



تأثیر نوسان مؤلفه‌های آب و هوایی بر میزان تولید محصول برنج در استان مازندران

اسماعیل ایران نژاد^۱، حسین محمدی^{۲*}، رضا برنا^۳

۱- دانش آموخته دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۶

چکیده

در این تحقیق به کمک نرم افزار آماری XLSTT، بررسی همبستگی مؤلفه‌های دما و بارش با عملکرد محصول برنج در مازندران طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ (۳۳ سال) به دو روش اسپیرمن و پیرسون انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که روند افزایش دما در سطح استان مشهود است، همچنین بارش در بخش‌های غربی افزایشی و در نواحی شرقی استان کاهش یافته است. با توجه به نمودارها و جداول موجود، روند تولید برنج طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ افزایشی بوده است. البته با توجه به ضریب همبستگی دما و عملکرد محصول برنج با مقدار عددی به ترتیب ۰/۴، ۰/۳ و ۰/۰۵ برای چهار ایستگاه بابلسر، رامسر، قائم شهر و نوشهر و ضریب همبستگی بارش و محصول با مقدار ۰/۱، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۰ برای همین چهار ایستگاه که همگی کمتر از ۰/۵ می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که همبستگی در سطح ضعیف بوده و این مقدار افزایش محصول مقرون به صرفه و چندان مطلوب نبوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد، افزایش میزان محصول چندان چشم‌گیر نبوده و نمی‌تواند تنها براساس تغییرات و یا نوسانات دما و بارش معنی‌دار باشد، بلکه دلیل اصلی افزایش مقدار محصول می‌تواند استفاده از انواع ارقام پر محصول و اصلاح الگوهای کشت و آبیاری نیز باشد. اما با توجه به این که ارقام پر محصول نیاز به آب و کود و در نهایت هزینه‌های تولید بیشتری می‌باشند، از این‌رو کشاورزان رغبت چندانی به ادامه کشت آن‌ها ندارند. نتایج حاصل از افزایش اندک تولید ارقام برنج پر محصول در سال‌های اخیر با توجه به پایین‌تر بودن قیمت به دلیل کیفیت پخت پایین‌تر و عدم بازار پسندی آن‌ها در مقایسه با ارقام محلی و همچنین بالاتر بودن هزینه‌های تولید، کشاورزان تمایل چندانی به ادامه تولید ارقام پر محصول را ندارند. در نتیجه برای جلب رضایت کشاورزان می‌بایست نسبت به بهبود شرایط کشت، آبیاری، مراحل تولید و هزینه‌های مربوط به آن کمک‌های بیشتری از سوی دولت انجام پذیرد تا تولید ارقام پر محصول صرفه اقتصادی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اسپیرمن، برنج، پیرسون، عملکرد، مدل XLSTAT

مقدمه

برنج از قدیمی ترین گیاهانی است که در دنیا کشت شده و مبدا پیدایش آن آسیای جنوب شرقی به ویژه کشورهای چین و هند می باشد که پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده و نقش چشم گیری در تغذیه مردم جهان و ایران دارد. در حدود ۹۵ درصد تولید برنج جهان در چین، هند و آسیای جنوب شرقی می باشد و برنج مهمترین محصول و منبع غذایی بیش از یک سوم جمعیت جهان را تشکیل می دهد. بیش از ۹۰ درصد برنج تولیدی دنیا در قاره آسیا که محل زندگی ۶۰ درصد جمعیت جهان می باشد، تولید و مصرف می شود. برنج گیاهی یکساله، علفی با نام علمی *Oriza sativa* است. نیمی از مردم جهان، به برنج به عنوان یک غذای اصلی وابسته هستند. هم اکنون ده ها هزار نوع برنج در جهان وجود دارد، اما این ها در دو زیرگونه کلی جای می گیرند. دو زیر گونه اصلی شامل: برنج جاپونیکا با نام علمی *Oriza sativa japonica* برنج ایندیکا با نام علمی *Oriza sativa indica* موجود می باشند (Sarker, 2012). جمعیت و افزایش نیاز به غذا و از سوی دیگر تغییر آب و هوا، ارزیابی تغییرات دمایی و بارشی به عنوان دو مؤلفه مهم بر عملکرد محصول برنج در مناطق نوار شمالی کشور حائز اهمیت است. بیشتر فعالیت های کشاورزی به آثار آب و هوایی حساسند. تغییرات آب و هوایی به طور مستقیم در میزان محصول تأثیر دارد. آب و هوا می تواند سرمایه، منابع مالی و

همچنین محیط طبیعی را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال شرایط مرطوب می تواند، مانع کشت مزارع توسط حیوانات و ادوات کشاورزی شود و در نتیجه برنامه ریزی کشت و زرع به تأخیر می افتد (Mendelson, 2014). همچنین محمدی (۱۳۸۴) نشان داد که شرایط اقلیمی می تواند تأثیر حاصلخیز کننده ها، حشره کش ها و دیگر آثار انسانی را بکاهد، در نتیجه و به طور طبیعی میزان بازده محصول نیز کاهش می یابد. تحقیق صورت گرفته توسط جلالی کوتنایی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که تعیین میزان مصرف آب در دوره های مختلف رشد گیاه و برنامه ریزی مناسب آبیاری از اهمیت زیادی بر تولید برخوردار است. عزیزی و روشنی (۱۳۸۸)، در تحقیقی نشان دادند که اثرات تغییر آب و هوا بر دما و تقویم زراعی برنج در استان گیلان، دما در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۸۰ روند افزایشی داشته است. نتیجه این تحقیق جابجایی فصلی در حال ظهور بوده و تقویم کشت نیز متغیر بوده است. زارع ابیانه و همکاران (۱۳۹۰) طبق تحقیقاتشان دریافتند که تأمین آب به عنوان اساسی ترین نهاده در تولید برنج با مشکل جدی روبه رو است، به همین دلیل بررسی نیاز آبی در شرایط کنونی با توجه به تغییرات آب و هوایی ضروری است. بیش از ۹۰ درصد برنج تولیدی دنیا در قاره آسیا که محل زندگی ۶۰ درصد جمعیت جهان می باشد، تولید و مصرف می شود. خسروزاده (۱۳۹۱) در تحقیقی نشان داد که برنج

