

بررسی و پهنه‌بندی تنش‌های گرمایی موثر بر محصولات کشاورزی استان خراسان رضوی با استفاده از GIS

آمنه میان آبادی^۱ - محمد موسوی بایگی^{۲*} - حسین ثنائی نژاد^۳ - احمد نظامی^۴

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۱

چکیده

عوامل آب و هوایی و اقلیمی نقش بسیار اساسی در رشد و توسعه گیاهان دارند و از دسته متغیرهای غیرقابل کنترل و اثرگذار بر کشاورزی محسوب می‌شوند. آستانه تحمل گیاهان در رابطه با هر یک از پارامترهای هواشناسی محدود است و هر گونه ناهنجاری در این پارامترها می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی اثرات قابل ملاحظه‌ای بگذارد. استان خراسان رضوی نیز همه ساله خسارات زیادی را از وقوع مخاطرات مختلف جوی و اقلیمی به خصوص در بخش کشاورزی متحمل می‌شود. در این میان تنش‌های گرمایی از مهمترین پدیده‌های زیان بخش است که مشکلات بسیاری را برای محصولات ایجاد می‌کند در این مقاله وقوع تنش گرمایی در استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفته و پهنه بندی شده است. به این منظور با توجه به نیازهای حرارتی گیاهان مهم منطقه به طور میانگین برای کل گیاهان آستانه‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس به عنوان دمای بیشینه و ۲۰ درجه سلسیوس به عنوان دمای کمینه تعیین شده است. سپس با استفاده از داده‌های هواشناسی ۱۳ ساله تعداد روزهای با دمای بیشتر از این آستانه‌ها مشخص شد. پس از انجام آزمون آماری بر ای کفایت داده‌ها (تعیین اندازه نمونه^۵) با استفاده از نرم‌افزار Jmp4، معادلات مناسب جهت پهنه بندی با استفاده از مدل ارتفاع رقومی در نرم‌افزار Arcview 3.2 استخراج شد. نتایج نشان داد که پدیده تنش گرمایی در جنوب و غرب خراسان بیشتر مشاهده می‌شود و سرخس و سبزواری بیشتر از سایر مناطق از این تنش آسیب می‌بینند.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، خراسان رضوی، پهنه بندی

مقدمه

با این دسته از بلایا بسیار آسیب پذیر هستند. مشکل وقتی حادث می‌شود که در نتیجه رشد جمعیت و مشکلات اقتصادی ناشی از آن، کشت و کار در مناطقی صورت می‌گیرد که شرایط مناسب را نداشته و در معرض خطر می‌باشند (۱۱). تنش گرمایی از مهمترین پدیده‌های زیان بخش جوی است که مشکلات بسیاری را برای محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند. تنش گرمایی باعث برخی تغییرات متابولیکی از جمله تغییر ماهیت پروتئین‌ها، تجزیه شیمیایی مولکول‌ها در داخل پروتوپلاسم، تخریب DNA و RNA، کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس (گرسنگی گیاه^۶) و تولید برخی مواد سمی در اثر تجزیه مواد خواهد شد که در نهایت باعث از بین رفتن گیاه می‌شود. (۱۰).

فتوسنتز و تنفس دو پدیده حیاتی هستند که بیش از هر فرآیند دیگری به تغییرات دمای هوا واکنش نشان می‌دهند، می‌باشند. واکنش دما به این صورت است که روی آنزیم‌هایی که در واکنش های فتوسنتز و تنفس عمل می‌کنند، تاثیر می‌گذارد. البته اثر دما بر

آستانه تحمل گیاهان در رابطه با هر یک از پارامترهای هواشناسی محدود است و هر گونه ناهنجاری در این پارامترها می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی اثرات قابل ملاحظه‌ای بگذارد. به عنوان مثال در تیرماه ۱۳۸۲ موج گرمایی باعث خسارات زیادی به غلات بهاره و گیاهان باغی وارد کرده و علاوه بر تنش حرارتی تنش رطوبتی را نیز به همراه داشت (۷). اکثر جوامع به خصوص جوامع ضعیفی که تنوع اقتصادی ندارند، به شدت وابسته به درآمد حاصله از بخش کشاورزی بوده و بنابراین در مواجهه

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: (Email: mousavi500@yahoo.com)

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مناطق پرخطر در جهان را بر اساس خصوصیات فیزیکی و اقلیمی آن‌ها تعیین کنیم (۱۳). ساپیر^۳ و همکاران با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در پایگاه داده ای EM-DAT، کشورهایی که بیشترین بلایای طبیعی (شامل موج گرمایی) را شاهد بوده‌اند، مشخص نمودند (۱۱). شبکه سرویس هواشناسی اروپا^۴ نیز برای هر استان در هر کشور اروپایی، پدیده‌های زیان بخش جوی و نیز میزان خطر ناشی از وقوع آن را مشخص نموده است. پدیده‌هایی که در این شبکه مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل باد، باران، یخبندان، برف، طوفان تندری، مه، دماهای بالا، دماهای پایین، حوادث ساحلی، آتش سوزی جنگل و بهمن بوده‌اند (۱۵).

در این تحقیق، هدف شناسایی مناطق پرخطر و در معرض وقوع تنش‌های گرمایی در استان خراسان رضوی با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی و بررسی تطابق گیاهان مناسب با وضعیت گرمایی در هر منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی می‌باشد که در منطقه معتدل شمالی قرار داشته و از نظر موقعیت طبیعی، به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. بخش‌های شمال استان بیشتر کوهستانی هستند که بین آن‌ها دشت‌های حاصلخیز قرار گرفته و به سبب بارندگی‌های قابل توجه، از شرایط مناسب کشاورزی و دامداری برخوردار شده است. بخش‌های جنوبی استان به سبب مجاورت با کویر و پست بودن نواحی، دارای بارندگی‌های کم و دمای بالا است که این امر موجب فقر پوشش گیاهی و فقدان شرایط مناسب برای کشاورزی شده است (۵).

