صص ۱۴-۱

تأثیر پارامترهای اقلیمی بر فنولوژی پسته با توجه به درجه روز در شهرستان گناباد

حسن رضائی
دکتری اقلیم‌شناسی کشاورزی، مدرس گروه جغرافیا دانشگاه افسری امام علی(ع)، تهران، ایران
مرتضی پور زارع
استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه افسری امام علی(ع)،تهران، ایران
غلامعباس فلاح قالهری*
دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۸/۱ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۲/۲۱

چکیده
در اقلیم کشاورزی، شناخت ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه به‌منظور تطابق داشتن آن با کشت هر گیاه و بالا بردن تولید حائز اهمیت است. در مطالعه حاضر زمان رخداد و آستانه‌های دمایی مراحل فنولوژی درخت پسته در مقیاس BBCH به‌صورت میدانی مشخص شد. سپس با بهره‌گیری از روش ناپارامتریک من کندال و آزمون شیب سنس، روند تغییرات عناصر میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله، میانگین رطوبت، میانگین حداکثر و حداقل دما، میانگین دما در روز اتمام هر مرحله، میانگین دما خاک، میانگین سرعت باد، بارندگی و ساعت آفتابی در ایستگاه گناباد در در طول دوره آماری ۱۳۹۸-۱۳۷۸ بر رشد پسته انجام شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که برحسب درجه روز در سطوح احتمالی مختلف طول دوره فعالیت بیولوژی پسته در این منطقه ۱۶۳ الی ۱۹۸ روز متغیر و حداقل و حداکثر مجموع ساعت آفتابی ۱۷۷۷/۵ و ۱۲۶۱ مورد نیاز است در طول دوره مذکور بارش و تابش به‌عنوان دو عنصر اقلیمی محدودکننده فعالیت بیولوژی گیاه پسته و همچنین بقیه پارامترهای اقلیمی مورد شناسایی قرار گرفتند در مرحله بعد، از آزمون من کندال به بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول پسته استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که در بین پارامترهای اقلیمی برکشت پسته، میانگین رطوبت نسبی، دما حداکثر و حداقل، میانگین دما، سرعت باد و ساعت آفتابی روند افزایشی معنی‌داری در سطح ۵ درصد را دارا می‌باشند.

واژگان کلیدی: **پارامتر اقلیمی، من کندال، پسته، گناباد**

مقدمه

کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعهٔ پایدار دارد (Bastan et al, 2018). توجه به این بخش علاوه بر خودکفایی در تولید مواد غذایی و صادرات آن می‌تواند پاسخ گوی مسائل

*. نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۲۶۳۹۸۸۱ Email: g.fallah@hsu.ac.ir

ناشی از افزایش جمعیت کشور بوده و به کاهش مهاجرت روستاییان به شهرها منجر شود (Giller, 2020). این مسئله مستلزم استفاده از اصول و روش‌های علمی و شناخت توان‌ها و قابلیت‌های محیطی هر منطقه است. برای رسیدن به حداکثر توان تولیدی و کاهش هزینه‌های سربار لازم است هرگونه گیاهی در دامنهٔ مطلوب بردباری خود نسبت به عوامل محیطی و اقلیمی کشت شود تا حداقل تنش‌ها و استرس‌های محیطی را متحمل گردد (Alegbeleye et al, 2018). بازدهی تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیمی در ارتباط است (Cotterman et al, 2018). بررسی اثرات شرایط اقلیمی بر میزان تولید محصولات کشاورزی می‌تواند کمک مؤثری به انتخاب مناسب‌ترین گونه گیاهی برای کشت محصول بنماید (Etesami & Maheshwari, 2018). امروزه بزرگ‌ترین مسئله در هواشناسی کشاورزی، اثر عوامل آب و هوایی بر روی محصولات است و رشد گیاهان به‌تمامی عواملی که یک محیط را به وجود می‌آورد بستگی دارد (میر موسوی و میریان، ۱۳۸۹). با توجّه به این‌که کشاورزی یکی از ارکان مهم اقتصادی کشورهاست، از چندین دههٔ قبل در کشورهای پیشرفتهٔ دنیا، توجّه ویژه‌ای به این بخش از اقتصاد می‌شود و تلاش برای استفادهٔ بهینه از زمین و برداشت بیشتر محصول(با توجّه به میزان مصرف آب و خاک) پیش می‌روند (Bullock & Kariuki, 2018). پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ اقلیم کشاورزی انجام شده است، از جمله، در تویت و همکارانش با استفاده از آمار ۷۸۸ ایستگاه در دورهٔ نرمال۹۰-۱۹۶۱ در پنج کشور: فنلاند، دانمارک، سوئد، نروژ و ایسلند با استفاده از GIS نقشه آگروکلیمایی تهیه شد و کاربرد GIS و نقشه‌های رقومی در تحلیل‌های اقلیم‌شناسی ثابت شد (Tveit et al, 2001). اسنگ[۲]و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به شبیه‌سازی تولید گندم در دماهایی مختلف پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد تولید گندم در دماهای بالا کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از بررسی رویدادهای فرین(سیل، خشک‌سالی و امواج گرمایی) بر روی تولید غلات در سراسر جهان نشان می‌دهد که در بازهٔ زمانی ۲۰۰۷-۱۹۶۴ تولید غلات به میزان ۹ تا ۱۰ درصد کاهش‌یافته است که حدود ۷٪ این کاهش در اثر خشک‌سالی بوده و دراین‌بین، کشورهای توسعه یافته به میزان ۸ تا ۱۱ درصد نسبت به کشورهای در حال توسعه کمتر آسیب دیده‌اند (Lesk et al.,2016). ین[۳]و همکاران (2016) با ارزیابی اثرات پارامترهایی آب و هوایی، خشک‌سالی و نیاز آبی بر عملکرد ذرت در شمال شرقی چین دریافتند که افزایش دمای میانگین در مراحل کاشت و بلوغ بر عملکرد ذرت تأثیر مثبت دارد؛ در حالیکه بارش بیش از حد به‌ویژه در مراحل کاشت و گلدهی به عملکرد ذرت آسیب می‌رساند.

