترین میزان تولید به شبدر (۳۰ تن) و بیشترین تولید به میزان ۲۶۳۴۹۹۴ تن به چغندرقند اختصاص دارد.

جدول ۱- خلاصه آماری متغیرهای عملکرد آبی (کیلوگرم بر هکتار)، سطح زیرکشت آبی (هکتار) و تولید آبی (تن) محصولات زراعی مورد مطالعه (۱۳۸۷-۱۳۶۳)

محصول	متغیر	توزیع	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
گندم	عملکرد		۱۵۱۴/۵	۳۶۰۱/۱	۲۶۰۸	۶۱۶/۱	۰/۲۴	-۰/۱۲	-۱/۱
	سطح زیرکشت		۲۱۰۰۰۰	۴۷۲۰۰۰	۳۶۷۰۹۲	۶۸۷۳۶/۸	۰/۱۹	-۰/۴۹	-۰/۵۰
	تولید		۴۷۸۷۳۹	۱۲۷۱۰۰۰	۹۴۰۲۶۱	۲۲۰۷۴۲	۰/۲۴	-۰/۲۴	-۰/۸۱
چغندرقند	عملکرد		۲۰۴۳۸/۲	۳۳۷۸۲	۲۷۷۰۱	۳۷۸۷/۵	۰/۱۴	-۰/۱۲	-۰/۶۶
	سطح زیرکشت		۲۳۳۷۳	۸۳۲۸۶	۶۴۰۲۵	۱۳۴۶۹/۱	۰/۲۱	-۱/۱۷	۲/۴۰

	تولید		۶۷۸۰۱۸	۲۶۳۴۹۹۴	۱۷۵۷۶۵۱	۳۹۶۱۱۱	۰/۲۳	-۰/۲۶	۱/۶۳
	عملکرد		۱۱۴۱۲/۲	۴۹۳۰۷	۲۷۱۸۳	۱۱۶۲۷/۳	۰/۴۳	۰/۰۱	-۱/۳۳
پیاز	سطح زیرکشت		۲۳۰۳	۴۰۱۸	۳۱۴۶/۸	۵۲۰/۷	۰/۱۷	۰/۲۱	-۰/۹۵
	تولید		۱۰۹۰	۶۶۱۵	۳۰۴۰/۴	۱۵۱۵/۸	۰/۵۰	۰/۹۴	۰/۰۶
	عملکرد		۱۰۴۵۷/۱	۱۵۳۹۰	۱۳۴۷۴	۱۳۴۲/۳	۰/۱۰	-۰/۴۴	-۰/۴۸
خربزه	سطح زیرکشت		۳۵۷۷۳	۸۳۸۶۹	۵۷۸۳۱	۱۶۴۰۶/۳	۰/۲۸	۰/۴۴	-۱/۴۶
	تولید		۵۳۵۷۳۸	۱۱۴۱۲۸۹	۷۹۷۶۷۱/۶	۱۹۲۰۴۶/۳	۰/۲۵	۰/۷۳	-۰/۸۵
	عملکرد		۱۳۷۱۱/۷	۲۸۴۰۵	۲۰۷۵۸	۴۵۱۳/۶	۰/۲۲	۰/۰۰	-۱/۱۷
سیب‌زمینی	سطح زیرکشت		۴۹۷۹	۱۲۶۵۰	۸۹۳۱/۴	۲۴۶۱/۴	۰/۲۸	۰/۰۳	-۱/۰۳
	تولید		۱۰۰۵۷۵	۲۵۷۷۴۰	۱۷۹۶۰۳	۴۳۲۷۲/۸	۰/۲۴	-۰/۲۵	-۰/۵۱
	عملکرد		۶۱۶۸	۹۶۹۰	۷۷۴۴/۲	۸۷۱/۶	۰/۱۱	۰/۲۳	-۰/۵۴
یونجه	سطح زیرکشت		۲۸۷۹۸	۴۲۱۶۸	۳۵۸۴/۷	۳۴۲۸/۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۴
	تولید		۲۲۲۰۳۵	۳۷۰۸۳۰	۲۷۷۶۶۹/۸	۴۲۹۵۰	۰/۱۵	۰/۹۹	۰/۰۶
	عملکرد		۱۷۲۲	۳۳۵۳/۴	۲۶۲۶/۳	۴۹۱/۱	۰/۱۹	-۰/۳۰	-۱/۰۹
جو	سطح زیرکشت		۹۴۷۹۱	۲۶۶۰۰۰	۱۹۳۲۲۰	۴۳۱۳۶/۲	۰/۲۲	-۰/۳۰	-۰/۱۶
	تولید		۱۹۰۶۷۱	۷۴۸۰۷۴	۵۰۵۵۵۸/۸	۱۳۵۷۴۲/۵	۰/۲۷	-۰/۳۱	-۰/۱۲
	عملکرد		۱۴۴۸	۲۴۴۳	۲۰۱۷/۵	۲۸۳/۸	۰/۱۴	-۰/۱۷	-۰/۵۰
پنبه	سطح زیرکشت		۳۳۷۸۷	۷۸۵۸۴	۵۴۱۲۴	۱۲۶۹۹/۴	۰/۲۴	۰/۳۶	-۰/۷۶
	تولید		۵۳۷۲۷	۱۶۹۸۸۳	۱۱۰۵۱۷/۸	۳۳۷۳۱/۵	۰/۳۱	۰/۱۲	-۰/۸۰
	عملکرد		۴۴۰/۹	۱۷۰۵/۲	۹۹۲/۵	۲۲۸/۷	۰/۲۳	۰/۷۴	۳/۸۵
عدس	سطح زیرکشت		۳۲۶	۲۲۳۹	۱۰۴۸/۷	۴۵۵	۰/۰۴	۰/۹۲	۰/۸۶
	تولید		۴۱۰	۱۵۷۳۰	۱۷۶۸/۴	۳۱۶۷	۱/۷۹	۴/۴۶	۲۰/۴
	عملکرد		۱۶۲۱۵/۹	۲۶۰۵۸	۲۱۶۸۵	۲۵۴۷/۵	۰/۱۲	-۰/۲۱	-۰/۱۴
هندوانه	سطح زیرکشت		۸۹۳۳	۲۳۱۰۵	۱۴۵۸۰	۳۵۵۳/۷	۰/۰۲	۰/۵۶	۰/۳۷
	تولید		۱۹۷۱۷۳	۴۶۹۲۶۵	۳۱۳۶۶۷	۷۴۳۷۹	۰/۲۴	۰/۳۹	-۰/۰۶
	عملکرد		۲۰۲۶۰/۳	۳۸۶۳۱	۲۹۶۳۰	۵۷۳۷/۴	۰/۱۹	۰/۰۶	-۱/۲
گوجه‌فرنگی	سطح زیرکشت		۲۷۸۲	۱۸۶۲۰	۱۰۴۳۰	۴۸۰۲/۹	۰/۰۵	-۰/۱۵	-۱/۱
	تولید		۵۸۷۵۵	۶۱۷۱۲۹	۳۳۰۰۱۰	۱۸۴۸۰۵/۶	۰/۵۶	۰/۰۱	-۱/۳۹
	عملکرد		۷۶۳	۱۵۳۰	۱۲۷۰/۷	۱۶۳/۸	۰/۱۳	-۱/۰۷	۲/۷
لوبیا	سطح زیرکشت		۷۱۰	۴۰۲۴	۲۳۴۷	۸۰۱/۴	۰/۳۴	-۰/۱۱	۰/۰۲
	تولید		۴۴۱	۳۵۱۶۳	۷۶۴۸/۴	۷۱۵۰/۵	۰/۹۳	۲/۹۴	۹/۵۸
	عملکرد		۴۳۶	۱۳۴۱/۲	۱۰۵۳/۱	۲۰۵/۴	۰/۲۰	-۱/۱۲	۱/۸۵
نخود	سطح زیرکشت		۱۳۶۶	۵۱۸۳	۲۷۹۲/۶	۹۹۸/۸	۰/۳۶	۰/۹۳	۰/۲۴
	تولید		۲۳۵	۱۰۷۷۵	۴۸۱۴/۵	۲۷۰۲/۶	۰/۵۶	۰/۲۶	-۰/۶۰
	عملکرد		۳۵۷۶/۱	۹۸۷۳	۶۴۱۰/۶	۱۴۱۸/۹	۰/۲۲	۰/۷۵	۱/۴
شبدر	سطح زیرکشت		۵۵	۱۳۰۳	۹۱۰/۶	۲۷۵/۳	۰/۰۳	-۱/۰۹	۲/۴
	تولید		۳۰	۵۸۰۹	۱۹۱۸/۴	۱۴۶۰	۰/۷۶	۰/۹۶	۰/۴۶
	عملکرد		۸۹۷	۴۶۴۷	۲۹۲۳/۳	۱۰۴۶	۰/۳۶	-۰/۱۹	-۱/۰
شلتوک	سطح زیرکشت	غیرنرمال	۲۶۲	۲۵۵۰	۱۵۵۳	۵۴۷/۲	۰/۰۴	-۱/۰۲	۰/۷۳
	تولید		۸۶۵	۵۵۱۷	۳۰۴۶/۴	۱۲۰۰/۳	۰/۷۶	-۰/۱۳	۰/۰۳
	عملکرد		۱۰۰۰	۲۲۲۷/۱	۱۴۱۷/۵	۲۹۵/۳	۰/۲۱	۱/۰۵	۰/۹۰
آفتابگردان	سطح زیرکشت		۲۵	۴۰۹۷	۱۳۷۸/۳	۱۰۴۵/۳	۰/۷۶	۰/۹۹	۰/۵۵
	تولید		۱۳۷۵۶	۶۲۹۹۵	۲۳۱۵۹	۱۰۸۲۶	۰/۳۹	۲/۴۶	۷/۲۹
	عملکرد		۱۱۵۸/۴	۱۹۷۰۷/۱	۱۵۷۵۴	۲۲۹۹/۳	۰/۱۵	-۰/۴۹	-۰/۳۱
طالبی	سطح زیرکشت		۸۶۸	۲۳۱۵	۱۳۵۷/۲	۳۴۶/۱	۰/۲۶	۱/۰۲	۱/۲۶
	تولید		۳۶۸۱۸	۱۴۵۸۵۰	۸۲۶۴۲	۳۲۱۰۱/۹	۰/۳۹	۰/۱۴	-۰/۸۹

