



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

صفحه‌های ۹۱-۱۰۱

تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل کامپیوتری

عباس ستوده‌نیا^۱، بهنوش کمالی*^۲، مسعود سلطانی^۳

۱. استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین - ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین - ایران.
۳. دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت - ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۰۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۰۹

چکیده

کاشت در زمان مناسب و آبیاری تکمیلی از روش‌های مدیریتی مؤثر بر افزایش بهره‌وری آب باران و بهبود عملکرد محصول عدس دیم به‌شمار می‌آیند و در تحقیقات متعددی کانون توجه قرار گرفته‌اند. به‌همین دلیل در این تحقیق با تهیه یک مدل کامپیوتری، زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای گیاه عدس، در شرایط آب‌وهوایی شهر قزوین بررسی شد. در این مدل با استفاده از داده‌های هواشناسی، جغرافیایی، اطلاعات خاک و گیاه مورد نظر و براساس روابط فائو، محتوای رطوبتی خاک و نیاز آبی گیاه عدس در طول دوره رشد به‌صورت روزانه، محاسبه و مقایسه شد. در نهایت تاریخ کاشتی که در طول دوره رشد و مراحل حساس، کمترین تنش به گیاه وارد شده بود، مناسب‌ترین تاریخ کاشت معرفی شد. زمان آبیاری تکمیلی نیز با هدف به‌حداقل رساندن تنش‌های وارد بر گیاه در مرحله میانی رشد تعیین شد. براساس نتایج مدل، از بین زمان‌های بررسی‌شده (چهار تاریخ کاشت: ۲۵ اسفند، ۵، ۱۵ و ۲۵ فروردین)، زمان مناسب کاشت عدس بهار، ۲۵ اسفند و زمان مناسب آبیاری تکمیلی، ۱۰ تا ۱۵ روز پس از شروع مرحله حساس رشد (مرحله میانی) بود.

کلیدواژه‌ها: بهره‌وری آب باران، تاریخ کاشت، تک‌آبیاری، عدس، مدل کامپیوتری.

مقدمه

عدس از مهم‌ترین حبوبات سرمدوست است. این گیاه در ایران اغلب در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌های نه‌چندان حاصلخیز و به‌صورت دیم کشت می‌شود که در این حالت، به‌دلیل کمبود بارندگی و همچنین نوسان پراکنش آن، عملکرد آن، اغلب اندک و ناپایدار است (۱). از مجموع حدود ۲۲۵ هزار هکتار سطح زیر کشت عدس در ایران، تنها ۱۱۵ هزار تن محصول دانه به‌دست می‌آید؛ یعنی میانگین عملکرد دانه عدس در ایران، تنها ۵۱۱ کیلوگرم در هکتار است (۷). در زراعت و تولید عدس می‌توان با به-کارگیری و بهبود شیوه‌های مدیریتی، عملکرد محصول را تا حد زیادی افزایش داد. از مهم‌ترین راهکارها برای حصول حداکثر عملکرد می‌توان به تغییر تاریخ کاشت، انتخاب ارقام مناسب، مقدار بذر، فاصله و عمق کاشت مناسب، مدیریت مصرف آب و کود و کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز اشاره کرد (۳).

انتخاب تاریخ کاشت مناسب و آبیاری تکمیلی به‌عنوان دو راهکار مهم کاهش اثر تنش خشکی بر محصولات دیم از جمله عدس، در تحقیقات متعددی بررسی شده‌اند. به‌منظور بررسی نقش تاریخ کاشت و تراکم بذر بر عملکرد عدس در شرایط دیم شمال خراسان (شیروان)، عامل زمان کاشت در دو سطح انتظاری و بهاره آزمایش شد. میانگین عملکرد دانه در کشت انتظاری و بهاره در سال اول به‌ترتیب $743/9$ و $406/9$ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (۴). در آزمایشی دیگر در راستای بررسی اثر تاریخ و تراکم کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیای چشم‌بلبلی، چهار تاریخ کاشت ۱۷ خرداد و ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر بررسی شد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که به‌طورکلی با تأخیر در کاشت و افزایش فاصله روی ردیف، عملکرد دانه کاهش می‌یابد (۶). در تحقیقی دیگر، تأثیر سه تاریخ کاشت، شامل ۱۵ اردیبهشت و ۱ و ۲۰

خرداد بر اجزای عملکرد لوبیای قرمز بررسی شد. نتایج این آزمایش نشان داد که تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌شود (۵). همچنین در آزمایشی، شش سطح آبیاری، شامل آبیاری کامل در تمام مراحل فنولوژیک گیاه، یک آبیاری در هر یک از مراحل شاخه‌دهی، گل‌دهی، غلاف‌دهی، پر شدن دانه و بدون آبیاری طی فصل رشد، بر عملکرد سه رقم عدس بررسی شد. هرچند آبیاری کامل سبب بهبود عملکرد می‌شود، در صورت محدودیت منابع آبی، آبیاری تکمیلی در هر کدام از مراحل رشدی گیاه، به بهبود عملکرد عدس می‌انجامد (۱). در آزمایشی دیگر، سه سطح آبیاری تکمیلی شامل شرایط دیم، آبیاری تکمیلی در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی و آبیاری تکمیلی در زمان پر شدن غلاف به‌عنوان عامل اصلی و سه رقم نخود به‌عنوان فاکتور فرعی بررسی شد. بنا بر نتایج، مرحله پر شدن غلاف حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی است (۹). با توجه به موارد ذکرشده، به‌دلیل لزوم توجه به افزایش بهره‌وری باران مصرفی و همچنین افزایش عملکرد عدس در شرایط دیم، بررسی نقش تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی در این زمینه اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف تحقیق حاضر، شناسایی مناسب‌ترین تاریخ کاشت و بهترین زمان آبیاری تکمیلی برای دستیابی به حداکثر محصول عدس و افزایش بهره‌وری آب باران در شرایط دیم در منطقه قزوین است، به‌گونه‌ای که با بهره‌گیری از نتایج تحقیق، می‌توان با تطبیق مراحل حساس رشد گیاه با زمان بارش‌های جوی از طریق کاشت گیاه در زمان مناسب و تأمین نیاز آبی گیاه در مراحل بحرانی رشد از طریق آبیاری تکمیلی در کنار بارش‌های جوی، از وارد شدن تنش‌های خشکی به گیاه جلوگیری کرد یا تا حد زیادی از تأثیر این تنش‌ها بر عملکرد محصول کاست.