تحلیل گردید (Karter, 2012). همچنین خطرات، آسیب پذیری و مقاومت به تغییرات اقلیمی بررسی شد (Gitz & Mey Back, 2012). بررسی پدیده‌های اقلیمی و تناسب آن‌ها با نوسانات اقلیمی ناحیه‌ای در آینده مورد تحلیل قرار گرفت (Stivenson & Jou, 2013). تأثیر نوسانات پارامترهای آب و هوایی بر کشاورزی در نروژ شمالی و استراتژی‌های بالقوه ی آن برای سازگاری مطالعه گردید (Olberg and Dalmans, 2014). تحقیق تاثیرات نوسانات یا تغییرات مؤلفه‌های مختلف آب و هوا بر امنیت درآمد کشاورزان در آسیای مرکزی و طرح‌های مدل سازی یکپارچه، کشاورزی، اکوسیستم و محیط زیست به خوبی صورت پذیرفته است (2014 Boborjounev & Hassan). تأثیرات نوسانات هوایی و اقلیمی بر آسایش محل زندگی در نیجر مطالعه شده است (Di Batista & Liper, 2015). نوسانات و تغییرات در مولفه‌های آب و هوا دارای اثرات و تبعات منفی بر کشاورزی کشور چین داشته و منجر به تغییر الگوی کشت و زمان کشت در مناطق جنوب چین گردیده است (Zhiyang Lee et al., 2014). در تحقیقی دیگر تأثیر نوسانات اقلیمی بر محصولات کلیدی در آفریقا بررسی شد (Tomas & Rosegrant, 2015). مدل‌های گیاهی و مدل‌های معادلات عمومی برای پیش بینی‌های تولید استفاده شده است. همچنین مطالعه اثر نوسان پارامترهای دما و بارش بر محصول برنج در مالزی انجام گرفت (Aref & Ramsdon, 2016).

منبع ۳۵ تا ۶۰ درصد کالری است که به مصرف ۲/۸ میلیارد نفر در آسیا می‌رسد. پژوهش‌های واقفی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیرات اقتصادی تغییر اقلیم بر محصول برنج در مالزی را نشان داده است. حیدرپور (۱۳۹۴) طبق گزارشی اعلام کرد که حدود ۲۱۰ هزار بهره بردار، مالک ۲۳۰ هزار هکتار اراضی شالیزاری مازندران هستند که درآمد اصلی آن‌ها از محل تولید سالانه حدود ۹۵ هزار تن برنج سفید حاصل می‌شود. همچنین شهیدی فر (۱۳۹۴) بیان کرد که برای کاهش مصرف برنج های خارجی و تولید بیشتر ارقام داخلی، سطح زیر کشت ارقام پر محصول در استان‌های مازندران و گیلان می‌بایست به ۲۵۵ هزار هکتار افزایش یابد در حالی که هم اکنون در کمتر از ۱۳۹ هزار هکتار از اراضی شالیزاری برنج رقم پر محصول کشت می‌شود. همچنین شهیدی فر (۱۳۹۴) نشان داد که بر این اساس میانگین تولید شالی از ارقام محلی و پر محصول باید به ۷/۵ تن در هکتار برسد. تأثیر تغییرات و نوسانات دمایی و بارشی بر برنج و استراتژی‌های سازگاری را مورد تحلیل قرار گرفت (Zabavi, 2012). بررسی تغییرات اقلیم در جهان و امنیت غذایی بر پایه مصرف برنج انجام پذیرفت (Negvin, 2012). مطالعه تصمیمات کشاورزی پس از اعمال برخی خطرات بر محصولات صورت گرفت (Karlan & Oderi 2012;). از طرفی مصرف در برابر دارایی افراد قرار گرفته و دلایل تأثیر تنوری مربوط به اموال و دارایی‌ها برای مصرف مواد غذایی در کشور بورکینافاسو

دما و بارش حاصل گردید. به کمک همبستگی پیش بینی روابط بین متغیرهای دما، بارش و میزان عملکرد محصول در این تحقیق انجام گرفت.

ساعی (۱۳۸۱) نشان داد که همبستگی بین متغیرهای موجود لزوماً به معنی رابطه علت و معلولی نیست، با توجه به معنی همبستگی که افزایش یا کاهش در یک متغیر همراه با کاهش یا افزایش در متغیر دیگر است، از اینرو نوسانات دما و بارش با میزان عملکرد برنج مقابسه گردید. با توجه به ویژگی‌های دمایی و بارشی و پیوند مستقیم اقتصاد کشاورزان با این محصول، کاشت برنج بسیار حیاتی است و میزان برداشت آن نیز برای اقتصاد خانواده و در کل منطقه حائز اهمیت است. از اینرو با توجه به تغییرات دمایی و بارشی در سال‌های اخیر میزان تولید محصول بسیار مهم است، همچنین با توجه به روند افزایش جمعیت در کشور نیاز به مصرف افزوده می‌شود، از اینرو چالش جمعیت نیز بر روند تغییرات آب و هوایی افزوده می‌شود. این منطقه با توجه به رطوبت نسبی بالا در ماه‌های مختلف و دارا بودن دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد و آب فراوان از دیر باز کشت برنج به عنوان دومین محصول استراتژیک کشور بوده است. این استان با توجه به نزدیکی به دریا دارای آب و هوای معتدل می‌باشد. همچنین برخی نواحی مختلف استان که دور از دریا و نزدیک به رشته کوه البرز است در فصل - های سرد سال دارای آب و هوای سرد و کوهستانی و بارش برف‌های سنگین است.

تغییر اقلیم با رویکرد افزایش دما و کاهش یا تغییر الگوی بارش اثرات نامطلوبی بر عملکرد این محصول استراتژیک در نوار شمالی کشور که مهم ترین بخش تولید برنج در کشور است، خواهد داشت. با توجه به حساسیت محصولات زراعی به تغییرات آب و هوا از قبیل تغییرات دما، بارش و غلظت دی اکسید کربن، این متغیرها به طور غیر مستقیم بر رطوبت خاک و توزیع و فراوانی آفات و بیماری‌های گیاهی اثر دارند. بنابراین با هدف بررسی تأثیر نوسان مؤلفه‌های آب و هوایی بر میزان تولید محصول برنج در استان مازندران این تحقیق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