سلیک[۴]و همکاران (۲۰۱۸) درباره تأثیر شرایط آب و هوای خشک و مرطوب بر عملکرد پسته در جنوب شرقی ترکیه پرداختند و نتایج نشان می‌دهد که پسته به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر شرایط شدید آب و هوایی قرار دارد و فعالیت فتوسنتزی پسته در دوره‌های شرایط آب و هوایی مرطوب افزایش می‌یابد.

---

2 . Asseng
3 . Yen
4 . Celik

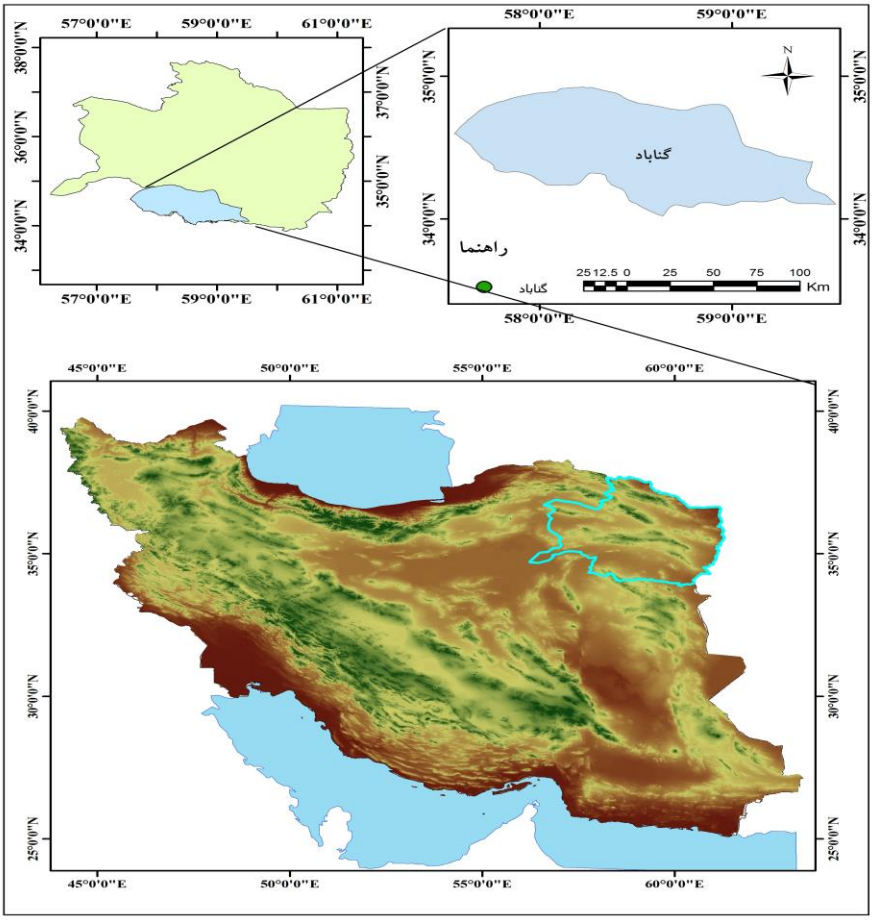
آیدین[5]و همکاران (۲۰۱۹) فنولوژی پسته با درجه روز در جنوبی‌ترین منطقه آناتولیا را بررسی کردند. مقادیر درجه روز در حال رشد با توجه به مقادیر دمایی توصیه شده برای دوره‌های فنولوژیکی پسته محاسبه شد. حسین زاده کرمانی و اسماعیل نژاد (۱۳۹۱) به بررسی پهنه‌بندی نیاز آبی محصول پسته در غرب و جنوب غرب استان خراسان رضوی با تأکید بر توسعه پایدار کشاورزی در محیط GIS پرداخته‌اند و نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین محورها در شرایط اقلیمی و محیطی منطقه زمینه را برای کشاورزی فراهم کرده است. سلاجقه و همکاران (۱۳۹۲) به تأثیر پارامترهای جوی بر محصولات کشاورزی شهر کرمان پرداختند با توجه به وجود همبستگی بین عملکرد محصولات کشاورزی با شرایط آب‌وهوایی، در این پژوهش تأثیر این پارامترها بر انواع محصولات زراعی و باغی در استان کرمان مورد بررسی قرار گرفته است و از روش‌های آماری چند متغیره استفاده شده است. باعقیده و همکاران (۱۳۹۶) با ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر روند و ساختار پارامترهای آب‌وهوایی مؤثر بر تولید پسته مطالعهٔ موردی: سبزوار دریافتند که کاهش عملکرد محصولات زراعی با تغییرات دما در فصل زمستان و تغییرات بارندگی در اسفند ماه همبستگی بالای دارد و عملکرد محصولات باغی با تغییرات میزان بارندگی در فصل بهار همبستگی منفی معنی‌دار دارد. همچنین نشان داده است که سرعت باد اثر بسزایی در کاهش عملکرد محصولات داشته است. نتایج بررسی شاخص‌های دمایی و بارشی برای دورهٔ مشاهداتی بیانگر این بود که میانگین دمای فصل رشد ۰/۶ درجهٔ سانتی‌گراد در دهه، دارای روند افزایشی است. خروجی شاخص‌های بارشی نشان از کاهش قابل ملاحظهٔ این پارامترها در طول مراحل سوم، چهارم و پنجم (مراحل رسیدن میوه) دارد. هدف از این مطالعه بررسی سطوح احتمالات پارامترهای اقلیمی در طول مراحل فنولوژی پسته و بررسی روند آن با استفاده از آزمون من‌کندال در شهرستان گناباد است.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر گناباد از نظر موقعیت جغرافیایی۳۴ درجه و۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۶ متر است. شکل (۱) موقعیت گناباد در استان خراسان رضوی را نشان می‌دهد. در طی یک دوره آماری (۱۳۹۸-۱۳۷۸) حاصل از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گناباد، متوسط بارش منطقه ۱۳۵/۷میلی‌متر است که حداقل آن در ماه مرداد با ۰ میلی‌متر و حداکثر آن در ماه اسفند با ۲۸/۴ میلی‌متر است. طبق گزارش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک، متوسط سالانه درجه حرارت ۱۷/۳۵ سانتی‌گراد و حداقل دما در دی‌ماه برابر با ۴/۱ و حداکثر آن در تیر ماه با ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد مشخص شده است. متوسط رطوبت نسبی ۳۹/۴ درصد. حداقل و حداکثر رطوبت ثبت شده به ترتیب برابر با ۲۲ و۶۳ درصد است (اداره آب‌وهوا شناسی گناباد، ۱۳۹۹). بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن این شهر دارای اقلیمی از نوع خشک است.

