



بررسی تاثیر فاکتورهای آب و هوایی بر عملکرد گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) در شرایط گرمسیری جنوب کشور (مطالعه موردی: شهرستان میناب)

لیلا جعفری^{۱*}، رسول جلیلیان^۲، علی لطفی^۲

^{۱*} گروه باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

^۲ کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، کرمانشاه

*نویسنده مسئول: jafari.leila@hormozgan.ac.ir

چکیده

عامل اصلی عدم ثبات عملکرد محصولات کشاورزی در یک منطقه، نوسانات پارامترهای آب و هوای سالانه می باشد.

از این رو در این تحقیق همبستگی بین فاکتورهای آب و هوایی و عملکرد گوجه فرنگی در شرایط اقلیمی شهرستان میناب مورد بررسی قرار گرفت. داده های ۱۰ ساله مربوط به عملکرد و سطح زیرکشت محصول گوجه فرنگی از مرکز آمار و فناوری اطلاعات وزارت کشاورزی و داده های هواشناسی از سازمان هواشناسی کل کشور تهیه شد. برای بررسی رابطه بین عملکرد گوجه فرنگی با پارامترهای آب و هوایی در بازه زمانی مورد نظر از ضریب همبستگی و رگرسیون خطی ساده استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی شامل حداقل، حداکثر، میانگین درجه حرارت، بارش، ساعات آفتابی، تبخیر و تعرق و آنومالی بود. یافته های تحقیق حاضر نشان داد که میانگین درجه حرارت روزانه رابطه معنی داری با مقدار عملکرد گوجه فرنگی در شهرستان میناب در بازه زمانی مورد مطالعه داشت. به طوری که در ماه های مهر ($0/75^*$)، آبان ($0/77^{**}$)، دی ($0/8^{**}$) و فروردین ($0/9^{**}$) با افزایش درجه حرارت هوا تا حد مطلوب (حدود ۳۰ درجه سانتی گراد)، عملکرد گوجه فرنگی افزایش یافت. آنومالی میانگین درجه حرارت با عملکرد رابطه معنی دار داشت و نوساناتی را در بازه زمانی مورد مطالعه نشان داد، که این نوسانات بر عملکرد گوجه فرنگی موثر بودند. اما سایر پارامترهای اقلیمی مورد بررسی بر عملکرد گوجه فرنگی اثر معنی داری نداشتند.

کلمات کلیدی: آنومالی، بارش، تابش، تبخیر و تعرق، درجه حرارت.

مقدمه

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) یکی از مهمترین محصولات سبزی و صیفی است که به دلیل اهمیت در صنایع تبدیلی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. کشت و تولید خارج از فصل گوجه فرنگی یکی از زراعت های مهم کشاورزان استان های جنوبی کشور و منبع درآمدی مناسبی است. کشت گوجه فرنگی در استان هرمزگان عموماً به دلیل گرمای هوا در فصل تابستان، بر خلاف سایر مناطق به صورت کشت پاییزه است.

تغییر در شرایط اقلیمی پیامدهایی بر منابع طبیعی و کشاورزی دارد و علی رغم پیشرفت علم، اقلیم مهمترین نقش را در تولید محصولات کشاورزی دارد (Rost et al., 2008). ناهنجاری های اقلیمی از مهمترین عواملی هستند که بر رشد و نمو محصولات زراعی مؤثرند و آینده تأمین غذای بشر را دچار چالش می کنند (IPCC, 2007). در قرن بیستم میانگین درجه حرارت کره زمین ۰/۶ درجه سانتی گراد افزایش یافته است. تغییرات غلظت دی اکسید کربن، درجه حرارت، بارش و رطوبت خاک هر کدام به طور جداگانه یا با یکدیگر تولیدات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می دهند.

درجه حرارت یکی از موثرترین عوامل آب و هوایی در کشاورزی است که در همه جنبه های تولید زراعی نقش تعیین کننده ای دارد. حداقل و حداکثر درجه حرارت برای هر محصول تقریبی است و شدت تأثیرگذاری آن ها بر محصولات



زراعی بستگی به عوامل متعددی دارد (نصوحی، ۱۳۸۶). هر گیاه برای این که بتواند در یک منطقه رشد کند، نیاز به مقداری درجه حرارت با نام درجه روز رشد (GDD) دارد که شرایط محیطی آن منطقه باید قادر به تأمین آن در طول دوره رشد گیاه باشد. در مناطقی که درجه حرارت عامل محدود کننده رشد است افزایش درجه حرارت موجب بهبود عملکرد می‌شود (Challinor, 2007).