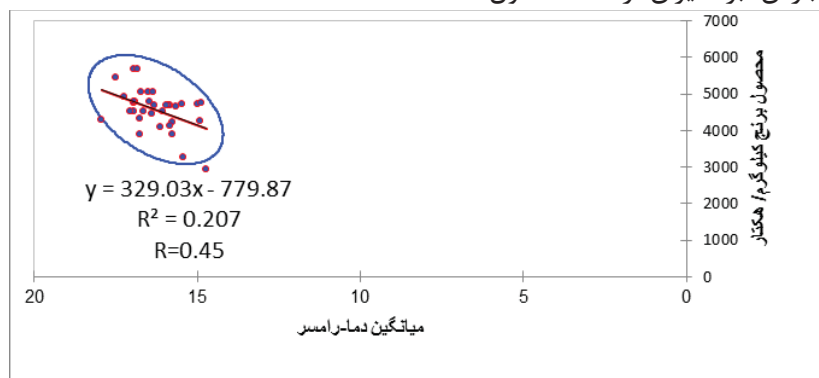
در این تحقیق مؤلفه‌های دما و بارش از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ میلادی در چهار ایستگاه سینوپتیک بابلسر، رامسر، نوشهر و قائمشهر با داده‌های بیش از ۳۰ سال (جدول شماره ۱) نشان داده شد. همچنین میزان عملکرد محصول برنج برای شهرهای مذکور در سطح استان گرد آوری شد. به کمک نرم افزار آماری XLSTAT که نرم افزاری آماری است و برای نخستین بار در رشته جغرافیا برای تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نگارندگان در ایران استفاده شده است. این نرم افزار به راحتی در فرمت اکسل قرار می‌گیرد و قادر است، مؤلفه‌های آماری متعددی را محاسبه و حتی بخش‌هایی را نیز تجزیه و تحلیل نماید. به کمک همین نرم افزار همبستگی آماری با دو روش پیرسون و اسپیرمن همبستگی مؤلفه‌های

نتایج و بحث

دما و بارش به عنوان دو عامل مهم در تعیین میزان محصول می‌باشد. اغلب هر چه مقدار دما افزایش و بارش کاهش یابد، مقدار تولید محصول نیز کاهش خواهد یافت. اما با توجه به نمودارهای مربوط به همبستگی دما، بارش و محصول برای هر چهار ایستگاه بابلسر، قائمشهر، نوشهر و رامسر (دارای بیش از ۳۰ سال آمار هواشناسی)، نمودارهای شماره ۱ تا ۴ به عنوان نمونه از غرب و شرق مازندران انتخاب شدند (رامسر و قائمشهر) و جداول شماره ۱ و ۲، معادلات رگرسیون و خط رگرسیون مشاهده شده با افزایش دما و بارش بر میزان محصول نیز افزایش یافته است. معادله‌های حاصل از نمودارها و شکل نمودارها نشان می‌دهند که افزایش بارش همانند دما بر میزان افزایش محصول تأثیر نداشته است، زیرا شیب روند خط رگرسیون ملایم بوده و نشان می‌دهد که روند افزایش بارش بر میزان رشد محصول

تأثیر شدیدی نداشته، اما تأثیر افزایش دما نسبت به بارش بر مقدار افزایش محصول، بیشتر بوده است. همچنین با توجه به نمودارهای همبستگی دما و میزان محصول برنج، همبستگی از نوع مثبت مستقیم بوده است ولی با توجه به ضرایب همبستگی و ضرایب تعیین، همبستگی ضعیف می‌باشد.

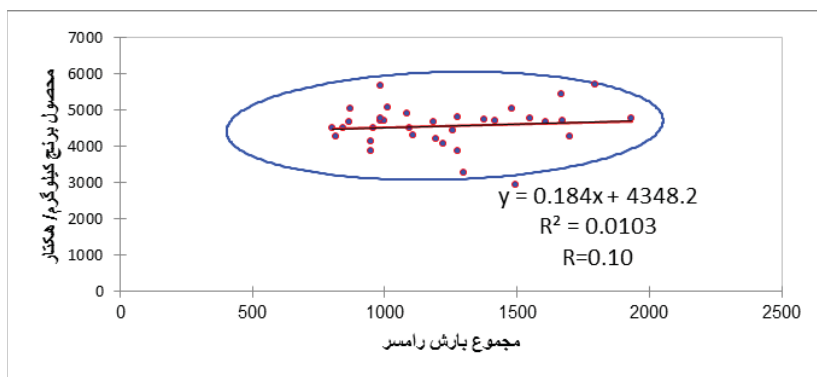
از اینرو روند تغییرات افزایشی دما و بارش بر میزان تولید محصول تأثیر گذار بوده و روند مثبت بوده، هرچند این تغییرات شدید و بسیار چشمگیر نبوده است. با توجه به شکل ۱ که ضریب همبستگی بین متغیر دما و محصول برنج در ایستگاه رامسر، برابر با ۰/۴۵ می‌باشد، وجود همبستگی متوسط بین دما و محصول را تأیید می‌کند. این مقدار همبستگی نشان از تأثیر نه چندان قوی دما بر مقدار تولید را در بردارد.



شکل ۱- همبستگی اسپیرمن مؤلفه دما رامسر- محصول برنج (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

تأثیر چشم گیر و معنی داری بر مقدار تولید برنج در این ایستگاه نداشته است که این امر می‌تواند به دلیل بارش در زمان نه چندان مناسب رشد برنج در رامسر بوده باشد.

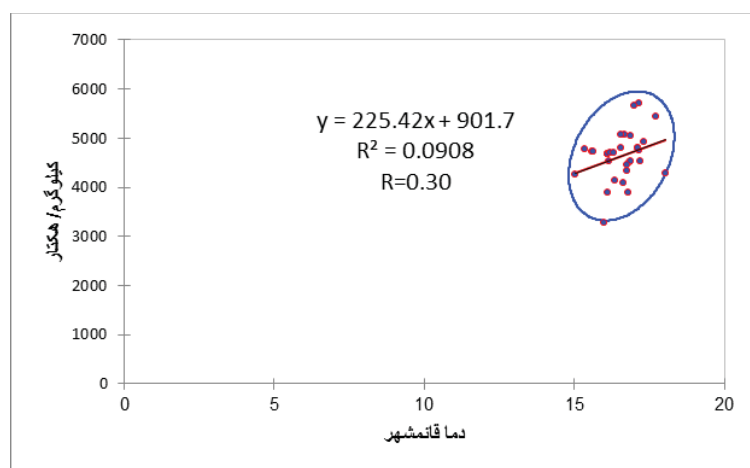
شکل ۲ نشان می‌دهد که همبستگی موجود بین متغیر بارش و عملکرد محصول برابر با ۰/۱ است که نشان از همبستگی ضعیف بین این متغیر دارد، در نتیجه بارش در ایستگاه رامسر



شکل ۲- همبستگی اسپیرمن مؤلفه بارش رامسر - محصول برنج (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

ایستگاه رامسر رابطه مثبت ولی متوسطی بین دما و عملکرد محصول در قائمشهر وجود داشته است، با افزایش دما، مقدار تولید نیز افزایش داشته، هرچند این مقدار چشم گیر نمی باشد.