برای تامین داده‌های مربوط به محصولات کشاورزی، اطلاعات سطح زیر کشت محصولات زراعی استان خراسان رضوی مورد استفاده قرار گرفت. این اطلاعات که از سایت سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی اخذ گردیده، شامل سطوح زیر کشت محصولات زراعی استان به تفکیک شهرستان‌ها از سال زراعی ۶۳-۱۳۶۲ تا ۸۵-۱۳۸۴ می‌باشد. بر این اساس مهم‌ترین گیاهان منطقه از نظر سطح زیر کشت شامل گندم، جو، چغندر قند و پنبه می‌باشد که آستانه‌های بحرانی تنش گرمایی به طور میانگین با توجه به حد تحمل این محصولات انتخاب شد. برای استخراج داده‌های هواشناسی، اطلاعات ده ایستگاه همدیدی فعال استان خراسان رضوی، از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این اطلاعات شامل داده‌های دما تا پایان سال ۲۰۰۵ میلادی می‌باشد. در بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور بر روی داده‌ها کنترل کیفی صورت گرفته

رشد و تکامل گیاه و توازن تنفس و فتوسنتز موضوعی بسیار پیچیده است (۴). درجه حرارت‌های کمینه بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس در شب می‌تواند همراه با تشدید تنفس و کاهش انتقال مواد آلی از اندام هوایی به اندام ذخیره ای، کندی رشد و در نتیجه نقصان عملکرد در واحد سطح را فراهم سازد. همچنین درجه حرارت‌های بیشینه بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس در روز به ویژه در گیاهان سه کرپنه می‌تواند موجب بسته شدن روزنه‌ها شده و در نتیجه کاهش فتوسنتز را به همراه داشته باشد و یا باعث کمبود آب در گیاه شود (۱، ۷).

کریمی و همکاران با بررسی موج گرمایی تیر ماه ۱۳۸۲ که مصادف با رشد و نمو رویشی و زایشی گیاهان زراعی بهاره مانند چغندر قند، سیب زمینی، پنبه، آفتابگردان و ذرت و نیز گیاهان باغی مانند سیب، گلابی، گردو، انگور و انجیر بوده است، دریافتند که این گرما باعث پیدایش تنش‌های حرارتی شدید شده و همچنین تنش‌های رطوبتی (کمبود آب) را نیز به همراه داشته است. تنش‌های حرارتی شبانه در چغندر قند، کاهش عیار قند و در نتیجه کاهش عملکرد شکر سفید را موجب شده است (۷).

طبق بررسی مهندسین مشاور کوانتا بر روی پنبه و در زمان تشکیل جوانه میوه دهنده تا گل دادن دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس نامساعد بوده و سبب ریزش گل و غوزه می‌شود. در زمان گل دادن نیز وقوع دماهای بیش از ۲۱ درجه در شب باعث تشدید تنفس و کاهش عملکرد می‌شود (۹). در صورت مساعد بودن رطوبت خاک، گیاه می‌تواند دماهای ۳۵ تا ۴۰ درجه را نیز تحمل کند، اما تداوم آن باعث کاهش عملکرد می‌شود (۲). در مورد چغندر قند دماهای بالاتر از ۳۵ تا ۴۰ درجه رشد ریشه و ذخیره قند را متوقف می‌کند (۹).

در مورد گندم، دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس باعث محدود شدن فتوسنتز، دماهای ۳۵ تا ۴۰ درجه باعث تسریع تنفس و احتمال کاهش وزن گیاه و دمای بالاتر از ۴۰ درجه گرمای کشنده می‌باشد (۳). به این ترتیب با توجه به اهمیت این تنش محققان مختلف به بررسی و پهنه‌بندی این تنش به همراه سایر پدیده‌های زیان بخش جوی پرداخته‌اند. نوا^۱ در ایالت متحده نیز تحقیقاتی را در این زمینه انجام داده و مناطقی را که هر یک از این پدیده‌ها و از جمله تنش گرمایی در آن اتفاق افتاده است با استفاده از تصاویر ماهواره ای مشخص کرده است. همچنین خسارات ناشی از این مخاطرات و راهکارهای کاهش آن‌ها را ارائه نموده است (۱۲). مک‌گوایر^۲ و همکاران نیز با استفاده از تصاویر ماهواره ای و اطلاعات آماری اقدام به تهیه اطلس جهانی بلایای طبیعی (شامل دماهای بالا) نمودند. آن‌ها نشان دادند که خطر بلایا به خصوصیات ژئوفیزیکی و هواشناسی مناطق بستگی دارد که این مسئله کمک می‌کند که

و کلیه آزمون های همگنی، استقلال و کفایت داده ها انجام شده است. فقط در بعضی از ایستگاه ها (از جمله در گلمکان و گناباد) خلاء داده ها با استفاده از ایستگاه های مجاور و به روش نسبت ها برطرف شده است. جدول ۱ ایستگاه های مورد بررسی و تعداد سال های آماری موجود و نیز تعداد سال های مورد استفاده در این تحقیق را نشان می دهد. لازم به ذکر است که به دلیل کم بودن سال های آماری موجود در بعضی از ایستگاه ها، برای مقایسه بهتر میان ایستگاه ها تنها به دوره آماری مشترک ۱۳ سال (۲۰۰۵-۱۹۹۳) بین آن ها انتخاب و مورد استفاده قرار گرفته است.

