بررسی تاریخچه و روند مطالعات مدل‌سازی گیاهان زراعی در ایران

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۷، شماره ۲، صفحات ۷۳-۵۳
(تابستان ۱۴۰۰)

حسین پورهادیان
دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول: ✉ hpoorhadian@yahoo.com)

چکیده

بررسی هر موضوعی بر اساس روند تکاملی آن، یاری‌گر شناخت بیشتر و روشن‌تر شدن آینده آن و تصمیم‌گیری بهتر خواهد گردید که مدل‌سازی گیاهان زراعی نیز از این قائده مستثنی نیست. به‌منظور بررسی روند مدل‌سازی گیاهان زراعی در ایران، ۱۶۲ منبع شامل مقاله، پایان‌نامه و کتاب مورد پژوهش قرار گرفت. بررسی‌ها حاکی از آن بود که اولین مدل کامل در سال ۱۳۷۷ روی اثر ویژگی‌های خاک بر عملکرد گیاه زراعی نخود در شرایط دیم ساخته شد. نتایج مطالعه‌های مختلف نشان داد عملکرد دانه و گندم به‌ترتیب با ۴۹ و ۳۸ بار، دارای بیشترین تکرار صفت مورد اندازه‌گیری و گیاه مورد پژوهش بودند. مدل رگرسیون غیرخطی با ۲۵ بار تکرار، پرکاربردترین مدل مورد استفاده بود. همچنین بیشترین منبع، به مقالات با ۱۲۹ عدد تعلق داشت. حداکثر پژوهش در سال ۱۳۹۰، ۲۴ مرتبه انجام گرفته بود. دو پژوهشگر، بیشترین نقش را در گسترش مدل‌سازی گیاهان زراعی داشته و بیشترین کاربرد مدل، در بحث مدیریت زراعی مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت مدل‌سازی در زمینه‌های مختلفی در مورد گیاهان زراعی در ایران به کار گرفته شده است و این موضوع می‌تواند مکمل خوبی برای دیگر شیوه‌های پژوهش باشد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۱

واژه‌های کلیدی

- پژوهشگر
- سال
- عملکرد
- مدل

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY- NC- ND انتشار یافته است.

10.22034/AEJ.2022.697217

مقدمه

شناخت روند هر فرآیندی، پژوهشگر را در امر پژوهش یاری نموده و تصمیم‌گیری را برای او راحت می‌کند. با توجه به این که مدل‌سازی موضوع جدیدی به‌خصوص در ایران می‌باشد و همچنین ایران یکی از مراکز مهم اهلی کردن گیاهان بوده و در ضمن از تولیدکنندگان مهم کشاورزی در جهان به شمار می‌رود، می‌طلبد که در امر پژوهش به شیوه‌های مختلف، گیاهان مورد پژوهش قرار گیرند.

مدل‌سازی عبارت است از مجموعه فعالیت‌هایی که انجام می‌شود تا از یک سیستم مدل تهیه شود یا یک مدل ساخته شود. مدل‌سازی در زمینه‌های مختلفی همچون کاربرد در پژوهش‌ها، مدیریت زراعی و آموزش مورد استفاده قرار می‌گیرد (Soltani, 2009). با کمک مدل‌سازی می‌توان جنبه‌های مختلف گیاهان زراعی را مورد پژوهش قرار داد (Soltani and Sinclair, 2012; Soltani and Torabi, 2009; Nasiri Mahallati, 2000; Koocheki *et al.*, 2001; Koocheki and Bannayan, 1993). چرا که مدل‌سازی سبب خواهد شد که دانش در زمینه پژوهش‌ها و رشته‌های مختلف با هم تلفیق گردیده و نتایج پژوهش‌ها را برای استفاده، مستندسازی نموده و مدیریت مزرعه را بهبود بخشیده و تجزیه و تحلیل درستی از عملکرد گیاه حاصل شود و نتیجه تأثیر تولیدات زراعی بر محیط زیست بررسی گردد و همچنین بتوان به‌صورت ساده و روشن اثر تغییر عوامل مؤثر بر تولیدات کشاورزی را به دانشجویان و کشاورزان آموزش داد (Soltani, 2009). بررسی تغییرات شرایط اقلیمی و تأثیر آن بر آینده کشاورزی نیز به کمک فن مدل‌سازی قابل انجام می‌باشد (Ainsworth and Long, 2005; White *et al.*, 2011; Yousefi *et al.*, 2006). تلاش‌ها در زمینه مدل‌سازی گیاهان زراعی، در اواسط قرن نوزده میلادی با تهیه مدل‌های دریافت نور و فتوسنتز در جوامع گیاهان زراعی، شروع شد و سیر تکاملی خود را تا کنون ادامه داده است و شرایط را برای بررسی بیشتر موضوعات مختلف مرتبط با گیاه مهیا نموده است (Soltani, 2009). هدف از این پژوهش، بررسی تاریخچه و روند مدل‌سازی گیاهان زراعی در ایران می‌باشد. چرا که این موضوع موجب جمع‌بندی پژوهش‌های صورت گرفته خواهد شد و شرایط را برای پژوهشگران در جهت بررسی بیشتر مشکلات و نیازها در زمینه مدل‌سازی، فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به کمک مقالات، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌های قابل دسترس برای نویسنده، از سایت‌ها و موتورهای جستجوی زیر استفاده شد:

