پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
ص. ۴۷۶-۴۶۳

نقش عوامل آب‌وهوایی در تعیین تاریخ آغاز کشت و طول دورهٔ رشد کلزا با کاربرد مدل CropSyst (مورد مطالعه: استان‌های ساحلی دریای خزر)

فیروز مجرّد* ـ دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران
بهمن فرهادی– استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران
راضیه خیری – کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۲۰ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۷/۰۹

چکیده

استفاده از متغیرهای آب‌وهوایی و طبیعی در تنظیم فعالیت‌های کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعهٔ حاضر، میانگین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی در ده ایستگاه جنوب دریای خزر با استفاده از شاخص درصد تجمعی میانگین بارش کل سال در دوره‌های پنج روزه (pentads) با نرم‌افزار Instat محاسبه شد. بر اساس تاریخ‌های آغاز به‌دست آمده از نرم‌افزار و با استفاده از آمار روزانهٔ عناصر آب‌وهوایی شامل بارش، دماهای حداکثر و حداقل، رطوبت نسبی حداکثر و حداقل، تابش خورشیدی و سرعت باد در دوره‌ای ۲۶ساله و نیز به‌کمک خصوصیات خاک ایستگاه‌ها طول دورهٔ کشت و عملکرد پتانسیل کلزا با استفاده از مدل CropSyst برآورد شد. در نهایت، بر اساس بیشترین عملکرد به‌دست آمده از بین تاریخ‌های مختلف، مناسب‌ترین تاریخ شروع و طول دورهٔ کشت محصول تعیین شد. نتایج تحقیق نشان داد که تاریخ‌های آغاز دورهٔ بارش اصلی در ایستگاه‌ها از ۸ شهریور تا ۱۰ آبان متغیر است و این تاریخ‌ها در مقایسه با تاریخ‌های خاتمهٔ بارش نوسان کمتری دارد. مناسب‌ترین تاریخ‌های آغاز کشت کلزا در ایستگاه‌ها از ۱۳مهر تا ۲۹ آبان با طول دورهٔ کشت ۱۷۳تا ۲۰۹ روز تعیین شد. عملکرد پتانسیل محصول در منطقه با میزان بارندگی رابطهٔ مستقیم و با دوری از ساحل رابطهٔ معکوس دارد.

کلیدواژه‌ها: استان‌های ساحلی دریای خزر، تاریخ آغاز کشت، طول دورهٔ رشد، کلزا، مدل CropSyst.

مقدمه

اهمیت عناصر آب‌وهوایی به‌خصوص بارش در تنظیم فعالیت‌های کشاورزی مانند تاریخ آغاز کشت و طول دورهٔ کشت بر هیچ‌کس پوشیده نیست. یکی از ویژگی‌های مهم آب‌وهوایی زمان شروع و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در فعالیت‌های کشاورزی از قبیل زمان شروع بذرپاشی، طول دورهٔ کشت و سایر برنامه‌ها و راهبردهای کشاورزی از جمله آبیاری دارد. کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک با تنوع آب‌وهوایی و ناموزونی زیاد در توزیع مکانی و زمانی بارش و سایر عناصر آب‌وهوایی روبه‌روست. از آن بین، منطقهٔ جنوب دریای خزر به عنوان پرباران‌ترین منطقهٔ کشور پتانسیل خوبی در زمینهٔ فعالیت‌های کشاورزی دارد و شناخت ویژگی‌های آب‌وهوایی آن به بهبود هرچه

نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۸۳۳۹۸۶۷۶
* E- mail: f_mojarrad@yahoo.com

بیشتر این فعالیت‌ها کمک خواهد کرد. از بین محصولات مهم دارای قابلیت توسعهٔ سطح زیر کشت در این منطقه می‌توان به کلزا اشاره کرد. «کلزا یکی از گیاهان روغنی است که علاوه بر تولید روغن خوراکی، کاربرد صنعتی نیز دارد. با توجه به مصرف سرانهٔ ۱۵/۸ کیلوگرمی روغن در کشور و وارداتی بودن قسمت اعظم روغن مورد نیاز، کشت و توسعهٔ گیاهان روغنی ضرورت فراوان دارد» (میرزائی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۵۹). از آنجا که کلزا قابلیت کشت دیم در نواحی پرباران را دارد، بنابراین بررسی ویژگی‌های بارش در استان‌های ساحلی دریای خزر از یک‌سو و تاریخ شروع و نیز طول دورهٔ کشت این محصول از سوی دیگر در توسعهٔ سطح زیر کشت آن کمک شایان توجهی است.

در مطالعات مختلف برای تعیین زمان آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، به عنوان معیاری مهم برای تصمیم‌گیری در زمینهٔ تاریخ شروع کشت، از معیارهای مختلفی استفاده شده است. یکی از پرکاربردترین معیارها، شاخص درصد تجمعی بارش در دورهٔ زمانی مشخص است. زمان شروع دورهٔ بارش زمانی است که بارش تجمعی در طول دوره‌های پنج روزه[1] به ۷–۸ درصد بارش کل سال برسد و زمان خاتمهٔ دورهٔ بارش نیز زمانی است که بارش تجمعی به ۹۰ درصد بارش کل سال برسد (اُدکونله، ۲۰۰۴: ۴۷۲؛ اُدکونله و همکاران، ۲۰۰۵: ۱۰۵؛ اُدکونله و اِدجون، ۲۰۰۷: ۱۴۹). برای تعیین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، علاوه بر روش درصد تجمعی میانگین بارش، از تعداد روزهای بارش در طول دوره‌های پنج‌روزه استفاده و چنین بیان شده است که بهره‌گیری از تعداد روزهای بارش در تعیین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش، بسیار مؤثرتر از مقدار بارش است و به نتایج واقعی‌تری ختم می‌شود (اُدکونله، ۲۰۰۶: ۱۹۳).

برای مطالعهٔ تغییرپذیری بارش فصلی و آغاز و خاتمهٔ آن در بخش نیمه‌خشک تاراکا[2] در کنیا، اولین و آخرین نقاط از منحنی درصد تجمعی بارش (مقدار بارش یا تعداد روزهای بارش) در طول دوره‌های پنج‌روزه، که با شکست‌های مشخص در منحنی نمایان می‌شود، تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی در نظر گرفته شد (رچا و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۸۲). دیدگاه‌های دیگری نیز برای تعریف دوره یا دوره‌های بارش اصلی و آغاز و خاتمهٔ آن‌ها در طول سال وجود دارد که عمدتاً تابع آب‌وهوا، رژیم بارش محل و نیز سایر کاربردهای کشاورزی است. از جمله، در مطالعه‌ای در غرب آفریقا، آغاز بارش، تاریخِ بعد از ۱ می در نظر گرفته شده است؛ زمانی که بارش تجمعی در سه روز متوالی حداقل به ۲۰ میلی‌متر می‌رسد و در سی روز متوالیِ بعد از آن، دورهٔ خشکِ طولانی‌تر از هفت روز مشاهده نمی‌شود، و خاتمهٔ بارش، تاریخ بعد از ۱ سپتامبر، در یک دورهٔ بیست روزه بارش اتفاق نمی‌افتد (سیواکومار، ۱۹۸۸: ۲۹۸). در مطالعهٔ دیگری، آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، به‌ترتیب اولین و آخرین روزی تعریف شده است که میزان بارش، مساوی یا بیشتر از مقدار آستانهٔ تعیین‌شده باشد و به‌طور طبیعی، طول دورهٔ بارش اصلی از تفاضل تاریخ‌های شروع و خاتمهٔ بارش در آستانه‌های مختلف به‌دست می‌آید (اویاد و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۹۴). در زامبیا زمان آغاز بارش با توجه به میزان بارش مورد نیاز در اولین ماه کشت ذرت معرفی شده است (هاچیگونتا و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۳۱). همچنین، در برخی دیگر از تحقیقات (کامبرلین و اُکولا، ۲۰۰۳: ۴۳؛ موگالاوای و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۱۲۳؛ کامبرلین و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۳۷؛ رچا و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۷۹) دورهٔ

1. Pentads
2. Tharaka

بارش با توجه به نحوهٔ توزیع بارش در طول سال، به جای یک دوره، که در مطالعات فوق بدین‌گونه بود، در دو دوره بررسی شد.