در ابتدا برای بررسی بهتر شرایط وقوع تنش گرمایی در هر منطقه و مقایسه آن ها، نواحی اقلیمی استان تعیین و پهنه بندی شد. به این منظور از روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن استفاده شد (شکل ۱). در این روش بین متوسط درجه حرارت سالانه (T) و متوسط بارندگی سالانه (P) رابطه (۱) برقرار است (۶).

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

جدول ۲ نشان می دهد که استان خراسان رضوی در مجموع شامل دو ناحیه اقلیمی خشک و نیمه خشک می شود. شکل ۱ نیز

پهنه بندی اقلیمی استان را نشان می دهد. یکی از مهمترین ویژگی های تنش در اثر دماهای بالا در کشاورزی تعداد روزهایی است که دمای بیشینه محیط بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس می باشد. زیرا در این دما تبخیر و تعرق گیاه افزایش یافته و گیاه علاوه بر تنش حرارتی و اثرات فیزیولوژیکی آن با کمبود آب نیز مواجه می شود (۸). با مطالعه ای که بر روی داده های روزانه ایستگاه ها انجام شد، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و بیشینه دمای مورد نیاز گیاهان مهم، سه آستانه دمایی ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس انتخاب شدند و روزهایی که دمای بیشینه روزانه آن از این آستانه ها بیشتر بوده، شمارش شدند. همچنین به دلیل اهمیت تنش گرمایی در شب، تعداد روزهایی که دمای هوای کمینه از ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر بود، نیز مشخص شده و سپس تلفیق آن با تعداد روزهایی که دمای بیشینه آن بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس بوده، تعداد روزهایی که هم دمای بیشینه بالاتر از ۳۰ درجه و هم دمای کمینه بالاتر از ۲۰ درجه بودند، تعیین شد. نتایج به دست آمده دارای توزیع نرمال بوده و برای محاسبه تعداد روزهای همراه با تنش گرمایی با احتمالات مختلف در این توزیع از رابطه زیر استفاده می شود.

جدول ۱- ایستگاه های همدیدی مورد مطالعه استان خراسان رضوی

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
قوچان	۴ ۳۷	۳۰ ۵۸	۱۲۸۷
گلمکان	۲۹ ۳۶	۱۷ ۵۹	۱۱۷۶
گناباد	۲۱ ۳۴	۴۱ ۵۸	۱۰۵۶
کاشمر	۱۲ ۳۵	۲۸ ۵۸	۱۱۰۹/۷
مشهد	۱۶ ۳۶	۳۸ ۵۹	۹۹۹/۲
نیشابور	۱۶ ۳۶	۴۸ ۵۸	۱۲۱۳
سبزوار	۱۲ ۳۶	۴۳ ۵۷	۹۷۷/۶
سرخس	۳۲ ۳۶	۱۰ ۶۱	۲۳۵
ترت	۱۶ ۳۵	۱۳ ۵۹	۱۴۵۰/۸
حیدریه			
ترت جام	۱۵ ۳۵	۳۵ ۶۰	۹۵۰/۴

جدول ۲- تعیین اقلیم هر ایستگاه به روش دو مارتن

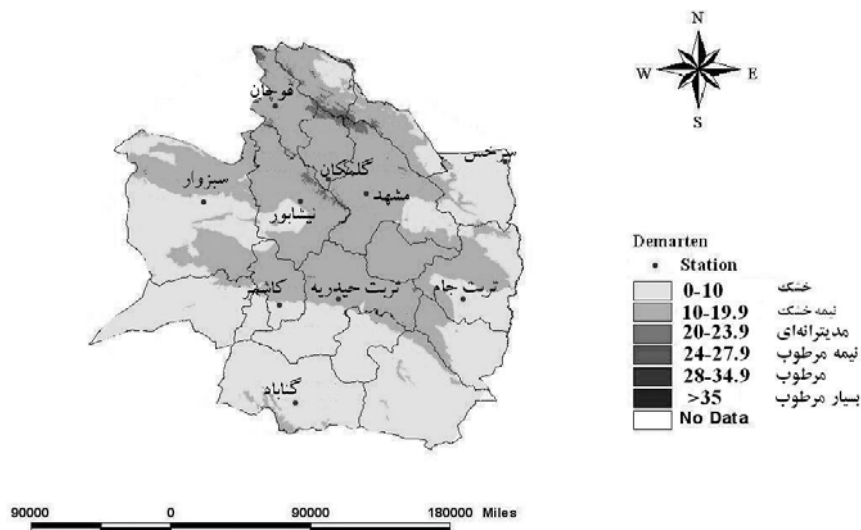
ایستگاه	میانگین دما (درجه سلسیوس)	میانگین بارش (میلی متر)	ضریب	اقلیم
قوچان	۱۲/۸	۳۱۳/۱	۱۳/۷۳	نیمه خشک
گلمکان	۱۳/۴	۲۱۴/۵	۹/۱۷	خشک
گناباد	۱۷/۳	۱۴۴/۴	۵/۲۹	خشک
کاشمر	۱۷/۷	۲۰۳/۹	۷/۶۳	خشک
مشهد	۱۴/۱	۲۵۵/۲	۱۰/۵۹	نیمه خشک
نیشابور	۱۴/۳	۲۳۹/۸	۹/۸۷	خشک
سبزوار	۱۷/۴	۱۸۹/۶	۶/۹۲	خشک
سرخس	۱۷/۹	۱۸۸/۹	۶/۷۷	خشک
ترت حیدریه	۱۴/۳	۲۷۳/۹	۱۱/۲۷	نیمه خشک
ترت جام	۱۵/۶	۱۷۵/۶	۶/۸۶	خشک