مدیریت آب و آبیاری

تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل کامپیوتری

مواد و روش‌ها

به‌صورت روزانه طی این دوره مقایسه شد. تاریخ کاشتی که در آن کمبود محتوای رطوبتی خاک کمتر بود، به‌دلیل کاهش تنش خشکی وارد شده به گیاه، مناسب‌ترین تاریخ کاشت تعیین شد. زمان آبیاری تکمیلی نیز با توجه به تنش‌های وارد شده به گیاه در مراحل حساس رشد انتخاب شد. در این مدل، نیاز آبی گیاه و محتوای رطوبتی خاک دو پارامتر اساسی در بررسی شدت تنش خشکی وارد شده به گیاه در طول دوره رشد و در نتیجه تعیین تاریخ مناسب کاشت و زمان مناسب آبیاری تکمیلی است. در تعیین نیاز آبی گیاه، ابتدا با استفاده از اطلاعات هواشناسی روزانه استان قزوین طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۱ تا ۱۳۹۰) و نیز رابطه پنمن مانتیس فائو، تبخیر تعرق پتانسیل محاسبه شد (جدول ۱).

در این تحقیق، تعیین زمان مناسب کاشت و استفاده از آبیاری تکمیلی به‌عنوان دو راهکار مدیریتی برای کاهش تنش خشکی در مراحل حساس رشد گیاه و افزایش عملکرد عدس دیم، در قالب یک مدل کامپیوتری، بررسی شد. در این مدل، چهار تاریخ کاشت شامل ۲۵ اسفند و ۵، ۱۵ و ۲۵ فروردین در دامنه زمانی متداول کاشت عدس بهاره در منطقه بررسی شد و هر تاریخ کاشت، شاخص دامنه زمانی ده‌روزه در نظر گرفته شد. در تعیین تاریخ کاشت مناسب و نیز زمان مناسب آبیاری تکمیلی در هر تاریخ کاشت، شدت تنش خشکی در طول دوره رشد گیاه به‌عنوان یک شاخص مطالعه شد. در بررسی تنش خشکی وارد شده به گیاه در طول دوره رشد، به‌ویژه در مراحل حساس، مقادیر مربوط به نیاز آبی گیاه و رطوبت خاک

جدول ۱. متوسط ماهانه دمای هوا و بارندگی استان قزوین در دوره آماری ۱۰ ساله و سال ۱۳۹۰

ماه	متوسط ۱۰ سال دوره آماری		سال ۱۳۹۰	
	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۱۲/۰	۱/۸	۱۲/۵	۱/۶
اردیبهشت	۱۶/۶	۱/۶	۱۶/۵	۲/۵
خرداد	۲۲/۴	۰/۳	۲۳/۱	۰/۳
تیر	۲۶/۳	۰/۱	۲۷/۰	۰/۳
مرداد	۲۶/۶	۰/۰	۲۷/۲	۰/۱
شهریور	۲۳/۵	۰/۲	۲۲/۱	۱/۴
مهر	۱۸/۹	۰/۲	۱۸/۰	۰/۱
آبان	۱۱/۱	۱/۵	۷/۳	۴/۶
آذر	۴/۸	۱/۱	۲/۶	۰/۲
دی	۱/۷	۱/۳	۲/۹	۰/۸
بهمن	۲/۶	۱/۶	۰/۹	۱/۸
اسفند	۷/۵	۱/۰	۳/۵	۰/۰

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

گیاهی پایه برای تعرق گیاه، K_e ضریب تبخیر از سطح خاک و K_s ضریب تنش است.

در معادله بیلان رطوبتی از پارامترهای رواناب، عمق خالص آبیاری و خیز موینگی صرف‌نظر شده و مقادیر بارندگی نیز با استفاده از اطلاعات هواشناسی استان قزوین طی این دوره آماری به صورت روزانه در نظر گرفته شده است. پارامتر تبخیر تعرق گیاه در این معادله مربوط به شرایط غیراستاندارد (تحت تنش) است که در این مدل با محاسبه ضریب تنش، به صورت روزانه تعیین شده است. همچنین در شروع محاسبات، مقدار تخلیه رطوبت از ناحیه توسعه ریشه، صفر در نظر گرفته شده است (۲، ۸).

پس از محاسبات مربوط، مجموع محتوای رطوبتی خاک به صورت سالیانه محاسبه شد و با استفاده از توزیع احتمالاتی ویبول که یک تابع توزیع تجربی است، سال‌های آماری با احتمال وقوع ۹۰ درصد تعیین شد. با توجه به پارامترهای محاسبه شده، تنش خشکی در طول دوره رشد گیاه در سال آماری مربوط، بررسی شده و براساس آن بهترین تاریخ کاشت معرفی شد. زمان مناسب آبیاری تکمیلی نیز براساس شدت تنش خشکی وارد شده به گیاه در مراحل حساس رشد شامل گل‌دهی و پر شدن غلاف و در جهت کاهش تنش خشکی و تأمین نیاز آبی گیاه در بخش عمده‌ای از این مراحل، مشخص شد.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده در زمینه تاریخ مناسب کاشت

نیاز آبی (تبخیر تعرق گیاه در شرایط استاندارد) و محتوای رطوبتی خاک در تاریخ‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد که با تأخیر در زمان کاشت، مقدار محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه به صورت محسوسی کاهش یافته است (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴).