با توجه به اینکه یکی از اهداف مطالعهٔ حاضر، انتخاب تاریخ مناسب کشت کلزا بر اساس طول دورهٔ بارش اصلی بوده است، لذا بخشی از مطالعات به تاریخ آغاز کشت کلزا معطوف شده است. مطالعات مختلف نشان داده است که بین تاریخ آغاز کشت کلزا، که تابعی از متغیرهای آب‌وهوایی و سایر عوامل است، از یک‌سو و عملکرد کلزا از سوی دیگر ارتباط مستقیمی وجود دارد. برای مثال، در مطالعه‌ای در منطقهٔ کرج ثابت شد که بین تاریخ کشت و رشد فیزیولوژیک و عملکرد کلزا ارتباط مستقیمی وجود دارد و تأخیر در کشت باعث کاهش معنادار در عملکرد دانه می‌شود. بر اساس نتایج این مطالعه، اگر کلزای پاییزه در منطقهٔ کرج از اواخر شهریور تا اواسط مهر کشت شود، گیاه با روزت[1] قوی وارد مرحلهٔ زمستان‌گذرانی می‌شود و این مرحله را به خوبی پشت سر می‌گذارد (شیرانی‌راد و احمدی، ۱۳۷۶: ۳۰).

در استان خوزستان با در نظر گرفتن مقدار دما و عملکرد محصول، چهار تاریخ مختلف کشت با فواصل پنج‌روزه برای چهار رقم کلزا مطالعه و تاریخ مناسب کشت رقم خاص از بین چهار رقم فوق نیمهٔ آبان‌ماه توصیه شده است (خیاط و همکاران، ۱۳۸۸: ۱). نتایج پژوهش دیگری در اهواز دربارهٔ اثر تاریخ کشت بر عملکرد کلزا حاکی از آن است که عملکرد دانه، اجزای عملکرد و مادهٔ خشکِ کل، به‌طور معنادار تحت تأثیر تاریخ کشت قرار می‌گیرد و تاریخ کشتِ ۱۵ آبان‌ماه مناسب‌تر از بقیهٔ تاریخ‌هاست (خیاط و گوهری، ۱۳۸۸: ۲۴۶). در پژوهشِ انجام‌شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی مشخص شد که کشت دیرهنگام کلزا باعث سرمازدگی و از بین رفتن گیاهان می‌شود و در نتیجه عملکرد دانه و روغن کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج این پژوهش، ژنوتیپ‌های لیکورد، مودنا، اکاپی و اپرا را می‌توان در مناطق سرد کشور با شرایط اقلیمی مشابهِ ایستگاه تحقیقات کشاورزی خسروشهر تبریز، تا آخر شهریورماه کشت کرد. همچنین، ژنوتیپ اپرا برای کشت در مناطق سردسیر کشور به‌ویژه در زمان‌های کشتِ دیرتر توصیه می‌شود (پاسبان اسلام، ۱۳۸۸: ۱۵۶).

در مطالعه‌ای دربارهٔ اثر تاریخ کشت و محدودیت منبع و مخزن[2] بر عملکرد دانهٔ کلزا و اجزای عملکرد سه رقم کلزای رایج در استان مازندران مشخص شد که اثر تاریخ کشت بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و طول خورجین معنادار است. نیز از نظر تمامی صفات بررسی‌شده، تاریخ کشت ۳۰ مهرماه، مناسب‌تر از ۱۰ آبان‌ماه است و محدودیت منبع، محدودکنندهٔ عملکرد نیست (مظفری و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۸۲). در رشت مشخص شد که کشت ارقام هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱، آر جی اس ۰۰۳ و ساری‌گل در اول آبان‌ماه تا اول آذرماه موفقیت‌آمیز بوده و حداکثر عملکرد کشت، مربوط به اواسط آبان‌ماه است (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۵۱). در بررسی اثر تأخیر در کشت بر عملکرد کلزا در استان خوزستان معلوم شد که تاریخ مناسب کشت، حدود نیمه تا پایان آبان‌ماه است و از آنجا که کشت تأخیری در آذرماه

---

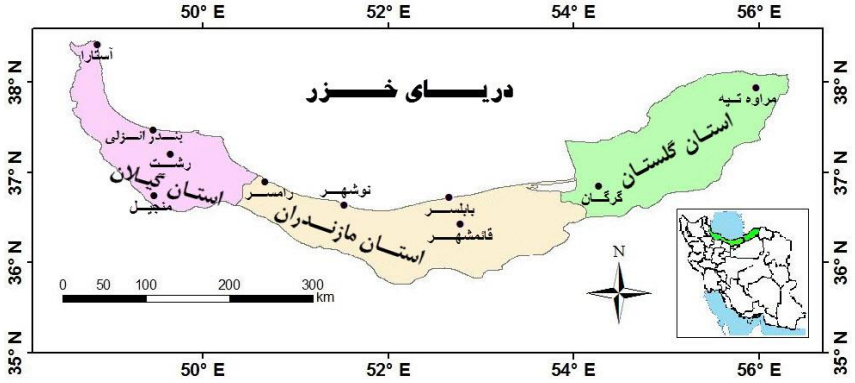
۱. از مراحل اولیهٔ رشد گیاه است که گیاه فقط دارای برگ است یا ساقهٔ کاذب دارد.

۲. منبع: اجزایی مانند برگ و اندام‌های سبز گیاه که از طریق فتوسنتز مادهٔ غذایی تولید می‌کند و مواد غذایی از آنجا به سایر قسمت‌ها فرستاده می‌شود. مخزن: اجزایی مانند ریشه یا غده است که مواد غذایی در آن‌ها ذخیره و در زمان نیاز استفاده می‌شود.

باعث کاهش ۴۰ الی ۶۰ درصدی عملکرد می‌شود، اقدام به کشت در این ماه توصیه نمی‌شود (جعفرنژادی و راهنما، ۱۳۹۰: ۲۳۰).

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر برای تعیین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، بهترین زمان شروع کشت و نیز طول دورهٔ کشت کلزا در سه استان ساحلی جنوب دریای خزر، شامل استان‌های گیلان، مازندران و گلستان، از داده‌های بارش روزانهٔ هشت ایستگاه در دورهٔ آماری ۲۶ ساله (۱۹۸۴–۲۰۰۹) و دو ایستگاه منجیل و مراوه‌تپه در دورهٔ آماری هفده ساله (۱۹۹۳–۲۰۰۹) استفاده شده است. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و ایستگاه‌های منتخب در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱. نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و ایستگاه‌های منتخب

تعیین میانگین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی

بر اساس مطالعاتی که در مقدمهٔ مقاله توضیح داده شد (اُدکونله، ۲۰۰۴: ۴۷۱؛ اُدکونله، ۲۰۰۶: ۱۹۷؛ اُدکونله و همکاران، ۲۰۰۵: ۱۰۵؛ رچا و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۸۲)، میانگین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی در هر ایستگاه با استفاده از درصد تجمعی میانگین مقدار بارش به‌دست آمد. بدین‌ترتیب که ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Instat[1] میانگین مقدار بارش روزانه در دورهٔ آماری در فواصل زمانی پنج‌روزه طی سال محاسبه شد. این نرم‌افزار محصول شرکت تولید نرم‌افزارهای آماری دانشگاه ریدینگ انگلستان و دارای صفحه‌گسترده‌ای همانند اکسل است که منوهای مختلفی دارد. اما دو منوی آماری و اقلیمی آن اهمیت بیشتری دارد. منوی آماری شامل تمام مواردی است که یک نرم‌افزار آماری باید داشته باشد. مهم‌ترین منو از دیدگاه این مطالعه، منوی اقلیمی است که آن را از دیگر نرم‌افزارهای آماری متمایز ساخته است. این منو شامل بخش‌های مدیریت داده‌ها، وقایع (شروع بارش، وقایع حدی، دوره‌ها، بیلان آب)، تبخیر و تعرق محلی و پنمن–

۱. نرم افزار Instat به‌طور رایگان از طریق آدرس اینترنتی www.reading.ac.uk/ssc/n/n_instat.htm قابل دریافت است.