فنولوژی، سرعت رشد و تولید محصول زراعی به عوامل اقلیمی مانند نور، طول روز، درجه حرارت، آب و غیره بستگی دارد بنابراین شناخت نحوه تأثیر این عوامل بر فرآیند رشد و تولید گیاهان ضروری است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۱). Norwood (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر کشت گندم در کانزاس آمریکا بررسی کردند نتایج حاصل نشان داد که تبخیر و بارندگی نسبت به سایر پارامترهای اقلیمی بیشترین تأثیر را داشتند. Oladitan و Akinseye (۲۰۱۴) تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر فنولوژی و عملکرد گوجه فرنگی در نیجریه بررسی کردند. متغیرهای اقلیمی شامل رطوبت نسبی، بارش، حداقل و حداکثر درجه حرارت بود. نتایج نشان داد که همبستگی بین درجه حرارت و بارش با عملکرد گوجه فرنگی معنی‌دار و مثبت بود. بنا بر این تفاسیر، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر تغییرات هر یک از فاکتورهای اقلیمی در طی فصل رشد بر عملکرد گوجه فرنگی در شهرستان میناب انجام شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان میناب با مساحتی حدود ۶۸۰۰ کیلومترمربع در شرق استان هرمزگان و در کناره‌های خلیج فارس و دریای عمان در عرض ۲۷ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طول ۵۷ درجه و ۴ دقیقه شرقی در ارتفاع ۲۷ متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط بلند مدت درجه حرارت سالانه ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین مجموع بارش سالانه ۱۹۰ میلی‌متر است. میناب از شهرستان‌های کشاورزی خیز جنوب کشور است که تابستان‌های گرم و مرطوب و زمستان‌ها معتدل دارد.

مهمترین محصولات کشاورزی در این شهرستان شامل مرکبات، انبه، خرما، لیموترش، گوجه فرنگی، پیاز، هندوانه، خیار و بادمجان است. سطح زیرکشت گوجه فرنگی در سال زراعی ۹۶-۹۵ در استان هرمزگان حدود ۱۲۰۰۰ هکتار گزارش شده است که بخش عمده‌ای از آن در شهرستان میناب کشت می‌شود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶).

داده‌های مورد نیاز در طول دوره مطالعه شامل حداقل، حداکثر و متوسط درجه حرارت، مجموع بارش، ساعات آفتابی به صورت روزانه و ماهانه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک میناب برای یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸) بود. تبخیر و تعرق و آنومالی پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی مورد مطالعه با استفاده از داده‌های اقلیمی موجود محاسبه گردید. آنومالی میزان تغییرات سالانه از مقدار نرمال بلندمدت را نشان می‌دهد. نوسانات هریک از شاخص‌های مورد بررسی نسبت به میانگین ده ساله آن محاسبه شد و ماه‌هایی که بیشترین نوسان ماهانه را داشتند مشخص گردید. ضرایب همبستگی حداقل، حداکثر و متوسط درجه حرارت، بارش، ساعات آفتابی، تبخیر و تعرق و آنومالی این پارامترها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون برآورد شد. داده‌های مربوط به عملکرد و سطح زیرکشت محصول گوجه فرنگی طی دوره ده ساله ۱۳۷۸-۱۳۸۸ نیز از مرکز آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی تهیه شد. با توجه به نظر کارشناسان منطقه فصل رشد این گیاه یعنی از کاشت تا برداشت محصول تعیین گردید و با توجه به آن روند تأثیرگذاری آب و هوا بررسی شد.

برای رسم نمودار و برازش رگرسیون از نرم افزار Excel و جهت آنالیز همبستگی پیرسون از نرم افزار SPSS استفاده شد. با استفاده از همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی ساده رابطه عملکرد گوجه فرنگی با تغییرات شاخص‌های آب و هوایی در بازه زمانی مورد مطالعه در ماه‌های مختلف محاسبه گردید.