[5] . Aydın



ماخذ:نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی گناباد در استان خراسان رضوی

روش پژوهش

درخت پسته به سرمای شدید زمستان و گرمای زیاد تابستان هر دو مقاوم است. درخت پسته بـا هـوا و زمـین مرطـوب سازگاری ندارد. رطوبت زیاد در زمین باعث تولید بیماری صمغ و پوسیدگی یقه درخت می‌شود کـه به‌تـدریج درخـت را ضعیف و بالاخره خشک می‌کند. درخت پسته به کم آبی و خشکی مقاومت زیاد نشان می‌دهد، بطوری که درختان کهن را می‌توان بدون آبیاری برای مدت خیلی طولانی (شاید چند ده سال) زنده نگاه داشت (قناعت و نیک مهـر، ۱۳۹۰). بـر اساس آستانه‌های کشت پسته (جدول۱)، مقادیر پارامتر آب و هوایی شامل میانگین دما روزانـه ، میـانگین دمـای در روز تمام شدن مرحله، میانگین حداکثر دمای، میانگین حداقل دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی در روز تمام شدن مرحله، میانگین دمای خاک، میانگین دمای خاک در روز تمام شدن مرحله بارش، ساعات آفتـابی و سـرعت بـاد از سازمان هواشناسی خراسان رضوی برای دورهٔ آماری ۱۳۹۸-۱۳۷۸ شامل ایستگاه گناباد مورد استفاده قرار گرفتـه اسـت. برای مرتب کردن و مدیریت داده‌ها از نرم‌افزار Excel و به دست آوردن همبستگی بین متغیرهـای مـورد نظـر از نرم‌افزار Spss استفاده شده است. بـا اسـتفاده از اطلاعـات مربـوط بـه مراحـل فنولـوژی و درجـه روزهـای رشـد لازم

محصولات برای گذر از هر مرحله فنولوژیکی در مراحل مختلف رشد، تاریخ آغاز و پایان مراحل مختلف فنولوژیکی در ایستگاه مورد مطالعه شناسایی گردید. در مرحله بعد، مقادیر پارامتر آب‌وهوایی شامل میانگین دما روزانه، میانگین دمای در روز تمام شدن مرحله، میانگین حداکثر دما، میانگین حداقل دما، میانگین رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی در روز تمام شدن مرحله، میانگین دمای خاک، ساعات آفتابی و سرعت باد برای هر یک از مراحل فنولوژیکی پس از برازش بر توزیع‌های نظری در سطوح احتمالی ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد در محیط نرم‌افزار SMADA محاسبه شد.

درجه–روز رشد

هر گیاه به تعداد واحد گرمایی معینی جهت جوانه‌زنی، رشد، به ساقه رفتن، بلوغ و رسیدن احتیاج دارد. این تعداد واحد گرمایی را ثابت حرارتی می‌نامند که از گیاهی به گیاه دیگر فرق می‌کند. یکی از مباحث مهم در آب‌وهوا شناسی، بررسی درجه روزها است. اکثر تحولات فیزیولوژیکی مانند رشد گیاهان و برخی پدیده‌های هیدرولوژیکی مانند ذوب برف تابع توان حرارتی محیط می‌باشند. برای این منظور از نمایه درجه -روز به‌عنوان شاخص گرما استفاده می‌شود. هر فرآیند در آستانه دمایی معینی فعال می‌شود، مثلاً آستانه فعالیت برای ذوب برف صفر درجه سانتی‌گراد است. بنابراین برآورد درجه -روز برای تعیین دوره‌های مختلف کشت یکی از کارهای بسیار ضروری است.

یک درجه - روز عبارتست از متوسط دمای روزانه بالاتر از دمای پایه است (رضایی، ۱۳۹۸).

فرمول محاسبه GDD به شرح زیر است:

$$GDD = \sum_{a}^{b} \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) \qquad (۱)$$

در رابطه فوق،GDD درجه روز رشد (حرارت تجمعی) T_{max} و T_{min} درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه (برحسب درجه سانتی‌گراد)، T_b دمای مبنا (در اینجا ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، a و b تاریخ شروع و پایان مرحله است.

– درجه روزهای فعال به‌مانند روش درجه روزهای مؤثر با این تفاوت که میانگین دمای هوا از دمای پایه کسر نمی‌شود؛

- T_{min} پایین‌تر از دمای پایه، برابر دما پایه گیاه و درجه حرارت پایه گیاه، معادل ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد؛

برای حل مشکل فوق در مواقعی که کمینه و بیشینه دما کمتر از دمای مبنای گیاه است، دو آزمون زیر را برای دمای بیشینه و کمینه به‌طور مجزا به‌صورت زیر انجام می‌دهیم:

آزمون اول:

اگر: $T_{\max} < T_l$

آنگاه: $T_{\max} = T_l$

در غیر این صورت: $T_{\max} = T_{\max}$

آزمون اول اطمینان می‌دهد که بیشینه دمای روزانه کمتر از دمای مبنای گیاه نباشد. اگر بیشینه دمای روزانه کمتر از دمای مبنای گیاه باشد، برای حذف مقادیر منفی فرض می‌شود دمای بیشینه با دمای مبنا برابر است.