مانتیث، محاسبات آگروکلیمایی (ضریب محصول[1] و شاخص کفایت آب[2])، مجموع گرما و بخش مدل‌سازی زنجیرهٔ مارکُف است. در گام بعد، درصد تجمعی میانگین بارش روزانه در دوره‌های زمانی پنج‌روزه محاسبه و نمودارهای مربوط رسم شد. استفاده از بارش تجمعی در دوره‌های ثابت پنج‌روزه به این دلیل است که با کاهش نوسانات بارش روزانه در طول سال، امکان تشخیص بهتر زمان شروع و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی فراهم می‌شود و درک مناسب‌تری از نحوهٔ توزیع میزان بارش در طول سال به‌دست می‌آید. در ادامه، براساس نحوهٔ سیر منحنیِ بارش تجمعی، دو معیار ۱۰ و ۹۰ درصد بارش تجمعی در طول دوره‌های پنج‌روزه در طول سال، به‌ترتیب تاریخ‌های شروع و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، تعیین و فاصلهٔ زمانی بین تاریخ‌های شروع و خاتمهٔ بارش، به منزلهٔ طول دورهٔ بارش اصلی در نظر گرفته شد (شکل۳). آستانهٔ مورد نظر برای تعیین روز توأم با بارش در منابع مختلف از ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر گزارش شده است. در این تحقیق آستانهٔ ۱ میلی‌متر به منزلهٔ روز توأم با بارش در نظر گرفته شده است.

برآورد عملکرد پتانسیل کلزا با مدل CropSyst[3] و تعیین تاریخ مناسب کشت

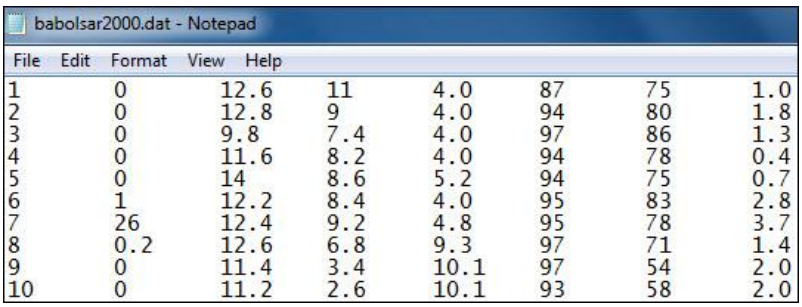
به‌منظور تعیین تاریخ شروع و طول دورهٔ کشت کلزا بر اساس تاریخ‌های آغاز و خاتمه و طول دورهٔ بارش اصلی، از مدل CropSyst استفاده شد. مبنای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تاریخ مناسب کشت در این مدل، بهترین مقدار عملکرد محصول در تاریخ‌های مختلفِ مشخص‌شده با نرم‌افزار Instat بوده است. مدل CropSyst مدل شبیه‌سازی چندمحصوله بر مبنای آمار روزانه طی سال‌های آماری مورد نظر است که استوکله و نِلسون[4] آن را در دانشگاه ایالتی واشنگتن تولید کردند. این مدل ابزار تحلیلی سودمندی برای مطالعهٔ اثر مدیریت سیستم‌های کشت بر فرآوری محصول[5] و نیز محیط است. مدل یادشده قادر به شبیه‌سازی رخدادها و فعالیت‌های مختلف کشاورزی از قبیل بیلان آب خاک، بیلان نیتروژنِ خاک–گیاه، رشد سایبان محصول[6] و ریشهٔ گیاه، تولید مادهٔ خشک، مقدار محصول، تجزیه و فرسایش است. در این مطالعه توجه خاصی به برآورد مقدار محصول با این مدل تحت شرایط آب‌وهوایی مشخص معطوف شده است. داده‌های لازم برای اجرای مدل در بخش برآورد یا شبیه‌سازی مقدار محصول، شامل پنج فایل داده‌های اقلیمی، خاک، مدیریت، اطلاعات مکانی و گیاهی است که به‌شرح زیر برای منطقهٔ مورد مطالعه آماده شد.

۱. فایل هواشناسی

برای هر ایستگاه در هر سال یک فایل هواشناسی مشتمل بر هشت ستون و ۳۶۵ ردیف به‌تعداد روزهای سال تشکیل شد. ستون‌ها از سمت چپ به‌ترتیب شامل شمارهٔ روز ژولیوسی از ابتدای ژانویه، بارش بر حسب میلی‌متر، دمای حداکثر بر حسب درجهٔ سلسیوس، دمای حداقل بر حسب درجهٔ سلسیوس، تابش خورشیدی بر حسب $Mj/m^2/day$، رطوبت نسبی

1. Crop Cofficients
2. Water Satisfaction Index
3. Cropping Systems Simulation Model
مدل CropSyst به‌طور رایگان از طریق آدرس اینترنتی www.bsyse.wsu.edu/CS_Suite/CropSyst/index.html قابل دریافت است.
4. Stöckle & Nelson
5. Productivity
6. Canopy

حداکثر بر حسب درصد، رطوبت نسبی حداقل بر حسب درصد و سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه است. بدین‌ترتیب، مجموع تعداد ارقام مورد بررسی در این مطالعه با احتساب هشت متغیر آب‌وهوایی، ۲۶ یا ۱۷ سال دورهٔ مطالعاتی و ده ایستگاه، به ۷۰۶۶۴۰ رقم بالغ شد. برای مثال، تصویرِ بخشی از فایل هواشناسی ایستگاه بابلسر در سال ۲۰۰۰ در شکل ۲ مشاهده می‌شود.


babolsar2000.dat - Notepad

File Edit Format View Help

1	0	12.6	11	4.0	87	75	1.0
2	0	12.8	9	4.0	94	80	1.8
3	0	9.8	7.4	4.0	97	86	1.3
4	0	11.6	8.2	4.0	94	78	0.4
5	0	14	8.6	5.2	94	75	0.7
6	1	12.2	8.4	4.0	95	83	2.8
7	26	12.4	9.2	4.8	95	78	3.7
8	0.2	12.6	6.8	9.3	97	71	1.4
9	0	11.4	3.4	10.1	97	54	2.0
10	0	11.2	2.6	10.1	93	58	2.0

شکل ۲. بخشی از فایل هواشناسی ایستگاه بابلسر در سال ۲۰۰۰ مربوط به اول تا دهم ژانویه

۲. فایل خاک

با استفاده از فایل خاک خودِ مدل و با توجه به شرایط خاک هر ایستگاه (درصد sand ، silt و clay، ضخامت خاک بر حسب عمق نفوذ ریشه و برخی ضرایب دیگر) فایل خاک هر ایستگاه تولید شد.

۳. فایل گیاهی

فایلِ مختصِ کلزای پاییزهٔ خودِ مدل به‌صورت فایل پیش‌فرض استفاده شد. فایل‌های مربوط به سایر محصولات نیز در مدل موجود است.

۴. فایل موقعیت[1]

این فایل دربرگیرندهٔ اطلاعات موقعیت ایستگاه است.

۵. فایل دورهٔ کشت[2]

در این فایل، تاریخ پیشنهادی شروع کشت بر اساس دوره‌های پنج‌روزه و نیز سال خاتمهٔ دورهٔ آماری معرفی می‌شود، که در مطالعهٔ ما خاتمه سال ۲۰۰۹ است، تا مدل برای تمام سال‌های دورهٔ آماری، تاریخ پیشنهادی شروع کشت را تثبیت و تنظیم کند.