از طرف دیگر، ضرایب گیاهی دوگانه شامل ضریب گیاهی پایه و ضریب تبخیر از سطح خاک نیز با توجه به اطلاعات مربوط به خاک منطقه و گیاه عدس و با استفاده از روابط فائو محاسبه شده و از حاصل ضرب مقادیر ضرایب گیاهی دوگانه در تبخیر تعرق پتانسیل، نیاز آبی گیاه (تبخیر تعرق گیاه مورد نظر) در طول دوره رشد تعیین شد. همچنین با توجه به بیلان رطوبتی ناحیه توسعه ریشه، محتوای رطوبتی خاک به صورت روزانه و طی این دوره آماری به دست آمد. به این ترتیب که با استفاده از این معادله، عمق تخلیه رطوبت از ناحیه توسعه ریشه محاسبه شد و با کم کردن مقادیر آن از کل آب قابل استفاده برای گیاه در خاک (TAW^1)، مقدار محتوای رطوبتی خاک به صورت روزانه در طول دوره رشد گیاه تعیین شد. معادله بیلان پارامترهای این معادله در زیر آورده شده است:

(۱)

$$D_{r,i} = D_{r,i-1} - (P_i - RO_i) - I_i - CR_i + ET_{c,i} + Dp_i$$

در این رابطه، $D_{r,i}$ مقدار تخلیه رطوبت از منطقه توسعه ریشه در انتهای روز i ام، $D_{r,i-1}$ مقدار تخلیه رطوبت از منطقه توسعه ریشه در انتهای روز $(i-1)$ ام، P_i بارندگی در روز i ام، RO_i رواناب در روز i ام، I_i عمق خالص آبیاری در روز i ام، CR_i خیز موینگی از سطح آب زیرزمینی در روز i ام، $ET_{c,i}$ تبخیر - تعرق گیاه در روز i ام و Dp_i نفوذ عمقی از ناحیه توسعه ریشه در روز i ام است.

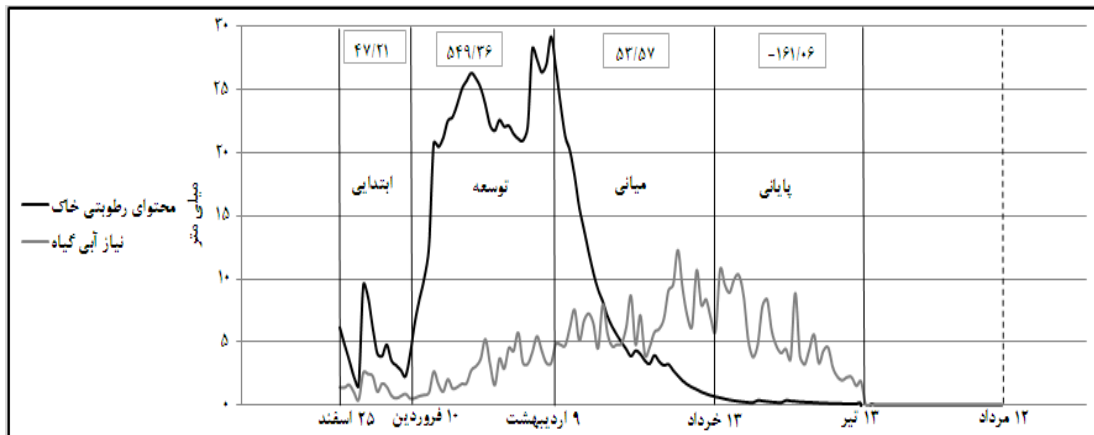
$$ET_c = (K_s \cdot K_{cb} + K_e) \cdot ET_o \quad (۲)$$

$$Dp_i = (P_i - RO_i) + I_i - ET_{c,i} - D_{r,i-1} \geq 0 \quad (۳)$$

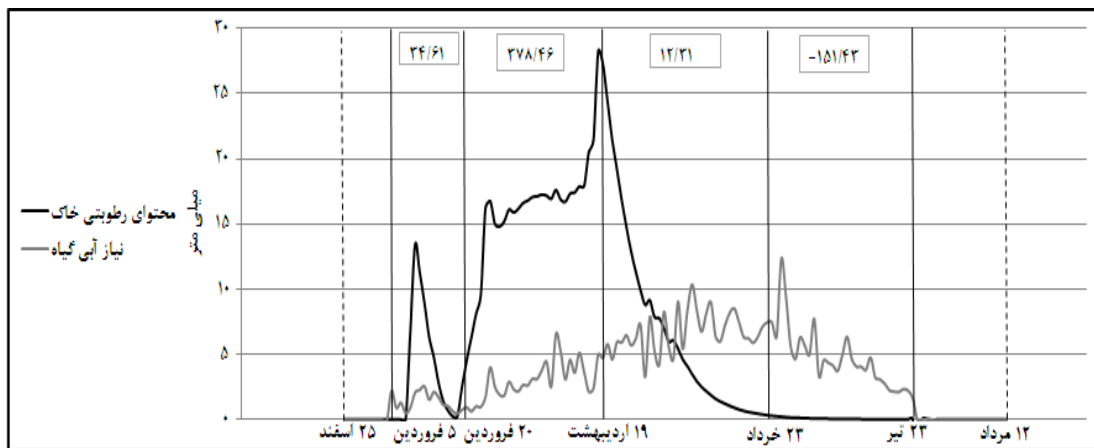
در رابطه ۲، ET_o تبخیر تعرق پتانسیل، K_{cb} ضریب