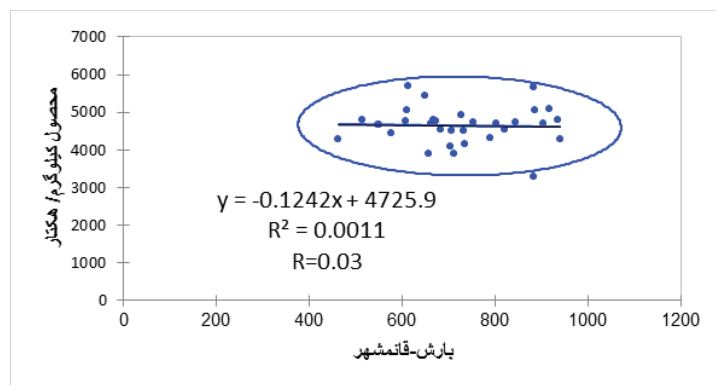
از سوی دیگر در شکل ۳، همبستگی مؤلفه دما و محصول برنج در قائمشهر نشان داد که مقدار همبستگی به روش اسپیرمن ۰/۳ بوده که مانند



شکل ۳- همبستگی اسپیرمن مؤلفه دما قائمشهر - محصول برنج (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

عدم بارش کافی در زمان رشد برنج بوده که با توجه به وجود بارش، تولید چندان افزایش نیافته و این هم به خاطر بارش ناکافی در زمان رشد برنج در قائمشهر بوده است

شکل شماره (۴) که همبستگی مؤلفه بارش و محصول برنج در ایستگاه قائمشهر را نشان می دهد، به وضوح وجود همبستگی ضعیف (۰/۰۳) بین بارش و محصول را در ایستگاه قائمشهر نشان داده است. آنچه نتیجه این نمودار است،



شکل ۴- همبستگی اسپیرمن مولفه بارش قائمشهر- محصول برنج (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

دما و بارش با محصول برنج به دست آمد که نتایج زیر در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول ۱ داده‌های مربوط به میزان تولید محصول برنج، دما و بارش هر چهار ایستگاه رامسر، بابلسر، نوشهر و قائمشهر نمایش داده شده است. همچنین به کمک نرم افزار آماری XLSTAT همبستگی به دو روش اسپیرمن و پیرسون انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. نکته قابل توجه در مورد خطوط رگرسیون حاصل از معادله‌های همبستگی است. در صورتی که خط رگرسیون از تمام نقاط بگذرد، نشان از وجود توانایی در معرفی همه متغیرها است و هر چه قدر از نقاط دورتر باشد، نشان از توانایی کمتر و همبستگی ناچیز دو مؤلفه مورد نظر است. در جدول ۱ تمام داده‌های مربوط به میزان تولید محصول برنج، میانگین دما و مجموع بارش سالانه هر چهار ایستگاه دارای آمار بیش از ۳۰ سال استان مازندران (بابلسر، رامسر، نوشهر و قائمشهر) از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ ارائه شده است.

نتایج این اشکال نشان می‌دهد، تأثیر دما به واسطه رابطه مستقیم افزایش آن با زمان رشد برنج، بیشتر از میزان بارش است، زیرا افزایش دما مصادف با ماه‌های گرم‌تر سال بوده و به طور معمول میزان بارش در این زمان کم می‌شود و یا در صورت بارش، شکل آن به گونه ای بوده که مطلوب رشد برنج نیست (بارش‌های رگباری که می‌تواند منجر به خوابیدگی محصول برنج بر روی یک دیگر شود).

با توجه به محاسبات آماری به دست آمده با کمک نرم افزار آماری XLSTAT (این نرم افزاری آماری نخستین بار توسط نگارندگان این مقاله در رشته جغرافیا در ایران بکار برده شده است. نرم افزاری ساده‌تر و کاربردی‌تر از سایر نرم افزارهای آماری همچون SPSS می‌باشد. این نرم افزار قادر است، انواع مختلف مؤلفه‌ها را به کمک روش‌های متنوع و متعدد آماری تجزیه و تحلیل نموده و نمودارهای بیشتر و اطلاعات بیشتری را نسبت به سایر انواع نرم افزارهای متداول آماری ارائه کند.) همبستگی مؤلفه‌های

جدول ۱- داده‌های دما- بارش و مقدار محصول در استان مازندران (سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