۶. فایل مدیریت

این فایل حاوی اطلاعات فایل خاک، فایل موقعیت و فایل دورهٔ کشت است.

۷. فایل شبیه‌سازی

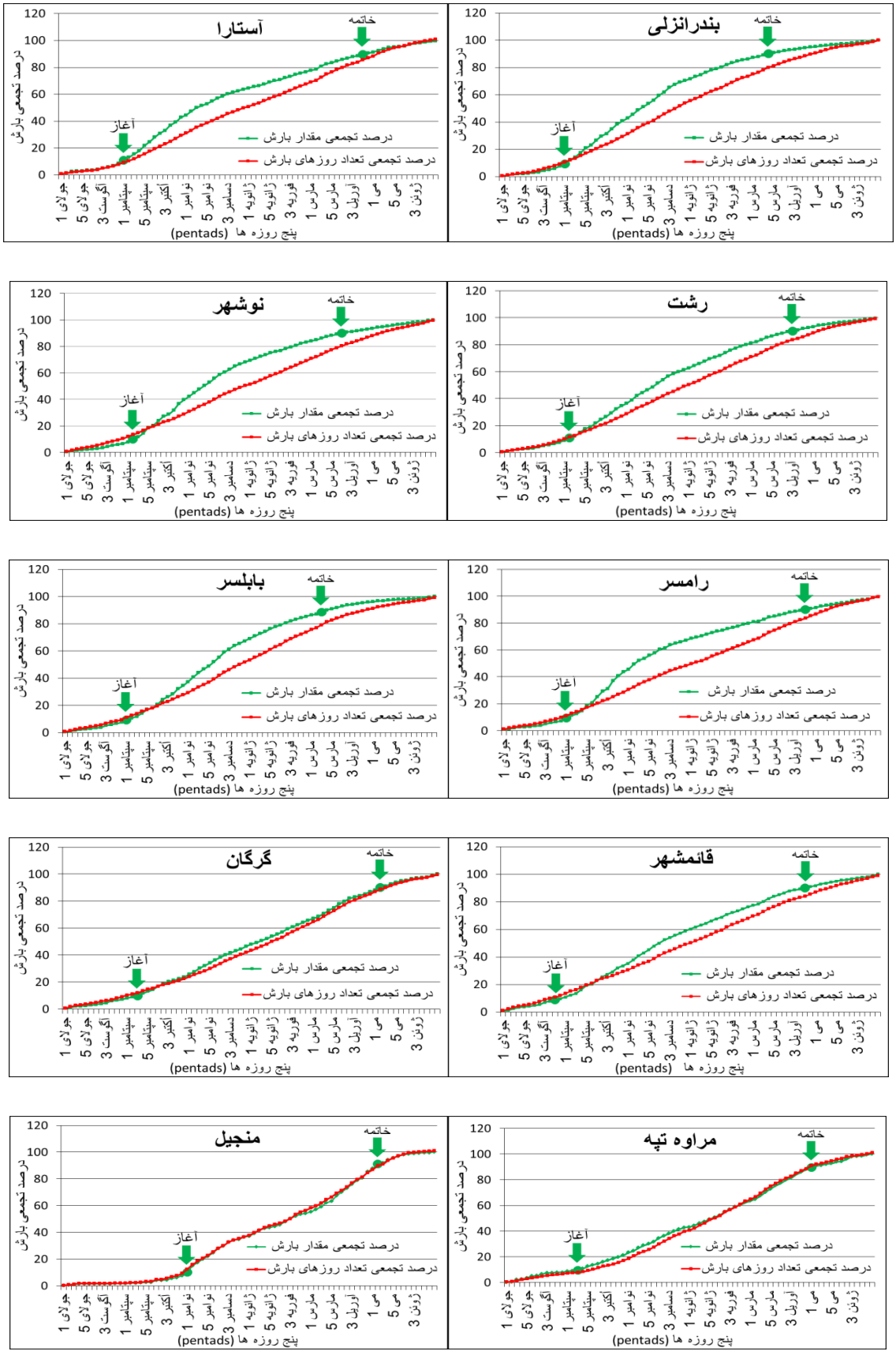
در مرحلهٔ آخر، مدل بر اساس هر تاریخ پیشنهادی، که در فایل دورهٔ کشت وارد می‌شود، و نیز سایر اطلاعات فایل‌های هواشناسی، خاک، موقعیت و جزآن عملکرد پتانسیل کلزا و طول دورهٔ کشت را برای تمام سال‌های دورهٔ آماری در هر ایستگاه (۲۶ یا ۱۷ سال) شبیه‌سازی می‌کند.

1. location
2. rotation

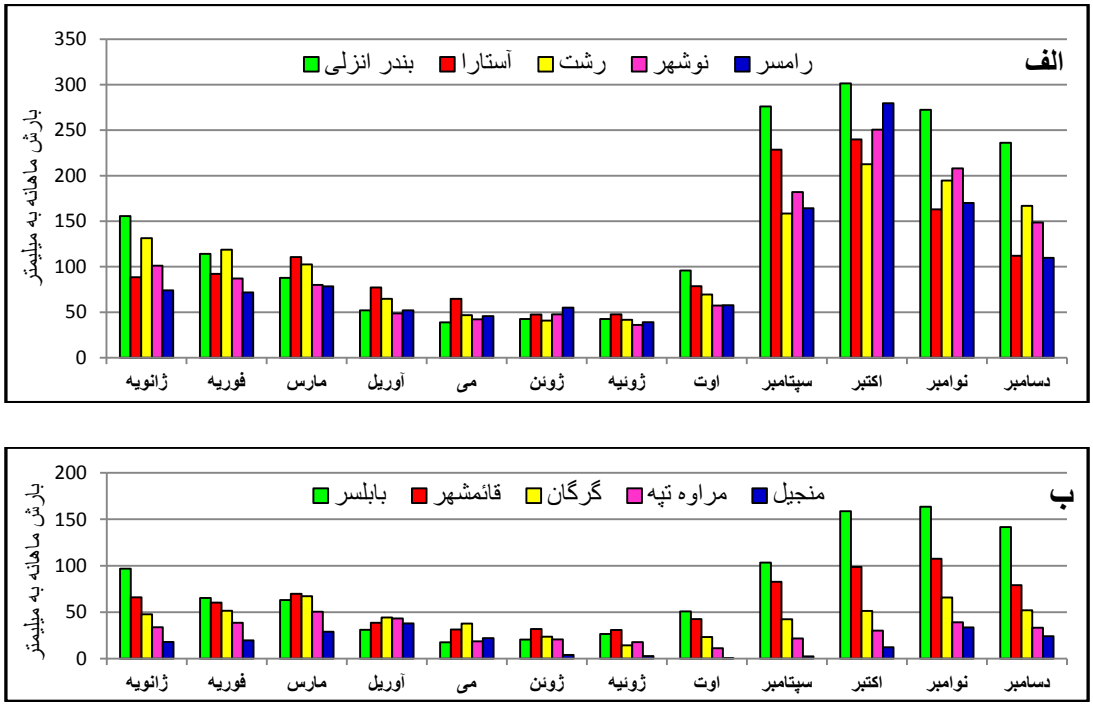
با انتقال نتایج عددی حاصل از شبیه‌سازی به نرم‌افزارهایی مانند SPSS یا Excel، میانگین مقادیر عملکرد پتانسیل و طول دورهٔ کشت محصول در دورهٔ آماریِ هر ایستگاه برای هر روزِ ورودی به مدل محاسبه می‌شود. سپس، بیشترین میانگین عملکرد از بین تاریخ‌های مختلفِ معرفی شده به مدل، بهترین تاریخ شروع کشت در هر ایستگاه معرفی و طول دورهٔ کشت متناظر با آن استخراج می‌شود.