پارامترهای به دست آمده در هر ایستگاه و موقعیت مکانی شامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی معادلات مناسب برای پهنه بندی استخراج شد. این معادلات با استفاده از نرم افزار Jmp4 به دست آمده و در آن‌ها، طول و عرض جغرافیایی بر حسب یکای دستگاه مختصات جهانی مرکاتور^۱ (UTM) می‌باشد. بسیاری از این معادلات دارای ضریب تبیین مناسبی بوده و ضرایب متغیرها نیز در سطح اطمینان ۸۰ درصد معنی دار می‌باشند.

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2)$$

در این معادله σ انحراف معیار داده‌ها، μ میانگین داده‌ها، x متغیر و f تابع احتمال می‌باشد. برای به دست آوردن مقادیر x با احتمالات مختلف، مقادیر احتمال، انحراف معیار و میانگین وارد معادله شده و x به دست می‌آید.

برای رسم نقشه‌های رقومی پهنه بندی از نرم افزارهای Arc view 3.2 و ArcGIS 9.1 استفاده شد. به این منظور با استفاده از



شکل ۱- نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس ضریب خشکی دوما رتن

دوره آماری ۱۳ ساله اکتفا شد و معادلات بر حسب آن به دست آمد. پس از استخراج معادلات، مدل ارتفاع رقومی^۲ استان خراسان (با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و با فاصله خطوط تراز ۱۰۰ متر) تهیه شده و سپس در Arc view 3.2 به گرید^۳ تبدیل شد که به عنوان لایه مبنای ارتفاع استفاده گردید. برای تهیه لایه مبنای طول و عرض جغرافیایی ابتدا خطوط لایه DEM تبدیل به نقطه شده و x و y نقاط حاصل تعیین گردید. سپس این لایه به محیط نرم افزار ArcGIS 9.1 برده شده و به روش Natural Neighbor درون یابی شد که به این ترتیب، لایه مبنای طول و عرض جغرافیایی به دست آمد. آن گاه با وارد کردن این سه لایه مبنای در محیط نرم افزار Arc view 3.2 و با استفاده از معادلات به دست آمده، نقشه‌های پهنه بندی تهیه شدند.

جدول ۳ معادلات به دست آمده و ضرایب تبیین را برای هر یک از پارامترها نشان می‌دهد. پیش از استخراج معادلات با استفاده از نرم افزار Jmp4، ابتدا کفایت ایستگاه‌ها برای استخراج این معادلات در دوره آماری ۱۳ ساله مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای افزایش دقت بررسی کفایت داده‌ها به جز ایستگاه تربت جام، در سایر ایستگاه‌ها دوره آماری ۱۵ ساله نیز مورد بررسی قرار گرفت. این بخش از پژوهش شامل دو قسمت بود که در یک بخش، میانگین ۱۳ ساله ایستگاه تربت جام به همراه میانگین ۱۵ ساله سایر ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفته و در بخش دیگر ایستگاه تربت جام حذف شده و بررسی‌ها بر روی ۹ ایستگاه باقی مانده و در دوره ۱۵ ساله انجام شده است. با توجه به نتایج به دست آمده و با توجه به اینکه توان آزمون کفایت داده‌ها و نیز ضریب تبیین در سه گزینه ذکر شده در جدول ۸ تفاوت معنی داری نداشته و تقریباً یکسان بود، به همان

2 - Digital Elevation Model
3 - Grid

1 - Universal Transverse Mercator coordinate system

(جدول ۳) - معادلات استخراج شده برای هر پارامتر و ضریب تبیین مربوط به هر معادله

R^2	معادلات برای دوره ۱۳ ساله	پارامتر
0.83	$I = 1238.68 - 0.1133h - 0.000222y - 0.000274x$	تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰
0.92	$I = 927.49 - 0.0957h - 0.000148y - 0.000172x$	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰
0.83	$I = 1232.82 - 0.115h - 0.000219y - 0.00028x$	تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰ و دمای بیشینه بیش از ۳۰
0.94	$I = 818.32 - 0.119h - 0.000122y - 0.000234x$	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۵
0.86	$I = 58.813 - 0.0235h - 0.000042x$	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۴۰

نتایج و بحث

بیشترین امکان وقوع را دارد. جداول ۵ تا ۷ تعداد روزهای همراه با تنش گرمایی را با احتمالات مختلف نشان می‌دهد. این احتمالات با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel و با توجه به فرمول توزیع احتمال نرمال به دست آمده است. ملاحظه می‌شود که برای افزایش دقت تخمین تعداد روزهای همراه با تنش، دامنه اطمینان در نظر گرفته بیش تر می‌شود.