سال	میانگین دما رامسر سانتی گراد	مجموع بارش رامسر میلی متر	میانگین دما بابلسر سانتی گراد	مجموع بارش بابلسر میلی متر	میانگین دما نوشهر سانتی گراد	مجموع بارش نوشهر میلی متر	میانگین دما قائم‌شهر سانتی گراد	مجموع بارش قائم‌شهر میلی متر	مقدار محصول کیلوگرم/هکتار
۱۹۸۲	۱۴/۷۰	۱۴۹۴/۶	۱۶/۴۶	۱۰۰۵/۷	۱۶/۰۶	۱۲۱۸/۱	-	-	۲۹۳۸/۲
۱۹۸۳	۱۵/۷۵	۱۱۹۳/۹	۱۷/۵۳	۷۹۳/۴	۱۷/۱۵	۱۰۹۳	-	-	۴۲۲۲/۷
۱۹۸۴	۱۴/۹۷	۹۸۵/۴	۱۵/۹۶	۹۹۸/۹	۱۶/۲۷	۱۱۵۳/۱	۱۵/۵۹	۷۵۳/۸	۴۷۱۶/۶
۱۹۸۵	۱۵/۶۵	۱۱۸۴/۶	۱۷/۰۲	۷۰۹/۷	۱۶/۸۹	۱۱۴۷/۹	۱۶/۰۹	۵۴۸	۴۶۷۴/۰
۱۹۸۶	۱۵/۷۷	۱۲۷۳/۷	۱۶/۹۵	۹۹۶/۵	۱۶/۷۵	۱۳۹۸	۱۶/۱	۷۱۱/۵	۳۸۸۱/۴
۱۹۸۷	۱۵/۴۴	۱۲۹۷/۲	۱۶/۸۰	۱۰۸۰/۱	۱۶/۳۵	۱۵۶۶/۶	۱۶/۰۰	۸۸۳/۱	۳۲۶۹/۳
۱۹۸۸	۱۵/۸۱	۹۴۷	۱۷/۰۳	۸۸۹/۹	۱۶/۷۳	۱۰۷۵	۱۶/۳۳	۷۳۴/۵	۴۱۳۹/۸
۱۹۸۹	۱۶/۱۴	۱۲۲۱/۹	۱۷/۲	۱۰۱۶/۹	۱۶/۴۰	۱۱۱۴/۸	۱۶/۶۳	۷۰۵/۶	۴۰۹۲/۰
۱۹۹۰	۱۵/۸۵	۱۶۰۷/۵	۱۶/۸۰	۷۸۳/۲	۱۵/۸۵	۱۳۸۰/۴	۱۶/۱۱	۶۶۱/۶	۴۶۸۴/۸
۱۹۹۱	۱۵/۸۵	۸۶۴	۱۶/۷۹	۷۳۸/۵	۱۵/۷۹	۹۶۲/۳	۱۶/۱	۵۵۰/۸	۴۶۷۵/۷
۱۹۹۲	۱۴/۹۰	۱۷۰۱/۱	۱۵/۸۸	۱۱۳۵/۲	۱۴/۹۲	۱۵۳۶/۶	۱۵/۰۳	۹۴۰/۴	۴۲۶۶/۱
۱۹۹۳	۱۴/۸۷	۱۵۵۰	۱۶/۱۴	۹۱۲/۶	۱۴/۹	۱۵۷۳/۳	۱۵/۳۵	۶۷۴/۱	۴۷۶۵/۰
۱۹۹۴	۱۵/۴۵	۹۹۶/۸	۱۶/۳۹	۱۰۰۶/۳	۱۵/۳۷	۱۴۴۳/۱	۱۵/۶۰	۸۴۵/۳	۴۷۱۸/۱
۱۹۹۵	۱۶/۴۹	۸۷۱/۸	۱۷/۵۱	۸۴۳/۶	۱۶/۳۹	۹۵۸	۱۶/۶۸	۶۱۰/۹	۵۰۶۱/۴
۱۹۹۶	۱۶/۰۵	۱۰۹۴/۴	۱۶/۹۰	۸۶۲/۶	۱۵/۸۹	۱۳۴۲/۱	۱۶/۱۵	۸۲۱/۴	۴۵۲۹/۳
۱۹۹۷	۱۶/۳۶	۱۰۱۰/۹	۱۷/۲۹	۱۱۹۶/۹	۱۶/۲۷	۱۵۶۱	۱۶/۵۵	۹۱۸/۳	۵۰۷۱/۰
۱۹۹۸	۱۶/۹۴	۱۳۷۵/۵	۱۷/۸	۷۶۳/۴	۱۶/۹۱	۱۱۸۸/۹	۱۷/۱۵	۶۰۸/۵	۴۷۴۷/۰
۱۹۹۹	۱۶/۷۵	۹۴۸/۸	۱۷/۶	۷۱۵	۱۶/۵۶	۱۲۶۷/۳	۱۶/۸۰	۶۵۸/۸	۳۸۸۵/۹
۲۰۰۰	۱۶/۶۳	۸۰۲/۸	۱۷/۴۹	۹۶۸/۴	۱۶/۴۱	۱۲۲۷/۲	۱۶/۸۵	۷۰۷/۱	۴۵۱۱/۸
۲۰۰۱	۱۶/۹۲	۱۷۹۴/۴	۱۷/۸۵	۷۵۴/۱	۱۶/۷۷	۱۳۳۹/۵	۱۷/۱۴	۶۱۲/۹	۵۷۰۰/۰
۲۰۰۲	۱۶/۸۳	۹۸۲/۹	۱۷/۸۴	۱۳۲۵/۶	۱۶/۶۷	۱۳۵۳/۷	۱۶/۹۹	۸۸۴/۴	۵۶۶۹/۳
۲۰۰۳	۱۵/۹۳	۱۶۷۲/۸	۱۶/۹۵	۱۰۸۴/۷	۱۵/۸۰	۱۵۹۴/۵	۱۶/۲۰	۸۰۲/۲	۴۷۰۴/۶
۲۰۰۴	۱۶/۷۲	۱۴۸۱/۱	۱۷/۶۵	۱۱۲۸/۱	۱۶/۴۸	۱۳۰۷/۸	۱۶/۸۶	۸۸۶/۳	۵۰۴۱/۵
۲۰۰۵	۱۶/۹۲	۸۴۴/۳	۱۷/۷۷	۸۲۸/۱	۱۶/۶۱	۱۱۸۲/۸	۱۶/۸۹	۷۳۳/۵	۴۵۱۶/۸
۲۰۰۶	۱۶/۹۱	۱۲۷۴/۹	۱۷/۸۳	۹۱۰/۶	۱۶/۶۳	۱۳۲۷/۵	۱۷/۱	۶۶۷/۶	۴۷۹۹/۲
۲۰۰۷	۱۶/۷۵	۱۱۰۹/۲	۱۷/۶۱	۸۰۴/۹	۱۶/۵۱	۱۰۴۵/۱	۱۶/۷۵	۷۸۹/۷	۴۳۲۲/۵
۲۰۰۸	۱۶/۳۸	۱۲۵۷/۶	۱۷/۵۰	۸۸۴/۱	۱۶/۳۵	۱۲۶۹/۶	۱۶/۷۶	۵۷۸/۲	۴۴۴۵/۵
۲۰۰۹	۱۶/۴۵	۹۸۵/۹	۱۷/۴۱	۱۰۶۸/۱	۱۶/۲۶	۱۲۰۳/۸	۱۶/۵۶	۹۳۶	۴۷۹۵/۱
۲۰۱۰	۱۷/۹۲	۸۱۳/۹	۱۸/۷۷	۴۸۶/۲	۱۷/۶۴	۹۲۰/۹	۱۸/۰۲	۴۶۳/۲	۴۲۸۹/۵
۲۰۱۱	۱۶/۳۰	۱۴۱۵/۱	۱۷/۱۵	۱۲۰۶/۵	۱۶/۱۴	۱۶۲۸/۱	۱۶/۳۰	۹۰۵/۷	۴۶۹۹/۱
۲۰۱۲	۱۷/۲۳	۱۰۸۳/۷	۱۸/۱۲	۱۱۱۱/۱	۱۷/۰۱	۱۵۵۸	۱۷/۳	۷۲۶/۷	۴۹۱۷/۱
۲۰۱۳	۱۷/۰۴	۹۵۴/۹	۱۷/۹۹	۸۱۰/۲	۱۶/۹۹	۱۱۱۸/۹	۱۷/۱۸	۶۸۴/۴	۴۵۲۵/۴
۲۰۱۴	۱۶/۹۵	۱۹۳۴/۴	۱۷/۷۷	۶۳۲/۵	۱۶/۸۷	۱۴۰۹/۱	۱۷/۱۱	۵۱۳/۸	۴۷۹۶/۰
۲۰۱۵	۱۷/۴۸	۱۶۶۹/۲۲	۱۸/۱۷	۹۲۲/۰۷	۱۷/۱۳	۱۳۴۸/۱۶	۱۷/۷۲	۶۵۰/۹۲	۵۴۳۹/۹

در جدول ۲ همبستگی اسپیرمن برای دما، بارش و عملکرد برنج در مازندران نشان داده شده است.