نتایج و بحث

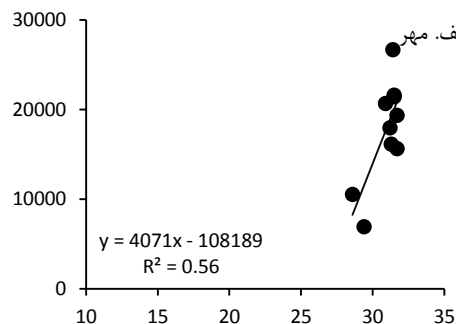
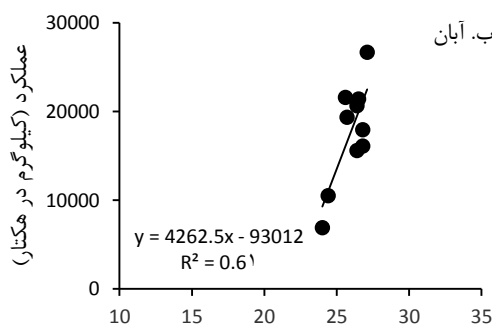
نتایج حاصل از یافته‌های این تحقیق نشان داد که پارامترهای اقلیمی حداقل، حداکثر، ساعات آفتابی، بارش و تبخیر و تعرق تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گوجه فرنگی در بازه زمانی مورد نظر نداشتند ولی رابطه بین متوسط درجه حرارت ماهانه طی فصل رشد گوجه فرنگی و عملکرد این محصول در شهرستان میناب معنی‌دار بود (جدول ۱). رابطه بین درجه حرارت متوسط در ماه‌های مهر ($0/75^*$)، آبان ($0/77^{**}$)، دی ($0/8^{**}$) و فروردین ($0/9^{**}$) با عملکرد گوجه فرنگی از نوع مستقیم و معنی‌دار بود (جدول ۱). شکل ۱ رابطه بین عملکرد با متوسط درجه حرارت و معادله رگرسیونی را در بازه زمانی مورد مطالعه در ماه‌های مهر، آبان، دی و فروردین را نشان می‌دهد که با افزایش متوسط درجه حرارت ماهانه عملکرد گوجه فرنگی افزایش می‌یابد.

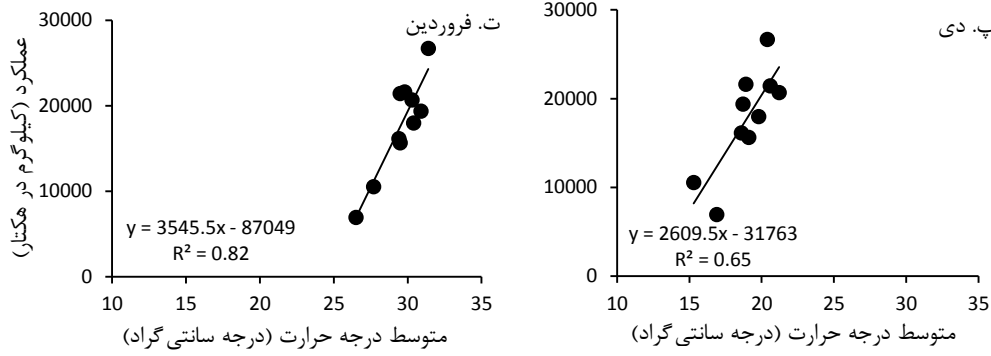
جدول ۱- همبستگی عملکرد گوجه فرنگی با متوسط درجه حرارت در طی فصل رشد گوجه فرنگی

فصل رشد گوجه فرنگی						
فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
۰/۹۰ ^{**}	۰/۵۵	۰/۲۹	۰/۸۰ ^{**}	۰/۴۶	۰/۷۷ ^{**}	۰/۷۵ [*]
عملکرد گوجه فرنگی						