آزمون دوم:

اگر: $T_{\min} < T_l$

آنگاه: $T_{\min} = T_l$

در غیر این صورت: $T_{\min} = T_{\min}$

آزمون دوم اطمینان می‌دهد که کمینه دمای روزانه کمتر از دمای مبنای گیاه نباشد. اگر کمینه دمای روزانه کمتر از دمای مبنای گیاه باشد، برای حذف مقادیر منفی فرض می‌شود دمای کمینه با دمای مبنا برابر است.

آزمون سوم:

اگر: $T_{\max} > T_u$

آنگاه: $T_{\max} = T_u$

در غیر این صورت: $T_{\max} = T_{\max}$

در معادلات فوق، T_u آستانه فوقانی رشد گیاه است و در فراتر از این دما، رشد گیاه متوقف می‌شود. بنابراین لایه دیگری از آزمون‌ها برای توقف جمع کردن واحدهای حرارتی اضافه می‌شود. آزمون سوم اطمینان می‌دهد که بیشینه دمای روزانه بیشتر از آستانه فوقانی رشد گیاه نباشد. به عبارت دیگر، اگر بیشینه دمای روزانه از آستانه فوقانی رشد گیاه تجاوز نماید، فرض می‌شود بیشینه دما با آستانه فوقانی برابر است، لذا مجموع واحدهای حرارتی در بالای این دما صفر در نظر گرفته می‌شود(رضایی، ۱۳۹۹).

پسته

مراحل فنولوژی و نیازهای آب هوایی پسته در جدول(۱) نشان داده شده است. مراحل فنولوژی پسته شامل مرحله اول (گلدهی)، مرحله دوم (سخت شدن پوسته استخوانی)، مرحله سوم (آغاز رشد مغز)، مرحله چهارم (پر شدن کامل میوه) و مرحله پنجم (رسیدگی کامل و برداشت) است. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، برای گذر از مرحله اول به مرحله دوم، ۷ درجه_ روز لازم است که در صورت تأمین شدن این میزان نیاز گرمایی، مرحله دوم فنولوژیکی سخت شدن پوسته استخوانی آغاز می‌شود. واحد حرارتی تجمعی مورد نیاز برای مرحله دوم ۹۲۱/۴ درجه_ روز است. به همین ترتیب، واحد حرارتی تجمعی مورد نیاز برای مراحل سوم، چهارم و پنجم رشد برابر، ۲۰۷۲/۴، ۲۷۱۷/۴ و ۳۳۶۹/۱ درجه روز است(باعقیده و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۱: مراحل فنولوژی پسته(باعقیده و همکاران، ۱۳۹۶)

مراحل	فنولوژی	تاریخ آغاز فاز	تاریخ پایان فاز
اول	گلدهی	۹۷/۱۲/۲۹	۹۸/۱/۴
دوم	سخت شدن پوسته استخوانی	۹۸/۱/۵	۹۸/۳/۱۵
سوم	آغاز رشد مغز	۹۸/۳/۱۶	۹۸/۵/۳
چهارم	پر شدن کامل میوه	۹۸/۵/۴	۹۸/۵/۳۱
پنجم	رسیدگی کامل برداشت	۹۸/۶/۱	۹۸/۷/۵

بر اساس طبقه‌بندی دمارتن سبزوار و گناباد در یک طبقه اقلیمی(خشک) قرار دارند و بر همین اساس، به‌صورت میدانی میانگین پارامترهای اقلیمی در کلیه مراحل فنولوژی در ایستگاه گناباد به دست آمده است(جدول ۲).

جدول ۲: میانگین پارامترهای اقلیمی در کلیه مراحل فنولوژی پسته در ایستگاه گناباد.

مراحل فنولوژی	دمای حداقل	دمای حداکثر	میانگین دما	میانگین بارندگی	میانگین ساعت آفتابی	میانگین رطوبت	میانگین سرعت باد	میانگین دمای خاک
گلدهی	۷/۹	۱۹/۲	۱۳/۴	۰/۵۵	۸/۴	۴۲	۵/۳	-۰/۸۶
سخت شدن پوسته استخوانی	۱۶/۴	۲۹/۳	۲۳/۱	۰/۳	۹/۳	۳۰/۵	۴/۹	۲/۵
آغاز رشد مغز	۲۵/۵	۳۹/۱	۳۳/۱	۰	۱۱/۶	۱۸	۵/۲	۳/۸
پر شدن کامل میوه	۲۴/۵	۳۷/۷	۳۱/۶	۰	۱۱/۹	۲۰/۸	۴/۰۱	۵/۴
رسیدگی کامل برداشت	۲۲/۵	۳۶/۳	۲۹/۵	۰	۱۰/۸	۲۱/۸	۳/۹	۴/۱

ماخذ:نگارندگان

آزمون من‌کندال

وجود یا عدم وجود روند و تحلیل سری‌های زمانی و تغییر اقلیم ارائه شده در دو دسته روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم‌بندی می‌شوند. روش‌های پارامتریک عمدتاً بر اساس رابطه رگرسیونی بین سری داده‌ها بازمان استوار می‌باشند. روش‌های ناپارامتریک از کاربرد نسبتاً وسیع‌تر و چشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتریک برخوردارند. برای سری‌هایی که توزیع آماری خاصی بر آن‌ها قابل برازش نیست و چولگی یا کشیدگی زیادی دارند استفاده از روش‌های ناپارامتریک مناسب‌تر است. آزمون من‌کندال جزء پرکاربردترین روش‌های ناپارامتریک تحلیل روند سری‌های زمانی به شمار می‌روند(رضایی، ۱۳۹۸). آزمون من‌کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت (Serrano,1999). خوانندگان برای اطلاع از جزئیات محاسبات این روش می‌توانند به رضائی (۱۳۹۹) مراجعه کنند.