http://sid.ir
http://scholar.google.com
http://science.com/
http://www.google.comsites.google.com/site/afshinsoltani/www.um.ac.ir
http://database.irandoc.ac.ir
http://www.um.ac.ir/~banayan/

از کل ۱۶۲ منبع مورد استفاده در بازه زمانی اوایل بهار ۱۳۶۷ تا آخر بهار ۱۳۹۲، ۱۲۹ منبع به مقالات، ۲۵ منبع به پایان‌نامه‌ها و ۶ منبع به کتاب تعلق داشت. البته تاکنون دو همایش نیز در زمینه مدل‌سازی انجام شده است که در این بررسی از مقالات ارائه شده در آن‌ها به دلیل عدم دسترسی استفاده نشد. لازم به ذکر است به‌دلیل این‌که اکثر مقالات از پایان‌نامه‌های دانشجویی توسط پژوهشگران استخراج شده بود، از پایان‌نامه‌ها و همچنین کتاب‌های مرتبط با مدل‌سازی، جهت گروه‌بندی صفات در این پژوهش استفاده نشد. در نهایت بر

اساس نیاز، موارد و صفات مدل‌سازی شده مورد بررسی از این منابع استخراج گردید و گروه‌بندی مقالات بر اساس سال انتشار، نوع مدل، نوع گیاه، نوع صفات مورد بررسی، نام نویسنده و غیره انجام گرفت و صفات مورد مطالعه تا جایی که امکان داشت، گروه‌بندی شدند. نمودارها پس از انتقال آمار مربوط به صفات اندازه‌گیری شده به محیط صفحه گستر اکسل، به کمک این نرم افزار ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