جدول ۲- مقادیر آماره هر آزمون برای سری داده‌های عملکرد، تولید و سطح زیرکشت محصولات زراعی استان خراسان رضوی (۱۳۸۷-۱۳۶۳)

نوع محصول	عملکرد				تولید				سطح زیر کشت			
آماره	من-کندال (Uc)	تخمین‌گر سن (Q)	شیب خط	r	من‌کندال (Uc)	تخمین‌گر سن (Q)	شیب خط	r	من-کندال (Uc)	تخمین‌گر سن (Q)	شیب خط	r
گندم	۴/۲۳**	۷۶/۷۲**	۶۱/۵	۰/۷۳**	۰/۹۱	۵۶۵۶/۲۵	۲۴۲۶/۲	۰/۰۸	-۴/۱۱**	-۷۹۱۲/۱۳**	-۷۸۸۰/۲	۰/۸۴**
چغندرقند	۳/۸۵**	۳۷۱/۵۴**	۳۶۹/۹	۰/۷۲**	-۰/۸۶	-۹۰۱۳/۴۷	-۱۲۸۲۷	۰/۲۴	-۳/۵۳**	-۱۲۸۴/۵۸**	-۱۲۵۱/۶	۰/۶۸**
نخود	-۳/۵۷**	-۱۷/۰۵**	-۱۹/۷	۰/۷۰**	-۵/۱۶**	-۱۴۷/۰۳**	-۱۶۷/۵۸	۰/۸۲**	-۴/۴۱**	-۱۰۴/۳۲**	-۱۰۱/۷	۰/۷۵**
خربزه	۲/۷۶**	۱۴۹/۳۶*	۸۰/۳	۰/۴۴*	-۳/۳۸**	-۲۱۱۷۶/۴۰**	-۱۸۳۸۷	۰/۷۰**	-۴/۶۲**	-۱۸۸۵/۲۱**	-۱۷۱۸/۴	۰/۷۷**
سیب‌زمینی	۵/۳۵**	۶۱۲/۳۹**	۵۵۳/۲	۰/۹۰**	-۰/۳۰	-۵۳۴/۸۱	-۶۲/۹۲	۰/۰۱	-۳/۲۰**	-۲۹۴/۰۰*	-۲۴۱/۱	۰/۶۴**
یونجه	-۰/۳۰	-۱۵/۳۰	-۲۱/۹	۰/۱۸	-۱/۸۰	-۲۵۷۴/۰۷	-۳۴۹۱/۳	۰/۶۰*	-۳/۲۵**	-۳۱۴/۴۶*	-۳۲۱/۳	۰/۶۹**
جو	۳/۳۴**	۴۸/۹۰**	۵۵/۵	۰/۶۱**	-۰/۶۳	-۳۰۱۳/۲۱	-۳۱۰۰/۴	۰/۱۷	-۳/۶۰**	-۴۷۶۷/۰۶**	-۳۳۵۵/۹	۰/۷۱**
پنبه	۴/۷۹**	۳۱/۶۹**	۳۲/۰	۰/۸۲**	۳/۴۸**	۳۳۸۴/۵۶**	۳۲۱۳/۹	۰/۷۰**	۲/۶۴*	۱۰۴۴/۴۴*	۳۴۹/۳	۰/۴۹*
عدس	-۳/۲۰**	-۱۶/۴۹*	-۱۹/۲	۰/۶۲**	-۳/۸۹**	-۶۰/۸۲**	-۱۹۳/۱۵	۰/۴۷*	-۴/۳۲**	-۴۸/۹۳**	-۴۹/۷	۰/۸۰**
هندوانه	۴/۱۳**	۲۵۵/۴۷**	۲۴۹/۹	۰/۷۲**	۰/۷۲	۱۴۶۷/۳۷	۶۸۰/۶۱	۰/۰۷	-۱/۳۸	-۱۱۵/۷۹	-۱۳۷/۳	۰/۲۹
گوجه‌فرنگی	۵/۰۲**	۷۲۲/۳۲**	۷۳۷/۷	۰/۹۵**	۵/۱۱**	۲۳۸۳۳/۳۳ **	۲۳۲۶۶	۰/۹۲**	۴/۷۹**	۵۷۱/۹۵**	۵۵۳/۱	۰/۸۵**
شبدر	-۰/۹۶	-۴۵/۹۰	-۶۶/۱	۰/۳۴	-۲/۸۷**	-۲۱۰/۵۳*	-۱۶۵/۰۱	۰/۱۷	-۳/۴۳**	-۲۲/۵۳**	-۲۵/۱	۰/۶۷**
شلتوک	۴/۶۰**	۱۰۹/۸۹**	۱۲۰/۲۳	۰/۸۵**	۵/۲۵**	۳۱۵/۸۳ **	۳۲۵/۱۸	۰/۸۹**	۳/۱۵**	۴۵/۶۷*	۵۲/۱	۰/۷۰**
آفتابگردان	-۲/۵۰*	-۱۸/۰۳*	-۲۱/۵	۰/۵۴**	۲/۴۵*	۷۰/۸۱*	۷۷/۳۴	۰/۳۹	۳/۲۹**	۶۱/۵۴**	۷۴/۸	۰/۵۳**
لوبیا	-۱/۶۱	-۶/۸۳	-۸/۷	۰/۳۹	-۳/۴۳**	-۹۹/۱۸ **	-۱۰۱/۷۲	۰/۶۲**	-۳/۴۳**	-۷۳/۳۸**	-۷۰/۰	۰/۶۴**
طالبی	۱/۴۷	۹۲/۲۲	۱۴۰/۷	۰/۴۵	۰/۹۱	۲۹۲/۲۳	۶۱/۹۴	۰/۰۴	۰/۲۳	۳/۶۱	۱۲/۹	۰/۲۸
پیاز	۵/۸۱**	۱۵۷۵/۹۶**	۱۵۴۱/۳	۰/۹۸**	۴/۸۸**	۳۹۵۹/۶۱ **	۳۷۹۳/۱	۰/۸۷**	-۲/۶۴*	-۳۷/۳۱*	-۳۷/۶	۰/۵۳**
تعداد روندهای معنی‌دار +	۱۰	۱۰	۱۰		۵	۵	٤		۴	۴	۴	
تعداد روندهای معنی‌دار -	۳	۳	۳		۵	۵	٥		۱۱	۱۱	۱۱	
تعداد بدون روند	۴	۴	۴		۷	۷	۸		۲	۲	۲	

روند معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد به‌ترتیب با * و ** مشخص شده‌اند.