یافته‌های پژوهش

نتایج پردازش داده‌های بارش‌های روزانهٔ ایستگاه‌ها در دوره‌های پنج‌روزه با نرم‌افزار Instat در نمودارهای شکل ۳ دیده می‌شود. در این نمودارها تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی در طول سال در هر ایستگاه به‌ترتیب بر اساس ۱۰ و ۹۰ درصد مقدار تجمعی بارش‌های پنج‌روزه مشخص شده است. به‌دلیل کم بودن تعداد ایستگاه‌ها و استقرار خطی و ناهمسان بودن دورهٔ آماری آن‌ها، امکان تهیهٔ نقشه‌های هم‌ارزش فراهم نشد. به‌نظر می‌رسد برای تعیین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، برخلاف دیدگاهی که به نقش تعداد روزهای بارش در تعریف دورهٔ بارش اعتقاد دارد (اُدکونله، ۲۰۰۶: ۱۹۳)، استفاده از مقدار بارش به نتایج منطقی‌تری ختم می‌شود، چرا که روز توأم با بارش، هر مقدار بارش بیش از ۱ میلی‌متر را شامل می‌شود، اما مقدار بارش در یک روز ممکن است به ارقام بسیار بیشتری بالغ شود. با بررسی نمودارهای شکل ۳، همچنین داده‌های جدول ۱ معلوم می‌شود که تاریخ‌های آغاز بارش در مقایسه با تاریخ‌های خاتمهٔ بارش، نوسان کمتری داشته‌اند. بدین‌ترتیب که تاریخ‌های آغاز در ایستگاه‌ها از ۸ تا ۲۳ شهریور متغیر بوده‌اند. تنها در ایستگاه منجیل به‌دلیل دوری از دریا و اثر سازوکارهای بارشی در منطقه و نیز قرارگیری ایستگاه در وضعیت خاص توپوگرافی، تاریخ آغاز دورهٔ بارش اصلی تا ۱۰ آبان‌ماه به تأخیر می‌افتد، در حالی که تاریخ‌های خاتمهٔ بارش در ایستگاه‌ها در حدود پنجاه روز، یعنی از ۲۶ اسفند در بندر انزلی در غرب منطقه تا ۱۶ اردیبهشت در گرگان در شرق منطقه، با هم اختلاف داشتند (جدول ۱). مقایسهٔ نمودارهای شکل ۳ و ارقام جدول ۱ در زمینهٔ تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی، با نمودار کلی بارش تجمعی ماهانه در ایران (صداقت، ۱۳۸۶: ۳۶)، که تاریخ آغاز بارش را حوالی ۱ مهرماه و تاریخ خاتمه را حوالی ۳۱ فروردین‌ماه معرفی می‌کند، در حدود چند هفته اختلاف نشان می‌دهد که ممکن است ناشی از میانگین‌گیری تاریخ‌ها برای کل ایران باشد. اختلاف کمِ تاریخ‌های آغاز دورهٔ بارش اصلی در ایستگاه‌ها (جدول ۱)، نظم ریزش بارش‌ها را در منطقه در نتیجهٔ نظم سازوکارهای تولیدکنندهٔ بارش، به‌خصوص در زمان شروع آن، یعنی ماه سپتامبر یا شهریور (شکل۴) که ماه آغازِ بارش‌های همرفت وزشی با منشأ سیبری است، به‌ویژه در حوالی ایستگاه‌های رشت و بندر انزلی به اثبات می‌رساند. لیکن اختلاف کاملاً محسوسی بین مقدار بارش‌های ماهانهٔ ایستگاه‌های ساحلی غرب منطقه (شکل۴ الف) با ایستگاه‌های شرقی و دور از ساحل (شکل۴ ب) مشاهده می‌شود. میانگین طول دورهٔ بارش اصلی در جدول ۱، بر مبنای اختلاف بین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ بارش در هر ایستگاه محاسبه شده است. این میانگین، از ۱۸۵ روز در ایستگاه منجیل تا ۲۳۴ روز در ایستگاه قائمشهر متغیر است.



شکل ۳. نمودارهای درصد تجمعی مقدار و تعداد روزهای بارش در ایستگاه‌های منطقه بر اساس دوره‌های پنج‌روزه



شکل ۴. نمودار بارش‌های میانگین ماهانه در ایستگاه‌های منطقه

جدول ۱. میانگین تاریخ‌های آغاز و خاتمه و طول دورهٔ بارش اصلی در ایستگاه‌های منطقه

ردیف	نام ایستگاه	میانگین تاریخ آغاز		میانگین تاریخ خاتمه		میانگین طول دورهٔ بارش اصلی (روز)
		میلادی	شمسی	میلادی	شمسی	
۱	بندر انزلی	۵ سپتامبر	۱۴ شهریور	۱۷ مارس	۲۶ اسفند	۱۹۳
۲	آستارا	۱ سپتامبر	۱۰ شهریور	۵ آوریل	۱۶ فروردین	۲۱۶
۳	رشت	۵ سپتامبر	۱۴ شهریور	۶ آوریل	۱۷ فروردین	۲۱۳
۴	نوشهر	۸ سپتامبر	۱۷ شهریور	۳۱ مارس	۱۱ فروردین	۲۰۴
۵	رامسر	۴ سپتامبر	۱۳ شهریور	۱۷ آوریل	۲۸ فروردین	۲۲۵
۶	بابلسر	۶ سپتامبر سپتامبر	۱۵ شهریور	۱۸ مارس	۲۷ اسفند	۱۹۲
۷	قائمشهر	۳۰ اوت	۸ شهریور	۲۱ آوریل	۱ اردیبهشت	۲۳۴
۸	گرگان	۱۵ سپتامبر	۲۴ شهریور	۶ می	۱۶ اردیبهشت	۲۳۳
۹	مراوه تپه	۱۴ سپتامبر	۲۳ شهریور	۵ می	۱۵ اردیبهشت	۲۳۳
۱۰	منجیل	۱ نوامبر	۱۰ آبان	۵ می	۱۵ اردیبهشت	۱۸۵

بر اساس روالی که در بخش مواد و روش‌ها گفته شد، مقادیر عملکرد پتانسیل محصول برای تاریخ‌های آغازِ بارشِ استخراج شده از نرم‌افزار Instat، و طول دورهٔ کشت متناظر با آن تاریخ‌ها، با استفاده از مدل CropSyst محاسبه و در جدول ۲ ذکر شد. در این جدول، مبنای انتخاب بهترین تاریخ‌های کشت، مناسب‌ترین عملکردهای پتانسیل محصول

بودند که در جدول به‌رنگ خاکستری نشان داده شده‌اند. بر این اساس، مناسب‌ترین تاریخ‌های شروع کشت کلزا در ایستگاه‌های منتخب منطقه، از ۱۳ مهر در ایستگاه منجیل تا ۲۹ آبان در ایستگاه بندر انزلی متغیر بوده است. طول دورهٔ کشت نیز از ۱۷۳ تا ۲۰۹ روز متغیر بوده است. تفاوت عملکرد پتانسیل محصول در روزهای پیشنهاد شدهٔ شروع کشت زیاد بوده است. مناسب‌ترین روزهای شروع کشت در ایستگاه‌ها در جدول ۲ به رنگ خاکستری نشان داده شده است، به نحوی که هرچه به سمت مناطق کم‌باران‌تر شرق منطقه حرکت می‌کنیم، در حد قابل توجه از مقدار عملکرد پتانسیل محصول کاسته می‌شود، به‌خصوص مقدار عملکرد در ایستگاه‌های دور از ساحل، یعنی منجیل و مراوه‌تپه به‌ترتیب با ۵۳۱ و ۱۲۳۵ کیلوگرم در هکتار، بسیار کمتر از ایستگاه‌های پرباران ساحلی غرب منطقه، مانند بندر انزلی با مقدار عملکرد ۷۹۸۹ کیلوگرم در هکتار است. مناسب‌ترین روزهای شروع کشت در ایستگاه ها در جدول ۲ به رنگ خاکستری نشان داده شده است. بدین ترتیب، عملکرد پتانسیل محصول با میزان بارندگی رابطهٔ مستقیم و با دوری از ساحل رابطهٔ معکوس دارد. در همین زمینه ضرایب همبستگی بین مقدار عملکرد پتانسیل با میزان بارندگی ایستگاه‌ها معادل ۰/۸۸۱، و بین مقدار عملکرد پتانسیل و فاصلهٔ ایستگاه‌ها تا ساحل ۰/۸۶۲ هر دو در سطح ۰/۰۱ معنادار بود.