* و ** به ترتیب سطح احتمال معنی‌داری پنج و یک درصد

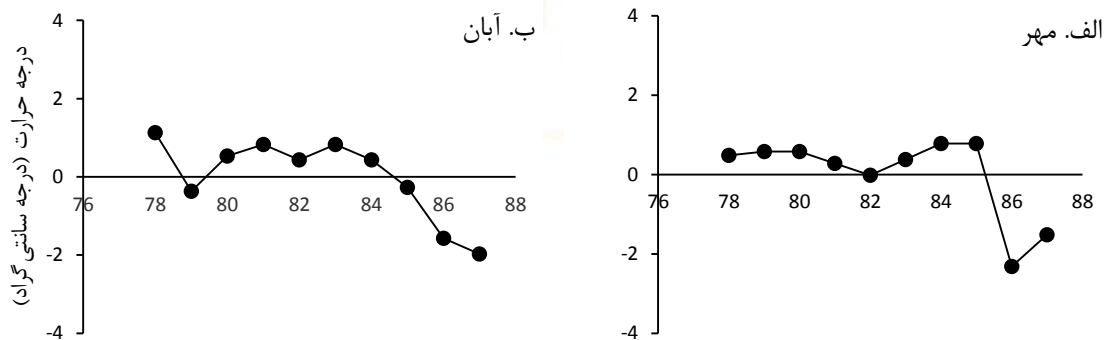
با توجه به این که در فصل پاییز روند درجه حرارت نزولی است و درجه حرارت کاهش می‌یابد به همین دلیل افزایش درجه حرارت در این فصل شرایط را برای رشد مطلوب گیاهان فراهم می‌کند. با این حال در مناطق جنوبی، گوجه فرنگی در مهرماه کشت می‌شود با افزایش درجه حرارت در مهر و آبان رشد رویشی بهبود می‌یابد همین امر در عملکرد نهایی نیز مؤثر است. از طرف دیگر برداشت گوجه فرنگی از اوایل دی ماه آغاز می‌شود با افزایش درجه حرارت تا حد مطلوب رشد، افزایش عملکرد گوجه را به همراه داشته است. با افزایش درجه حرارت در مهر ماه از ۲۸ به ۳۲ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱ الف)، در آبان از ۲۳ به ۲۸ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱ ب)، در دی ماه از ۱۴ به ۲۲ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱ پ) و در فروردین از ۲۶ به ۳۲ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱ ت) مقدار عملکرد روند صعودی داشت. درجه حرارت بین ۱۸/۳ تا ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت مطلوب در طی فصل رشد گوجه‌فرنگی محسوب می‌شود. همچنین گزارش شده است که فتوسنتز برگ‌های گوجه‌فرنگی از درجه حرارت ۸ درجه آغاز و بهترین شرایط نیز در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد است (Duchowski and Brazaityte, 2001).

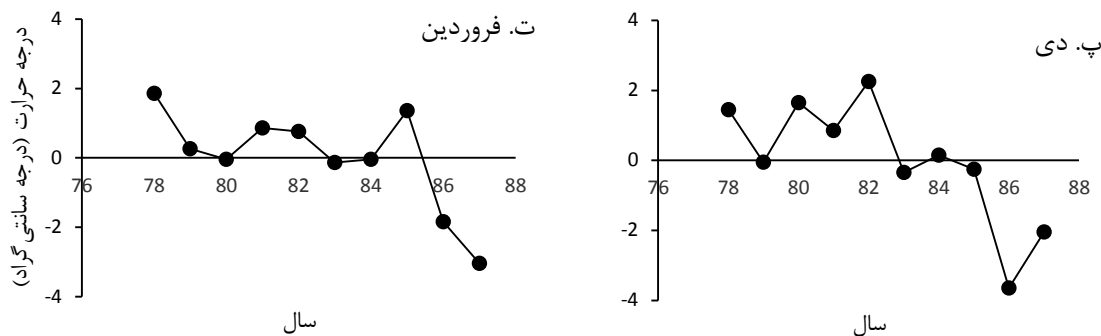




روند افزایشی عملکرد گوجه فرنگی با افزایش درجه حرارت در زمان گلدهی به دلیل فراهمی درجه حرارت بهینه گیاه و نوسانات کم درجه حرارت در زمان گلدهی نسبت به درجه حرارت بهینه است. از آنجایی که گوجه فرنگی در مناطق جنوبی کشور در فصل پاییز و زمستان کشت می شود پایین بودن درجه حرارت ما در این مدت عامل محدود کننده تولید است. همچنین، گزارش شده است که متوسط درجه حرارت روزانه، همبستگی بالایی با عملکرد چغندر قند در فصل رشد این محصول دارد (Freckleton *et al.*, 1999). افزایش درجه حرارت هوا اگر از حد مطلوب رشد گیاه بیشتر شود سبب اعمال تنش بر گیاه و همچنین کاهش طول دوره رشد آن می شود (Parry *et al.*, 2004) ولی اگر این افزایش درجه حرارت تا حد مطلوب محصول باشد، موجب بهبود رشد و نمو گیاه می گردد.