نتایج ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلموگروف اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار MINITAB دلالت بر نرمال بودن ۷۱ درصد از داده‌های مورد مطالعه داشت. برای نرمال‌سازی ۲۹ درصد باقی‌مانده (جدول ۱)، از لگاریتم (Ln(x)) داده‌های مربوط به محصولات استفاده شد. از آنجایی‌که مقدار متغیرهای هیچ‌یک از محصولات، صفر نبود استفاده از تبدیل فوق مناسب بود (۳).

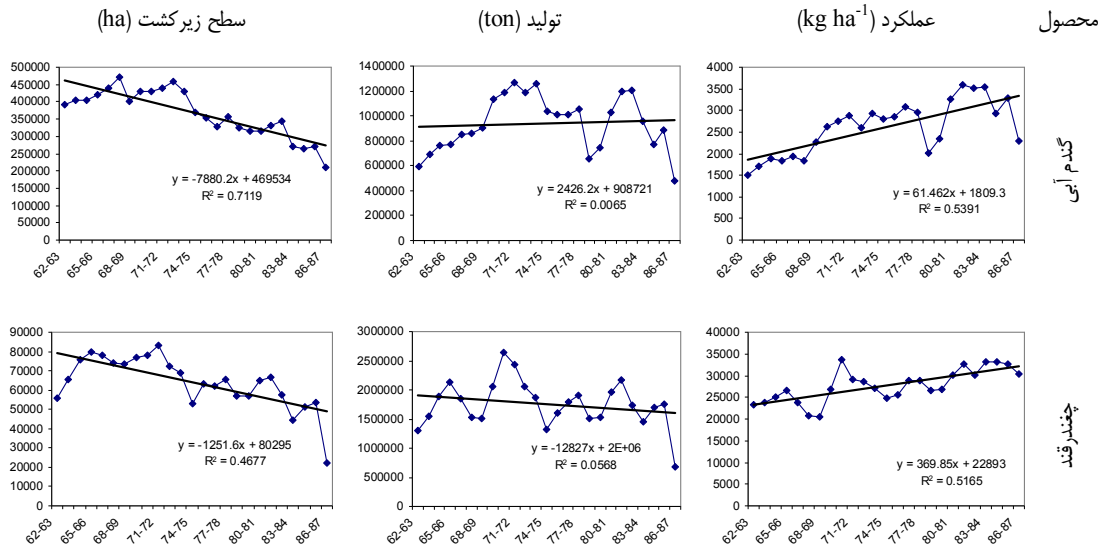
جدول ۲ براساس نتایج بررسی روند ۵۱ سری زمانی سه متغیر عملکرد، تولید و سطح زیرکشت محصولات زراعی استان خراسان رضوی تنظیم شده است. در این جدول، مقادیر روند سالانه حاصل از دو روش ناپارامتری من‌کندال و تخمین‌گر سن و روش پارامتری رگرسیون خطی برای ۱۷ محصول زراعی قابل مشاهده است.

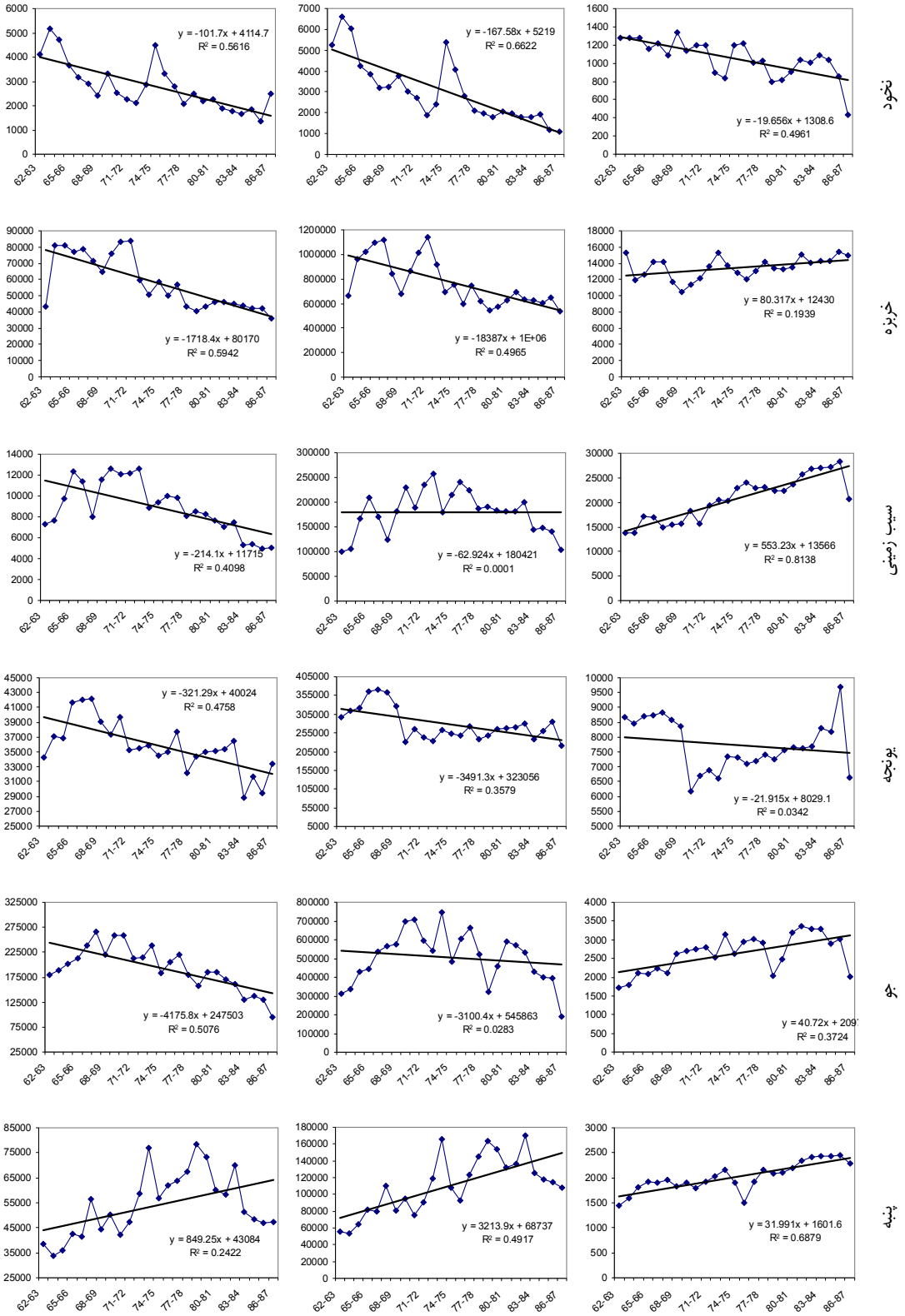
جدول ۲ روند هم‌سویی را از هر سه روش با شدت‌های مختلف برای متغیرهای مورد بررسی نشان می‌دهد که در تایید مطالعه طبری و همکاران (۳۱) مبنی بر هم‌سویی در نتایج روش‌های پارامتری و ناپارامتری است. هم‌سویی در نتایج هر سه روش می‌تواند به‌معنای عدم وجود داده‌های تکراری در سری داده‌ها و عدم تشخیص اشتباه در نتایج هر یک از آزمون‌ها باشد. از طرفی جدول ۲ نشان می‌دهد جهت روند برخی سری داده‌ها منفی و برخی دیگر مثبت هستند. طبق نتایج جدول ۲، جهت روند عملکرد ۱۰ محصول مثبت، سه محصول منفی و چهار محصول فاقد روند معنی‌دار است. هم‌چنین روند معنی‌دار تولید ۵ محصول افزایشی، ۵ محصول معنی‌دار کاهشی و ۷ محصول فاقد روند معنی‌دار، روند سطح زیرکشت ۴ محصول افزایشی، ۱۱ محصول کاهشی معنی‌دار و ۲ محصول بدون روند معنی‌دار بود. بررسی جزئی‌تر درخصوص روند مثبت محصولات بیان‌گر افزایش عملکرد به‌ازای کاهش سطح زیرکشت ۹ محصول گندم، چغندرقند، خربزه، سیب‌زمینی، جو، هندوانه، شلتوک، طالبی و پیاز است. این