جدول ۲- همبستگی اسپیرمن و ضریب تعیین برای مؤلفه‌های دما- بارش - محصول برنج در مازندران

متغیر	همبستگی اسپیرمن	همبستگی اسپیرمن	ضریب تعیین r^2	ضریب همبستگی r	ضریب تعیین r^2	ضریب همبستگی r
	دما- محصول برنج	بارش- محصول برنج	دما- محصول برنج	دما- محصول برنج	بارش- محصول برنج	بارش- محصول برنج
بابلسر	۰/۴۲۳	۰/۱۵۸	۰/۱۷۹	۰/۴۲	۰/۰۲۵	۰/۱۶
رامسر	۰/۴۱۸	۰/۱۶۴	۰/۱۷۵	۰/۴۱	۰/۰۲۷	۰/۱۶
نوشهر	۰/۰۵۹	۰/۲۶۹	۰/۰۰۳	۰/۰۵	۰/۰۷۳	۰/۲۷
قائم‌شهر	۰/۳۲۱	۰/۰۰۶	۰/۱۰۳	۰/۳۲	۰/۰۰۰	۰

آنچه جدول ۲ نشان داده، وجود همبستگی ضعیف مؤلفه بارش با محصول برنج بوده است که دلیل عمده این همبستگی ضعیف، بارش نامناسب در فصل رشد برنج می‌باشد. همچنین همبستگی نسبتاً متوسط دما و محصول نیز نشان از افزایش میانگین دما در اوسط رشد همراه بوده که تأثیر مثبتی بر روند تولید دارد ولی با توجه به بارش‌های نامناسب در طول رشد تأثیر مثبت و معنی داری بین مؤلفه دما و بارش دیده نشده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از همبستگی- های اسپیرمن که در جدول ۱ نشان داده شده، همبستگی بین محصول برنج و دما برای بابلسر ۰/۴۲۳، رامسر ۰/۴۱۸، نوشهر ۰/۰۵۹ و قائمشهر ۰/۳۲۱ و برای محصول برنج و مؤلفه بارش بابلسر ۰/۱۵۸، رامسر ۰/۱۶۴، نوشهر ۰/۲۶۹ و قائمشهر ۰/۳۲۱ بوده است، می‌توان نتیجه گرفت با توجه به اینکه مقادیر ضرایب همبستگی بین محصول برنج، دما و بارش کمتر از ۰/۵۰ می‌باشند، از اینرو همبستگی در سطح ضعیف می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، برای مؤلفه دما در بابلسر، ضریب تعیین برابر ۰/۴۲۳ می-

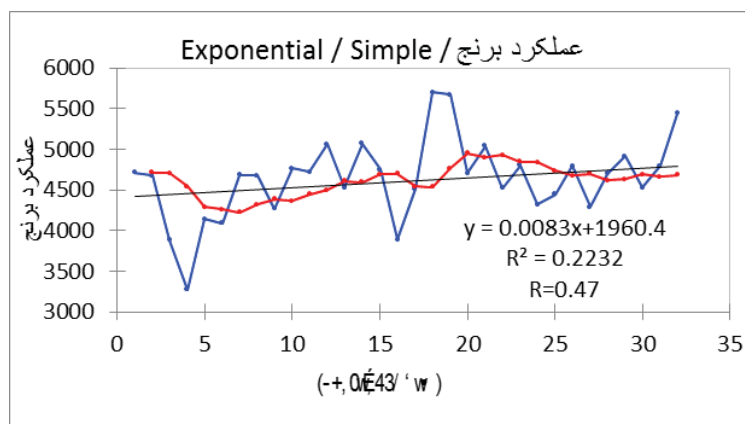
باشد که نشان می‌دهد ۴۲ درصد کل تغییرات y (محصول) می‌تواند از طریق ارتباط خطی بین x ، از معادله رگرسیون تعریف شود و ۵۸ درصد از متغیرهای y ، تعریف نشده باقی می‌مانند. در این معادله y محصول و x دما می‌باشد. اگر یک رابطه علت و معلولی دارای دو متغیر باشد، در اینصورت هر تغییر در متغیر مستقل باعث تغییر در متغیر وابسته می‌شود (علیزاده، ۱۳۹۲). این مقادیر در سایر ایستگاه‌ها برای مؤلفه دما به شرح زیر خواهند بود، رامسر ۴۱ درصد تعریف شده و ۵۹ درصد تعریف نشده، نوشهر ۵ درصد تعریف شده و ۹۵ درصد تعریف نشده و در نهایت قائمشهر ۳۲ درصد تعریف شده و ۶۸ درصد تعریف نشده است. در نتیجه اگر خط رگرسیون از تمام نقاط بگذرد، توانایی معرفی همه متغیرها را دارد و هرچه از نقاط دورتر باشد، نشان دهنده توانایی کمتر است.

پس هر چه قدر این عدد در مؤلفه y (محصول) بالاتر باشد، به این معنی است که خط رگرسیون خواننده‌ها (مؤلفه‌ها) را به خوبی تعریف کرده است. با توجه به اشکال به دست آمده از نمودارهای مربوط به همبستگی دما -

مثبت داشته هرچند شدید نیست، در هر حال تأثیر افزایش دما نسبت به بارش بر مقدار افزایش محصول بیشتر است.

براساس شکل ۵ که سری زمانی عملکرد برنج را در سطح استان مازندران از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ نشان داده، عملکرد برنج دارای افت و خیز زیادی است که روند رو به رشد و افزایشی را نشان میدهد.

بارش- محصول و معادلات رگرسیون و خط رگرسیون، مشاهده شد با افزایش دما و بارش میزان محصول نیز افزایش یافته است. البته آنچه از نمودارهای شماره ۱ تا ۴ به دست آمد، نشان داد که افزایش بارش مانند دما بر میزان افزایش محصول تأثیر ندارد، زیرا شیب روند خط رگرسیون ملایم بوده و نشان می‌دهد که روند افزایش بارش بر میزان رشد محصول تأثیر

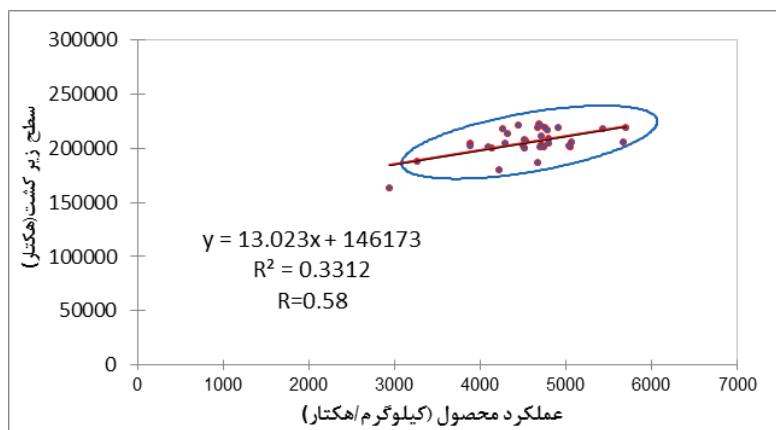


شکل ۵- سری زمانی (هموارسازی نمایی) عملکرد برنج استان مازندران (سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵)

۰/۵۸ می‌باشد. مقدار ۰/۵۸ نشان از وجود همبستگی متوسط بین سطح تولید برنج با عملکرد آن می‌باشد.