گیاهان مورد مطالعه

در مقالات مورد بررسی در این پژوهش ۲۴ گیاه جهت ارزیابی، ساخت و پارامتریابی استفاده شدند که گندم با ۳۸ بار (مثل عرب‌عامری و همکاران، ۲۰۱۰؛ غدیریان و همکاران، ۲۰۱۱؛ مؤمنی و همکاران، ۲۰۱۱)، (Arabameri *et al.*, 2010; Ghadiryan *et al.*, 2011; Moemeni *et al.*, 2011) نخود ۲۷ بار (مثل سلطانی و فرجی، ۲۰۰۶؛ ترابی و سلطانی، ۲۰۱۳؛ گنجعلی و همکاران، ۲۰۱۱)، ذرت ۱۸ بار (مثل مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۶؛ لشکری و همکاران، ۲۰۱۱؛ ترابی و سلطانی، ۲۰۱۳)، (Ganjeali *et al.*, 2011; Soltani and Faraji, 2006; Tubiello and Ewert, 2002; Lashkari *et al.*, 2011; Majnooni-Harris *et al.*, 2006; Tubiello and Ewert, 2002) چغندرقند ۹ بار (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶؛ جلینی و همکاران، ۲۰۰۵؛ پارسا و همکاران، ۲۰۰۷)، (Jolaini *et al.*, 2006; Parsa *et al.*, 2007; Soltani *et al.*, 2005) برنج (مثل امیری، ۲۰۰۹؛ امیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ بنایان، ۲۰۰۹)، (Amiri, 2009; Amiri *et al.*, 2011; Bannayan Aval, 2009) و کلزا هر کدام ۸ بار (مثل میرهاشمی و بنایان اول، ۲۰۱۲؛ جعفری و همکاران، ۲۰۱۱؛ جلالی و همایی، ۲۰۱۰)، (Jafari *et al.*, 2011; Jalali and Homaee, 2010; Mirhashemi and Bannayan Aval, 2012) سویا ۴ بار (مثل یوسفی و همکاران، ۲۰۰۸؛ بخشنده و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ سلطانی و هوگنبوم، ۲۰۰۷)، پنبه ۳ بار (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Soltani and Hoogenboom, 2007; Soltani *et al.*, 2004 ; Zareh *et al.*, 2011) (قادری‌فر و همکاران، ۲۰۱۲؛ خواجه‌پور و همکاران، ۱۹۸۸؛ اکرم قادری و همکاران، ۲۰۰۶)، (Akram Ghaderi *et al.*, 2006; Ganjeali *et al.*, 2011; Khajehpour *et al.*, 1988) آفتابگردان (خواجه‌پور و سیدی، ۲۰۰۱)، (Akram *et al.*, 2006; Khajehpour and Saidi, 2001) بادام‌زمینی (بنایان، ۲۰۰۱؛ بنایان، ۲۰۰۹)، (Bannayan Aval, 2001; Bannayan Aval, 2009) باقلا (عجم‌نوروزی و سلطانی، ۲۰۰۸؛ عجم‌نوروزی و همکاران، ۲۰۰۷)، (Ajam Norouzi and Soltani, 2008; Ajam Norouzi *et al.*, 2007) زعفران (مکاریان و همکاران، ۲۰۰۸؛ کوچکی و همکاران، ۲۰۰۹) (Koocheki *et al.*, 2009; Makarian *et al.*, 2008) و گلرنگ (داداشی و خواجه‌پور، ۲۰۰۳؛ شهسواری و یساری، ۲۰۱۰) (Dadashi and Khajehpour, 2003; Shahsavari and Yasari, 2010) هر کدام ۲ بار، جو (اعتصامی و همکاران، ۲۰۰۹)، (Etesami *et al.*, 2009) ارزن (اشراقی‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۱)، (Eshraghinejad *et al.*, 2011) بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) (کریمیان‌فریمان و همکاران، ۲۰۱۲)، (Karimian Fariman *et al.*, 2012) زیره‌سبز (کامکار و همکاران، ۲۰۰۷)، (Kamkar *et al.*, 2006) سیاهدانه (قادری‌فر و همکاران، ۲۰۰۹)، (Ghaderifar *et al.*, 2009) کدو تخم کاغذی (قادری‌فر و همکاران، ۲۰۰۹)، (Ghaderifar *et al.*, 2009) کوشیا (*Kochia scoparia* L.) (صبوری‌راد و همکاران، ۲۰۱۱)، (Saboury Rad *et al.*, 2011) گل گاوزبان ایرانی (لشکری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Lashkari *et al.*, 2011) گوجه فرنگی (سیاری و همکاران، ۲۰۱۱)، (Sayyari *et al.*, 2011) خردل وحشی (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳) (Soltani *et al.*, 2013) و ذرت

علوفه‌ای (مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۶) (Majnooni-Harris *et al.*, 2006) هر کدام یک بار مورد پژوهش قرار گرفته بودند (شکل ۱).