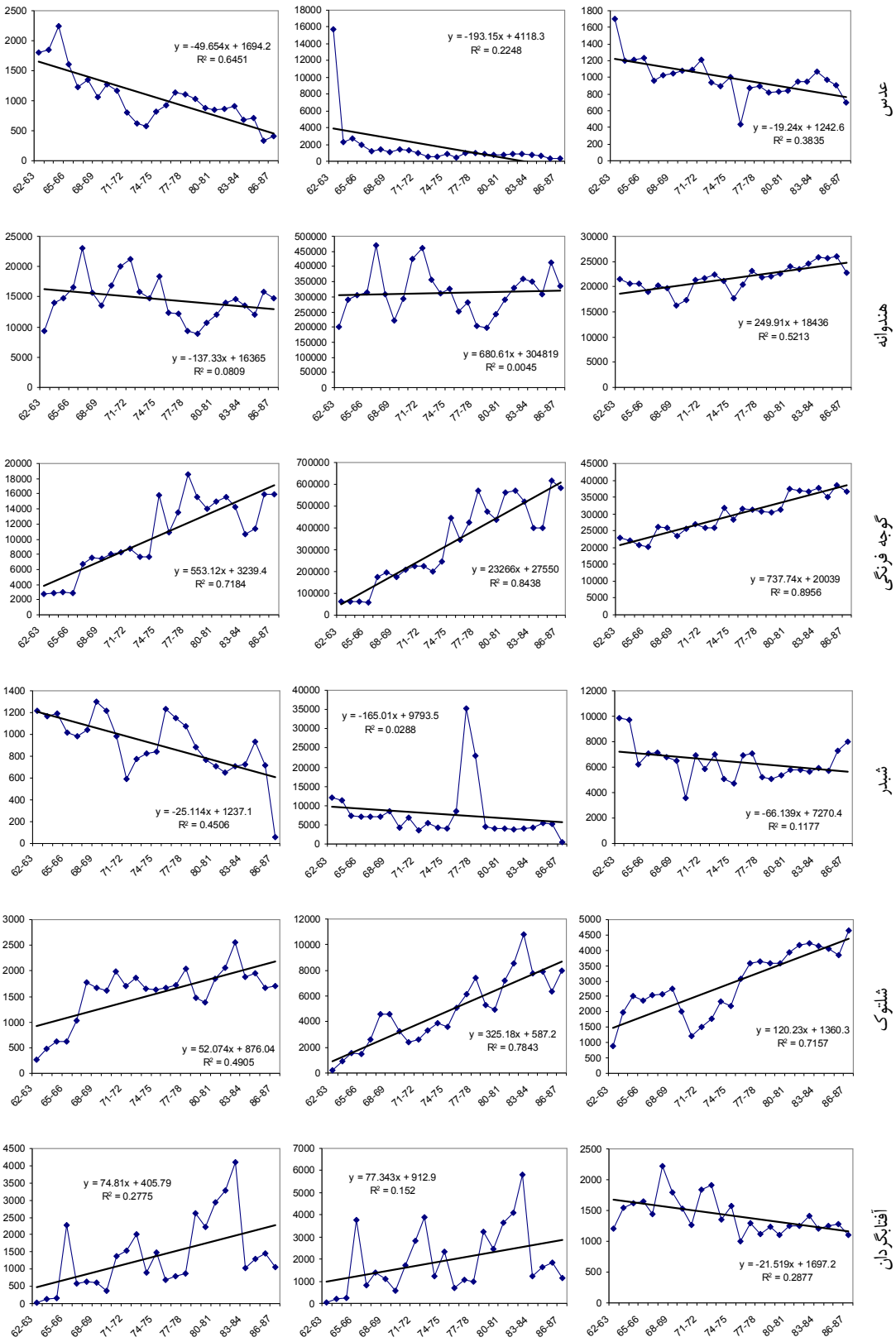
نتیجه به‌معنای افزایش عملکرد در واحد سطح، علی‌رغم کاهش سطح زیرکشت ۹ محصول فوق است. هم‌چنین جدول ۲ نشان می‌دهد بر خلاف افزایش عملکرد، میزان تولید اکثر محصولات کاهش داشته است. علت این امر می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح زیرکشت، مسائل پس از برداشت و آثار منفی تغییرات اقلیمی باشد. در مطالعه کوچکی و نصیری (۱۶) نیز به تاثیرگذاری تغییرات اقلیمی در وضعیت گندم به‌عنوان اصلی‌ترین محصول کشاورزی ایران اشاره شده است. طبق نتایج جدول ۲ عملکرد محصول پیاز، سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی و تولید شلتوک بیشترین روند افزایشی معنی‌دار تغییرات را در سری زمانی سالانه داشتند. هم‌چنین نتایج هر سه روش بیان‌گر بیشترین روند منفی معنی‌دار تغییرات عملکرد و تولید نخود و سطح زیرکشت خربزه بود. شدیدترین مقدار روند مثبت در هر سه آزمون من‌کندال، تخمین‌گر سن و شیب خط برازشی برای عملکرد محصول پیاز به‌ترتیب معادل ۵/۸۱، ۱۵۷۹/۹۶ و ۱۵۴۱/۳ در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ با ضریب همبستگی ۰/۹۸ قابل مشاهده است که همگام با روند منفی سطح زیرکشت این محصول می‌باشد (جدول ۲). افزایش عملکرد در مقابل کاهش سطح زیرکشت نشان‌دهنده افزایش تولید در واحد سطح است که می‌تواند ناشی از به‌کارگیری ارقام زراعی اصلاح شده، عملیات به‌زراعی و مدیریت مزرعه باشد. در مجموع افزایش مقدار عملکرد در برخی محصولات زراعی مانند پیاز و گوجه فرنگی به‌علت مقرون به‌صرفه بودن کشت ارقام اصلاح شده و استفاده از تکنولوژی‌های نوین زراعی مانند اجرای سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار و مکانیزاسیون کشاورزی قابل توجیه است. مطالعه رستگار و خدادادی (۸) و افشارمنش و خدادادی (۲) بیان‌گر اهمیت کشت و کار و ارزش اقتصادی پیاز به‌دلیل مصرف خام، فرآوری شده و قیمت مطلوب آن است. شجری و چابکروو (۱۱) در مطالعه خود به حمایت‌های اسمی دولت از محصول پیاز اشاره داشته‌اند. آنان توجه به صنایع تبدیلی، بهبود در سیستم حمل و نقل، انبارداری، بسته‌بندی و بازاریابی برای محصول پیاز و محصولات مشابه را به‌علت فسادپذیری لازم می‌دانند. به‌همین ترتیب بیشترین مقدار روند افزایشی سطح زیرکشت برای محصول گوجه‌فرنگی در مقایسه با سایر محصولات در آزمون من-کندال برابر ۴/۷۹، در تخمین‌گر سن ۵۷۱/۹۵ و در شیب خط برازشی ۵۵۳/۱ با ضریب همبستگی ۰/۸۵ در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ به‌دست آمد. مطابق نتایج حاصل از جدول ۲ و با توجه‌به روند افزایشی سطح زیرکشت و عملکرد محصول گوجه‌فرنگی و معنی‌داری آن‌ها در سطح ۰/۰۱، افزایش بودن روند تولید این محصول نیز قابل انتظار است. در این راستا روند تولید محصول گوجه‌فرنگی حاصل از مدل رگرسیونی برازش‌یافته در سطح ۰/۰۱ معنی‌داری معادل ۰/۹۲ به‌دست آمد (جدول ۲). اگرچه مقدار روند عملکرد و سطح زیرکشت گیاه گوجه-فرنگی افزایشی است لیکن مقدار روند افزایشی عملکرد با آزمون من-کندال (۵/۰۲) از مقدار روند سطح زیرکشت این محصول (۴/۷۹) بیشتر است و مشابه چنین شرایطی برای دو آماره دیگر هم برقرار است. این به‌معنای افزایش عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تنها از طریق افزایش سطح زیرکشت نبوده بلکه مدیریت زراعی و کاشت ارقام اصلاح شده هم در افزایش فوق نقش داشته است. مشابه چنین شرایطی برای محصول پنبه نیز صادق است که افزایش عملکرد به-واسطه افزایش سطح زیرکشت و اجرای برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی بوده است. لیکن روند افزایشی عملکرد پنبه در مقایسه با محصولات گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی کمتر بوده است. جدول ۲ نشان می‌دهد بیشترین روند منفی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ برای متغیر عملکرد محصول نخود در آزمون من‌کندال ۳/۵۷، در تخمین‌گر سن ۱۷/۰۵ و در شیب خط برازشی ۱۹/۷ با ضریب همبستگی ۰/۷۰ است. محصول نخود به‌واسطه کاهش بیشتر مقدار عملکرد نسبت به سایر محصولات وضعیت بحرانی دارد. کاهش عملکرد این محصول می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح زیرکشت (جدول ۲) و کاشت ارقام محلی با سطح عملکرد پایین می‌باشد. صباغ‌پور و همکاران (۳۰) ضمن تایید کم بودن عملکرد نخود در ایران علت آن را عدم استفاده از استراتژی‌های افزایش عملکرد و حساسیت ارقام بومی و محلی به بیماری‌های برق‌زدگی، پژمردگی فوزاریومی و ویروسی گزارش کرده‌اند. در مجموع جدول ۱ نشان‌دهنده وجود ارتباط عملکرد و سطح زیرکشت با پارامتر زمان است. به‌همین ترتیب درخصوص عدم معنی‌دار بودن روند عملکرد برخی محصولات مانند خربزه، طالبی، لوبیا، شاید مناسب نبودن زیرساخت‌های صادرات داخلی و خارجی و عدم حمایت اسمی دولت بی‌تاثیر نباشد که شجری و چابکرو (۱۱) برای محصول خربزه در استان فارس گزارش نموده‌اند. به‌عنوان یک نتیجه کلی می‌توان روند افزایشی عملکرد محصولات مقابل روند کاهشی سطح زیرکشت آن‌ها را ناشی از افزایش در واحد سطح زراعی به‌واسطه اصلاح ارقام، بهبود مدیریت زراعی و صرفه اقتصادی دانست. محاسبات انجام شده در جدول ۲ چنین شرایطی را برای محصولاتی نظیر گندم، چغندرقند، جو و برخی از محصولات تایید می‌نماید. از طرفی جدول ۲ نشان می‌دهد روند سطح زیرکشت ۱۲ محصول زراعی منفی است، در حالی‌که روند عملکرد ۱۱ محصول مثبت است. در چنین شرایطی روند تولید ۸ محصول افزایشی است. این امر به‌منزله بهبود وضعیت زراعت استان می‌باشد که با وجود محدودیت‌های منابع آب و محدودیت در زیرساخت‌های پس از برداشت نشان‌دهنده تلاش استان در ارتقاء جایگاه کشوری استان می‌باشد.