با توجه به شکل ۶ که ضریب همبستگی ۰/۵۸ را نشان داده و روند مثبت عملکرد، همچنین وجود ضریب همبستگی ۰/۴۷ (شماره ۵)، مشخص است که روند تولید همبستگی متوسطی داشته و با در نظر گرفتن میزان تولید در سال‌های اخیر و روند افزایش دما و کاهش بارش‌های مؤثر میزان درآمد کشاورزان تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.

نتایج حاصل از محاسبات آماری و ضرایب همبستگی که از نمودارهای مربوط به سری زمانی یا خط نیمه متوسط به دست آمد، نشان داد که روند عملکرد محصول برنج طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ (ضریب همبستگی عملکرد ۰/۴۷) افزایشی بوده است. همچنین به کمک نرم افزار XLSTAT همبستگی سطح تولید و عملکرد محصول در هکتار به دست آمد. نتایج در شکل ۶ نمایش داده شده است که بر اساس آن ضریب همبستگی به روش پیرسون برای دو مؤلفه‌ی کمی یعنی سطح تولید (هکتار) به عملکرد (کیلوگرم در هکتار) برابر با



شکل ۶- سطح تولید به عملکرد برنج در مازندران (۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵)

قیمت نهاده‌های کشاورزی و در نتیجه قیمت تمام شده محصول می‌باشد. حدود ۲۱۰ هزار بهره بردار، مالک ۲۳۰ هزار هکتار اراضی شالیزاری مازندران هستند که درآمد اصلی آن‌ها از محل تولید سالانه حدود ۹۵ هزار تن برنج سفید حاصل می‌شود. شالیزاری در مازندران حدود ۱/۱ هکتار است. حیدرپور (۱۳۹۴) نشان داد که عمده ی کشاورزان استان مازندران کمتر از ۰/۷ هکتار زمین دارند. کشاورزان مازندران در بهترین برآورد در سال ۹۶ تا ۹۷ برنج طارم را هر کیلوگرم حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ هزار ریال فروخته اند و با توجه به میزان برداشت در هر هکتار حدود ۲۵۰۰ کیلوگرم برنج سفید و با کسر میزان خوراک خود و میزان زمین به طور متوسط حدود ۱۵۰۰ کیلوگرم برنج برای فروش به بازار عرضه می‌کنند که قیمت جمع آن به ۲۰۰ میلیون ریال نیز نمی‌رسد. به طور متوسط میزان درآمد ماهانه کمتر از ۲۰ میلیون ریال خواهد بود که با توجه به شرایط اقتصادی موجود، مطلوب نمی‌باشد. این شرایط برای برنج کاران استان مازندران چندان مقرون به

این مقدار افزایش در تولید تنها به واسطه وجود تغییرات دمایی و بارش در مازندران نبوده بلکه امروزه در سطح استان ارقام پر محصول نظیر فجر، خزر، شیرودی و انواع دیگر کشت می‌شود، همچنین شرایط استفاده از ادوات کشاورزی نسبت به گذشته بهتر شده است. اما با توجه به شرایط اقلیمی، افزایش نیاز آبی، مشکلات اقتصادی و افزایش هزینه‌های تمام شده‌ی تولید، کشاورزان چندان رغبت به ادامه کشت انواع واریته‌های پر محصول را نداشته در نتیجه با توجه به شرایط تغییرات دما و بارش دوباره با روند کاهش روبرو خواهیم شد.

امروزه به طور متوسط برنج شیرودی، فجر و طارم در بازارهای استان مازندران هر کیلوگرم به طور میانگین ۷۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ ریال به فروش می‌رسد، در حالی که متوسط قیمت این ارقام در مرداد ماه سال ۹۴ در شالی کوبی‌های مازندران هر کیلوگرم ۵۰۰۰۰ تا ۶۵۰۰۰ ریال بوده است. این مقادیر نشان از رشد حداقل ۵۰ درصدی قیمت برنج طی این سه سال برای ارقام پر محصول دارد. دلیل اصلی افزایش قیمت بالا بودن

بنگلادش بررسی شده و نتایج نشان از کاهش تولید دارد (Sarker, 2012). مطالعه اثر نوسان‌های دما و بارش و تغییرات ایجاد شده بر محصول برنج در مالزی انجام گرفته و در نهایت روند کاهش در این کشور مشاهده شد (Stephen Ramsdon, 2016).

نتیجه‌گیری کلی نشان داد، با مقایسه نتیج حاصل با سایر تحقیقات نشان داد، در سایر کشورهای تولید کننده برنج نوسان‌ها و تغییرات دما و بارش چشم گیرتر بوده و در برخی موارد همراه با خشکسالی است (بنگلادش). در نتیجه تولید روند کاهشی دارد در حالی که نتیجه تحقیق حاضر در استان مازندران، همبستگی نوسان‌های دما و بارش با محصول را نشان می‌دهد. افزایش نسبی دما و نوسان‌های کاهشی و افزایشی بارش با افزایش اندک محصول همراه بوده است. این افزایش به دلیل پارامترهای دما و بارش نبوده بلکه به واسطه استفاده از ارقام پر محصول و فعالیت‌های زراعی است. از اینرو در صورت عدم استفاده از ارقام پر محصول و فعالیت‌های به زراعی که منجر به افزایش محصول می‌شود، لذا افزایش دما و کاهش بارش، باعث کاهش تولید خواهد شد.

صرفه نیست و در نتیجه متاسفانه روند تغییر کاربری اراضی رو به افزایش است.

براساس نتایج حاصل از این تحقیق مؤلفه‌های دما و بارش دارای همبستگی متوسطی با عملکرد محصول برنج می‌باشند، در حالی که نتایج کارهای دیگر نشان می‌دهد که سازگاری عمومی بر تأثیرات نوسان یا تغییر مؤلفه‌های آب و هوایی همچون دما و بارش بر مزارع برنج در ژاپن وجود دارد (Vatanabeh & Takashil, 2009). همچنین بررسی اثرات نوسان‌های دمایی و تبخیر و تعرق بر مزارع برنج نواحی گرمسیری نشان داد که میزان تبخیر- تعرق بر مقدار تولید تأثیر گذار است و با افزایش مقدار تبخیر- تعرق کاهش عملکرد محصول رخ می‌دهد (Satainto & Kuzo, 2009).