یافته‌ها

در جدول (۳) تعداد روزهای مورد نیاز برای طی مراحل فنولوژی پسته را در سطوح احتمالاتی مختلف نشان می‌دهد. با توجه به جدول، کمینه و بیشینه زمان مورد نیاز برای تکمیل مراحل فنولوژی در سطوح مختلف احتمالاتی به ترتیب ۱۶۳ و ۱۹۷ روز است و به‌طور میانگین ۱۸۱ روز جهت تکمیل مراحل پنج‌گانه رشد پسته در گناباد مورد نیاز است. در جداول ۴ تا ۸ میزان پارامترهای اقلیمی در سطوح احتمالاتی مختلف در مراحل مختلف فنولوژی درج شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با توجه به جداول (۳) تا (۸)، بیشترین میانگین رطوبت نسبی و بارندگی در مرحله اول، بیشترین بیشینه دما و میانگین دمای خاک در مرحله چهارم، بیشترین میزان ساعت آفتابی در مرحله سوم و بیشترین سرعت باد در مرحله دوم اتفاق افتاده است و کمترین دمای کمینه در مرحله اول رخ‌داده است.

جدول ۳: تعداد روز مورد نیاز برای طی مراحل فنولوژی پسته در سطوح احتمالاتی مختلف

مرحله فنولوژی	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۹۵	۹۹
اول	۵	۶	۸	۹	۹	۱۱	۱۳
دوم	۶۱	۶۲	۶۲	۶۶	۶۸	۷۰	۷۱
سوم	۴۶	۴۶/۳	۴۶/۵	۴۶/۸	۴۷	۴۸	۴۹
چهارم	۲۱	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
پنجم	۳۰	۳۱	۳۲	۳۴	۳۵	۳۵	۳۷

ماخذ:نگارندگان

جدول ۴: مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله اول فنولوژی پسته در سطوح احتمالی مختلف

سطوح احتمال	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت نسبی در روز اتمام هر مرحله	۳۶	۳۸	۴۳	۴۵	۴۸	۵۱	۵۶
میانگین رطوبت	۳۷	۳۹	۴۰	۴۲	۴۳	۴۵	۴۷
میانگین بیشینه دما	۲۱/۳	۲۲	۲۴/۳	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸/۵
میانگین کمینه دما	۹/۴	۱۰	۱۱/۳	۱۱/۷	۱۲/۳	۱۳	۱۳/۹
میانگین دما	۱۵/۳	۱۶/۳	۱۷	۱۸	۱۸/۷	۱۹/۵	۲۰/۵
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۱۶	۱۶/۵	۱۶/۸	۱۷/۵	۱۸	۱۸/۹	۱۹/۶
میانگین دمای خاک	۷/۵	۸	۸/۸	۹/۲	۹/۵	۱۰	۱۰/۶
میانگین سرعت باد	۲	۲/۳	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۴	۳/۷
بارندگی	۰/۸	۱/۳	۲/۳	۲/۷	۳/۲	۳/۸	۴/۵
مجموع بارندگی	۱۱/۶	۱۵	۱۹/۲	۲۱/۳	۲۳/۷	۲۶	۳۰
میانگین ساعت آفتابی	۷/۲	۷/۶	۸	۹/۳	۹/۸	۱۰/۴	۱۱/۲
مجموع ساعات آفتابی	۱۶۱	۱۶۷	۱۷۲	۱۸۵	۱۹۱	۲۰۸	۲۱۹

ماخذ:نگارندگان

جدول ۵: مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله دوم فنولوژی پسته در سطوح احتمالی مختلف

سطوح احتمال	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت نسبی در روز اتمام هر مرحله	۳۶	۳۷	۳۹	۴۳	۴۵	۴۸	۵۰
میانگین رطوبت	۳۸	۳۹	۴۳	۴۴	۴۶	۴۹	۵۱
میانگین بیشینه دما	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
میانگین کمینه دما	۱۱/۵	۱۲	۱۲/۴	۱۳/۵	۱۴	۱۵/۵	۱۶
میانگین دما	۱۸	۱۹/۴	۲۰/۵	۲۱	۲۱/۸	۲۲	۲۳/۷
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۱۸	۱۸/۷	۱۹	۱۹/۳	۲۰	۲۱	۲۲
میانگین دمای خاک	۹/۴	۹/۹	۱۰/۴	۱۱/۶	۱۲	۱۲/۸	۱۳
میانگین سرعت باد	۲/۳	۲/۶	۲/۹	۳	۳/۲	۳/۴	۳/۷
بارندگی	۰/۴	۰/۶	۰/۹	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۸
مجموع بارندگی	۱۳	۱۸	۲۴	۲۷	۳۱	۳۵	۴۱
میانگین ساعت آفتابی	۹/۴	۹/۹	۱۰/۵	۱۰/۸	۱۱/۲	۱۱	۱۲
مجموع ساعات آفتابی	۱۲۴	۱۲۸	۱۳۹	۱۴۲	۱۴۶	۱۵۰	۱۵۴

ماخذ:نگارندگان

جدول ۶: مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله سوم فنولوژی پسته در سطوح احتمالی مختلف