نتایج نشان داد که به طور میانگین از نظر وقوع دماهای بیشینه بحرانی، ایستگاه سرخس و از نظر وقوع دماهای کمینه بحرانی، سبزوار پرمخاطره ترین مناطق استان می‌باشند (جدول های ۴ تا ۷). شکل های ۲ تا ۶ نشان می‌دهد که در نواحی جنوب، جنوب غربی و غرب استان و نیز تا حدودی در شمال شرق استان تنش گرمایی

(جدول ۴) - تعداد روزهای با پارامترهای حرارتی مورد بررسی در دوره ۱۳ ساله

ایستگاه	دمای بیشینه بیش از ۳۰	دمای بیشینه بیش از ۳۵	دمای بیشینه بیش از ۴۰	دمای کمینه بیش از ۲۰	دمای کمینه بیش از ۳۰ حداکثر بیش از ۳۰
قوچان	۷۸	۱۰	۰/۱	۵	۵
گلمکان	۸۹	۱۵	۰/۲	۹	۸
گناباد	۱۴۱	۶۴	۵/۴	۷۴	۷۳
کاشمر	۱۳۵	۶۸	۵/۵	۸۸	۸۸
مشهد	۱۱۴	۳۹	۱/۸	۳۷	۳۶
نیشابور	۱۱۶	۳۸	۰/۸	۸	۸
سبزوار	۱۴۹	۹۰	۱۴/۹	۹۸	۹۸
سرخس	۱۵۲	۹۴	۱۷/۷	۷۵	۷۵
تربت	۸۹	۱۴	۰/۱	۳۳	۳۱
حیدریه					
تربت جام	۱۲۰	۳۸	۱/۳	۴۰	۳۹

(جدول ۵) - تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس با احتمالات مختلف در دوره ۱۳ ساله

ایستگاه	احتمال (درصد)			
	۹۰	۷۵	۵۰	۲۵
قوچان	۸۹	۸۴	۷۸	۷۲
گلمکان	۱۰۳	۹۶	۸۹	۸۲
گناباد	۱۵۸	۱۵۰	۱۴۱	۱۳۲
کاشمر	۱۵۱	۱۴۳	۱۳۵	۱۲۷
مشهد	۱۲۹	۱۲۲	۱۱۴	۱۰۷
نیشابور	۱۲۹	۱۲۳	۱۱۶	۱۱۰
سبزوار	۱۶۴	۱۵۷	۱۴۹	۱۴۱
سرخس	۱۶۶	۱۵۹	۱۵۲	۱۴۵
تربت حیدریه	۹۹	۹۴	۸۹	۸۴
تربت جام	۱۳۲	۱۲۷	۱۲۰	۱۱۴

(جدول ۶) - تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۵ درجه سلسیوس با احتمالات مختلف در دوره ۱۳ ساله

ایستگاه	احتمال (درصد)			
	۹۰	۷۵	۵۰	۲۵
قوچان	۱۷	۱۴	۱۰	۷
گلمکان	۲۵	۲۰	۱۵	۹
گناباد	۷۶	۷۱	۶۴	۵۸
کاشمر	۷۸	۷۴	۶۸	۶۳
مشهد	۵۲	۴۶	۳۹	۳۳
نیشابور	۵۱	۴۵	۳۸	۳۱
سبزوار	۱۰۱	۹۶	۹۰	۸۴
سرخس	۱۰۶	۱۰۰	۹۴	۸۷
تربت	۲۵	۲۰	۱۴	۸
حیدریه				
تربت جام	۵۱	۴۵	۳۸	۳۰

(جدول ۷) - تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس و دمای کمینه بیش از ۲۰ درجه سلسیوس با احتمالات مختلف در دوره ۱۳ ساله

ایستگاه	احتمال (درصد)			
	۹۰	۷۵	۵۰	۲۵
قوچان	۹	۷	۵	۲
گلمکان	۱۴	۱۱	۸	۵
گناباد	۸۶	۸۰	۷۳	۶۷
کاشمر	۹۶	۹۲	۸۸	۸۳
مشهد	۴۷	۴۲	۳۶	۳۱
نیشابور	۱۳	۱۰	۸	۵
سبزوار	۱۱۹	۱۰۹	۹۸	۸۶
سرخس	۸۵	۸۰	۷۵	۶۹
تربت	۳۷	۳۴	۳۱	۲۷
حیدریه				
تربت جام	۴۹	۴۴	۳۹	۳۳

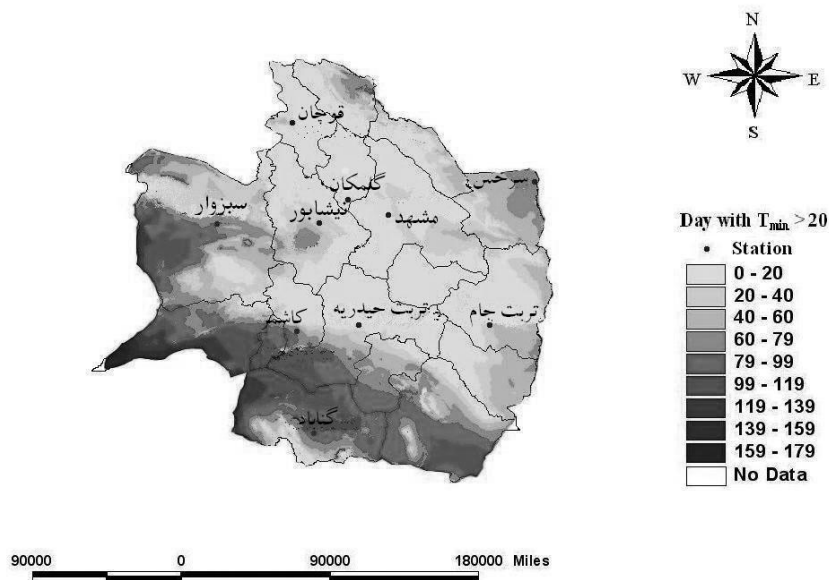
شده است. از آن‌جا که معادلات استخراج شده برای ۱۰ ایستگاه و در محدوده ارتفاعی ۲۳۵ تا ۱۴۵۰ متر تعریف شده و در همین محدوده دارای حدود اطمینان مناسب می‌باشد، لذا می‌توان این خطا را توجیه نموده و در حد دقت مورد نیاز معادلات آن را پذیرفت. البته برای رفع این مشکل، در نرم‌افزار Arc view 3.2 مقادیر منفی را صفر تعریف نموده و پهنه‌بندی بر اساس مقادیر قابل قبول انجام شد.