نمونه‌هایی از مشخصات خاک ایستگاه‌ها، که به فایل خاک هر ایستگاه وارد و شبیه‌سازی بر آن اساس انجام شد، در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. تاریخ‌های پیشنهادی آغاز کشت کلزا و عملکرد پتانسیل و طول دورهٔ رشد مربوط با استفاده از مدل CropSyst

تاریخ پیشنهادی آغاز کشت	روز ژولیوسی (از اول ژانویه)	بندر انزلی		رشت		رامسر		بابلسر		گرگان	
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)
۱۰ سپتامبر (۱۹ شهریور)	۲۵۳	۳۷۶۲	۱۵۳	۲۷۷۱	۱۷۰	۳۳۰۲	۱۵۷	۳۷۸۶	۱۵۳	۱۳۴۲	۱۶۶
۱۵ سپتامبر (۲۴ شهریور)	۲۵۸	۳۹۹۴	۱۶۶	۳۰۹۲	۱۸۱	۳۶۰۲	۱۵۷	۲۷۹۸	۱۴۰	۱۶۵۱	۱۵۲
۲۰ سپتامبر (۲۹ شهریور)	۲۶۳	۴۳۴۰	۱۷۷	۳۴۸۶	۱۸۸	۴۰۲۶	۱۷۰	۳۱۶۲	۱۵۲	۲۰۶۲	۱۶۳
۲۵ سپتامبر (۳ مهر)	۲۶۸	۴۷۶۹	۱۸۵	۳۸۸۳	۱۹۳	۴۵۰۶	۱۷۹	۳۶۳۹	۱۶۱	۲۵۹۲	۱۷۱
۳۰ سپتامبر(۸ مهر)	۲۷۳	۵۲۵۷	۱۹۰	۴۲۹۴	۱۹۶	۵۰۱۵	۱۸۵	۴۲۱۴	۱۶۹	۳۱۹۰	۱۷۶
۵ اُکتبر (۱۳ مهر)	۲۷۸	۵۷۴۳	۱۹۴	۴۶۴۱	۱۹۸	۵۵۰۷	۱۸۹	۴۷۸۲	۱۷۴	۳۶۷۳	۱۸۰
۱۰ اُکتبر (۱۸ مهر)	۲۸۳	۶۲۲۶	۱۹۶	۴۹۸۲	۱۹۹	۶۰۰۳	۱۹۲	۵۳۶۲	۱۷۷	۴۰۷۷	۱۸۲
۱۵ اُکتبر (۲۳ مهر)	۲۸۸	۶۶۸۳	۱۹۷	۵۲۶۴	۱۹۹	۶۴۵۸	۱۹۴	۵۸۲۵	۱۷۹	۴۱۴۶	۱۸۴
۲۰ اُکتبر(۲۸ مهر)	۲۹۳	۷۱۱۳	۱۹۸	۵۴۵۲	۱۹۹	۶۸۳۳	۱۹۵	۶۲۵۱	۱۸۱	۴۲۶۹	۱۸۴
۲۵ اُکتبر (۳ آبان)	۲۹۸	۷۴۳۹	۱۹۸	۵۵۹۳	۱۹۹	۷۱۵۵	۱۹۵	۶۵۷۹	۱۸۲	۴۳۱۴	۱۸۴
۳۰ اُکتبر (۸ آبان)	۳۰۳	۷۶۶۳	۱۹۷	۵۶۵۴	۱۹۸	۷۳۷۸	۱۹۵	۶۸۱۲	۱۸۲	۴۲۵۰	۱۸۴
۵ نوامبر (۱۴ آبان)	۳۰۹	۷۸۶۷	۱۹۶	۵۶۵۰	۱۹۶	۷۵۴۰	۱۹۵	۶۹۷۶	۱۸۱	۴۲۳۶	۱۸۳
۱۰ نوامبر (۱۹ آبان)	۳۱۴	۷۹۳۲	۱۹۵	۵۶۱۶	۱۹۴	۷۵۹۶	۱۹۳	۶۹۸۸	۱۸۰	۴۱۵۵	۱۸۲
۱۵ نوامبر (۲۴ آبان)	۳۱۹	۷۹۸۲	۱۹۲	۵۵۹۳	۱۹۲	۷۶۱۹	۱۹۱	۶۹۸۴	۱۷۹	۴۰۳۰	۱۸۰
۲۰ نوامبر (۲۹ آبان)	۳۲۴	۷۹۸۹	۱۹۰	۵۵۳۵	۱۸۹	۷۶۱۵	۱۸۹	۶۹۰۵	۱۷۷	۳۸۴۱	۱۷۸
۲۵ نوامبر (۴ آذر)	۳۲۹	۷۹۶۱	۱۸۸	۵۴۵۲	۱۸۶	۷۵۶۸	۱۸۷	۶۸۰۷	۱۷۵	۳۶۷۵	۱۷۵
۳۰ نوامبر (۹ آذر)	۳۳۴	۷۹۴۸	۱۸۵	۵۳۷۷	۱۸۳	۷۵۳۴	۱۸۵	۶۷۰۰	۱۷۲	۳۵۳۵	۱۷۳

ادامه جدول ۲. تاریخ‌های پیشنهادی آغاز کشت کلزا و عملکرد پتانسیل و طول دورهٔ رشد مربوط با استفاده از مدل CropSyst

تاریخ پیشنهادی آغاز کشت	روز ژولیوسی (از اول ژانویه)	بندر انزلی		رشت		رامسر		بابلسر		گرگان	
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	طول دوره (روز)
۱۰ سپتامبر (۱۹ شهریور)	۲۵۳	۳۸۹۲	۱۹۴	۵۰۳	۱۸۴	۲۳۹۰	۱۵۰	۸۹۸	۱۹۶	۳۵۰۸	۱۴۷
۱۵ سپتامبر (۲۴ شهریور)	۲۵۸	۴۴۲۳	۲۰۲	۵۰۳	۱۷۲	۲۸۱۸	۱۶۴	۱۰۲۵	۱۶۵	۳۸۷۷	۱۶۲
۲۰ سپتامبر (۲۹ شهریور)	۲۶۳	۴۹۱۴	۲۰۷	۵۱۵	۱۵۶	۳۳۳۲	۱۷۴	۱۰۹۳	۱۷۵	۴۳۹۸	۱۷۳
۲۵ سپتامبر (۳ مهر)	۲۶۸	۵۴۰۳	۲۱۱	۵۲۳	۱۶۴	۳۸۹۳	۱۸۱	۱۱۵۰	۱۸۰	۴۹۶۹	۱۸۲
۳۰ سپتامبر(۸ مهر)	۲۷۳	۵۹۱۹	۲۱۳	۵۲۱	۱۷۰	۴۴۳۲	۱۸۵	۱۱۵۵	۱۸۳	۵۵۳۲	۱۸۸
۵ اُکتبر (۱۳ مهر)	۲۷۸	۶۴۰۲	۲۱۵	۵۳۱	۱۷۳	۴۹۱۹	۱۸۸	۱۱۷۶	۱۸۵	۶۰۵۰	۱۹۱
۱۰ اُکتبر (۱۸ مهر)	۲۸۳	۶۷۷۶	۲۱۵	۵۱۶	۱۷۵	۵۳۰۱	۱۸۹	۱۲۱۴	۱۸۶	۶۵۲۳	۱۹۳
۱۵ اُکتبر (۲۳ مهر)	۲۸۸	۷۰۳۷	۲۱۵	۵۲۲	۱۷۷	۵۵۹۵	۱۹۰	۱۲۱۵	۱۸۷	۶۹۸۶	۱۹۵
۲۰ اُکتبر(۲۸ مهر)	۲۹۳	۷۲۲۸	۲۱۴	۴۹۷	۱۷۶	۵۷۵۶	۱۹۱	۱۲۰۳	۱۸۷	۷۳۴۴	۱۹۶
۲۵ اُکتبر (۳ آبان)	۲۹۸	۷۳۴۹	۲۱۳	۴۸۹	۱۷۷	۵۸۲۷	۱۹۰	۱۲۳۵	۱۸۷	۷۶۰۷	۱۹۶
۳۰ اُکتبر (۸ آبان)	۳۰۳	۷۴۲۰	۲۱۲	۴۷۴	۱۷۷	۵۸۵۲	۱۹۰	۱۸۷	۱۲۵	۷۷۵۲	۱۹۵
۵ نوامبر (۱۴ آبان)	۳۰۹	۷۴۳۰	۲۰۹	۴۸۱	۱۷۷	۵۷۷۰	۱۸۸	۱۱۵۸	۱۸۵	۷۸۳۷	۱۹۴
۱۰ نوامبر (۱۹ آبان)	۳۱۴	۷۴۱۲	۲۰۷	۵۰۱	۱۷۵	۵۶۶۸	۱۸۷	۱۱۵۰	۱۸۳	۷۸۰۴	۱۹۳
۱۵ نوامبر (۲۴ آبان)	۳۱۹	۷۳۶۶	۲۰۵	۵۰۷	۱۷۳	۵۵۴۸	۱۸۴	۱۱۲۱	۱۸۱	۷۷۷۷	۱۹۱
۲۰ نوامبر (۲۹ آبان)	۳۲۴	۷۲۹۸	۲۰۲	۵۱۹	۱۷۱	۵۴۲۴	۱۸۲	۱۱۳۵	۱۷۸	۷۷۲۵	۱۸۸
۲۵ نوامبر (۴ آذر)	۳۲۹	۷۲۳۷	۱۹۹	۵۲۶	۱۶۹	۵۲۷۶	۱۸۰	۱۰۵۵	۱۷۵	۷۶۳۷	۱۸۶
۳۰ نوامبر (۹ آذر)	۳۳۴	۷۱۶۹	۱۹۶	۵۲۹	۱۶۷	۵۱۲۲	۱۷۷	۱۰۰۶	۱۷۲	۷۵۵۵	۱۸۳

جدول ۳. مشخصات نمونهٔ خاک ایستگاه‌ها برای ورود به مدل CropSyst

نام ایستگاه	بندر انزلی	گرگان	بابلسر	رشت
درصد sand	۲۷	۲۱	۲۶	۳۲
درصد silt	۴۴	۵۲	۳۴	۴۱
درصد clay	۲۹	۲۷	۴۰	۲۷
بافت	لوم	سیلت– رس	لوم – رس	لوم

بحث و نتیجه‌گیری

شناخت ویژگی‌های دورهٔ بارش اصلی و نقش آن در فعالیت‌های مختلف به‌خصوص فعالیت‌های کشاورزی بسیار حائز اهمیت است. از بین ویژگی‌های بارش، تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ آن نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در تعیین زمان شروع فعالیت‌های کشاورزی دارد. بدیهی است در صورتی‌که انجام فعالیت‌های زراعی با ویژگی‌های بارش هر منطقه هماهنگ شود، بیشترین استفاده از پتانسیل طبیعی و آبی منطقه برای رسیدن به راندمان بهتر صورت خواهد گرفت. برای رسیدن به اهداف فوق، در این تحقیق میانگین تاریخ‌های آغاز و خاتمهٔ دورهٔ بارش اصلی در طول سال در ده ایستگاه استان‌های جنوبی دریای خزر با استفاده از معیار درصد تجمعی میانگین بارش روزانه در طول دوره‌های پنج‌روزه محاسبه و نتایج

مربوطه در شکل ۳ و جدول ۱ ارائه شد. نتایج تحقیق نشان داد که تاریخ‌های آغاز دورهٔ بارش اصلی در ایستگاه‌های منطقه، اختلاف چندانی با هم ندارند و تقریباً در اواسط شهریور رخ می‌دهد؛ درحالی‌که تاریخ‌های خاتمه، اختلاف زیادی در حدود پنجاه روز با یکدیگر دارند. در مرحلهٔ بعد با استفاده از مدل CropSyst عملکرد پتانسیل کلزا در تاریخ‌های مختلف محاسبه و بر اساس بیشترین عملکرد، تاریخ‌های مناسب کشت در هر ایستگاه تعیین شد. مناسب‌ترین تاریخ‌های شروع کشت کلزا در ایستگاه‌های منتخب منطقه، از ۱۳ مهر در ایستگاه منجیل تا ۲۹ آبان در ایستگاه بندر انزلی پیشنهاد شد. البته، وزارت جهاد کشاورزی (۸۹-۱۳۸۸: ۹) تاریخ ۲۵ مهر تا ۲۵ آبان را در استان گلستان، ۱۵ مهر تا ۱۵ آبان را در استان مازندران و ۱ تا ۲۰ مهر را در استان گیلان تاریخ آغاز کشت کلزا معرفی کرده است. شاید بتوان دو دلیل برای اختلاف تاریخ‌های پیشنهادی آغاز کشت در تحقیق حاضر و گزارش وزارت جهاد کشاورزی عنوان کرد: ۱. ارقام کلزای ذکرشده در گزارش وزارت جهاد کشاورزی برای استان‌های شمالی کشور، ارقام بهاره است. ۲. استفاده از مدل‌های آگروکلیمایی و انتظار برای مشاهدهٔ خروجی صحیح از این مدل‌ها، تا حد زیادی تابع واسنجی مدل و ضرایب مختلفِ به‌کار برده شده بر اساس شرایط آب‌وهوایی و طبیعی هر منطقه است؛ کمااینکه در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز ضرایب مدل CropSyst برای کلزا (طلایه) واسنجی و به نتایج رضایت‌بخش و دقت قابل قبولی در تخمین پارامترهای گیاهی، شبیه‌سازی وزن مادهٔ خشک و شبیه‌سازی شاخص سطح برگ ختم شده است و در کل مدل CropSyst برای انجام تحقیقات زراعی در زمینهٔ گیاه کلزا قابل اعتماد تشخیص داده شده است (هنر و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۹۳). آنچه برای آب‌وهواشناسان مهم است، شبیه‌سازی صحیح زمان آغاز و طول دورهٔ کشت محصول با توجه به پارامترهای آب‌وهوایی بر مبنای بهترین عملکرد پتانسیل محصول است. لذا، با توجه به اینکه در این تحقیق به‌ناچار در برخی موارد از ضرایب پیش‌فرض مدل در شبیه‌سازی مقدار محصول استفاده شد، پیشنهاد می‌شود برای نائل شدن به نتایج دقیق‌تر در آینده، محققان محترم تلاش بیشتری را معطوف به واسنجی مدل CropSyst با توجه به ویژگی‌های آب‌وهوایی و طبیعی منطقهٔ مورد مطالعهٔ خود نمایند.

منابع

پاسبان اسلام، ب. (۱۳۸۸). **اثر زمان کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه**. مجلهٔ دانش کشاورزی، جلد ۱۹، شماره‌ی ۲، صص. ۱۶۲-۱۴۹.

جعفرنژادی، ع.؛ راهنما، ع. ا. (۱۳۹۰). **بررسی اثر تأخیر در کاشت بر عملکرد کلزا و کارآیی کاربرد نیتروژن**. مجلهٔ پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد ۲۵، شمارهٔ ۳، ص ۲۲۵-۲۳۳.

خیاط، م.؛ گوهری، م. (۱۳۸۸). **اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص‌های رشد و صفات فنولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا در اهواز**. یافته‌های نوین کشاورزی، سال سوم، شمارهٔ ۳، ص ۲۳۳-۲۴۸.

خیاط، م.؛ لک، ش.؛ گوهری، م.؛ مطیعی، م. م. (۱۳۸۸). **اثر تاریخ کاشت بر منحنی رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا**. فصلنامهٔ علمی-تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال اول، شمارهٔ اول، ص ۱-۱۱.

ربیعی، م.؛ علی‌نیا، ف.؛ طوسی کهل، پ. (۱۳۹۰). **اثر تاریخ نشاکاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم در منطقهٔ رشت**. مجلهٔ به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۷، شمارهٔ ۳، ص ۲۵۱-۲۶۷.

شیرانی‌راد، ا. ح.؛ احمدی، م. ر. (۱۳۷۶). **اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روند رشد و عملکرد دانهٔ دو رقم کلزای روغنی پاییزه (*Brasica napus* L.) در منطقهٔ کرج**. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، ص ۲۷-۳۶.

صداقت، م. (۱۳۸۶). **منابع و مسائل آب ایران.** چاپ ششم، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.

مظفری، س.؛ پیردشتی، ه ا.؛ اسماعیلی، م. ع.؛ رامئه، و. ا.؛ حیدرزاده، ا.؛ مصطفویان، ر. (۱۳۸۹). **اثر تاریخ کاشت و محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.)**. مجلهٔ علوم زراعی ایران، جلد دوازدهم، شمارهٔ ۴، ص ۴۸۲-۴۹۸.

میرزائی، م. ر.؛ دشتی، ش؛ آبسالان، م.؛ سیادت، ع. ا.؛ فتحی، ق. ا. (۱۳۸۹). **بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای روغن ارقام مختلف کلزا در منطقهٔ دهلران**، مجلهٔ الکترونیکی تولید گیاهان زراعی، جلد سوم، شمارهٔ دوم، ص ۱۵۹-۱۷۶.

وزارت جهاد کشاورزی (۸۹-۱۳۸۸). سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، **دستورالعمل تولید کلزا در اقلیم‌های چهارگانهٔ کشور**. ۱۸ صفحه.

هنر، ت.؛ ثابت سرورستانی، ع.؛ کامگار حقیقی، ع. ا.؛ شمس، ش. (۱۳۹۰). **واسنجی مدل گیاهی CropSyst جهت تخمین عملکرد و شبیه‌سازی رشد گیاه کلزا**. نشریهٔ آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شمارهٔ ۳، ص ۵۹۳-۶۰۵.

Aviad, Y., Kutiel, H. and Lavee, H. (2004), **Analysis of Beginning, End, and Length of the Rainy Season Along A Mediterranean-Arid Climate Transect for Geomorphic Purposes**, Journal of Arid Environments, No. 59, pp. 189-204.

Camberlin, P. and Okoola, R. E. (2003), **The Onset and Cessation of the "Long Rains" in Eastern Africa and Their Interannual Variability**, Theoretical and Applied Climatology, No. 74, pp. 43-54.

Camberlin, P., Moron., V., Okoola., R., Philippon, N. and Gitau, W. (2009), **Components of Rainy Seasons' Variability in Equatorial East Africa: Onset, Cessation, Rainfall Frequency and Intensity**, Theoretical and Applied Climatology, No. 98, pp. 237-249.

Hachigonta, S., Reason, C.J.C. and Tadross, M. (2008), **An Analysis of Onset Date and Rainy Season Duration Over Zambia**, Theoretical and Applied Climatology, No. 91, pp. 229-243.

Honar, T., Sabet Sarvestani, A., Kamgar Haghighi, A.A. and Shams, Sh. (2011), **Calibration of Crop System Model for Growth Simulation and Yield Estimation of Canola**, Journal of Water and Soil, Vol. 25, No. 3, pp. 593-605.

Jafarnejadi, A. R. and Rahnema, A.A. (2011), **Effects of Late Planting on Canola Yield and Nitrogen Use Efficiency**, Iranian Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), Vol. 25, No. 3, pp. 225-233.

Khayyat, M. and Gouhari, M. (2009), **Effect of Sowing Date on Yield, Yield Components, Growth Indices and Phonologic Properties of Canola Genotypes in Ahvaz,** Journal of Agricultural Modern Findings, Vol. 3, No. 3, pp. 233-248.

Khayyat, M., Lak, Sh., Gouhari, M. and Motiei, M.M. (2009), **Effect of Sowing Date on Growth Curve and Yield of Canola Genotypes,** Journal of Agricultural Plants Physiology, Vol. 1, No. 1, pp. 1-11.

Ministry of Agriculture (2009-2010), Organization of Agricultural Research and Training, Research Institute of Improvement and Preparation of Seed and Plant, **Guidelines for Canola Production in Four Climates of Iran,** 18p.

Mirzaei, M., Dashti, Sh., Absalan, M., Siadat, A. and Fathi, Gh. (2010), **Study the Effect of Planting Dates on the Yield, Yield Components and Oil Content of Canola Cultivars (Brassica Napus L.) in Dehloran Region,** Electronic Journal of Crop Production, Vol. 3, No. 2, pp. 159-176.

Mozafari, S., Pirdashti, H., Esmaili, M. A., Ramea, V. and Heidarzade, A. (2010), **Effect of Planting Date and Source - Sink Limitation on Grain Yield and Yield Components in Three Rapeseed (Brassica Napus L.) Cultivars**, Iranian Journal of Crop Sciences, Vol. 12, No. 4, pp. 482-498.

Mugalavai, E.M., Kipkorir, E.C., Raes, D. and Rao, M.S. (2008), **Analysis of Rainfall Onset, Cessation and Length of Growing Season for Western Kenya**, Agricultural and Forest Meteorology, No. 148, pp. 1123-1135.

Odekunle, T.O. and Adejuwon, S.A. (2007), **Assessing Changes in the Rainfall Regime in Nigeria Between 1961 and 2004,** GeoJournal, No. 70, pp. 145–159.

Odekunle, T.O. (2006), **Determination Rainy Season Onset and Retreat Over Nigeria from Precipitation Amount and Number of Rainy Days**, Theoretical and Applied Climatology, No. 83, pp. 193-201.

Odekunle, T.O., Balogun, E. E. and Ogunkoya, O. O., (2005), **On the Prediction of Rainfall Onset and Retreat Dates in Nigeria**, Theoretical and Applied Climatology, No. 81, pp. 101-112.

Odekunle, T.O. (2004), **Rainfall and the Length of the Growing Season in Nigeria**, International Journal of Climatology, No. 24, pp. 467-479.

Pasban Eslam, B. (2009), **Effects of Sowing Date on Yield and Yield Components in Winter Oilseed Rape**, Journal of Agricultural Science, Vol. 19, No. 2, pp. 149-162.

Rabiee, M., Aliniya, F. and Tousi Kehal, P. (2011), **Effect of Transplanting Date on Seed Yield and Its Components of Four Rapeseed (Brassica Napus L.) Cultivars as Second Crop in Rasht in Iran,** Seed and Plant Production Journal, Vol. 27, No. 3, pp. 251-267.

Recha, C.W., Makokha, G.L., Traore, P.S., Shisanya, C., Lodoun T. and Sako, A. (2012), **Determination of Seasonal Rainfall Variability, Onset and Cessation in Semi-Arid Tharaka District, Kenya**, Theoretical and Applied Climatology, No. 108, pp. 479-494.

Sedaghat, M. (2007), **Water Resources and Issues in Iran**, 6th Edn., Payame Noor University Publications, Tehran.

Shirani-Rad, A.H. and Ahmadi, M.R. (1996), **Effects of Sowing Date and Plant Density on Growth Analysis of Two Winter Rapeseed Varieties (Brassica Napus L.) in Karaj Region,** Iranian Journal of Agricultural Sciences, Vol. 28, No. 2, pp. 27-36.

Sivakumar, M.V.K. (1988), **Predicting Rainy Season Potential from the Onset of Rains in the Sahelian and Sudanian Climatic Zones of West Africa**, Agricultural and Forest Meteorology, No. 42, pp. 295-305.