صفات مورد مطالعه

شکل (۲)، نشان‌دهنده صفات مورد بررسی در مقالات مورد استفاده در این پژوهش است که از طریق بررسی مقالات کامل، چکیده و در برخی موارد عنوان مقاله استخراج گردیده‌اند که سعی شده است بر اساس قرابت صفات گروه‌بندی شوند. در بین این صفات عملکرد دانه (مثل اندرزیان و همکاران، ۲۰۰۸؛ سلطانی و قلی‌پور، ۲۰۰۶؛ کامکار و همکاران، ۲۰۰۷)، (Andarzian *et al.*, 2008; Kamkar *et al.*, 2006; Soltani and Gholipour, 2006) فنولوژی (مثل کیانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ نوری امام‌زاده‌ای و همکاران، ۲۰۰۴؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶ الف و ب؛ نیکوبین و همکاران، ۲۰۰۹) (Khani *et al.*, 2007; Nikobin *et al.*, 2009; Nouri Amamzadei *et al.*, 2004; Soltani *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2006) و ماده خشک (مثل مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۶؛ ماهرو کاشانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ترابی و سلطانی، ۲۰۱۳)، (Mahru Kashani *et al.*, 2010; Majnooni-Harris *et al.*, 2006; Tubiello and Ewert, 2002) به‌ترتیب با ۴۹، ۳۱ و ۲۹ بار دارای بیشترین تکرار بودند و در رتبه اول تا سوم قرار داشتند. آب خاک ۲۶ بار (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۷، مؤمنی و همکاران، ۲۰۱۱؛ عصاره و همکاران، ۲۰۱۱)، (Assareh *et al.*, 2011; Moemeni *et al.*, 2011; Soltani and Hoogenboom, 2007) سطح برگ ۲۲ بار (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۵؛ بخشنده و همکاران، ۲۰۱۱؛ راحمی‌کاریزکی و همکاران، ۲۰۰۶)، (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Rahemi Karizaki *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2005) تغییر اقلیم ۲۰ بار همکاران، (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰؛ خلیلی‌اقدم و سلطانی، ۲۰۰۹؛ سیاری و همکاران ۲۰۱۰)، (Khalili Aghdam and Soltani, 2009; Sayyari *et al.*, 2010; Soltani *et al.*, 2000) نیتروژن ۱۹ بار (مثل حسینی و همکاران، ۲۰۰۸؛ دستمالچی و همکاران، ۲۰۱۱؛ نهضتی‌پاقلعه و همکاران، ۲۰۰۸)، (Dastmalchi *et al.*, 2011; Hosseini *et al.*, 2009; Nohzhati Paqleh *et al.*, 2008) تولید و زوال برگ ۱۸ بار (مثل محمدنژاد و همکاران، ۲۰۰۶؛ مداح‌یزدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ خاوری و همکاران، ۲۰۰۸)، (Khavari *et al.*, 2008; Maddah Yazdi *et al.*, 2008; Mohamadnejad *et al.*, 2006) رشد ۱۳ بار (مثل کوچکی و همکاران، ۲۰۰۱؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶)، (Koocheki *et al.*, 2009; Soltani *et al.*, 2006) دماهای کاردینال ۱۲ بار (مثل عجم‌نوروزی و همکاران، ۲۰۰۷، جعفری و همکاران، ۲۰۱۱؛ ترابی و سلطانی، ۲۰۱۳)، (Ajam Norouzi *et al.*, 2007; Jafari *et al.*, 2011; Tubiello and Ewert, 2002) جوانه‌زنی ۱۱ بار (مثل زینلی و همکاران، ۲۰۱۰؛ گنجعلی و همکاران، ۲۰۱۱؛ قادری‌فر و همکاران، ۲۰۰۹)، (Ganjeali *et al.*, 2011; Ghaderifar *et al.*, 2009; Ziaei and Sepaskhah, 2003) تنش ۱۰ بار (مثل سلطانی و فرجی، ۲۰۰۶؛ حسین‌پناهی و همکاران، ۲۰۱۱؛ جلالی و همایی، ۲۰۱۰)، (Hossein Panahi *et al.*, 2012; Jalali and Homaee, 2010; Soltani and Faraji, 2006) جذب و توزیع نور ۹ بار (مثل سلطانی و سینکلر، ۲۰۱۱؛ پارسا و همکاران، ۲۰۰۷؛ حسن‌زاده‌دلویی و همکاران، ۲۰۰۳)، (Hasanzadeh *et al.*, 2003; Parsa *et al.*, 2007; Soltani and Sinclair, 2011) شاخص.برداشت ۸ بار (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶؛ عرب‌عامری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Arabameri *et al.*, 2010; Soltani *et al.*, 2004; Soltani *et al.*, 2006) علف‌های هرز (مثل مکاریان و همکاران، ۲۰۰۸؛ دهقان و همکاران، ۲۰۱۳؛ نصیری‌محلاتی و همکاران، ۲۰۰۹) (Dehghan *et al.*, 2012; Makarian *et al.*, 2008; Nasiri Mahalati *et al.*, 2009) و طول روز (مثل داداشی و خواجه‌پور، ۲۰۰۳؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۵؛ دستمالچی و همکاران، ۲۰۱۱) (Dadashi and Khajehpour, 2003; Dastmalchi *et al.*, 2011; Soltani *et al.*,