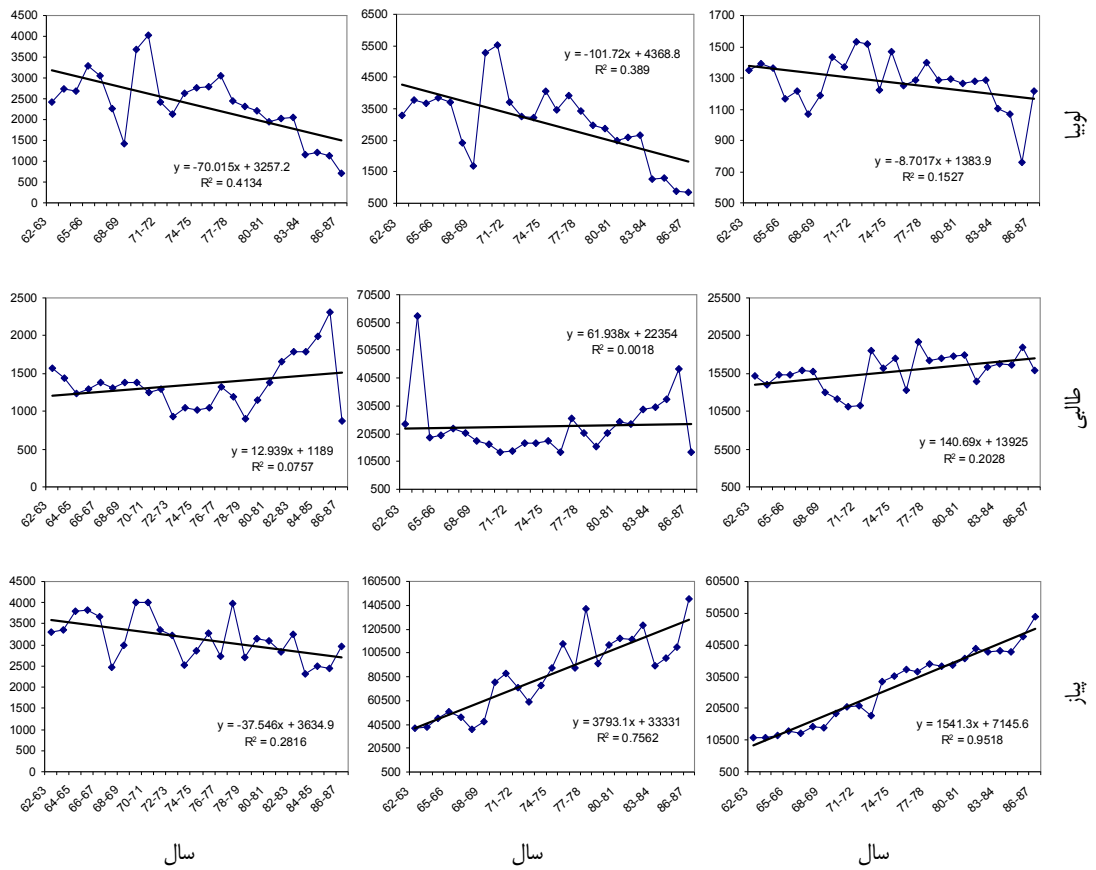
با مبنا قرار دادن سطح زیرکشت بیش از ۵۰۰۰ هکتار می‌توان محصولات گندم، جو، چغندرقند، پنبه، خربزه، هندوانه و گوجه‌فرنگی را محصولات مهم در تولید ناخالص استان دانست. محصولات یاد شده در دسته محصولات غلات (دو محصول اول)، محصولات صنعتی (دو محصول دوم) و محصولات جالیزی یا سبزی و صیفی