شکل‌های ۲ تا ۶ نشان می‌دهد که وقوع دماهای بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس و بیشتر، در جنوب، غرب و جنوب غرب استان به دلیل نفوذ سامانه کم‌فشار حرارتی مرکزی ایران و نیز تا حدودی در شمال شرق استان به دلیل نفوذ جریان‌های گرم ترکمنستان، بیشتر امکان پذیر است.

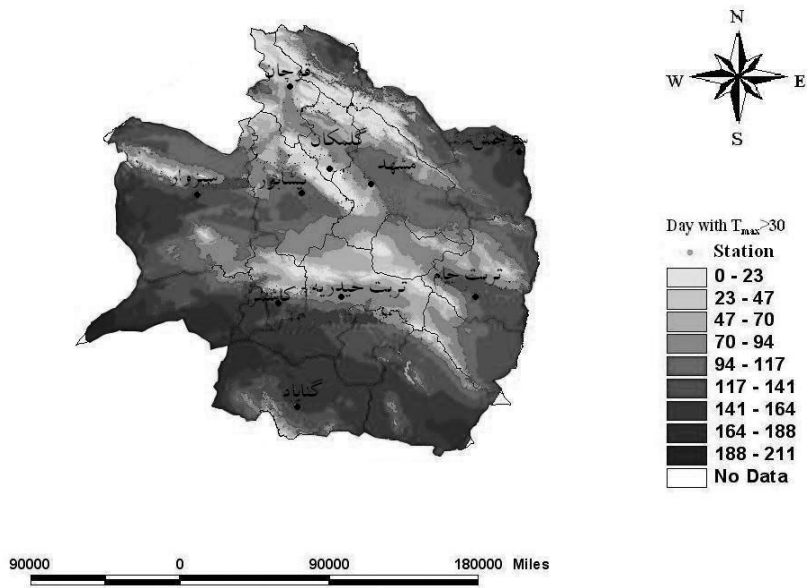
همان‌طور که ذکر شد، برای انتخاب دوره آماری مناسب از آزمون کفایت داده‌ها استفاده شده است. جدول ۸ نشان می‌دهد که عموماً، توان آزمون برای ۱۰ ایستگاه کم است و برای رسیدن به درجه اطمینان بالاتر باید تعداد ایستگاه‌ها را افزایش داد. اما با توجه به محدودیت موجود و نیز به لحاظ این‌که ضرایب تبیین معادلات استخراج شده، قابل قبول می‌باشد، ضعف توان آزمون را نادیده گرفته و معادلات مربوط بر اساس دوره ۱۳ ساله و با ۱۰ ایستگاه موجود به دست آمد. لازم به ذکر است که در بعضی موارد محدوده‌های تعریف شده در نقشه‌های پهنه‌بندی غیر منطقی و غیر قابل قبول بود. به عنوان مثال در مورد پهنه‌بندی تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس ملاحظه شد که در بعضی موارد و به خصوص در نقاط با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر، مقادیر تعداد روزها منفی گزارش

(جدول ۸) - مقادیر ضریب تبیین و توان آزمون کفایت داده‌ها ($\alpha=0.2$) برای دوره‌های آماری مختلف

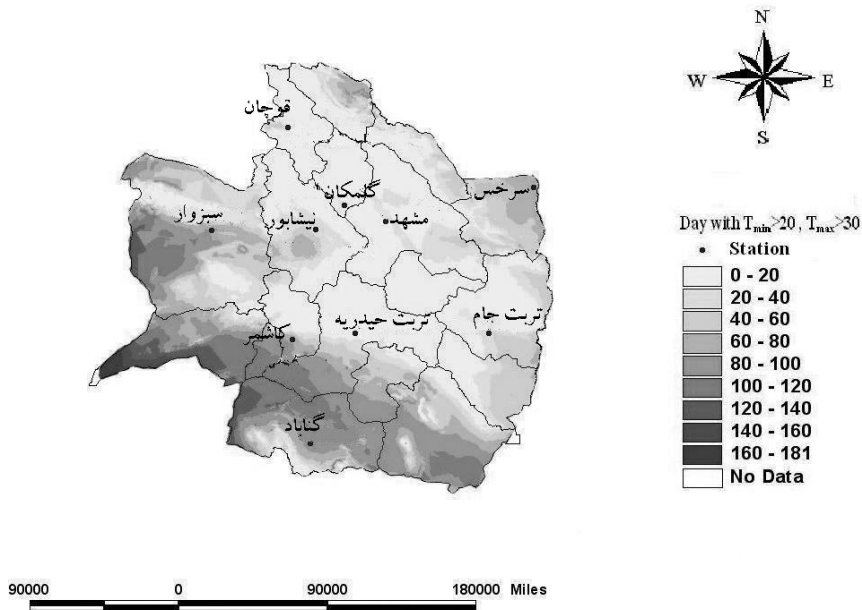
دوره ۱۵ ساله بدون ایستگاه تربت جام (۱۹ ایستگاه)		دوره ۱۵ ساله با ایستگاه تربت جام (۱۰ ایستگاه)		دوره ۱۳ ساله (۱۰ ایستگاه)		پارامتر
توان آزمون ($\alpha=0.2$)	R^2	توان آزمون ($\alpha=0.2$)	R^2	توان آزمون ($\alpha=0.2$)	R^2	
۰/۲۳	۰/۸۳	۰/۲۳	۰/۸۲	۰/۲۴	۰/۸۳	تعداد روزهای با دمای کمینه بیشتر از ۲۰
۰/۲۳	۰/۸۴	۰/۲۳	۰/۸۳	۰/۲۴	۰/۸۳	تعداد روزهای با دمای کمینه بیشتر از ۲۰ و بیشینه بیشتر از ۳۰
۰/۴۶	۰/۹۳	۰/۵۲	۰/۹۲	۰/۵۳	۰/۹۲	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیشتر از ۳۰
۰/۲۴	۰/۹۴	۰/۲۵	۰/۹۴	۰/۲۵	۰/۹۴	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیشتر از ۳۵
۰/۲۱	۰/۸۶	۰/۲۱	۰/۸۶	۰/۲۱	۰/۸۶	تعداد روزهای با دمای بیشینه بیشتر از ۴۰