(2000) هر کدام ۶ بار، ارتفاع بوته (مثل بخشنده و همکاران، ۲۰۱۱؛ پوررضا و همکاران، ۲۰۰۷) (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Pourreza *et al.*, 2007) و تعداد گره در ساقه (مثل مداح‌یزدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶) (Maddah Yazdi *et al.*, 2008; Soltani *et al.*, 2006) هر کدام ۳ بار، بهاره‌سازی (مثل دستمالچی و همکاران، ۲۰۱۱؛ نیکوبین و همکاران، ۲۰۰۹)، (Nikobin *et al.*, 2009; Sepaskhah *et al.*, 2006) تبخیر- تعرق (مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ کوچکی و همکاران، ۲۰۰۱)، (Koocheki *et al.*, 2001; Majnooni-Harris *et al.*, 2007) روز بیولوژیک (عجم‌نوروزی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ترابی و سلطانی، ۲۰۱۳)، (Ajam Norouzi *et al.*, 2007; Torabi and Soltani, 2013) تعداد دانه (مثل عرب‌عامری و همکاران، ۲۰۰۹)، (Arabameri *et al.*, 2009) شاخه‌زایی (مثل محمدنژاد و همکاران، ۲۰۰۶) (Mohamadnejad *et al.*, 2006) و فتوسنتز و تعرق (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰) (Soltani *et al.*, 2000) هر کدام ۲ بار، طراحی الگوی زراعی پایدار (محمدیان و همکاران، ۲۰۰۸)، (Mohammadian *et al.*, 2008) عملکرد ژن‌ها (بنایان‌اول، ۲۰۰۱)، (Bannayan Aval, 2001) بسته‌شدن سریع کنوپی (بنایان‌اول، ۲۰۰۲)، (Bannayan Aval, 2002) پیش‌بینی زمان وقوع یخبندان (سیاری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Sayyari *et al.*, 2010) سطح زیر کشت (مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۶)، (Majnooni-Harris *et al.*, 2006) سطح ویژه برگ (نحوی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۰)، (Nahvinia *et al.*, 2010) آیش فصلی (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۸)، (Soltani *et al.*, 2008) توصیه کودی (منتجبی و همکاران، ۲۰۰۲) (Montajabi *et al.*, 2002) و تاریخ کاشت مناسب (مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۶) (Majnooni-Harris *et al.*, 2006) هر کدام ۱ بار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