قرار دارند. برمبنای جدول ۱، میانگین سطح زیرکشت گندم ۳۶۷۰۰۰، جو ۱۹۳۰۰۰، چغندرقند ۶۴۰۰۰، پنبه ۵۴۱۰۰، خربزه ۵۷۸۰۰، هندوانه ۱۴۵۰۰ و گوجه‌فرنگی ۱۰۴۰۰ هکتار است. با عنایت به نتایج جدول روند عملکرد محصولات فوق در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار افزایشی و روند سطح زیرکشت پنبه و گوجه‌فرنگی معنی‌دار افزایشی است. لیکن روند تولید محصولات چغندرقند، خربزه و جو منفی و روند تولید گندم، پنبه، هندوانه و گوجه‌فرنگی افزایشی است. کاهشی بودن روند سطح زیرکشت محصولات گندم، چغندرقند، خربزه، جو و هندوانه و روند منفی تولید محصولات چغندرقند، خربزه و جو با توجه به اهمیت این محصولات در تولید ناخالص استان می‌تواند نشانه عدم حمایت استانی و عدم صرفه اقتصادی این محصولات باشد. ضمن آن‌که خربزه رقم مشهد از محبوبیت و جایگاه خاصی در کشور برخوردار است و به‌همین دلیل بایستی از حمایت‌های استانی برخوردار باشد. درحالی‌که روند تولید سطح زیرکشت آن در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار کاهشی است. به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش تولید و سطح زیرکشت آثار زیان‌بار تغییرات اقلیمی نیز باشد. در همین راستا اشرف و همکاران (۱) با عنایت به‌شرایط اقلیمی حاکم بر دشت‌های استان که تبخیر تعرق بالایی را به‌همراه دارد و با توجه به روند افزایشی دمای موجود و دمای ۲۰ سال آینده استان خراسان رضوی بیان داشتند از کشت گیاهان زراعی تابستانه مانند چغندرقند تا حد امکان اجتناب گردد. در حالی‌که حاجی‌زاده آزاد (۴) در تحقیق خود با پیش‌بینی تغییر اقلیم در خراسان بزرگ نشان داد افزایش غلظت دی‌اکسید کرین هوا منجر به کاهش نیاز آبی و افزایش عملکرد چغندرقند می‌شود. بررسی‌های کوچکی و نصیری (۱۶) در رابطه با محصول گندم نیز بیان‌گر کاهش عملکرد گندم با توجه به افزایش دمای هوای استان در سال‌های آینده است و حتی افزایش CO_2 هوا نیز در جبران کاهش عملکرد تاثیرگذار نمی‌باشد. بدین ترتیب عدم افزایش معنی‌دار عملکرد ناشی از افزایش غلظت CO_2 به‌موازات افزایش آب مصرفی ناشی از افزایش دمای هوا در مورد محصول چغندقند نیز می‌تواند صادق باشد. لذا با عنایت به پیشنهاد کوچکی و نصیری (۱۶) برای تغییر در تاریخ کاشت و استفاده از ارقام اصلاح شده گندم در خصوص سایر محصولات کشاورزی مانند چغندرقند نیز این موضوع قابل بررسی است. در مطالعه‌ای دیگر فینگر و اشمیت (۲۱) نیز در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات گندم و ذرت، راه‌کارهای مشابهی در جبران کاهش عملکرد پیشنهاد نمودند. ژانگ و نیرینگ (۳۴) تغییرات عملکرد گندم را معلول اثرات منفی افزایش دما و اثرات مثبت افزایش CO_2 دانستند. در مجموع با توجه به اثرات منفی تغییر اقلیم گزارش شده از سوی لوبل و همکاران (۲۵) بر عملکرد گیاهان چند ساله بایستی انتظار کاهش عملکرد گیاهان زراعی را نیز در سال‌های آتی داشت. در شکل ۱ روند تغییرات میانگین سالانه عملکرد، تولید و سطح زیرکشت محصولات زراعی مورد مطالعه و درجه همبستگی آن‌ها در گام زمانی سال به سال نشان داده شد. برای ترسیم شکل ۱ مقادیر عددی هر سه متغیر متناظر با هر سال زراعی بر روی محور عمودی قرار گرفت و برای هر یک از متغیرها یک مدل رگرسیون خطی بر داده‌ها برازش یافت. مدل رگرسیونی برازش یافته در قالب معادله y=ax+b بود که y نماینده مقدار متغیر در مقابل سال زراعی (x)، a و b به‌ترتیب نشان‌دهنده شیب و عرض از مبداء خط برازشی است.




y = -101.7x + 4114.7
R² = 0.5616
y = -167.58x + 5219
R² = 0.6622
y = -19.656x + 1308.6
R² = 0.4961
نخود
y = -1718.4x + 80170
R² = 0.5942
y = -18387x + 1E+06
R² = 0.4965
y = 80.317x + 12430
R² = 0.1939
خربزه
y = -214.1x + 11715
R² = 0.4098
y = -62.924x + 180421
R² = 0.0001
y = 553.23x + 13566
R² = 0.8138
سیب زمینی
y = -321.29x + 40024
R² = 0.4758
y = -3491.3x + 323056
R² = 0.3579
y = -21.915x + 8029.1
R² = 0.0342
یونجه
y = -4175.8x + 247503
R² = 0.5076
y = -3100.4x + 545863
R² = 0.0283
y = 40.72x + 209
R² = 0.3724
جو
y = 849.25x + 43084
R² = 0.2422
y = 3213.9x + 68737
R² = 0.4917
y = 31.991x + 1601.6
R² = 0.6879
پنبه
62-63
65-66
68-69
71-72
74-75
77-78
80-81
83-84
86-87


عدس
y = -49.654x + 1694.2
R² = 0.6451
y = -193.15x + 4118.3
R² = 0.2248
y = -19.24x + 1242.6
R² = 0.3835
هندوانه
y = -137.33x + 16365
R² = 0.0809
y = 680.61x + 304819
R² = 0.0045
y = 249.91x + 18436
R² = 0.5213
گوجه فرنگی
y = 553.12x + 3239.4
R² = 0.7184
y = 23266x + 27550
R² = 0.8438
y = 737.74x + 20039
R² = 0.8956
شبدر
y = -25.114x + 1237.1
R² = 0.4506
y = -165.01x + 9793.5
R² = 0.0288
y = -66.139x + 7270.4
R² = 0.1177
شلتوک
y = 52.074x + 876.04
R² = 0.4905
y = 325.18x + 587.2
R² = 0.7843
y = 120.23x + 1360.3
R² = 0.7157
آفتابگردان
y = 74.81x + 405.79
R² = 0.2775
y = 77.343x + 912.9
R² = 0.152
y = -21.519x + 1697.2
R² = 0.2877
62-63
65-66
68-69
71-72
74-75
77-78
80-81
83-84
86-87



شکل ۱- سری زمانی تغییرات عملکرد، تولید و سطح زیر کشت محصولات مورد مطالعه طی سال-های زراعی ۶۳-۶۲ تا ۸۷-۸۶