¹ Total available soil water

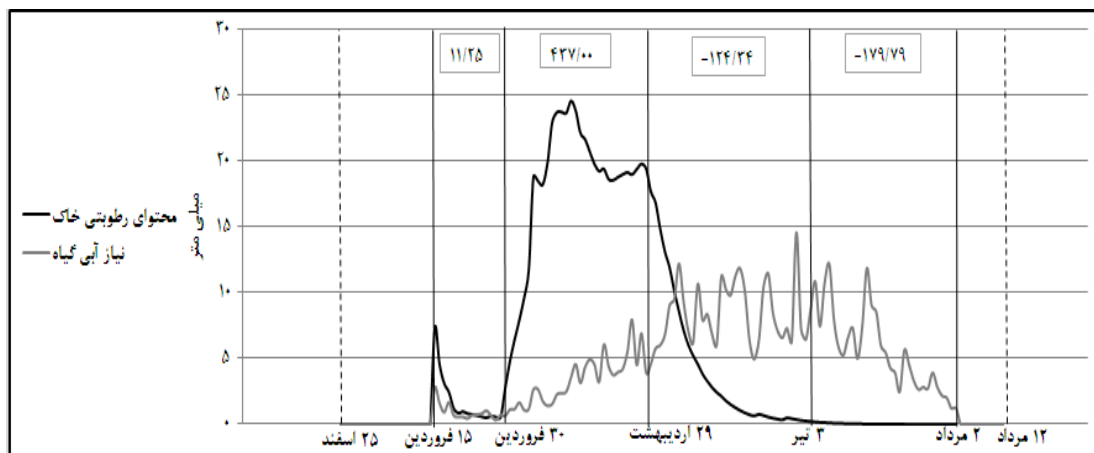
تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل کامپیوتری



شکل ۱. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (تاریخ کاشت اول: ۲۵ اسفند)



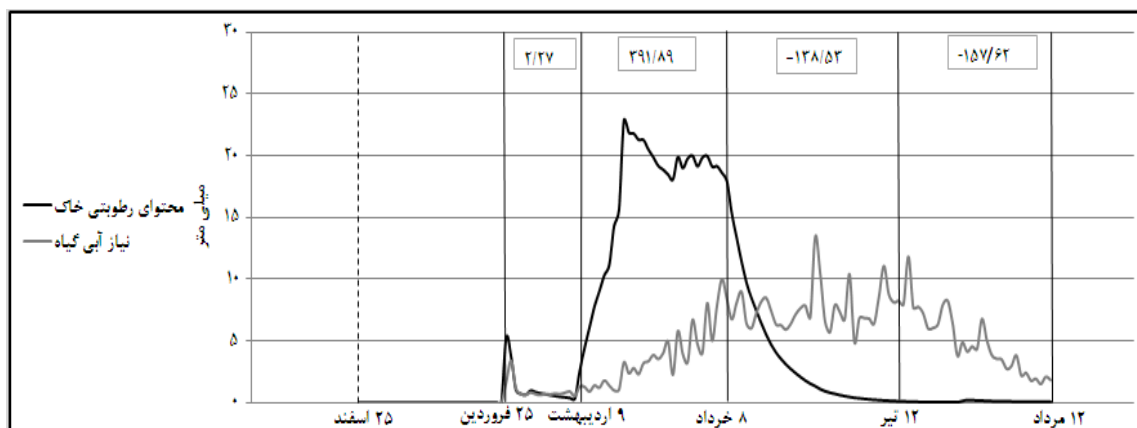
شکل ۲. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (تاریخ کاشت دوم: ۵ فروردین)



شکل ۳. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (تاریخ کاشت سوم: ۱۵ فروردین)

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲



شکل ۴. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (تاریخ کاشت چهارم: ۲۵ فروردین)

نتایج به دست آمده در زمینه زمان مناسب آبیاری تکمیلی آبیاری در یک مرحله

در تاریخ کاشت اول، اثر آبیاری تکمیلی در فواصل زمانی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز) پس از شروع مرحله میانی رشد (۴۵ روز پس از تاریخ کاشت) بر شدت تنش‌های وارد شده به گیاه بررسی شد (شکل‌های ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹). نتایج این بررسی نشان داد که آبیاری تکمیلی ۱۰ روز پس از شروع مرحله میانی (مرحله حساس رشد) بیشترین تأثیر را بر کاهش تنش‌های خشکی وارد شده به گیاه داشته است. همچنین این نتایج بیانگر آن است که با تأخیر در زمان آبیاری تکمیلی، از تأثیر آن بر کاهش تنش خشکی وارد شده به گیاه کاسته می‌شود. اختلاف محتوای رطوبتی خاک و نیاز آبی گیاه (SWC-ETc) در طول دوره رشد گیاه برای آبیاری تکمیلی در فواصل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز از شروع مرحله میانی رشد (در تاریخ کاشت اول) به ترتیب ۱۲۰۴، ۱۳۱۶، ۱۳۱۱، ۱۲۹۶ و ۱۱۲۸ میلی‌متر بوده است.

تأخیر در زمان کاشت همچنین موجب افزایش تنش خشکی وارد شده به گیاه در مراحل گل‌دهی و پر شدن غلاف (مرحله میانی) که از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه هستند شده است. تاریخ کاشت اول (۲۵ اسفند) با کمترین تنش وارد شده به گیاه در طول دوره رشد و مراحل حساس رشد، بهترین زمان کاشت عدس بهاره تعیین شد. اختلاف محتوای رطوبتی خاک و تبخیر تعرق گیاه (SWC-ETc) در طول دوره رشد گیاه برای تاریخ‌های کاشت اول تا چهارم به ترتیب ۴۸۹، ۲۷۴، ۱۴۴ و ۹۸ میلی‌متر بود. مقادیر مربوط به کمبود محتوای رطوبتی خاک در مراحل مختلف رشد گیاه (میلی‌متر) روی شکل‌ها نمایش داده شده است.