سطوح احتمال	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت نسبی در روز اتمام هر مرحله	۳۱	۳۳	۳۶	۳۸	۴۰	۴۲	۴۴
میانگین رطوبت	۳۰	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷
میانگین بیشینه دما	۲۸/۶	۲۹/۸	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۵
میانگین کمینه دما	۱۴/۷	۱۵/۵	۱۶/۴	۱۶/۹	۱۷/۵	۱۸/۲	۱۹
میانگین دما	۲۱	۲۱/۷	۲۲/۲	۲۲/۷	۲۴/۳	۲۵/۷	۲۶/۶
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۲	۲۲/۲	۲۲/۴	۲۲/۶	۲۳/۳	۲۳/۹	۲۴/۳
میانگین دمای خاک	۱۳/۵	۱۳/۹	۱۴/۴	۱۴/۷	۱۵	۱۵/۴	۱۵/۸
میانگین سرعت باد	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۳/۲	۳/۳	۳/۵	۳/۷
بارندگی	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۱
مجموع بارندگی	۵	۶/۵	۸/۱	۸/۹	۹/۹	۱۱	۱۲/۵
میانگین ساعت آفتابی	۸/۴	۹	۹/۸	۱۰/۲	۱۰/۷	۱۱/۲	۱۱/۹
مجموع ساعات آفتابی	۱۹۳	۲۰۵	۲۴۳	۲۵۷	۲۷۳	۲۹۲	۳۱۵

ماخذ:نگارندگان

جدول ۷: مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله چهارم فنولوژی پسته در سطوح احتمالی مختلف

سطوح احتمال	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	
میانگین رطوبت نسبی در روز اتمام هر مرحله	۲۷/۷	۲۹	۳۱	۳۳	۳۴/۶	۳۶/۴	۳۸/۶
میانگین رطوبت	۲۳	۲۳/۸	۲۴/۷	۲۵	۲۵/۹	۲۶/۶	۲۷/۶
میانگین بیشینه دما	۲۲/۹	۲۳/۸	۲۴/۸	۲۵/۳	۲۵/۹	۲۶/۷	۲۷/۶
میانگین کمینه دما	۱۸/۹	۱۹/۶	۲۰/۳	۲۰/۷	۲۱/۱	۲۱/۶	۲۲/۲
میانگین دما	۲۶/۲	۲۶/۸	۲۷	۲۷/۸	۲۸	۲۸/۵	۲۸/۹
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۷	۲۷/۲	۲۷/۳	۲۷/۸	۲۸	۲۸/۲	۲۸/۵
میانگین دمای خاک	۱۶/۲	۱۶/۹	۱۷/۵	۱۷/۹	۱۸/۳	۱۸/۸	۱۹/۲
میانگین سرعت باد	۳/۴	۳/۷	۴	۴/۳	۴/۴	۴/۷	۵
بارندگی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰/۵
مجموع بارندگی	۰/۲	۰/۳	۰/۶	۰/۸	۱	۱/۴	۲
میانگین ساعت آفتابی	۱۱	۱۱/۳	۱۱/۴	۱۱/۷	۱۱/۸	۱۱/۹	۱۲
مجموع ساعات آفتابی	۴۲۹	۴۵۱	۴۷۴	۵۲۲	۵۴۹	۵۷۸	۶۱۳

ماخذ:نگارندگان

جدول ۸: مقادیر پارامترهای اقلیمی در مرحله پنجم فنولوژی پسته در سطوح احتمالی مختلف

سطوح احتمال	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۹
میانگین رطوبت نسبی در روز اتمام هر مرحله	۲۰/۷	۲۱/۳	۲۲/۶	۲۳/۳	۲۴	۲۴/۹	۲۶
میانگین رطوبت	۲۱	۲۱/۶	۲۲/۳	۲۲/۷	۲۳/۱	۲۳/۶	۲۴
میانگین بیشینه دما	۳۶/۳	۳۶/۶	۳۷/۴	۳۷/۸	۳۸/۲	۳۸/۶	۳۹
میانگین کمینه دما	۲۲/۷	۲۳/۱	۲۳/۴	۲۴/۲	۲۵/۱	۲۵/۷	۲۶/۴
میانگین دما	۲۹/۵	۲۹/۸	۳۰/۱	۳۰/۷	۳۱/۱	۳۱/۵	۳۲
میانگین دما در روز اتمام هر مرحله	۲۹/۵	۲۹/۷	۳۰	۳۰/۷	۳۰/۹	۳۱/۳	۳۱/۷
میانگین دمای خاک	۲۰/۴	۲۰/۸	۲۱/۳	۲۱/۶	۲۱/۸	۲۲	۲۲/۶
میانگین سرعت باد	۳/۵	۳/۶	۳/۸	۴/۳	۴/۵	۴/۷	۵
بارندگی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۳
مجموع بارندگی	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۳
میانگین ساعت آفتابی	۱۱/۹	۱۲	۱۲/۲	۱۲/۶	۱۲/۸	۱۳	۱۳/۳
مجموع ساعات آفتابی	۱۷۸	۱۹۳	۲۰۹	۲۱۸	۲۲۸	۲۳۹	۲۵۳/۵

ماخذ:نگارندگان

بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی پسته در شهرستان گناباد با استفاده از آزمون من‌کندال

جدول ۹ و ۱۰ روند متغیرهای مؤثر بر رشد در مراحل فنولوژی را به روش آزمون من کندال نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در مرحله اول هیچ‌کدام از پارامترهای اقلیمی دارای روند افزایشی یا کاهشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد نیست. در مرحله دوم میانگین سرعت باد و همچنین سرعت باد در روز اتمام مرحله دارای روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد، در بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهشی یا افزایشی معنی‌دار مشاهده نمی‌گردد.

در مرحله سوم، میانگین ساعت آفتابی در روز اتمام مرحله دارای روند کاهشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد و بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهشی یا افزایشی معنی‌دار مشاهده نمی‌گردد. در مرحله چهارم به ترتیب میانگین رطوبت نسبی، دما حداکثر و حداقل، میانگین دما و دمای هوا در روز اتمام مرحله ماهانه، میانگین سرعت باد و ساعت آفتابی دارای روند افزایشی معنی‌دار در سطح ۵ درصد از خود نشان می‌دهد و بقیه پارامترهای اقلیمی هیچ نوع روند کاهشی یا افزایشی معنی‌دار مشاهده نمی‌گردد. با توجه به جدول نشان می‌دهد که کمترین تأثیر پارامترهای اقلیمی در مرحله اول و بیشترین تأثیر در مرحله چهارم کاشت مراحل فنولوژی در شهرستان گناباد را دارا است.