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بیشترین ضریب همبستگی بین سطح زیرکشت گندم و سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی با زمان است که همبستگی‌ها به‌ترتیب کاهشی و افزایشی است. در خصوص متغیر عملکرد محصولات نیز همبستگی بین عملکرد پیاز و سیب‌زمینی با زمان نسبت به‌سایر محصولات قوی‌تر است. روند عملکرد محصولاتی نظیر گندم به‌واسطه ارزش غذایی آن و سیاست‌های حمایتی دولت به‌صورت سنتی و در قالب طرح محوری گندم همواره افزایشی بوده است. محاسبه آماره نرخ تولید گندم نیز معادل ۰/۲۶ درصد در هر سال به‌دست آمد که بیان‌گر افزایش ۲/۶ درصدی تولید گندم در ۱۰ سال آینده در صورت استمرار شرایط موجود می‌باشد. افزایش تولید با افزایش عملکرد گزارش شده برای گندم در ۶۰ سال اخیر (۱۹) و افزایش عملکرد برخی دیگر محصولات طی ۳۲ سال گذشته (۹) هم‌خوانی دارد. همان‌گونه که در تحلیل نتایج جدول ۲ بیان شد روند عملکرد ۱۱ محصول و سطح زیرکشت ۵ محصول مثبت بود که در شکل ۱ نیز وضعیتی مشابه مشهود است. از طرفی روند تغییرات عملکرد و سطح زیرکشت سه محصول نخود، لوبیا و شبدر کاهشی می‌باشد (شکل ۱). لیکن برای سایر محصولات روند نزولی در داده‌های سطح زیرکشت و روند صعودی در داده‌های عملکرد قابل مشاهده است که از دیدگاه افزایش عملکرد در واحد سطح قابل تامل است. از دیگر نتایج شکل ۱ نوسانات قابل مشاهده در متغیرهای سطح زیرکشت و مقدار عملکرد آفتابگردان و شلتوک است. همان‌گونه که شکل ۱ نشان می‌دهد سطح زیرکشت آفتابگردان بیشترین نوسان افزایشی را داشته است به‌طوری‌که از ۲۵ هکتار در سال ۶۳-۱۳۶۲ به ۱۰۵۰ هکتار در سال ۸۴-۱۳۸۳ ارتقا یافته است. لیکن مقدار عملکرد آفتابگردان به‌موازت افزایش سطح زیرکشت رشد نداشته است. به‌نظر می‌رسد افزایش سطح زیرکشت به‌واسطه آثار سیاستی و مزیت نسبی این محصول باشد (۱۸) اما از آنجایی‌که احتمالاً حمایت‌های صورت گرفته یکسان نبوده در نتیجه به افزایش عملکرد منتهی نشده است. در مقابل شلتوک در سال ۶۳-۱۳۶۲ از سطح زیرکشت بسیار پایینی برخوردار بوده است در حالی‌که با افزایش سطح زیرکشت شلتوک، عملکرد آن هم افزایش داشته است. بررسی‌های صورت گرفته از سوی خادمی‌پور و نجفی (۷) نشان می‌دهد که مثبت بودن برآیند مداخلات دولت در بازار محصول از سال ۷۶- ۱۳۷۵ به بعد به‌سمت حمایت موثر از برنج (شلتوک) بوده است. به‌نظر می‌رسد کشت دو محصول آفتابگردان و شلتوک نسبت به سایر محصولات که از سابقه طولانی‌تر کشت برخوردارند، جدیدتر بوده که

عدم افزایش موثر عملکرد آن‌ها به‌دلیل کم تجربگی کشاورزان و عدم برنامه‌ریزی دست‌اندرکاران منطقه باشد. این امر حمایت‌های اسمی بیشتر دولت و آماده‌سازی زیرساخت‌های لازم را می‌طلبد.

در گروه محصولات مهم استان با سطح زیرکشت بیش از ۵۰۰۰ هکتار که شامل گندم، جو، چغندرقند، پنبه، خربزه، هندوانه و گوجه فرنگی، شکل ۱ در راستای نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که روند کلی تولید سال به سال چغندرقند، خربزه و جو با وجود نوسانات افزایشی و کاهشی سالیانه، منفی است. در تایید نوسانات تولید معیار درصد نرخ تولید محصولات فوق محاسبه شد. نتایج نشان داد نرخ منفی تولید محصولات جو، چغندرقند، خربزه به‌ترتیب ۰/۶۱درصد، ۰/۷۳ درصد و خربزه ۲/۳۱ درصد به‌ازای هر سال است. به‌عبارت دیگر نتایج بیان‌گر کاهش ۶/۱ درصدی میزان تولید محصول جو طی ۱۰ سال آینده و به‌همین ترتیب کاهش ۷/۳ درصدی محصول چغندر و ۲۳/۱ درصدی تولید محصول خربزه در ۱۰ سال آینده می‌باشد. لیکن منفی بودن روند تولید محصولات یاد شده و برخی محصولات کم‌اهمیت دیگر می‌تواند نشانه از دست رفتن جایگاه استان در تولید ناخالص داخلی و کشوری باشد. در مقابل درصد نرخ تولید محصولات پنبه، گوجه فرنگی و هندوانه مثبت به‌دست آمد که نشانه افزایش بودن روند تولید محصولات یاد شده در صورت استمرار شرایط موجود می‌باشد. محاسبه معیار درصد نرخ تولید محصولات پنبه، گوجه فرنگی و هندوانه به‌ترتیب ۲/۹۱ درصد، ۷/۱ درصد و ۰/۲۲ به‌ازای هر سال به‌دست آمد که طی ۱۰ سال آینده به‌ترتیب ۲۹/۱، ۷۱ و ۲/۲ درصد خواهد بود. هرچند تغییر شرایط اقلیمی و سایر شرایط مربوط به بخش کشاورزی مانند رشد و توسعه تکنولوژی‌های نوین و تکنولوژی بذر می‌تواند پیش‌بینی‌های فوق را تغییر دهد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه روند تغییرات عملکرد، تولید و سطح زیرکشت ۱۷ محصول در استان خراسان رضوی بررسی شد. روش‌های مورد بررسی آزمون من‌کندال، تخمین‌گر سن و آزمون رگرسیون خطی بود. برای بررسی داده‌ها دوره آماری یکسان در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد در حالت کلی روند عملکرد و تولید برخی محصولات افزایشی و برخی محصولات کاهشی بود. لیکن روند سطح زیرکشت در اغلب موارد کاهشی بوده است. در این مطالعه مشخص گردید در سری زمانی سالانه براساس هر سه روش، عملکرد ۷۶ درصد از محصولات، تولید ۵۸/۸ درصد از محصولات و ۸۸/۲ درصد از سطح زیرکشت محصولات دارای روند بودند. روند عملکرد ۵۸/۸ درصد از محصولات افزایشی، روند عملکرد ۱۷/۷ درصد محصولات کاهشی و ۲۳/۵ درصد از عملکرد محصولات فاقد روند بودند. به‌همین ترتیب روند تولید ۲۹/۴ درصد محصولات افزایشی، ۲۹/۴ درصد از محصولات کاهشی و ۴۱/۱ درصد از تولید محصولات دارای هیچ روند مشخصی نبودند. تحت چنین شرایطی روند سطح زیرکشت ۲۳/۵ درصد محصولات افزایشی، روند ۶۴/۷ درصد سطح زیرکشت کاهشی و ۱۱/۸ درصد از سطح زیرکشت محصولات فاقد روند مشخصی بوده‌اند. مهمترین دلیل کاهش سطح زیرکشت محصولات را می‌توان در کاهش دسترسی به منابع آب سطحی و زیرزمینی و افزایش مقدار عملکرد محصولات زراعی در مقابل کاهش سطح زیرکشت دانست. ضمن آن‌که افزایش عملکرد محصولات زراعی با توجه به لزوم تامین غذا برای جمعیت رو به رشد، افزایش سطح دسترسی کاربران به تکنولوژی‌های به‌زراعی، به‌نژادی و اهتمام کشاورزان در کشت مکانیزه قابل قبول است. این نتیجه می‌تواند نشانه‌ای از رشد و پویایی بخش کشاورزی در به‌کارگیری استراتژی‌ها مناسب باشد. مهمترین دلیل کاهش سطح زیرکشت محصولات عدم امکان تامین آب برای مصارف کشاورزی و اقتصادی نبودن کاشت برخی از محصولات زراعی به‌دلیل استفاده از ارقام کم محصول محلی است. درخصوص روند تولید در محصولات کشاورزی، کاهش سطح زیرکشت، نقش اساسی دارد. اگرچه نقش اقلیم و تغییر شرایط آب و هوایی بر میزان تولید محصولات کشاورزی نیز بر کسی پوشیده نیست. از آنجایی‌که روند سطح زیرکشت اکثر محصولات کاهشی است لذا روند تولید که متاثر از دو متغیر سطح زیرکشت و عملکرد محصولات زراعی است کاهشی می باشد. در این راستا روند تولید ۵۲/۹ درصد از موارد بدون توجه به سطح معنی‌داری آن کاهشی است. معیار درصد نرخ تولید محاسبه شده برای محصولات با سطح زیرکشت بیش از ۵۰۰۰ هکتار برای گندم، پنبه، گوجه فرنگی و هندوانه مثبت و برای محصولات چغندرقند، خربزه، جو منفی به‌دست آمد که نشان‌دهنده وضعیت تولید در سال‌های آتی براساس شرایط موجود است. در مجموع بررسی روند نشان داد که علامت و اندازه روندها در گستره مکانی استان خراسان رضوی از نظم خاصی برخوردار نیست و به احتمال قوی در سطح ایران نیز چنین است. هرچند به‌دلیل عملیات به‌زراعی و به‌نژادی معمولا جهت روند عملکرد مثبت است.