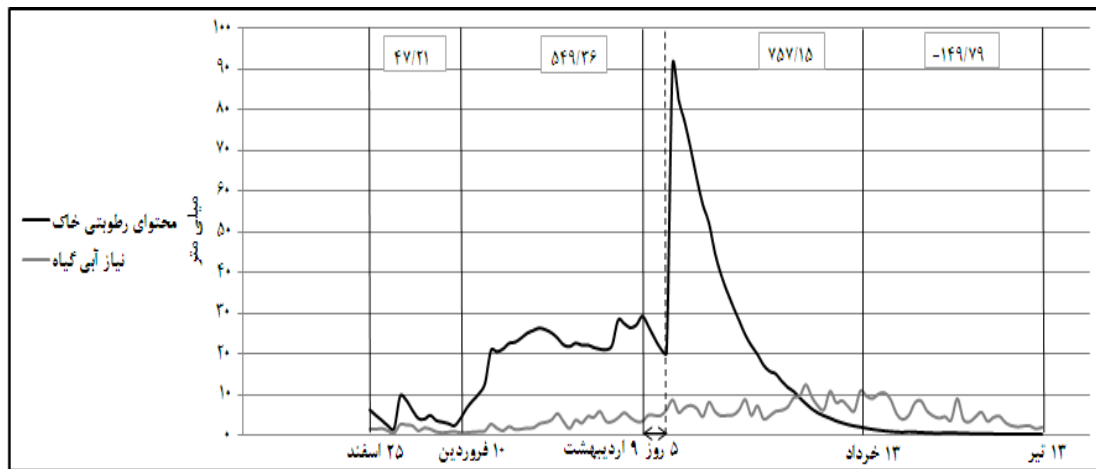
در این زمینه، نتایج دیگر آزمایش‌های صورت گرفته در مزرعه نیز بیانگر افزایش تنش خشکی وارد شده به گیاه و نیز کاهش عملکرد محصول حبوبات با تأخیر در زمان کاشت بوده است (۴، ۵، ۶).

1. Crop Evapotranspiration
2. Soil water content

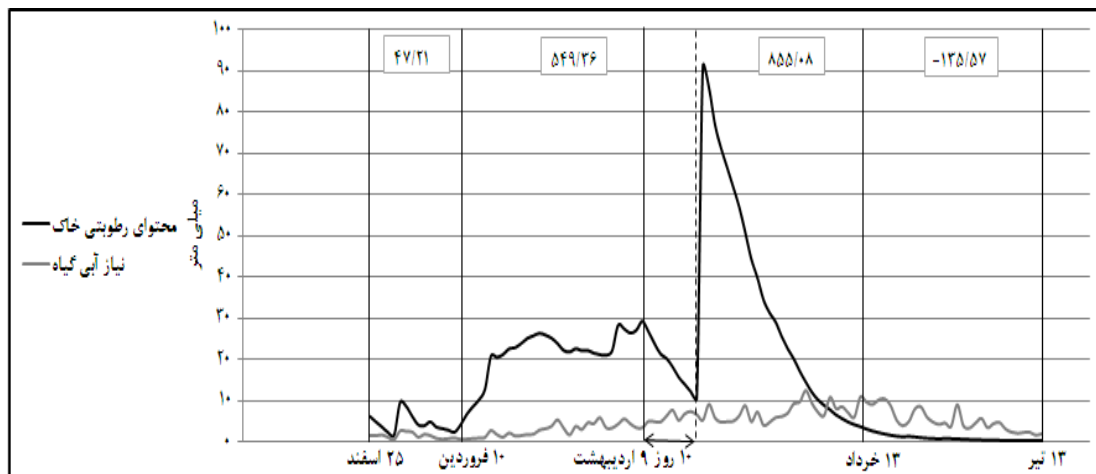
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

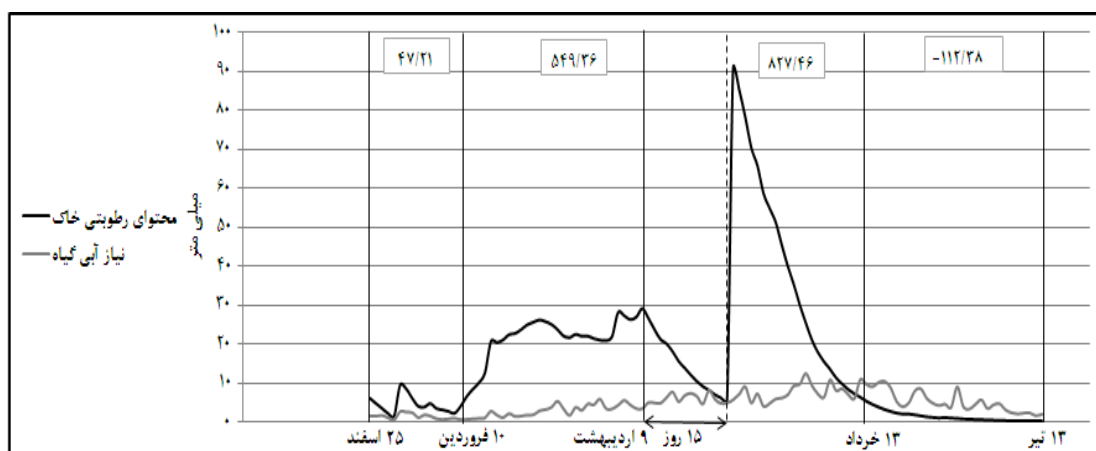
تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل کامپیوتری



شکل ۵. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (یک مرحله آبیاری تکمیلی: ۵ روز از مرحله میانی)