سال انتشار

با مرور سال انتشار مقالات می‌توان پی به سیر تکاملی مدل‌سازی گیاهان زراعی در ایران برد. به‌طوری که در بررسی ۱۲۹ مقاله مشخص شد که اولین مدل کامل در سال ۱۳۷۷ هجری شمسی بر اساس ویژگی خاک بر عملکرد گیاه نخود توسط افشین سلطانی و همکاران نوشته شده است (Soltani *et al.*, 1998). البته به نظر نویسنده مقالاتی که اطلاعات مورد نیاز یک مدل را چه با هدف نوشتن مدل و چه بدون توجه به این موضوع انتشار یافته‌اند بایستی در این رابطه مورد بحث قرار گیرند. بنابراین بررسی مقالات در این پژوهش در زمینه آلومتری و صفات مورد نیاز جهت ساخت مدل نشان داد اولین مقاله در این زمینه محاسبه به تخمین مساحت سطح برگ پنبه مربوط بود (Khajehpour *et al.*, 1988). هر چند که علیرضا سپاسخواه اولین بار در سال ۱۹۷۷ میلادی برابر ۱۳۵۶ شمسی نحوه محاسبه شاخص سطح برگ گیاهان مختلف را انجام داد (Sarmadnia and Koocheki, 1997) ولی متأسفانه به دلیل عدم دسترسی به این منبع علمی در این پژوهش، مورد استفاده قرار نگرفت. در هر صورت مقالات مورد بررسی از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۲ بودند که بیشترین مقاله در سال ۱۳۹۰ (۲۴ مقاله) و کمترین در سال ۱۳۶۷ و ۱۳۷۷ (یک مقاله) انتشار یافت. از سال ۱۳۶۷ که مبدأ شروع مدل‌سازی در ایران است، رشد و انتشار مقاله، روندی افزایشی داشت. به‌طوری‌که از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۷۹، از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۸۴ و از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۱ به‌ترتیب ۷، ۲۵ و ۹۴ مقاله منتشر گردید. هر چند در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ کاهش در انتشار مقالات نسبت به سال قبل مشاهده شد اما در بقیه موارد روند افزایشی حفظ شد. که این موضوع گواه بر توجه به اهمیت مدل‌سازی در پژوهش‌های زراعی می‌باشد (شکل ۳).

نوع مدل

در مقالات مورد بررسی در این پژوهش ۶۹ مدل مورد استفاده قرار گرفته بود (جدول ۱) که ۴۸ مورد آن مانند LARS-WG (لشکری و همکاران، ۲۰۱۱)، (Lashkari *et al.*, 2011) مدل زیره سبز (کامکار و همکاران، ۲۰۰۷) و SBEET (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۵) (Soltani *et al.*, 2005) یک بار، ۸ مورد مانند SUCROS (مثل قلی‌پور و سلطانی، ۲۰۰۶؛ سلطانی و گالشی، ۲۰۰۲)، LEACHM (Gholipour and Soltani, 2007; Tafteh and Sepaskhah, 2010) (مثل جلینی و همکاران، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۶) (Jalini *et al.*, 2003; Jolaini *et al.*, 2006) و هیدروترمال تایم (بخشنده و همکاران،۲۰۱۱؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳) (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Soltani *et al.*, 2013) ۲ بار، ۸ مورد مانند SIMMETEO (مثل سلطانی و هوگینبم، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۷)، (Soltani and Hoogenboom, 2003; Soltani and Hoogenboom, 2007) Oryza2000 (مثل امیری و همکاران، ۲۰۱۱؛ بنایان‌اول، ۲۰۰۹) (Amiri *et al.*, 2011; Bannayan Aval, 2009) و (مثل نهضتی‌پاقلعه و همکاران، ۲۰۰۸؛ مجنونی‌هریس و همکاران، ۲۰۰۷) (Majnooni-Harris *et al.*, 2007; Nohzhati Paqleh *et al.*, 2008) ۳ بار، مدل GFDL (مثل سلطانی و قلی‌پور، ۲۰۰۶) (Soltani and Gholipour, 2006) و MSM (مثل سپاسخواه و یوسفی فلکدهی، ۲۰۱۰) (Sepaskhah and Yousofi Falakdehi, 2010) هر کدام ۴ بار، مدل DSSAT (مثل ماهروکاشانی و همکاران،۲۰۱۰؛ ربیع و همکاران، ۲۰۱۳) (Mahru Kashani *et al.*, 2010; Rabie *et al.*, 2013) ۵ بار و مدل رشد و نمو (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶)، (Soltani *et al.*, 2006) مدل رگرسیون خطی (مثل بخشنده و همکاران، ۲۰۱۱؛ خلیلی‌اقدم و سلطانی، ۲۰۰۹) (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Khalili Aghdam and Soltani, 2009) و WGEN (مثل فرجی و سلطانی، ۲۰۰۶؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰) (Faraji and Soltani, 2008; Soltani *et al.*, 2000) هر کدام ۶ بار و مدل رگرسیون غیرخطی (مثل خاوری و همکاران، ۲۰۰۸؛ عرب‌عامری و همکاران، ۲۰۰۹) (Arabameri *et al.*, 2009; Khavari *et al.*, 2008) ۲۵ بار مورد استفاده قرار گرفتند.