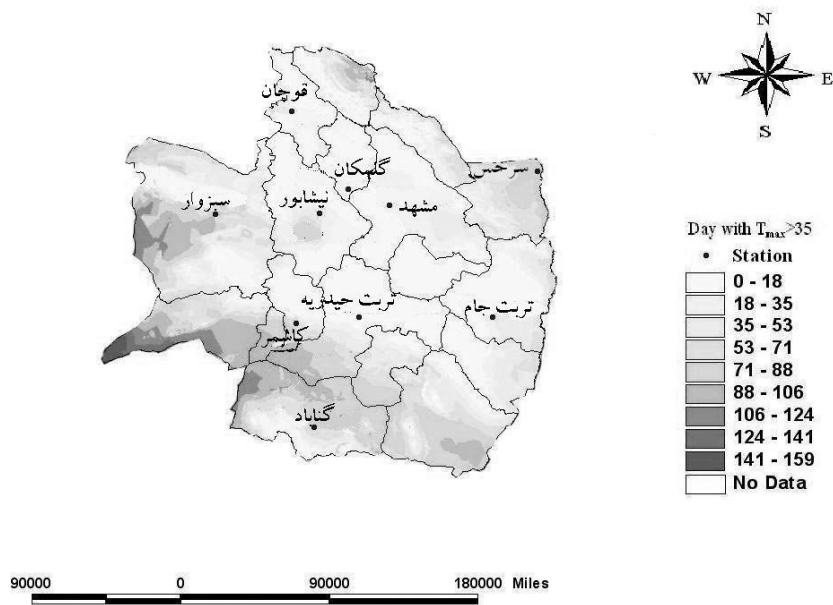
(شکل ۲) - نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰ درجه سلسیوس



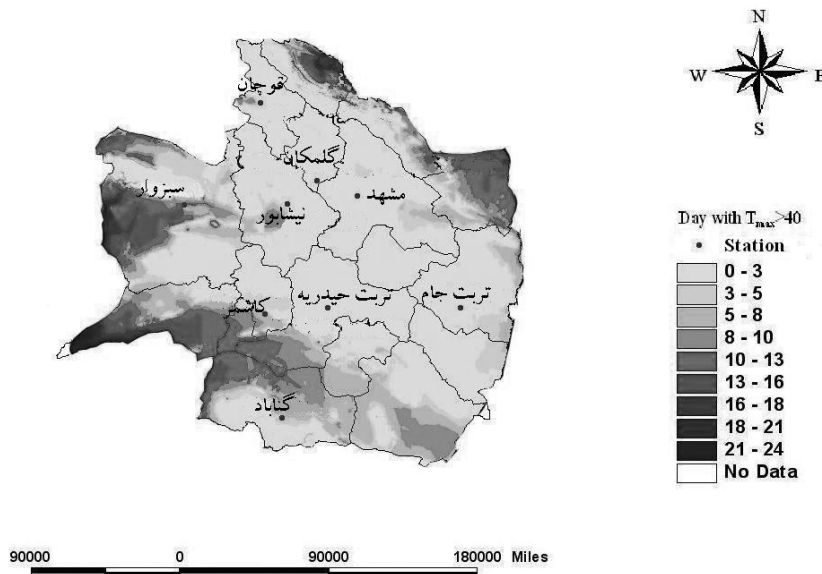
(شکل ۳) - نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس



(شکل ۴) - نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ و دمای کمینه بیش از ۲۰ درجه سلسیوس



(شکل ۵) - نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۵ درجه سلسیوس



(شکل ۶) - نقشه پهنه بندی استان خراسان رضوی بر اساس تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۴۰ درجه سلسیوس

در نهایت کاهش عملکرد روبه رو می شوند. برای مقابله با تنش گرمایی، کاشت ارقام متناسب با وقوع دماهای بحرانی در منطقه و استفاده از ارقام مناسب و مقاوم به تنش های گرمایی، آبیاری به موقع، حفظ رطوبت خاک و نیز استفاده از سیستم های هشدار پیشنهاد می شود.