نتایج محاسبه آنومالی پارامترهای اقلیمی مورد بررسی نشان داد که آنومالی متوسط درجه حرارت در ماه های مهر، آبان، دی و فروردین نیز با عملکرد گوجه فرنگی همبستگی معنی داری داشتند. شکل ۲ مقادیر آنومالی در ماه های مذکور را نشان می دهد در واقع نوسان درجه حرارت را نسبت به میانگین بلندمدت نشان می دهد و همین نوسانات اگر از حدی بیشتر شوند می توانند تاثیرات سوء بر رشد و نمو گیاهان داشته باشند (شکل ۲). در طی سال های ۸۶ و ۸۷ نوسانات زیادی در درجه حرارت ایجاد شده و شاهد کاهش درجه حرارت در این دو سال هستیم و با توجه به رابطه بین عملکرد و درجه حرارت، مقدار عملکرد در این سال ها کاهش یافته است.





شکل ۲- مقادیر آنومالی متوسط درجه حرارت در بازه زمانی مورد مطالعه در شهرستان میناب

در جدول ۲ مقادیر درصد آنومالی متوسط درجه حرارت در ماه‌های مذکور قابل مشاهده است که در برخی از سال‌ها مقدار متوسط درجه حرارت بشدت افت کرده و نوسانات شدیدی را به همراه داشته که همین امر منجر به تأثیر بر همبستگی درجه حرارت و عملکرد شده است. بیشترین درصد تغییرات آنومالی در سال‌های زراعی ۸۷-۸۸ و ۸۶-۸۷ مشاهده شد به‌طوریکه بیشترین مقدار در ماه مهر ۸/۱۱- درصد، آبان، ۸/۲- درصد، دی ۲۳/۸۵- درصد و فروردین ۱۱/۴۷- درصد بود. این اعداد درصد تغییرات درجه حرارت را نسبت به میانگین بلندمدت نشان می‌دهند و هرچه مقادیر این شاخص بیشتر باشد ناهنجاری‌های اقلیمی تأثیرگذار بر تولیدات کشاورزی را به همراه دارد (جدول ۲). در مورد درصد تغییرات عملکرد گوجه‌فرنگی در بازه زمانی مورد مطالعه می‌توان کاهش شدید عملکرد را در سال‌های زراعی ۸۶-۸۷ و ۸۸-۸۷ مشاهده کرد که به ترتیب مقدار عملکرد ۶۸ و ۱۵۵ درصد نسبت به میانگین ده ساله کاهش یافته است که این کاهش مصادف با نوسانات شدید درجه حرارت در این دو سال می‌باشد (جدول ۲). هرگونه تغییر در شرایط نرمال آب و هوایی منطقه می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر تولید گیاهان زراعی بگذارد. شناخت بهتر ارتباط بین عوامل آب و هوایی و عملکرد محصولات زراعی و کاهش اثرگذاری‌های ناشی از تغییرات این عوامل می‌تواند در مدیریت آگرواکوسیستم‌ها مؤثر باشد. عملکرد محصولات زراعی در ایران نوسانات زیادی دارد که دلیل اصلی آن شرایط آب و هوایی بسیار متغیر آن است که نشان دهنده وابستگی بالای عملکرد محصولات به عامل‌های آب و هوایی است (Bannayan et al., 2011).