تعداد نویسنده یا نویسندگان در مقاله

در نگارش ۱۲۹ مقاله مورد بررسی ۱۸۷ نفر دخیل بودند که ۱۲۹ نفر در یک مقاله (مثل موسوی، ۱۹۸۸؛ ذوالفقاران، ۲۰۰۶؛ میرداوردوست، ۲۰۰۹؛ صبوری‌راد، ۲۰۱۱)، (Khajehpour *et al.*, 1988; Khani Gharehgepi *et al.*, 2007; Nikobin *et al.*, 2009; Saboury *et al.*, 2011) ۲۱ نفر در دو مقاله (مثل لشکری، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱؛ امام، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸؛ یوسفی‌داز، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸)، (Lashkari *et al.*, 2010; Lashkari *et al.*, 2011; Soltani, 2009; Soltani *et al.*, 2006; Yousefi *et al.*, 2006; Yosefi Daz *et al.*, 2006) ۱۵ نفر دارای سه مقاله (مثل عرب‌عامری، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰؛ بخشنده، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱؛ خواجه‌پور، همکاران، ۱۹۸۸، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳)، (Khajehpour and Saidi, 2001; Andarzian *et al.*, 2007; Andarzian *et al.*, 2008; Arabameri *et al.*, 2009; Arabameri *et al.*, 2010; Dadashi and Khajehpour, 2003; Khajehpour *et al.*, 1988) ۸ نفر دارای چهار مقاله (مثل سرپرست، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۶، اندرزیان، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸)، (Andarzian *et al.*, 2007; Andarzian *et al.*, 2008; Rahemi Karizaki *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2006) ۳ نفر ۵ مقاله (مثل قلی‌پور، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶، و ۲۰۰۷)، (Gholipour and Soltani, 2005; Gholipour and Soltani, 2007; Soltani and Hoogenboom, 2003; Torabi and Soltani, 2013; Tubiello and Ewert, 2002) ۱ نفر ۶ مقاله (مثل ترابی، ۲۰۰۶، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳)، (Soltani and Gholipour, 2006) ۲ نفر ۷ مقاله (مثل کامکار، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹؛ علیزاده، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۳)، (Arabameri *et al.*, 2009; Kamkar *et al.*, 2006; Kamkar *et al.*, 2008; Mohammadian *et al.*, 2008) ۲ نفر ۸ مقاله (مثل قادری‌فر، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۱۲؛ کوچکی، ۲۰۰۱، ۲۰۰۴ و ۲۰۱۳)، (Ghaderifar *et al.*, 2012; Khavari *et al.*, 2008; Kiani *et al.*, 2004; Soltani *et al.*, 2008; Yousefi *et al.*, 2008) ۲ نفر ۱۱ مقاله (مثل گالشی، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰؛ نصیری‌محلاتی، ۲۰۰۱،

(Etesami *et al.*, 2009; Hasanzadeh Dloii *et al.*, 2003; Hossein Panahi *et al.*, 2012; Koocheki *et al.*, 2001; Mahru Kashani *et al.*, 2010; Makarian *et al.*, 2008; Pourreza *et al.*, 2007)، ۲۰۰۳، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱) یک نفر در مقاله ۱۲ (مثل سپاسخواه، ۲۰۰۲، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰) در یک نفر ۲۰ مقاله (مثل زینلی، ۲۰۰۶، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱)، (Bakhshandeh *et al.*, 2011; Ghazanfari Moghaddam *et al.*, 2011; Kiani *et al.*, 2004; Mahbod *et al.*, 2009; Makarian *et al.*, 2008; Sepaskhah and Yousofi Falakdehi, 2010; Yosefi Daz *et al.*, 2006; Zeinali *et al.*, 2010) یک نفر ۲۵ مقاله (مثل بنایان، ۲۰۰۴، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱) (Ghazanfari *et al.*, 2011; Kiani *et al.*, 2004; Makarian *et al.*, 2008) و یک نفر ۶۱ مقاله (مثل سلطانی، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹و ۲۰۱۱) (Nikobin *et al.*, 2009; Pourreza *et al.*, 2007; Soltani and Sinclair, 2011) در دخیل بودند (شکل ۴). لازم به ذکر است برای هر محقق که دارای بیش از ۳ مقاله بود به‌عنوان مثال فقط سه مورد برای هر کدام آورده شده است.