جدول ۹: بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول پسته با استفاده از آزمون من کندال

مراحل فنولوژی	میانگین رطوبت روز تکمیل مرحله		میانگین رطوبت نسبی		میانگین دمای بیشینه		میانگین دمای کمینه		میانگین دمای روز تکمیل مرحله		میانگین دما		میانگین دمای خاک روز تکمیل مرحله	
	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z
مرحله اول	۰/۶۷	۰/۲۴	۰/۴۶	-۰/۰۹	۰/۳۱	-۰/۴۸	۰/۱۷	-۰/۹	۰/۱۷	-۰/۹۳	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۰۱	-۲/۱
مرحله دوم	۰/۱۲	۱/۲	۰/۳۶	-۰/۳۳	۰/۱۲	-۱/۱	۰/۰۹	-۱/۳	۰/۱	-۱/۳	۰/۴۶	-۰/۰۹	۰/۱۳	-۱/۱
مرحله سوم	۰/۰۹	-۱/۳	۰/۱	۱/۲	۰/۴۶	-۰/۰۶	۰/۰۹	-۱/۳	۰/۳۴	-۰/۴	۰/۳۶	-۰/۳۳	۰/۱۹	-۰/۸۵
مرحله چهارم	۰/۳۵	-۰/۳۶	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۳۶	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۱۱	۱/۲	۰/۱۵	-۰/۹۹	۰/۴۱	۰/۲۱
مرحله پنجم	۰/۵	-۰/۰۲	۰/۳	-۰/۵	۰/۳۳	-۰/۴	۰/۲۵	-۰/۶۶	۰/۲۳	-۰/۶۳	۰/۰۴	۱/۹۸	۰/۱۴	-۱/۰۶

ماخذ:نگارندگان

جدول ۱۰: بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول پسته با استفاده از آزمون من کندال

مراحل فنولوژی	میانگین دما خاک		میانگین سرعت باد		میانگین سرعت باد		بارندگی		مجموع بارندگی		ساعات آفتابی		میانگین ساعات آفتابی	
	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z	P	z
مرحله اول	۱/۹۶	-۰/۰۵	۰/۵	۰	۰/۱۳	۱/۱	۰/۲۸	۰/۵۷	۰/۲۳	-۰/۷	۰/۳۵	-۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۹
مرحله دوم	۰/۰۰۱۵	-۲/۱	۰/۱۴	۱/۰۶	۰/۰۶	۱/۵	۰/۱	۱/۲	۰/۴۱	۰/۲۱	۰/۳	-۰/۵	۰/۰۲	۲/۰۲
مرحله سوم	۰/۱۶	-۰/۹۶	۰/۲۴	۰/۶۹	۰/۰۱	۲/۰۴	۰/۴۶	-۰/۱	۰/۴	-۰/۲	۰/۰۵	۱/۹۶	۰/۴۸	-۰/۰۳
مرحله چهارم	۰/۰۷	-۱/۴۵	۰/۲	۰/۷۵	۰/۰۸	۱/۴	۰/۱۴	۱/۰۷	۰/۳۲	-۰/۴۶	۰/۱۵	-۱/۰۲	۰/۲۲	۰/۷۵
مرحله پنجم	۰/۴	۰/۲	۰/۴	۰/۲۴	۰/۰۱	۲/۰۴	۰/۵	۰	۰/۰۱	۲/۱	۰/۴۳	-۰/۱۵	۰/۲	-۰/۸

ماخذ:نگارندگان

نتیجه‌گیری

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصادی به شمار می‌آید و شرایط اقلیمی نقش بسیار مهمی در تولیدات کشاورزی دارد. شناخت پتانسیل‌های اقلیمی مناطق برای تنوع و استعدادیابی محصولات کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به روند افزایش جمعیت جهان و تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر، تأمین مواد غذایی موردنیاز انسان‌ها و سازگاری با شرایط اقلیمی دارای اهمیت زیادی است. با آگاهی از شرایط جوی و پتانسیل‌های اقلیمی کشاورزی مناطق، می‌توان از منابع با بازدهی بالاتری استفاده نمود(رضایی،۱۳۹۸).

در مطالعه حاضر زمان رخداد و آستانه‌های دمایی مراحل فنولوژی درخت پسته در مقیاس BBCH به‌صورت میدانی مشخص شد و سپس با بهره‌گیری از روش ناپارامتریک من کندال و آزمون شیب سنس، روند تغییرات عناصر میانگین رطوبت در روز اتمام هر مرحله، میانگین رطوبت، میانگین حداکثر دما و حداقل دما، میانگین دما در روز اتمام هر مرحله، میانگین دما خاک، میانگین سرعت باد، بارندگی و ساعت آفتابی در ایستگاه گناباد در در طول دوره آماری ۱۳۹۸-۱۳۷۸ بر رشد پسته انجام شد و یافته‌های نشان داد که برحسب درجه روز در سطوح احتمالی مختلف طول دوره فعالیت بیولوژی پسته در این منطقه ۱۶۳ الی ۱۹۷ روز متغیر و حداقل و حداکثر مجموع ساعت آفتابی ۱۷۷۷/۵ و ۱۲۶۱ موردنیاز است در طول دوره مذکور بارش و تابش به‌عنوان دو عنصر اقلیمی محدود کننده فعالیت بیولوژی گیاه پسته و همچنین بقیه پارامترهای اقلیمی مورد شناسایی قرار گرفتند در مرحله بعد، از آزمون من‌کندال به بررسی روند عناصر اقلیمی در مراحل مختلف فنولوژی محصول پسته استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که در بین پارامترهای اقلیمی برکشت پسته، میانگین رطوبت نسبی، دما حداکثر و حداقل، میانگین دما، سرعت باد و ساعت آفتابی روند افزایشی معنی‌داری در سطح ۵ درصد را دارا می‌باشند. در پژوهشی باعقیده و همکاران(۱۳۹۶) به بررسی ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر روند و ساختار پارامترهای آب‌وهوایی مؤثر بر تولید پسته پرداختند و نتایج بر اساس آزمون من‌کندال در دوره پایه نشان داد که پارامترهای میانگین، حداکثر و حداقل دمای فصل رشد که در سطح ۹۹درصد دارای روند معنی‌دار و مثبت می‌باشند، که همسو این پژوهش است.