جدول ۲- مقادیر درصد آنومالی متوسط درجه حرارت در طی فصل رشد گوجه فرنگی

عملکرد	ماه				سال زراعی
	فروردین	دی	آبان	مهر	
۳۳/۷	۵/۹۲	۷/۱۰	۴/۱۶	۱/۵۲	۷۸-۷۹
۱۸/۰	۰/۸۷	-۰/۲۶	-۱/۴۴	۱/۸۴	۸۰-۷۹
۱۷/۴	-۰/۱۳	۸/۰۰	۲/۰۰	۱/۸۴	۸۱-۸۰
۱/۵	۲/۸۲	۴/۲۹	۳/۰۹	۰/۸۹	۸۲-۸۱
۱۴/۳	۲/۵۰	۱۰/۶۱	۱/۶۲	-۰/۰۶	۸۳-۸۲
-۹/۶	-۰/۴۷	-۱/۸۸	۳/۰۹	۱/۲۱	۸۴-۸۳
-۱۳/۱	-۰/۱۳	۰/۷۸	۱/۶۲	۲/۴۶	۸۵-۸۴
۸/۶	۴/۴۰	-۱/۳۳	-۱/۰۵	۲/۴۶	۸۶-۸۵
-۶۸/۰	-۶/۶۴	-۲۳/۸۵	-۶/۴۳	-۸/۱۱	۸۷-۸۶
-۱۵۵	-۱۱/۴۷	-۱۲/۱۳	-۸/۲۰	-۵/۱۷	۸۸-۸۷



- نصوحی، غ. ۱۳۸۶. هواشناسی و محصولات کشاورزی. چاپ سوم انتشارات نصوح. اصفهان.
- کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W. and Rohwre, J. 2008. Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Resource Research*, 44: 1-17.
- IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group II. *Climate Change 2007: Impact, Adaptation and Vulnerability*. IPC Working group II, <http://www.ipcc.ch>.
- Challinor, A. 2009. Towards the development of adaptation options using climate and crop yield for ecasting at seasonal to multi-decadal timescales. *Environmental Science Policy*, 12: 453-465.
- Norwood, C. A. 2000. Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops. *Agronomy Journal*, 92: 121-127.
- Oladitan, T.O. and Akinseye, F.M. 2014. Influence of weather elements on phenological stages and yield components of tomato varieties in rainforest ecological zone, Nigeria. *Journal of Natural Sciences Research*, 12:19-23.
- Cherie, E. 2010. *The Complete Guide to Growing Tomatoes: A Complete Step-by-Step Guide Including Heirloom Tomatoes (Back-to-Basics Gardening)*. Atlantic Publishing Group Inc. Ocala, Florida.
- Duchowski, P. and Brazaityte, A. 2001. Tomato photosynthesis monitoring in investigations on tolerance to low temperatures. *Acta Horticulturae*, 562: 335-339.
- Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., Webb, D.J. and Thomas, T.H. 1999. Yield of sugar beet in relation to weather and nutrients. *Agricultural and Forest Meteorology*, 93: 39-51.
- Bannayan, M., Sadeghi Lotfabadi, S., Sanjani, S., Mohammadian, A. and Aghaalikhani, M. 2011. Effects of precipitation and temperature on cereal yield variability in northeast of Iran. *International Journal of Biometeorology*, 55: 387-401.
- Parry, M., Rosenzweig, C., Inglesias, A., Livermore, M. and Gischer, G. 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14: 53-67.

Investigation of the effect of climate factors on tomato yield (*Lycopersicon esculentum*) in southern tropical regions of Iran (Case study: Minab county)

Leila Jafari^{1*}, Rasoul Jalilian², Ali Lotfi²

^{1*} Horticultural Science Department, University of Hormozgan, Bandar abbas

² Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah

*Corresponding Author: jafari.leila@hormozgan.ac.ir

Abstract

The main cause of the instability of agricultural production in a region is fluctuations in annual weather parameters. In this study, correlation between climate factors and tomato yield was investigated under Minab county climate. Ten years' data on tomato yield and cultivated area and meteorological data were collected from the Center of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture-Jahad and meteorological organization, respectively. At the desired time interval, correlation coefficient and simple linear regression were used to study the relationship between tomato yield and climate parameters. Examined parameters included minimum, maximum and mean daily temperatures, precipitation, sunshine hours, evapotranspiration, and anomaly. Results of this study indicated that in Minab county there was a significant correlation between mean daily temperatures and tomato yield. So that by increasing the air temperature to the optimum (about 30°C) in the months of Mehr (0.75*), Aban (0.77**), Dey (0.8**) and Farvardin (0.9**) tomato yield increased. Significant correlation was obtained between mean daily temperature anomaly and tomato yield, so that this characteristic was affected significantly by fluctuation of mean daily temperature anomaly. However, other under study climatic parameters have no significant effect on tomato yield.

Keywords: Anomaly, Precipitation, Radiation, Evapotranspiration, Temperature