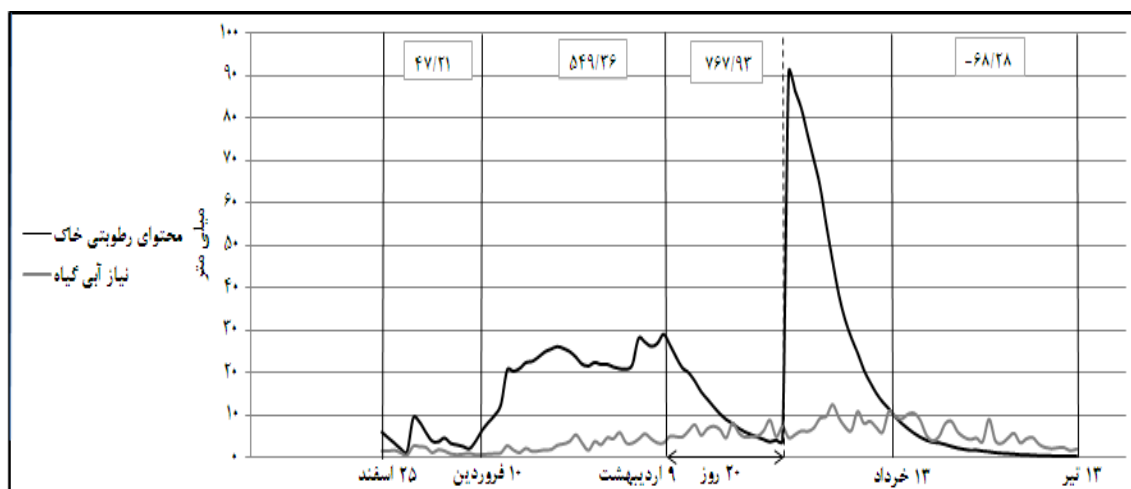
شکل ۶. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (یک مرحله آبیاری تکمیلی: ۱۰ روز از مرحله میانی)



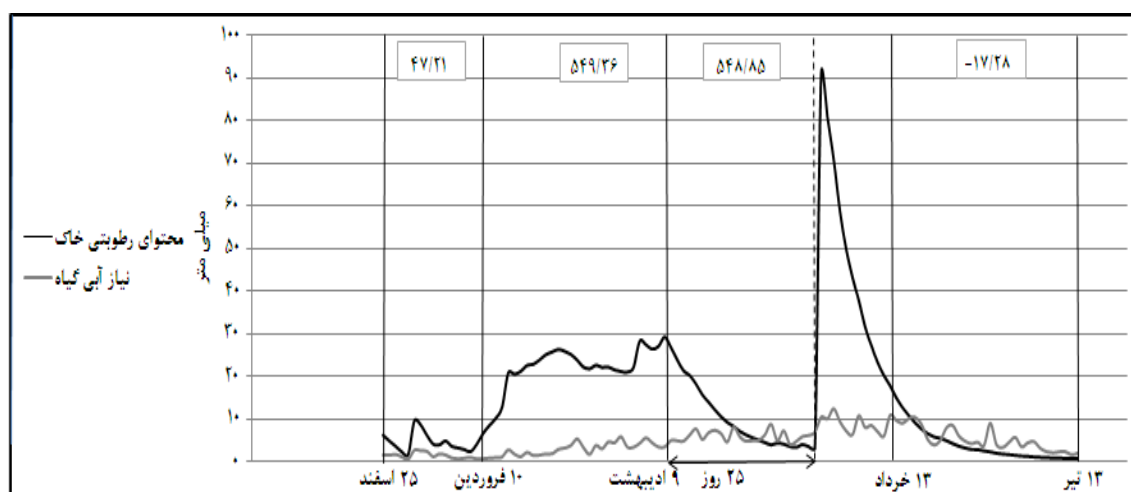
شکل ۷. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (یک مرحله آبیاری تکمیلی: ۱۵ روز از مرحله میانی)

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲



شکل ۸. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (یک مرحله آبیاری تکمیلی: ۲۰ روز از مرحله میانی)



شکل ۹. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (یک مرحله آبیاری تکمیلی: ۲۵ روز از مرحله میانی)

آبیاری در دو مرحله

اثر دو مرحله آبیاری تکمیلی، زمانی که مرحله اول آبیاری در فواصل زمانی (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز) پس از شروع مرحله حساس رشد در نظر گرفته شده، در تاریخ کاشت اول بررسی شد (شکل‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳). در این مدل، زمان اولین آبیاری در مرحله حساس رشد و زمان دومین آبیاری نیز بر اساس کمبود رطوبتی خاک تعیین شده است. با توجه به شدت تنش‌های وارد شده به گیاه در طول

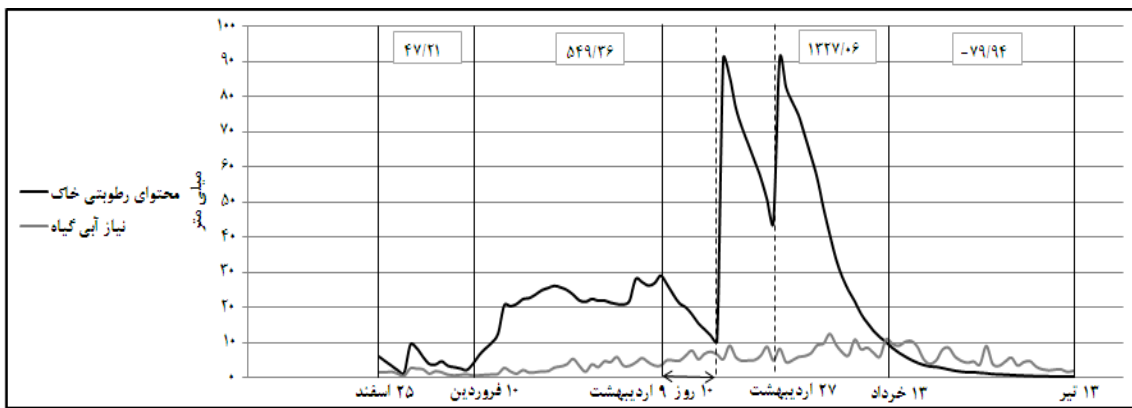
دوره رشد و مراحل حساس رشد، کاهش نقش جفت آبیاری با تأخیر در زمان آبیاری تکمیلی مشاهده شده است. بهترین تاریخ اولین مرحله آبیاری تکمیلی، ۱۵ روز پس از شروع مرحله میانی بوده و مرحله دوم نیز زمانی انجام گرفته که مقدار رطوبت خاک کمتر از مقدار رطوبت در دسترس خاک (RAW) مشاهده شده است. اختلاف

1. Readily available water

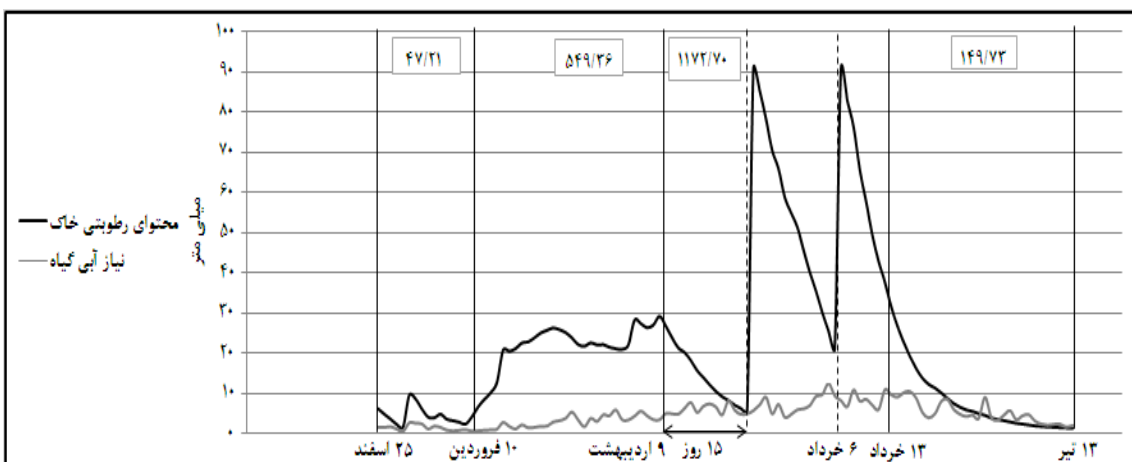
تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی برای عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل کامپیوتری

در این زمینه، آزمایشی در شرایط آب‌وهوایی مشهد نشان داد که از بین تیمارهای تک‌آبیاری، آبیاری در مرحله گل‌دهی بیشترین تأثیر را در کاهش تنش خشکی وارد شده به گیاه عدس و در نتیجه افزایش عملکرد محصول داشته و تأخیر در زمان آبیاری تکمیلی از مرحله گل‌دهی موجب کاهش اثر آبیاری تکمیلی شده است (۱). همچنین در آزمایشی دیگر، آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن غلاف در مقایسه با مرحله گل‌دهی در افزایش عملکرد محصول نخود مؤثرتر بوده است (۹).

محتوای رطوبتی خاک و نیاز آبی گیاه (SWC-ETc) در طول دوره رشد گیاه برای دو مرحله آبیاری تکمیلی، زمانی که مرحله اول آبیاری در فواصل ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز از شروع مرحله میانی قرار داشته، به ترتیب ۱۸۴۴، ۱۹۱۹، ۱۸۱۹ و ۱۶۷۱ میلی‌متر بوده است. مقدار آب استفاده‌شده در هر مرحله آبیاری تکمیلی براساس عمق خالص آبیاری که از اختلاف عمق آب موجود در ناحیه توسعه ریشه در شرایط رطوبت ظرفیت زراعی و محتوای رطوبتی خاک به دست آمده، محاسبه شده است.



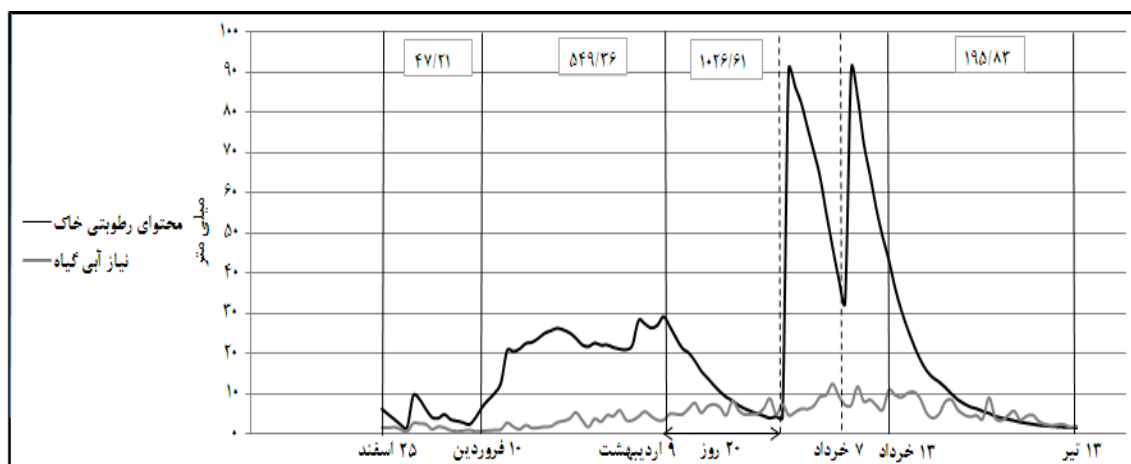
شکل ۱۰. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (دو مرحله آبیاری تکمیلی: ۱۰ روز از مرحله میانی)



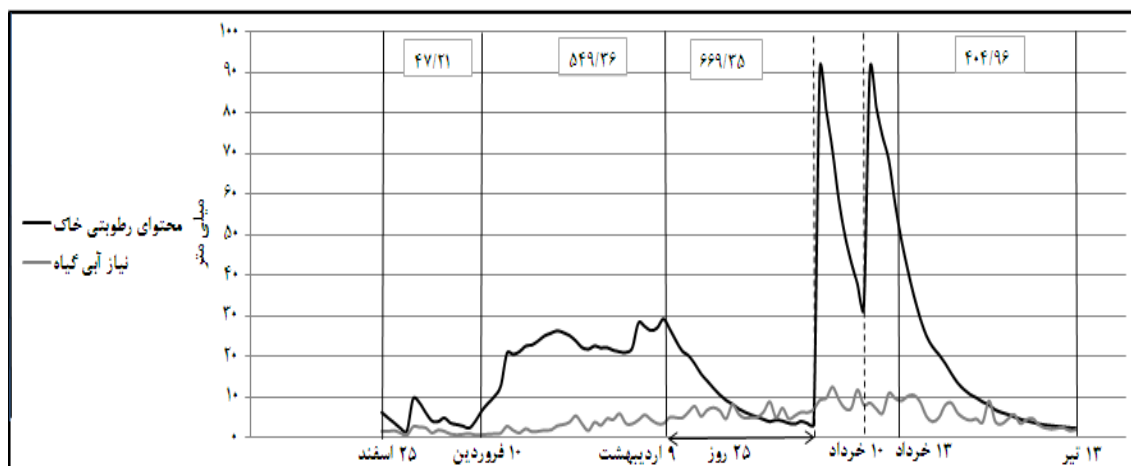
شکل ۱۱. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (دو مرحله آبیاری تکمیلی: ۱۵ روز از مرحله میانی)

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲



شکل ۱۲. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (دو مرحله آبیاری تکمیلی: ۲۰ روز از مرحله میانی)



شکل ۱۳. نیاز آبی و محتوای رطوبتی خاک در طول دوره رشد گیاه (دو مرحله آبیاری تکمیلی: ۲۵ روز از مرحله میانی)

نتیجه گیری

رشد گیاه با زمان بارندگی‌ها، امکان برخورداری بیشتر گیاه از بارش‌های جوی در طول فصل زراعی را فراهم می‌آورد و از این طریق به ثبات و پایداری عملکرد محصول کمک می‌کند. از دیگر روش‌های مدیریتی پیشنهاد شده در این زمینه، آبیاری تکمیلی در زمان مناسب است، زیرا آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد گیاه، رطوبت لازم برای رشد را در دسترس گیاه قرار داده و اثربخشی آب باران در تأمین نیاز آبی گیاه را افزایش می‌دهد. براساس نتایج به‌ست‌آمده از این مدل، با تأخیر در زمان کاشت، فرصت

در زارعت دیم، تنها منبع تأمین نیاز آبی گیاه بارش‌های جوی است. در ایران به دلیل توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، محصولات دیم در طول مراحل مختلف رشد با انواع تنش خشکی مواجه می‌شوند که موجب کاهش چشمگیری عملکرد محصول می‌شود. به همین دلیل، افزایش بهره‌وری آب باران از راهکارهای بسیار مؤثر در کاهش تنش‌های وارد بر گیاه در طول دوره رشد است. کاشت محصول در زمان مناسب با تطبیق مراحل حساس

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۲

۳. مجنون حسینی ن (۱۳۸۷). زراعت و تولید حبوبات (حبوبات در ایران). چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.
۴. محمودی ع. ا (۱۳۸۵) بررسی اثر فصل کاشت و تراکم بذر بر عملکرد دانه عدس رقم محلی رباط در شرایط شمال خراسان. علوم زراعی ایران. ۸(۳): ۲۳۸-۲۳۲.
۵. مسعودی کیا م. و عزیزی خ (۱۳۸۷). بررسی اثر تاریخ کشت و تراکم بوته بر عملکرد و میزان پروتئین ارقام لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.). دانشور علوم زراعی. ۱(۲): ۱۴-۱.

۶. مشتقی ع، موسوی س. ه، سیادت س. ع. و فتحی ق. ا (۱۳۸۹). اثر تاریخ کاشت و تراکم کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) در اهواز. تولید گیاهان زراعی. ۳(۳): ۲۳۸-۲۲۹.
۷. نظامی ا، باقری ع. ا، پرساج، زعفرانیه م. و خمیدی ن (۱۳۸۹). ارزیابی امکان کاشت پاییزه ژنوتیپ‌های عدس متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۲): ۵۸-۴۹.

8. Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M (2006) Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO irrigation and drainage paper. No. 56.
9. Shamsi K, Kobraee S and Haghparast R (2010) Drought stress mitigation using supplemental irrigation in rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Kermanshah, Iran. African Journal of Biotechnology. 9(27): 4197-4203.

کافی برای بر خورداری از بارندگی‌های فصل زراعی از دسترس گیاه خارج شده و گیاه با تنش‌های بیشتری مواجه می‌شود. به‌تعمیق انداختن زمان آبیاری تکمیلی در مرحله حساس رشد نیز از اثربخشی آبیاری تکمیلی در کاهش یا جلوگیری از وارد شدن تنش به گیاه می‌کاهد و به کاهش عملکرد محصول می‌انجامد. از بین تاریخ‌های کاشت بررسی شده، بهترین زمان کاشت عدس بهاره در شرایط آب‌وهوایی استان قزوین، ۲۵ اسفند و در تاریخ کاشت اول، بهترین زمان مرحله اول آبیاری تکمیلی برای شرایط تک‌آبیاری و جفت‌آبیاری، به‌ترتیب ۱۰ و ۱۵ روز پس از شروع مرحله میانی رشد است.

پیشنهادها

۱. توصیه می‌شود در این مدل به تغییرات زمانی مجموع طول دوره رشد گیاه و چهار مرحله رشد تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت توجه شود؛
۲. با مرتبط کردن نتایج به‌دست‌آمده از مدل با عملکرد محصول، می‌توان تأثیر تاریخ کاشت و زمان آبیاری تکمیلی را بر مقدار عملکرد محصول مشخص کرد؛
۳. توسعه این مدل برای ارقام و شرایط اقلیمی مختلف و دیگر محصولات دیم توصیه می‌شود.

منابع

۱. حسینی ف س، نظامی ا، پارسا م. و حاج محمدنیا قالی باف ک (۱۳۹۰). اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس (*Lens culinaris Medik.*) در شرایط آب و هوایی مشهد. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۳): ۶۳۳-۶۲۵.

۲. عزیزاده ا. و کمالی غ. ع (۱۳۸۷). نیاز آبی گیاهان در ایران. چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.

مدیریت آب و آبیاری