در این مناطق پس از گندم و جو، هندوانه و چغندر قند مهمترین محصولات هستند. همچنین در گناباد و کاشمر زعفران و پنبه جزو محصولات مهم منطقه می باشد. بیشترین احتمال وقوع این دماها در ماه ژوئیه می باشد. در این زمان زعفران و زیره سبز روی زمین نمی باشند و بنابراین مخاطره ای آن ها را تهدید نمی کند. سایر محصولات با کمبود رطوبت خاک، افزایش تنوع آفات و بیماری ها و

نتیجه گیری کلی

سرخس و سبزواری بیشتر از سایر مناطق از این تنش آسیب می بینند. اما باید در نظر داشت که تحقیق حاضر با استفاده از اطلاعات و امکانات فعلی موجود در استان خراسان رضوی انجام شده است. به طور قطع با داشتن اطلاعات و امکانات بیشتر (تعداد سال‌های آماری و تعداد ایستگاه‌های بیشتر با استفاده از روش‌های مناسب درون‌یابی) می‌توان نتایج قطعی‌تری را انتظار داشت. همچنین مناسب است تحقیقاتی در سایر استان‌های کشور صورت گرفته و با شناسایی مناطق پرمخاطره و احتمال وقوع پدیده، نقشه جامع تنش گرمایی را در سطح ایران تهیه نمود.

تحلیل عوامل جوی و بررسی پیشینه اثرات این عوامل به محصولات کشاورزی به مدیران بخش کشاورزی کمک می‌کند تا بتوانند احتمال رویدادهای مطلوب یا نامطلوب جوی را در مراحل بعدی نمو گیاهی با دقت بالایی تخمین زنند. این پیش‌بینی‌ها می‌تواند در عملیات مناسب زراعی و برنامه ریزی‌های طولانی مدت استفاده شود. با توجه به این مسئله نتایج بررسی در مورد پدیده مخاطره آمیز تنش گرمایی در استان خراسان رضوی نشان داد که علاوه بر سرخس که در شمال شرقی استان واقع است، به طور کلی نواحی جنوبی و غربی استان بیشتر در معرض تنش گرمایی قرار دارند و در این میان

منابع

- ۱- ایکانی، و. و ف. خوش اخلاق. ۱۳۸۲. سازوکارها، گونه‌ها و روش‌های سنجش خشکسالی. مجموعه مقالات روش‌های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی، جلد ۲، وزارت جهاد کشاورزی، ۱۷۲ صفحه.
- ۲- خواجه پور، م. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- ۳- رادمهر، م. ۱۳۷۶. تاثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۶۴ صفحه.
- ۴- راشد، م. ۱۳۶۸. اثر تنش رطوبت و دماهای بالا روی فتوسنتز و تنفس. نیوار، زمستان ۱۳۶۸: ص ۳۴-۲۱.
- ۵- شرکت فنی و مهندسی نیوار. ۱۳۸۰. اقلیم و گردشگری در استان خراسان. گزارش نهایی: سازمان هواشناسی کشور.
- ۶- علیزاده، ا. کمالی، غ. موسوی، ف و م. موسوی بایگی. ۱۳۷۹. هوا و اقلیم شناسی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۸۱ صفحه.
- ۷- کریمی، م. کمالی، غ. مهدی پور، ک. و د. طالقانی. ۱۳۸۲. موج گرمایی تیرماه ۱۳۸۲ و اثرات آن بر عملکرد محصولات زراعی و باغی کشور. مجموعه مقالات روش‌های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی: ص ۲۱۸-۲۰۹.
- ۸- کمالی، غ. ۱۳۸۴. شناسایی مناطق پر مخاطره استان مرکزی از نظر اقلیمی. پروژه تحقیقاتی سازمان هواشناسی کشور و سازمان مدیریت و برنامه ریزی.
- ۹- کوانتا، مهندسین مشاور. ۱۳۵۶. برآورد نیازها و محدودیت‌های کشاورزی ۱۵ محصول اصلی ایران. سازمان هواشناسی کشور.
- ۱۰- کوچکی، ع. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۹۱ صفحه.
- 11- Guha-Sapir, D., Hargitt, D. and P. Hoyois. 2004. Thirty year of Natural Disaster 1974 – 2003 – The Numbers. UCL Press. p.188.
- 12- Lutgens, F. K. and E. J. Tarbuck. 1998. The Atmosphere. Prentice – Hall, Inc, p. 434.
- 13- Mcguire, B. 2004. World Atlas of Natural Hazards. Oxford University Press Inc, p. 221.
- 14- NOAA Miami Regional Library. <http://www.aomlnoaa.gov/general/lib/hurricbro.html>
- 15- The Network of European Meteorological Services, "Meteoalarm, alerting Europe for extreme weather", www.meteoalarm.eu.

Studying and mapping of heat stress affecting on crops in Khorasan Razavi using GIS

A. Mianabadi – M. Mousavi-Baygi* – H. Sanaeinejad – A. Nezami¹

Abstract

Weather and climate are the most important parameters which affect on growth and development of plants and are the non-control and effective factors in agriculture. Threshold tolerance of plants is limited to these climatic parameters and fluctuation of these parameters has significant effect on agricultural products directly and indirectly. During the year, different climatic hazards damaged Khorasan Razavi province especially on agriculture field. Heat stress is one of the hazards that effects on plants. In this paper, heat stress is studied and mapped in Khorasan Razavi province. For this reason and according to plant thermal requirements, 30, 35 and 40 °C thresholds determined for maximum and 20 °C for minimum temperatures. Then by using meteorological data in a 13 years period, number of days with temperature more than these thresholds determined. After statistical test in Jmp software for determining sample size of data, suitable equations extracted for mapping by using Digital Elevation Model. Results show that heat stress appears more in south and west of Khorasan Razavi province and in this region Sabzevar and Sarakhs are damaged more than other places.

Key words: Heat stress, Khorasan Razavi, Mapping

(* - Corresponding author Email: mousavi500@yahoo.com)

1 - Contribution from College of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad