

## ارزیابی مدل آکواکراپ به منظور کاهش تاثیر تنش آبی ناشی از تغییر تاریخ کاشت در زراعت گندم

## Evaluation of Aqua crop model for decreasing water stress effects due to different wheat planting date

محمد رضا امداد<sup>۱\*</sup> و آرش تافته<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۸

## چکیده

تاریخ کشت از عوامل مؤثر در عملکرد محصولات کشاورزی می باشد که انتخاب مناسب آن موجب افزایش عملکرد گیاهان زراعی می گردد. یکی از مدل های پیشرفته و کاربردی مناسب در حوزه آب، خاک و گیاه مدل آکواکراپ هست که قابلیت و توانایی بالایی در شبیه سازی عملکرد در شرایط محیطی مختلف دارد. در این راستا با استفاده از آمار و اطلاعات هواشناسی بلندمدت ۱۴ ساله (۱۳۷۹ الی ۱۳۹۳) تأثیر تاریخ های کشت متفاوت (در بازه ۷ روزه) گیاه گندم در منطقه حمیدیه استان خوزستان با استفاده از مدل آکواکراپ بررسی شد. به منظور اعتبارسنجی، نتایج شبیه سازی مدل آکواکراپ با نتایج عملکرد اندازه گیری شده در دو پایلوت منتخب مورد مقایسه و ارزیابی واقع شد. نتایج حاصل از اندازه گیری عملکرد در دو پایلوت در سال زراعی ۹۴-۹۳ نشان داد که چنانچه گندم در محدوده دهه دوم آبان ماه کشت گردد، عملکرد از حدود ۲ به ۲/۶ تن در هکتار قابل افزایش است. نتایج حاصل از مدل و مقادیر اندازه گیری نشان داد که مدل آکواکراپ توانایی و قابلیت بالایی در پیش بینی عملکرد در تاریخ های کشت شده داشته و می توان در شرایط مشابه و با دقت مناسب (ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۲۶ کیلوگرم در هکتار و خطای مطلق ۱۱ درصد) از این مدل در پیش بینی عملکرد گندم استفاده نمود. با توجه به احتمال وقوع بیشتر بارش در دهه دوم آبان (حدود ۳۷ درصد)، کاشت گندم در دهه دوم آبان ماه با افزایش درصد رطوبت خاک در لایه سطحی (حدود ۸۰ درصد) نسبت به کاشت در دهه اول، موجب جوانه زنی و سبز شدن بهتر بذور می شود. در این شرایط تنش رطوبتی کمتری به گیاه وارد و عملکرد بیشتری قابل انتظار است.

کلمات کلیدی: زمان کاشت، گندم، شبیه سازی، مدل آکواکراپ.

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

\*- مکاتبه کننده E-mail: emdadmr591@yahoo.com

## مقدمه

استان خوزستان با مساحت ۶۳۶۳۳/۶ کیلومتر مربع بین عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و صفر دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی در جنوب غربی ایران واقع شده است. شرایط آب و هوایی و تفاوت در ارتفاع از سطح دریای آزاد یکی از مهم ترین عوامل شکل دهنده سیمای اقلیمی استان خوزستان هست. عموماً کاشت گندم از آبان ماه شروع و تا اواخر آذر ادامه دارد و برداشت محصول در اوایل اردیبهشت لغایت اواسط خرداد انجام می شود. در محدوده ۱۰ تا ۱۵ فروردین (غالباً در دهه های دوم و سوم)، درجه حرارت های حداکثر بین ۳۲-۳۸ درجه اتفاق می افتد. توقف بارندگی و چند روز افزایش درجه حرارت ناگهانی موجب کوتاه شدن فصل رشد و کاهش وزن دانه گندم می گردد (Binam, 2011).

گندم در خوزستان به دو صورت هیرم کاری و خشکه کاری کشت می شود که به دلیل شرایط آب و هوایی و مدیریت نامناسب آبیاری ممکن است رطوبت کافی برای جوانه زدن و استقرار اولیه به نحو مطلوب فراهم نشود. آبیاری اول یا به عبارت دیگر تأمین رطوبت کافی خاک برای جوانه زنی، سبز شدن و استقرار مناسب زراعت گندم از ضروریات یک عملکرد موفق هست. گندم در منطقه حمیدیه به صورت سطحی (نواری) آبیاری می گردد. پس از تهیه زمین، مزرعه به نوارهای کم عرض ۸ الی ۱۰ متری با طول زیاد در جهت شیب زمین تقسیم می شود. کشت گندم در این منطقه کشت غالب است. بیشتر سطح زیر کشت پایزه مربوط به گیاه گندم است که معادل ۹۰ درصد از سطح کشت را شامل می گردد.

مدل آکواکراپ یکی از مدل های گیاهی است که توسط سازمان خواروبار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۲ ارائه شده و از قابلیت کارایی مناسبی نسبت به سایر مدل ها برخوردار است. اگرچه مدل آکواکراپ در شبیه سازی عملکرد دانه و بیوماس ذرت در شرایط بدون تنش های کم آبی و حاصلخیزی از دقت قابل قبولی برخوردار بود اما با افزایش سطوح این تنش ها دقت مدل کاهش یافت. کارایی مصرف آب، توسعه کانوپی و عملکرد وزن دانه و بیوماس ذرت تحت شرایط کم آبی در مراحل مختلف رشد به خوبی توسط مدل آکواکراپ شبیه سازی شد (Stricevic et al., 2014).

مدل آکواکراپ را برای ذرت در سه منطقه با شرایط کاملاً متفاوت نیمه خشک، باد شدید و تبخیر- تعرق بالا و آب و هوای بارانی و خاک شنی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که مدل قادر است به صورت قابل قبول آب مصرفی گیاه را تحت شرایط تبخیر- تعرق و باد زیاد شبیه سازی نماید (Heng et al., 2009).

بررسی مدل آکواکراپ برای گندم دوروم در سه فصل زراعی نشان داده است که این مدل عملکرد محصول و شاخص برداشت را به خوبی در مزرعه شبیه سازی کرده است. در این تحقیق مقدار ریشه میانگین مربعات خطا برای عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترتیب برابر ۱/۸۶ تن بر هکتار و ۵/۷۵ درصد و مقدار میانگین قدر مطلق خطا به ترتیب ۱/۷۷ تن در هکتار و ۴/۷ درصد به دست آمد (Guendouz et al., 2014). به طور کلی در اعتبارسنجی مدل، ریشه میانگین مربعات خطا برای عملکرد دانه ۰/۵۸ تن در هکتار، بیوماس ۰/۸۷ تن در هکتار، تبخیر- تعرق واقعی ۳۳/۲ میلی متر و رطوبت حجمی خاک ۲۴/۵-۳۷/۶ میلی متر بود. نتایج نشان داد که مدل آکواکراپ مدلی قابل اطمینان جهت شبیه سازی تولید و عملکرد در دشت شمالی چین هست (Iqbal et al., 2014). به منظور مقایسه عملکرد مدل های آکواکراپ و CERES-Maize در برآورد اجزای بیلان آب خاک و عملکرد ذرت از داده های برداشت شده از منطقه کرج (بافت لومی) محققین نتایج نشان دادند، عملکرد هر دو مدل مناسب است به گونه ای که شاخص توافق برای مدل آکواکراپ در برآورد محتوی آب خاک بین ۸۵ تا ۹۴ درصد و برای مدل CERES-Maize بین ۵۸ تا ۶۴ درصد متغیر است. همچنین شاخص ریشه میانگین مربعات خطای در برآورد عملکرد محصول برای مدل های آکواکراپ و CERES-Maize به ترتیب بین ۲۰ تا ۴۰ و ۲۰ تا ۸۰ درصد بود. با توجه به نتایج خروجی نهایتاً مدل آکواکراپ برای استفاده کشاورزان و برنامه ریزان در سطح منطقه توصیه شده است (Ziaii et al., 2014).

لذا در این مقاله محدوده های تاریخ کشت معمول در منطقه حمیدیه از نظر عملکرد بررسی و مناسب ترین محدوده تاریخ کاشت گندم در راستای نیل به عملکرد بالا با استفاده از مدل آکواکراپ شبیه سازی شده و با مقادیر اندازه گیری شده عملکرد در تاریخ های کشت مختلف مقایسه و مناسب ترین تاریخ کشت توصیه می گردد.

## ارزیابی مدل آکواکراپ به منظور کاهش تاثیر تنش آبی ناشی از تغییر تاریخ کاشت در زراعت گندم

### مواد و روش‌ها

آبیاری مزارع منتخب انجام شد. کیفیت آب آبیاری از نظر شوری مناسب بوده (۱/۸ دسی زمینس بر متر) و محدودیتی برای کاشت گندم ایجاد نمی‌نماید. به منظور ارزیابی و اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی شده مدل آکواکراپ، دو تاریخ کشت مختلف به فواصل یک هفته در نظر گرفته شد؛ بنابراین گندم در پایلوت ۱ در ۱۲ آبان ماه و در پایلوت ۲ در ۱۹ آبان ماه سال ۱۳۹۳ کشت شد. برداشت گندم در پایلوت‌ها در آخر فروردین ۱۳۹۴ انجام شد.

آمار و اطلاعات هواشناسی مورد نیاز مدل آکواکراپ از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اهواز اخذ و پس از پردازش در راستای شبیه‌سازی عملکرد گندم توسط مدل در یک دوره درازمدت ۱۴ ساله استفاده گردید. اطلاعات زراعی و فیزیولوژی گیاهی مورد نیاز در شبیه‌سازی عملکرد گندم توسط مدل آکواکراپ و محدوده تغییرات از پایلوت‌ها برداشت شد و نتایج آن در جدول ۲ ارائه گردیده است.

به منظور بررسی تأثیر محدوده‌های تاریخ کشت و ارزیابی مدل آکواکراپ در شبیه‌سازی عملکرد گندم این پژوهش در منطقه حمیدیه خوزستان با استفاده از آمار و اطلاعات هواشناسی درازمدت ۱۴ ساله بررسی و در سال زراعی ۹۳-۹۴ نیز مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفت. در این ارتباط دو پایلوت ۱۰ هکتاری انتخاب و پس از انجام عملیات خاک‌ورزی (شخم، دیسک، لول) در هر پایلوت یک قطعه به طول و عرض به ترتیب ۲۰۰ و ۱۰ متر (مساحت ۲۰۰۰ مترمربع) انتخاب شد. رقم بذر گندم مورد استفاده چمران و توسط دستگاه سانتریفیوژ به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در پایلوت‌های مورد نظر کشت گردید. با توجه به نمونه‌گیری‌های خاک قبل از کشت، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه حمیدیه در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود خاک مورد نظر لوم رسی (بافت سنگین) و از نظر شوری محدودیتی برای کاشت گندم ایجاد نمی‌کند. به منظور بررسی کیفیت آب آبیاری، نمونه‌برداری از آب

جدول ۱- میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پایلوت منتخب

Table 1. Average some of physical and chemical properties of the selected pilots

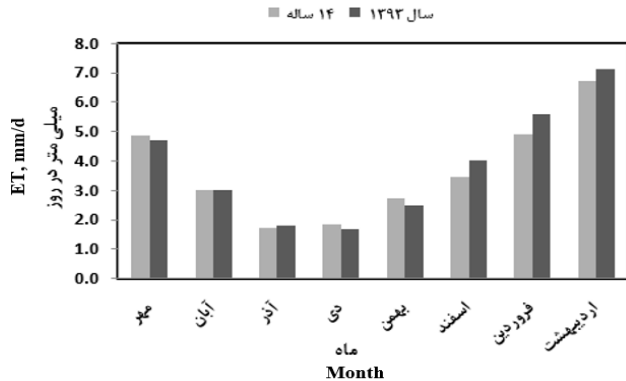
| عمق<br>Depth<br>(cm) | بافت خاک<br>Soil<br>texture | رطوبت حجمی در<br>ظرفیت زراعی<br>FC (%) | رطوبت حجمی در<br>نقطه پژمردگی<br>PWP (%) | جرم مخصوص<br>ظاهری<br>Pb (g. cm-3) | هدایت الکتریکی<br>EC<br>(dS.m-1) | نسبت جذبی<br>سدیم<br>SAR | pH  | کربن آلی<br>OC<br>(%) |
|----------------------|-----------------------------|--|--|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----|-----------------------|
| 0-25                 | Clay Loam                   | 31.9                                   | 19                                       | 1.48                               | 4.5                              | 4.3                      | 7.8 | 0.5                   |
| 25-45                | Clay Loam                   | 36.4                                   | 23                                       | 1.53                               | 5                                | 5.1                      | 7.8 | 0.3                   |
| 45-60                | Clay Loam                   | 36.4                                   | 23                                       | 1.53                               | 5.4                              | 5.4                      | 7.8 | 0.2                   |

جدول ۲- مراحل فیزیولوژی رشد گیاهی گندم در مزارع منتخب

Table 2. Physiology of wheat growth stages in the selected pilots

| اطلاعات گیاهی گندم<br>Wheat plant information                                  | محدوده تغییرات<br>Range of<br>variation | اطلاعات گیاهی گندم<br>Wheat plant information  | محدوده تغییرات<br>Range of<br>variation |
|--|---|--|---|
| تعداد روز از کاشت تا ظهور گیاه<br>Number of days from<br>planting to emergence | 10-14                                   | تعداد روز از کاشت تا رسیدن به ماکزیم پوشش<br>Number of days from planting to maximum<br>canopy cover | 95-105                                  |
| طول دوره گلدهی (روز)<br>Length of flowering<br>stage(days)                     | 10-14                                   | تعداد روز از کاشت تا پیر شدن برگ‌ها<br>Number of days from planting to leaf<br>senescence            | 135-145                                 |
| تعداد روز از کاشت تا گلدهی<br>Number of days from<br>planting to flowering     | 105-115                                 | تعداد روز از کاشت تا رسیدن<br>Number of days from planting to ripening                               | 160-170                                 |
| ماکزیم عمق ریشه‌ها (متر)<br>Maximum root depth (m)                             | 0.3-0.4                                 |  |   |

همان‌طور که از شکل ۱ و ۲ ملاحظه می‌گردد غالب بارندگی‌ها در ماه‌های آبان تا اسفندماه در منطقه حمیدیه به وقوع می‌پیوندد. به‌منظور مقایسه تبخیر- تعرق سطح مرجع در دو دوره یک‌ساله و بلندمدت ۱۴ ساله، تغییرات تبخیر- تعرق سطح مرجع در محدوده مهر تا اردیبهشت با استفاده از روش پنمن مانیت (محدوده کاشت تا برداشت گندم در حمیدیه) در دو حالت مذکور در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳- مقایسه تغییرات تبخیر- تعرق سطح مرجع در دو دوره

Fig 3. Comparison of reference evapotranspiration for two periods

در سال ۹۳-۹۴ مقادیر میانگین ماهیانه تبخیر- تعرق سطح مرجع در آذرماه حداقل (۱/۷ میلی‌متر در روز) و در اردیبهشت‌ماه با میانگین ۶/۷ میلی‌متر در روز حداکثر است. همچنین در دوره بلندمدت ۱۴ ساله ملاحظه می‌گردد که مقادیر میانگین ماهیانه تبخیر- تعرق سطح مرجع از ۱/۷ میلی‌متر در روز تا ۷/۱ میلی‌متر در روز (اردیبهشت‌ماه) تغییر کرده است.

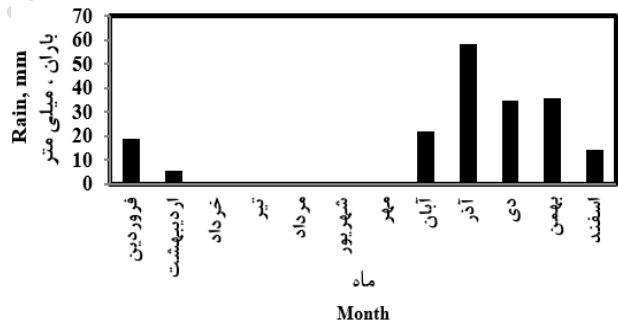
پیرو بررسی‌های میدانی انجام گرفته، نظر به اینکه غالباً تاریخ کشت گندم در منطقه حمیدیه در اواسط آبان ماه است، لذا سه تیمار مدیریتی تاریخ کاشت به فواصل یک هفته در نظر گرفته شد و تأثیر تغییر تاریخ کاشت در بازه درازمدت ۱۴ ساله بر عملکرد و بیوماس بررسی گردید. نتایج تغییرات بیوماس و عملکرد گندم متأثر از تاریخ‌های کشت متفاوت (در محدوده ۵ تا ۱۹ آبان ماه) در بازه درازمدت ۱۴ ساله در جدول ۴ ارائه گردیده است.

همچنین در سال ۹۴-۹۳، چهار تاریخ کشت متفاوت توسط مدل آکواکراپ موردبررسی قرار گرفتند. این تاریخ‌ها عبارت‌اند از: ۵: آبان ماه، ۱۲: آبان ماه، ۱۹: آبان ماه و ۲۶: آبان ماه. با توجه به

عموماً تعداد ۵ نوبت آبیاری برای گندم در منطقه حمیدیه (پایلوت‌های موردنظر) انجام شده که متوسط عمق آب آبیاری در هر نوبت در محدوده بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر و با فواصل یک‌ماهه است. همچنین دبی ورودی به نوارهای آبیاری در محدوده ۱۸ تا ۲۰ لیتر بر ثانیه و متوسط زمان آبیاری پایلوت‌ها حدود ۵ ساعت می‌باشد که در جدول ۳ به همراه تاریخ‌های آبیاری ارائه شده است (دبی توسط پارشال فلوم تیپ ۴ اندازه‌گیری شده است). به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد گندم در زمان برداشت، از هر پایلوت تعداد سه نمونه به‌صورت دستی برداشت و عملکرد دانه آن‌ها مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

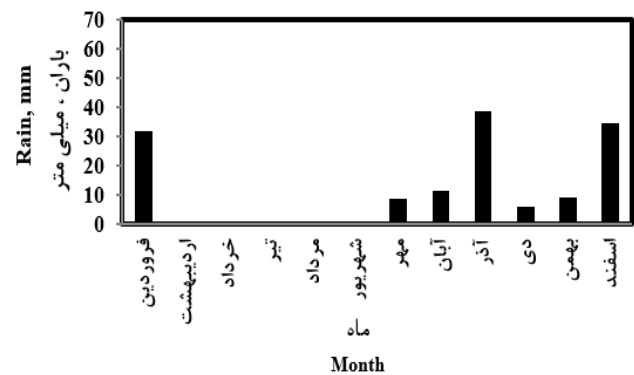
### نتایج و بحث

با توجه به آمار و اطلاعات بارندگی سال ۹۳-۹۴ و نیز آمار و اطلاعات بارش بلندمدت ۱۴ ساله (سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳)، تغییرات بارندگی در ماه‌ها و سال‌های موردنظر بررسی گردید. شکل ۱ و ۲ به ترتیب تغییرات بارندگی ماهیانه سال ۹۳-۹۴ و میانگین بارندگی ماهیانه بلندمدت ۱۴ ساله را نشان می‌دهند.



شکل ۱- میانگین بارندگی ماهیانه بلندمدت

Fig 1. Long term of mean monthly precipitation



شکل ۲- تغییرات بارندگی سال ۹۴-۹۳

Fig 2. Variation of monthly precipitation 2014-2015

## ارزیابی مدل آکواکراپ به منظور کاهش تاثیر تنش آبی ناشی از تغییر تاریخ کاشت در زراعت گندم

تغییرات تاریخ کشت، نتایج تغییرات بیوماس و عملکرد گندم در منطقه حمیدیه که با مدل آکواکراپ شبیه‌سازی شده، در جدول ۵ ارائه گردیده است. تغییرات تاریخ کشت، نتایج تغییرات بیوماس و عملکرد گندم در سال ۹۳-۹۴ (جدول ۴) نشان داد که مناسب‌ترین تاریخ کاشت در محدوده دهه دوم آبان

جدول ۳- اطلاعات مدیریت آبیاری پایلوت‌ها

Table 3. Irrigation management data of pilots

| تاریخ آبیاری<br>Irrigation date | دبی ورودی<br>Inflow rate (l/s) | ساعت آبیاری<br>irrigation time (h) | حجم آب آبیاری<br>Irrigation volume (m <sup>3</sup> /ha) |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|
| 1393/8/16                       | 20                             | 5.9                                | 2116  |
| 1393/9/15                       | 20                             | 4.8                                | 1744  |
| 1393/10/27                      | 19                             | 5.4                                | 1843  |
| 1393/11/20                      | 20                             | 5.2                                | 1886  |
| 1393/12/20                      | 19                             | 5.6                                | 1911  |

جدول ۴- تغییرات عملکرد و بیوماس گندم شبیه‌سازی شده در تاریخ‌های کشت مختلف در بازه ۱۴ ساله

Table 4. Variation of simulated yield and biomass in different planting date of 14 years

| تاریخ کاشت<br>Planting date | ۵ آبان<br>5 aban       |                      | ۱۲ آبان<br>12 aban     |                      | ۱۹ آبان<br>19 aban     |                      |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| سال<br>Year                 | بیوماس<br>Biomass t/ha | عملکرد<br>Yield t/ha | بیوماس<br>Biomass t/ha | عملکرد<br>Yield t/ha | بیوماس<br>Biomass t/ha | عملکرد<br>Yield t/ha |
| 1379-1380                   | 6.1                    | 2.4                  | 6.0                    | 2.3                  | 6.0                    | 2.3                  |
| 1380-1381                   | 6.2                    | 2.4                  | 5.9                    | 2.3                  | 5.9                    | 2.3                  |
| 1381-1382                   | 5.8                    | 2.2                  | 5.9                    | 2.2                  | 5.9                    | 2.3                  |
| 1382-1383                   | 5.6                    | 2.1                  | 5.7                    | 2.2                  | 5.9                    | 2.2                  |
| 1383-1384                   | 6.2                    | 2.4                  | 6.0                    | 2.3                  | 5.9                    | 2.2                  |
| 1384-1385                   | 6.1                    | 2.3                  | 6.0                    | 2.3                  | 6.0                    | 2.3                  |
| 1385-1386                   | 5.9                    | 2.3                  | 5.9                    | 2.3                  | 6.0                    | 2.3                  |
| 1386-1387                   | 5.1                    | 1.9                  | 4.9                    | 1.7                  | 4.8                    | 1.5                  |
| 1387-1388                   | 5.9                    | 2.3                  | 5.8                    | 2.2                  | 5.6                    | 2.1                  |
| 1388-1389                   | 6.4                    | 2.4                  | 6.1                    | 2.3                  | 6.1                    | 2.3                  |
| 1389-1390                   | 5.9                    | 2.3                  | 6.1                    | 2.3                  | 6.0                    | 2.2                  |
| 1390-1391                   | 5.8                    | 2.2                  | 6.1                    | 2.3                  | 5.7                    | 2.1                  |
| 1391-1392                   | 6.2                    | 2.4                  | 6.2                    | 2.3                  | 6.1                    | 2.3                  |
| 1392-1393                   | 6.1                    | 2.4                  | 6.2                    | 2.4                  | 6.5                    | 2.6                  |

جدول ۵- تغییرات عملکرد گندم شبیه‌سازی شده در تاریخ‌های کشت مختلف در سال زراعی ۹۳-۹۴

Table 5. Variation of simulated wheat yield in different planting date (2014-2015)

| تاریخ کاشت<br>Planting date | بیوماس (تن در هکتار)<br>Biomass (t/ha) | عملکرد (تن در هکتار)<br>Yield (t/ha) |
|-----------------------------|--|--------------------------------------|
| ۵ آبان ماه                  | 6.1                                    | 2.3                                  |
| ۱۲ آبان ماه                 | 6.0                                    | 2.2                                  |
| ۱۹ آبان ماه                 | 6.2                                    | 2.4                                  |
| ۲۶ آبان ماه                 | 5.7                                    | 2.0                                  |

جدول ۶- آزمون نمونه‌های جفتی عملکرد و زیست توده گندم در تاریخ‌های کشت مختلف در بازه ۱۴ ساله

Table 6. Paired samples test of yield and biomass of wheat in different planting date during 14 years.