منابع

۱- اشرف، ب.، م. موسوی بایگی، غ. ع. کمالی و ک. داوری. ۱۳۹۱. ارزیابی تغییر مصرف آب گندم و چغندرقند با توجه به اثرات تغییر اقلیم در دو دهه آتی در دشت های منتخب استان خراسان رضوی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران ۲ (۶): ۱۱۷-۱۰۵.

۲- افشارمنش، غ. ر. و م. خدادادی. ۱۳۸۵. بررسی اثر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد پیاز خوراکی در منطقه جیرفت. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۲: ۹۴-۱۰۳.
۳- جلالی، و. ر. و همایی م. ۱۳۹۰. ارائه مدلی غیرپارامتریک با استفاده از تکنیک k- نزدیک‌ترین همسایه در برآورد جرم مخصوص ظاهری خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی علوم آب و خاک (۵۶): ۱۸۱-۱۹۰.
۴- حاجی زاده آزاد، ح. ۱۳۷۹. شبیه‌سازی رایانه‌ای اثر تغییر اقلیم بر تولید چغندرقند در خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۵- حجام، س.، ی. خوشخو و ر. شمس الدین وندی. ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش های ناپارامتری. پژوهش های جغرافیایی ۶۴: ۱۵۷-۱۶۸.
۶- حسینی م.، ع. ملافیلابی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۷. اثر نوسانات درازمدت درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد زعفران (Crocus sativus L.) مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۶ (۱): ۷۹-۸۸.
۷- خادمی پور، غ. ر. و ب. نجفی. ۱۳۸۶. اثر سیاست های حمایتی دولت بر انگیزه تولید محصولات عمده زراعی: کاربرد ماتریس تحلیل سیاستی. ششمین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد.
۸- رستگار، ج. و م. خدادادی. ۱۳۸۵. بررسی الگوی رشد و عملکرد چند رقم و توده پیاز خوراکی ایرانی براساس شاخص‌های فیزیولوژیک. نهال و بذر ۲۴ (۴): ۶۵۹-۶۷۵.
۹- زارع فیض‌آبادی، ا.، ع. ر. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۵. بررسی روند ۵۰ ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات در کشور و پیش بینی وضعیت آینده. مجله پژوهشهای زراعی ایران۴(۱): ۴۹-۶۹.
۱۰- سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۹۱. معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی. اداره آمار، فناوری اطلاعات و تجهیز شبکه.
۱۱- شجری، ش. و غ. ر. چابکرو. ۱۳۸۸. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی: بهینه سازی سیاست های تولید، صادرات و واردات محصولات کشاورزی با توجه به تجارت آب مجازی و تأکید بر استفاده مطلوب از منابع محدود آب و مزیت نسبی در سطح استان فارس. شهریورماه ۱۳۸۸ص.ص. ۷۴.
۱۲- فرجزاده اصل، م.، ع. کاشکی و س. شایان. ۱۳۸۸. تحلیل تغییرپذیری عملکرد محصول گندم دیم با رویکرد تغییرات اقلیمی (منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی). مدرس علوم انسانی ۱۳ (۳): ۲۲۷-۲۵۶.
۱۳- فلاح قالهری، غ. ع.، م. حبیبی نوخندان و ج. خوشحال. ۱۳۸۹. پیش‌بینی بارش بهاره استان خراسان رضوی برپایه الگوهای سینوپتیکی پیوند از دور با بهره‌گیری از سامانه استنباط فازی – عصبی تطبیقی (ANFIS). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران ۶۳ (۱): ۵۵-۷۴.
۱۴- قهرمان، ن. و ا. قره‌خانی. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات زمانی سرعت باد در گستره اقلیمی ایران. مجله آبیاری و زهکشی ایران ۱ (۴): ۴۳-۳۱.
۱۵- کاویانی، م. و ح. عساکره. ۱۳۸۲. بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان . سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم. اصفهان.
۱۶- کوچکی، ع. ر. و م. نصیری. ۱۳۸۷. تاثیر تغییر اقلیم همراه با افزیش غلظت CO_2 بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۶ (۱): ۱۳۹-۱۵۳.
۱۷- مساعدی، ا. و م. کاهه. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر بارندگی بر عملکرد محصولات گندم و جو در استان گلستان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵ (۴): ۲۰۶-۳۱۵.
۱۸- مهرآبادی بشرآبادی، ح. ۱۳۸۶. بررسی آثار سیاستی و مزیت نسبی محصولات زراعی در استان کرمان. مجله اقتصاد و کشاورزی ایران ۳: ۳۸۹-۴۰۱.
۱۹- میری، ح. ر. ۱۳۸۷. تغییرات عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیک مرتبط با آن در ارقام گندم اصلاح شده بین سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۸۰ در ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲ (۴۶ الف): ۴۳-۶۳.
20- FAO. 2000. Statistical database. Available online at: http://faostat. Fao.org/
21- Finger, R., and S. Schmid. 2007. Modeling agricultural production risk and the adaptation to climate change. Presentation at the 101st EAAE Seminar Management of Climate Risks in Agriculture. Berlin, Germany, July 5-6.
22- Hafner, S. 2003. Trends in maize, rice, and wheat yields for 188 nations over the past 40 years: a prevalence of linear growth. Agriculture, Ecosystems and Environment. 97: 275–283.
23- Hu, Q., A. Weiss, S. Feng, and P. S. Baenziger. 2005. Earlier winter wheat heading dates and warmer spring in the U.S. Great Plains. Agricultural and Forest Meteorologyis. 135: 284-290.
24- Lal, R., and F. J. Pierce. 1991. The vanishing resource.m R. Lal and F.J. Pierce (eds.). Soil Management for Sustainability. Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society. Papers from a workshop in Edmonton, Alberta, August 1989. pp. 1-5.
25- Lobell, D. B., C. B. Field, K. N. Cahill and C. Bonfils. 2006. Impacts of future climate change on California

perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. Agricultural and Forest Meteorology. 141: 208–218.
26- Modarres, R., and V. P. R. Da Silva. 2007. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. Arid Environment. 70: 344−355.
27- Pal, I., and A. Al-Tabbaa. 2009. Trends in seasonal precipitation extremes − An indicator of ‘climate change’ in Kerala, India. Journal of Hydrology. 367: 62−69.
28- Pathak, H., J. K. Ladha, P. K. Aggarwal, S. Peng, S. Das, S. Yadvinder, S. K. Kamra, B. Mishra, A. Sastri, H. P. Aggarwal, D. K. Das, and R. K. Gupta. 2003. Trends of climatic potential and on-farm yield of rice and wheat in the Indo-Gangetic Plains. Field Crops Research. 80: 223-234.
29- Rodrigues da Silva, V. P. 2004. On climate variability in northeast of Brazil. J. of Arid. Environment., 58: 575-596.
30- Sabaghpour, S. H., S. Mansor, and A. Sarker. 2004. Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. Proceedings of the Fifth European Conference on Grain Legume 7-11 June 2004, Dijon, France.
31- Tabari, H., S. Marofi, and M. Ahmadi. 2011. Long-term variations of water quality parameters in the Maroon River, Iran. Environmental Monitoring and Assessment. 177: 273–287.
32- Tirol-Padre, A., and J. K. Ladha. 2006. Integrating rice and wheat productivity trends using the SAS mixed-procedure and meta-analysis. Field Crops Research. 95: 75–88.
33- Todisco, F., and L. Vergni. 2008. Climatic changes in central Italy and their potential effects on corn water consumption. Agricultural and Forest Meteorology. 148: 1-11.
34- Zhang, X. C., and M. A. Nearing. 2005. Impact of climate change on soil erosion, runoff, and wheat productivity in central Oklahoma. Catena 61: 185–195.