در بنگلادش افزایش دما بالای ۳۵ درجه سانتی- گراد باعث عقیم شدن گل‌ها می‌شود و در نتیجه محصول برنج کاهش می‌یابد (Wassman *et al.*, 2009) از طرفی با کاهش باران و در نتیجه افزایش خشکسالی و همچنین تبخیر-تعرق در بنگلادش کاهش شدید تولید رخ داده است (Reid *et al.*, 2010). بررسی نوسان‌ها و تغییرات مؤلفه‌های آب و هوا در جهان و امنیت غذایی بر پایه مصرف برنج انجام گرفته، این تحقیقات نشان داده که تغییرات و نوسان‌های موجود در پارامترها باعث کاهش تولید محصول و اثر نامطلوب بر اقتصاد و امنیت غذایی می‌گردد (Negvin, 2012). همچنین اثرات تغییرات و نوسان‌های دما، بارش و دی اکسید کربن بر تولید برنج در

منابع

- محمدی، ح.، ف. ربانی، و ا. امیری. ۱۳۹۵. تغییر اقلیم و مدل‌های اقلیمی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۸۴-۱۱۲.
- مشکوتی، ا. ۱۳۹۴. کاربرد مدل‌های آماری در ارزیابی تغییر اقلیم و آثار آن. چاپ اول. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ص ۳-۱۵.
- مهدوی، م. و م. طاهرخانی. ۱۳۹۰. کاربرد آمار در جغرافیا. چاپ سوم. انتشارات قومس. ص ۱۵۳-۱۸۵.
- میرصانع، م.، ع. مساح بوانی، ن. شاه نقی ن. و س. بلوک آذری. ۱۳۸۹. بررسی اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری ذرت در دوره‌های آتی. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز. دانشکده مهندسی آب. ص ۱۰-۱۲.
- Derbile, E.k. and R. Kasei. 2012. 'Vulnerability of crop production to heavy precipitation in north-eastern Ghana', International Journal of Climate Change Strategies and Management. 4 (1): 36-53.
- Ingram, J, P. Gregory and A.M. Izac. 2008. 'The role of agronomic research in climate change and food security policy', Agriculture, Ecosystems & Environment. 1: 4-12.
- IPCC. 2007, Climate Change. 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of working Group II to the fourth
- توکلی، ع.، و ا. توکلی. ۱۳۹۰. تاثیر تغییر اقلیم بر مصرف کشاورزی در دشت تربت حیدریه. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص ۱۸-۲۰.
- ساعی، ع. ۱۳۸۱. تحلیل آماری در علوم اجتماعی، تهران: انتشارات کیان مهر.
- شیدائیان، م.، خ. ضیایی تبار احمدی، و ر. فضل اولی. ۱۳۹۳. تاثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد محصول برنج. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۸، (۶): ۱۲۹۷-۱۲۸۴.
- حیدرپور، ح. ۱۳۹۴. بررسی شرایط اقتصادی کشاورزان و برنج کاران استان مازندران.
- کفاشی، م. ۱۳۹۵. کاربرد نرم افزار SPSS در پژوهش اجتماعی. انتشارات فوژان. چاپ اول. ص ۱۷۰-۱۳۲.
- عزیزی، ق. ۱۳۸۳. تغییر اقلیم. انتشارات قومس. چاپ اول. ص ۲۲۰-۲۱۴.
- علیزاده، ا. ۱۳۹۲. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ بیست و دوم. انتشارات قومس. ص ۱۵۳-۱۸۵.

through community based adaptation in Bangladesh', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 16 : 845-863.

Sarker, A.R. 2012. 'Impacts of Climate Change on Rice Production and Farmers' Adaptation in Bangladesh', Faculty of Business and Law University of Southern Queensland Toowoomba, Queensland, Australia.

Shimono, H., H. Kanno, and S. Sawano. . 2010. 'Can the cropping schedule of rice be adapted to changing climate? A case study in cool areas of northern Japan', *Field Crops Research*. 118 (2): 126-134.

Tol, R.S.J. 2009. 'The economic effects of climate change', *The Journal of Economic Perspectives*. 23 (2): 29-51.

Wooldridge, J.M. 2009. *Introductory econometrics: A modern approach*, south-Western Publications, Mason, USA.

assessment report of the Intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Takahashi, Li. X., T.N. Suzuki, and H.M. Kaiser. 2011. 'The impact of climate change on maize yields in the United States and China', *Agricultural Systems*. 104 (4): 384-353.

Muijs, D. 2010. *Doing quantitative research in education with SPSS*, Sage Publications Ltd, London.

Paul, S.K. and J.K. Routray. 2011. 'Household response to cyclone and induced surge in coastal Bangladesh: coping strategies and explanatory variables', *Natural Hazards*. 57 (2): 477-499.

Rahman, M.M., N. Ferdousi, Y. Sato, S. Kusunoki, and A. Kitoh. 2012. 'Rainfall and temperature scenario for Bangladesh using 20 km mesh AGCM', *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 4 (1): 66-80.

Rawlani, A.K. and B.K. Sovacool. 2011. 'Building responsiveness to climate change

Effect of climate factors variation on amount of rice production in Mazandaran province

E. Irannejad¹, H. Mohammadi^{2*}, R. Borna³

- 1- Ph.D. graduated of climatology, Department of Physical Geography, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 2- Professor of Physical Geography Department, Tehran University, Tehran, Iran.
- 3- Associate Professor of Physical Geography Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

It was investigated the effect of climate factors variations on rice production in Mazandaran province, using XLSTAT statistical software and correlation analysis by Spearman and Pearson methods for temperature and precipitation parameters during 1982-2015 in Mazandaran province. The results showed that the trend of temperature increase is evident and precipitation has also been decreasing in the western and decreasing in eastern parts of the province. According to charts and tables, rice production has increased over the years 1982-2015. Of course, considering the correlation coefficient between temperature and yield of rice with 0.4, 0.3 and 0.05 for Babolsar, Ramsar, Ghaemshahr and Noshahr stations, and correlation coefficient between rainfall and yield with a value of 0.1, 0.1, 0.2 and 0.01 for the same four stations, which were less than 0.5. It can be concluded that the correlation is weak, and this amount of product increase is not cost-effective and not very desirable. Of course, the main reason for increasing the yield can be the high yield varieties using and correction of cultivation methods and irrigation patterns application. But given that high yield varieties require more water and fertilizer, and ultimately more production costs, farmers are not eager to continue cultivating them. The result of the slight increase in production of high yield rice varieties in recent years, given the lower prices due to their lower baking quality and lack of marketability compared to local varieties and also higher production costs, Farmers are reluctant to continue producing their cultivation. Consequently, in order to satisfy farmers, more government assistance must be provided to improve crop conditions, irrigation, production stages and associated costs to produce profitable high yield varieties.

Key words: Pearson, Rice, Spearman, Variety, XLSTAT model

*Corresponding author (hmmohammadi@ut.ac.ir)