| جفت<br>Paired | متغیر<br>variation | تاریخ کشت<br>Planting date |                | میانگین<br>Mean | میانگین خطای<br>استاندارد<br>SE | بازه احتمال ۹۵ درصد |        | t    | df | Sig.               |
|---------------|--------------------|----------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|--------|------|----|--------------------|
|               |                    | حد بالا<br>UL              | حد پایین<br>LL |                 |                                 |                     |        |      |    |                    |
| 1             | زیست توده          | ۱۲ آبان                    | ۵ آبان         | 0.035           | 0.048                           | 0.140               | -0.069 | 0.73 | 13 | 0.48 <sup>ns</sup> |
| 2             | زیست توده          | ۱۹ آبان                    | ۵ آبان         | 0.064           | 0.062                           | 0.199               | -0.070 | 1.03 | 13 | 0.32 <sup>ns</sup> |
| 3             | زیست توده          | ۱۹ آبان                    | ۱۲ آبان        | 0.028           | 0.045                           | 0.125               | -0.068 | 0.64 | 13 | 0.54 <sup>ns</sup> |
| 4             | عملکرد             | ۱۲ آبان                    | ۵ آبان         | 0.042           | 0.022                           | 0.092               | -0.006 | 1.88 | 13 | 0.08 <sup>ns</sup> |
| 5             | عملکرد             | ۱۹ آبان                    | ۵ آبان         | 0.071           | 0.039                           | 0.157               | -0.014 | 1.79 | 13 | 0.09 <sup>ns</sup> |
| 6             | عملکرد             | ۱۹ آبان                    | ۱۲ آبان        | 0.028           | 0.028                           | 0.090               | -0.033 | 1    | 13 | 0.34 <sup>ns</sup> |

ns, no significant

ns. غیر معنی‌دار

جدول ۷- تغییرات عملکرد گندم اندازه‌گیری شده در تاریخ‌های کشت مختلف در سال زراعی ۹۴-۹۳

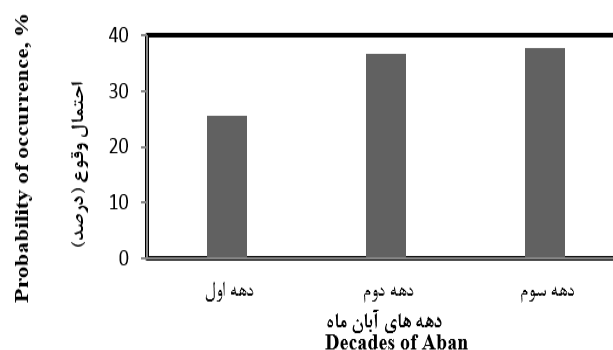
Table 7. Variation of measured wheat yield in different planting date (2014-2015)

| پایلوت<br>Pilot | تاریخ کشت<br>Planting date | زیست توده (تن در هکتار) | عملکرد (تن در هکتار) |
|-----------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|
|                 |                            | Biomass (t/ha)          | Yield (t/ha)         |
| 1               | ۱۲ آبان ماه                | 5.1                     | 2.2                  |
| 2               | ۱۹ آبان ماه                | 5.5                     | 2.6                  |

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد نتایج آمار و اطلاعات بارندگی ۱۴ ساله نشان داد که احتمال وقوع بارندگی در دهه دوم آبان ماه (۳۷ درصد) و نسبت به دهه اول (۲۶ درصد) بیشتر هست که مؤید آن است که چنانچه گندم در دهه دوم آبان ماه کاشته شود از بارش بیشتری بهره‌مند شده و از رشد و نمو و عملکرد مناسب‌تری برخوردار می‌گردد. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره گردید گندم در این منطقه ۵ نوبت آبیاری شده که فواصل آبیاری آن حدود یک ماه و یا بیشتر می‌باشد. فواصل آبیاری طولانی باعث می‌گردد که گیاه در مقاطع اولیه رشد که نیاز به آب کافی داشته و حساسیت بیشتری نسبت به کمبود آب دارد با تنش رطوبتی مواجه گردد. لذا چنانچه بتوان زمان کاشت گندم را طوری انتخاب نمود که حداکثر استفاده از بارندگی‌های پاییزه در راستای جبران کاهش رطوبتی خاک انجام شود امکان این فراهم می‌گردد که در زمان جوانه‌زنی و پس از آن رطوبت یکنواخت در محدوده ریشه تأمین شده و از تنش‌های محیطی (کاهش رطوبت خاک) کاسته گردد. نتایج اندازه‌گیری شده عملکرد در تاریخ‌های کشت متفاوت نشان می‌دهد که چنانچه گندم در محدوده دهه دوم آبان ماه کاشته شود از عملکرد بالاتری نسبت به دهه اول آبان ماه برخوردار است. نتایج شبیه‌سازی با مدل آکواکراپ نیز نشان داد که چنانچه تاریخ کشت

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد تغییرات عملکرد معنی‌داری در تاریخ کاشت‌های مورد بررسی با توجه به آمار و اطلاعات ۱۴ ساله وجود ندارد؛ بنابراین با توجه به مقدار عملکرد (عملکرد بیشتر)، مناسب‌ترین محدوده تاریخ کاشت گندم با توجه به شبیه‌سازی انجام گرفته با مدل آکواکراپ، دهه دوم آبان ماه توصیه می‌گردد. در این ارتباط نتایج اندازه‌گیری شده عملکرد و زیست توده گندم به همراه تاریخ‌های کشت متناظر به دست آمده از پایلوت‌ها در جدول ۷ ارائه گردیده است.

همچنین بر اساس تجزیه و تحلیل آمار بارندگی ۱۴ ساله، احتمال وقوع بارندگی در سه دهه آبان ماه انجام و نتایج آن در شکل ۴ ارائه گردیده است.



شکل ۴- احتمال وقوع بارندگی ۱۴ ساله در دهه‌های مختلف در آبان ماه

Fig.4. Rainfall occurrence probability of 14 years in different decades in February

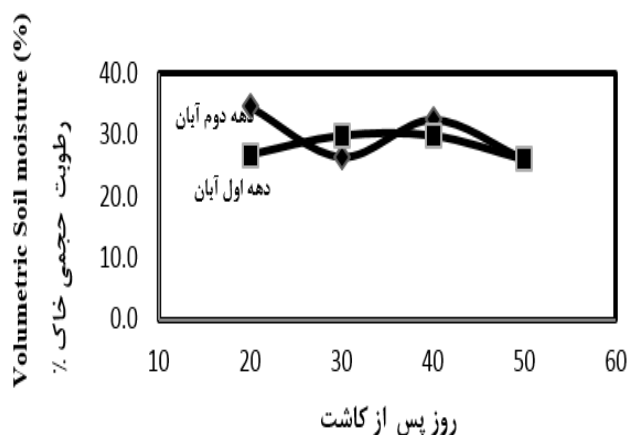
## ارزیابی مدل آکواکراپ به منظور کاهش تاثیر تنش آبی ناشی از تغییر تاریخ کاشت در زراعت گندم

ماه، درصد رطوبت خاک در لایه سطحی بیشتر بوده که این امر موجبات افزایش درصد جوانه‌زنی و نهایتاً رشد و نمو بهتر را فراهم می‌کند.



شکل ۵- تغییرات درصد رطوبت خاک در عمق ۵ سانتی متری

Fig.5. Variation of soil moisture in 5 cm depth



شکل ۶- تغییرات درصد رطوبت خاک در عمق ۲۵ سانتی متری

Fig.6. Variation of soil moisture in 25 cm depth

بنابراین با توجه به تغییرات رطوبت خاک و تأثیر آن در جوانه‌زنی و سبز شدن بذور و همچنین استفاده مؤثر از بارندگی‌های پاییزه اتفاق افتاده در دهه دوم آبان به بعد، چنانچه گندم در دهه دوم آبان کشت شود از شرایط رطوبتی بهتری در لایه سطحی خاک در محدوده ۳۰ روز پس از کاشت برخوردار بوده و این شرایط تنش رطوبتی کمتری را به گیاه وارد نموده و عملکرد بیشتری در این شرایط حاصل می‌گردد.

گندم در منطقه در محدوده دهه دوم آبان ماه اختیار شود عملکرد گندم بالاتری نسبت به سایر شرایط قابل انتظار هست که با نتایج حاصله از عملکرد اندازه‌گیری شده در پایلوت‌ها و تاریخ‌های کشت پیشنهادی نیز همخوانی و قرابت بالایی دارد. این محدوده تاریخ کشت با نتایج نادری و همکاران (Naderi, 2014) مبنی بر کشت گندم رقم چمران در محدوده اواسط آبان ماه در خوزستان به منظور تولید عملکرد مناسب مطابقت دارد. نتایج عملکرد دانه گندم حاصله از اندازه‌گیری و شبیه‌سازی نشان داد که مدل آکواکراپ قابلیت و توانایی مناسبی در شبیه‌سازی عملکرد گندم داشته و می‌توان از این مدل در شرایط مشابه و با در نظر گرفتن سایر ملاحظات در شبیه‌سازی عملکرد گندم استفاده نمود. شکل ۵ و ۶ به ترتیب تغییرات درصد رطوبت خاک در عمق ۵ و ۲۵ سانتی متری را ارائه می‌کند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد چنانچه کاشت گندم در دهه دوم آبان انجام پذیرد درصد رطوبت خاک به خاطر استفاده از بارش‌های پاییزی اتفاق افتاده در این دهه و بعد از آن (با احتمال وقوع حدود ۴۰ درصد) بیشتر از درصد رطوبت خاک در دهه اول آبان می‌باشد. چنانچه گندم در دهه دوم آبان کشت شود درصد رطوبت خاک در لایه سطحی (۵ سانتی متری) تا محدوده زمان ۳۰ روز پس از کاشت که زمان بحرانی برای جوانه‌زنی و رشد گندم می‌باشد به طور متوسط به میزان ۸۰ درصد نسبت به درصد رطوبت خاک در شرایط کاشت در دهه اول آبان بیشتر است. افزایش رطوبت خاک و به همراه آن کاهش تنش رطوبتی موجبات افزایش یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذور را فراهم می‌نماید. به طور مشابه تغییرات رطوبت خاک در لایه توسعه ریشه (۲۵ سانتی متری) نیز نشان می‌دهد که درصد رطوبت خاک در شرایط کاشت در دهه دوم آبان به طور متوسط در حدود ۱۰ درصد نسبت به شرایط کاشت در دهه اول بیشتر بوده است (در محدوده زمان ۳۰ روز پس از کاشت). با توجه به اینکه کاشت گندم در منطقه به وسیله دستگاه سانتریفیوژ بوده و بذور گندم در لایه سطحی خاک پخش می‌گردد، لذا چنانچه گندم در دهه دوم آبان ماه کشت شود به علت استفاده مناسب‌تر از بارندگی‌های پاییزه نسبت به کشت در دهه اول آبان

References

- Binam. 2011.** Agricultural and horticultural statistics data of Khuzestan providence. Published by Khuzestan Jihad Agriculture Organization.
- Guendouz, A., M. Hafsi., Z. Khebbat., and A. Achiri. 2014.** Performance evaluation of aquacrop model for durum wheat (*Triticum durum* Desf.) crop in semi arid conditions in Eastern Algeria. International journal of Microbiology and Applied Sciences. 3. 2. 168-176.
- Heng, L. K., T. C. Hsiao., S. Evett., T. Howell., and P. Steduto. 2009.** Validating the FAO AquaCrop Model for Irrigated and Water Deficient Field Maize Agron. J. 101: 488-498.
- Iqbal, M., Y. Shen., R. Stricevic., H. Pei., H. Sun., E. Amiri., A. Penas., and S. delRio. 2014.** Evaluation of the FAO AquaCrop model for winter wheat on the North China Plain under deficit irrigation from field experiment to regional yield simulation. Agricultural Water Management, 135:61-72.
- Khalili, N., K. Davari., A. Alizadeh., M. Najafi., and H. Ansari. 2014.** Simulation of rainfed wheat yield using AquaCrop model, Case study: Sisab rainfed researches station, Northern Khorasan, Journal of Water and Soil, 28 (5), 930-939.
- Khorsand, A., V. Verdinezhad., and A. Shahidi. 2014.** Evaluation AquaCrop model for simulation wheat yield, moisture and salinity of soil profiles under water and salinity stress, Journal of water and irrigation management, 4(1), 89-104.
- Naderi, A. 2014.** Analysis the effect of planting date on wheat genotypes grain yield by using regression methods. Crop Physiology Journal.2(5): 5-14.
- Salemi, H., M. Mohd soom., A. Shui Lee., T. Mousavi., S. F. Ganji., and M. Kamil Yussof. 2011.** Application of Aqua Crop model in deficit irrigation management of winter wheat in arid region. Africa journal of Agricultural Research. 610. 2204-2415.
- Stricevic, R., Z. Dzeletovic., N. Djurovic., and M. Cosic. 2014.** Application of the AquaCrop model to simulate the biomass of Miscanthus x giganteus under different nutrient supply conditions. Global Change Biology Bioenergy,7(6):1203-1210.
- Zhang, W., W. Liu., Q. Xue., J. Chen., and X. Han. 2013.** Evaluation of the Aquacrop model for simulating yield response of winter wheat to water on the southern loess plateau of china. Water Science Technology,68(4):821-828.
- Ziaii, G., H. Babazadeh., F. Abbasi., and F. Kaveh. 2014.** Evaluation of the aquacrop and ceres-maize models in assessment of soil water balance and maize yield. Iranian journal of soil and water research. 45(4): 435-445.



## Evaluation of Aquacrop model for decreasing water stress effects due to different wheat planting date

M. R. Emdad<sup>1\*</sup>, A. Tafteh<sup>1</sup>

Received date: 29 June 2017

Accepted date: 11 Sep 2017

### Abstract

Planting date is one of the effective factors for crop yield production that appropriate chooses; it can increase plant yield production. One of the advanced and practical models in the water, soil and plant is Aquacrop that has high ability and performance in different crop simulation and environmental conditions. In this regard using of long term meteorological data of 14 years (2000-2014), the effect of general different planting dates of wheat (within 7 days) in the Hamidiyeh region using Aquacrop model was investigated. In order to validate and comparing the results of Aquacrop model simulation with measured data, two pilots were considered. The results of yield measured data in two pilots in 2014-2015 indicated that if wheat is cultivated in the range of the second decade of November, the wheat yield production can increase from 2 to 2.6 ton/ha. The results of the model simulation and measured data showed that the Aquacrop model has high performance and ability for wheat yield simulation based on wheat planting date and can be used in the similar conditions with reasonable accuracy (root mean square error and absolute error are 0.26 and 11% respectively) in different planting dates for wheat yield simulation. Regarding to probability of rainfall occurrence in second decade of November (about 37 %), selecting planting date in that range accompanying with increasing soil surface moisture (about 80%), than planting date in first decade, can increase seed germination. In this condition water stress is less and more yields are predictable.

**Keywords:** planting date, wheat, Simulation, Aquacrop Model.

1- Assistant professor, Irrigation and soil physics research department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

\* Correspond authors: emdadmr591@yahoo.com