منابع

۱- باعقیده، محمد، عسگری، الهه و کاشکی، عبدالرضا(۱۳۹۶). ارزیابی پیامدهای تغییراقلیم بر روند و ساختار پارامترهای آب و هوایی مؤثر بر تولید پسته مطالعهٔ موردی: سبزوار، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره هشتم، شمارهٔ بیست و نهم، صص ۱۷-۳۲

۲- حسین زاده کرمانی، محمود؛ اسماعیل نژاد، مرتضی (۱۳۹۱): پهنه بندی نیاز آبی محصول پسته در غرب وجنوب غرب استان خراسان رضوی با تأکید بر توسعه پایدار کشاورزی در محیطGIS .اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک.
۳- رضایی، حسن(۱۳۹۸): ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر مناطق کشت زرشک در ایران، استاد راهنما: غلام عباس فلاح قالهری، پایان‌نامه دکتری رشته اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۴- رضایی، حسن(۱۳۹۹). تغییر اقلیم کشاورزی، انتشارات دانشگاهیان، تهران، ایران.
۵- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۹). شناسنامه آب و هواشناسی گناباد.
۶- سلاجقه، مریم؛ باقی زاده، امین؛ عراقی زاده، محسن (۱۳۹۲): تأثیر پارامترهای جوی بر محصولات کشاورزی دریک اقلیم بیابانی(مطالعه موردی : شهر کرمان). دومین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی گیاه ، آب،هوا و خاک.
۷- قناعت، نونا؛ نیک مهر، ملیحه (۱۳۹۰). درخت پسته و سرما. ماهنامه تحلیلی ، خبری و آموزشی، شماره ۲۲.
۸- میرموسوی، سیدحسین؛ میریان، مینا (۱۳۹۰). کاربست مدل بولین در ارزیابی جغرافیایی امکان کشت پسته در استان زنجان، اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی دانشگاه زنجان.

9- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., & Reynolds, M. P. (2015). Rising Temperatures Reduce Global Wheat Production. Nature Climate Change. Vol. 5. Pp. 143-147.
10- Alegbeleye, O. O., Singleton, I., & Sant'Ana, A. S. (2018). Sources And Contamination Routes Of Microbial Pathogens To Fresh Produce During Field Cultivation: A Review. Food Microbiology, 73, 177-208
11- Aydın, Y., Yücel, A., Atılgan, A., Tanrıverdi, Ç. (2019). Determination Of Growing Degree Day (GDD) Values: Pistachio (Pistacia Vera L.) Case. Scientific Papers. Series B. Horticulture, 63(2):47-55.
12- Bastan, M., Khorshid-Doust, R. R., Sisi, S. D., & Ahmadvand, A. (2018): Sustainable Development Of Agriculture: A System Dynamics Model. Kybernetes.
13- Bullock, R., & Kariuki, J. (2019): A Review Of Gender And Sustainable Land Management: Implications For Research And Development.
14- Celik, M. A., Kulak, M., Cetinkaya, H., Koc, M., Göceri, A., & Özüpekçe, S. (2018). An Investigation On Effects Of Dry And Wet Climate Conditions On Pistachio (Pistacia Vera) Yield In Middle Euphrates Basin Southeast Of Turkey. Scientific Papers, 159.
15- Cotterman, K. A., Kendall, A. D., Basso, B., & Hyndman, D. W. (2018): Groundwater Depletion And Climate Change: Future Prospects Of Crop Production In The Central High Plains Aquifer. Climatic Change, Vol. 146. Pp, 187-200.
16- Etesami, H., & Maheshwari, D. K. (2018): Use Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgprs) With Multiple Plant Growth Promoting Traits In Stress Agriculture: Action Mechanisms And Future Prospects. Ecotoxicology And Environmental Safety, Vol. 156. Pp, 225-246.
17- Giller, K. E. (2020): The Food Security Conundrum Of Sub-Saharan Africa. Global Food Security, Vol. 26, Pp, 100431.
18- Lettenmaier, D. P., E. F. Wood, And J. R. Wallis. (1994): Hydro-Climatological Trends In The Continental United States, 1948–88. J. Climate, Vol. 7, Pp, 586-607.
19- Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence Of Extreme Weather Disasters On Global Crop Production. Nature, Vol. 529, Pp, 84-87.
20- Serrano, A., Mateos, V.L., And Garcia, J.A. (1999). Trend Analysis Of Monthly Precipitation Over The Iberian Peninsula For The Period 1921-1995. Phys. Chem. EARTH(B), VOL.24, NO. 1-2:85-90.
21- Tveito, O.E. Forland, E.J. Alexanderson, H. Drebs, A. Jonson, T. Tuomenvirta, Hvaarby Laursen, E. (2001): Nordic Climat Maps.DNMI Report 06/01 Klima.

22- Yin, X. G., Jabloun, M., Olesen, J. E., Öztürk, I., Wang, M., & Chen, F. (2016: Effects Of Climatic Factors, Drought Risk And Irrigation Requirement On Maize Yield In The Northeast Farming Region Of China. The Journal Of Agricultural Science, Vol. 154, Pp, 1171-1189.