پژوهشگر

براساس نام پژوهشگر، مقالات به سه گروه تقسیم شدند که مقالاتی که توسط محمد بنایان اول (مثل بنایان اول و همکاران، ۲۰۱۳، بنایان اول، ۲۰۰۹ و بنایان اول، ۲۰۰۲) (Bannayan Aval, 2002; Bannayan Aval, 2009; Bannayan Aval *et al.*, 2013) نوشته شده بودند به تعداد ۲۵ کمترین تعداد بودند و بعد از آن‌ها مقالاتی که توسط افراد مختلف (مثل جلینی و همکاران، ۲۰۰۳، نحوی‌نیا و همکاران ۲۰۱۰ و ربیع و همکاران، ۲۰۱۳) (Jalini *et al.*, 2003; Nahvinir *et al.*, 2010; Rabie *et al.*, 2013) نگارش شده بودند با ۴۳ عدد در مرتبه بعدی قرار داشتند و افشین سلطانی (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۴، سلطانی و همکاران، ۲۰۰۵، سلطانی و سینکلر، ۲۰۱۲) (Soltani *et al.*, 2004; Soltani *et al.*, 2005; Soltani and Sinclair, 2012) با ۶۱ مقاله دارای رتبه اول در بین نویسندگان بود. در نهایت پژوهشگران اصلی در امر مدل‌سازی آقایان افشین سلطانی و محمد بنایان اول بودند و بیشتر افراد نویسنده مقالات منتشر شده مدل‌سازی همکاران این دو پژوهشگر می‌باشند و همچنین این دو محقق به‌ترتیب در ۲۸ و ۶ مقاله نویسنده اول بودند. در کل از ۱۲۹ مقاله مورد استفاده ۸۶ مقاله نقش اصلی توسط این دو پژوهشگر صورت گرفته است. چرا که علاوه بر نقش اول در مقالات مختلف، در اکثر موارد مقالات مستخرج شده از پایان‌نامه‌های دانشجویی بوده که به استاد راهنمایی ایشان انجام گردیده است (شکل ۵).

کاربرد مدل‌ها

با بررسی منابع این پژوهش براساس کاربرد مدل، مشخص شد که پژوهشگران مدل‌ها را چهار زمینه کوددهی، آبیاری، تغییر اقلیم و مدیریت زراعی مورد استفاده قرار داده بودند. به طوری که بیشترین کاربرد با ۹۱ مورد به مدیریت زراعی و کمترین با ۳ مورد به کوددهی تعلق داشت و آبیاری و تغییر اقلیم هر کدام ۱۵ را شامل شدند (شکل ۶). در بحث کاربرد مدل در کوددهی می‌توان به کمبود نیتروژن (مثل حسینی و همکاران، ۲۰۰۹) (Hosseini *et al.*, 2009) و توصیه کودی (مثل منتجبی و همکاران، ۲۰۰۲) (Montajabi *et al.*, 2002) اشاره کرد. کاربرد مدل‌ها در گروه آبیاری عبارت بودند از بهره‌وری مصرف آب (مثل امیری، ۲۰۰۹)، (Amiri, 2009) شرایط کمبود آبیاری (مثل اندرزیان و همکاران، ۲۰۱۱)، (Andarzian *et al.*, 2011) شبیه سازی رطوبت و حرکت آب در خاک (مثل عصاره و همکاران، ۲۰۱۱)، (Assareh *et al.*, 2011) برآورد رطوبت در محدوده ریشه (مثل جلینی و همکاران، ۲۰۰۳)، (Jalini *et al.*, 2003) بیلان آب در خاک و بارش مؤثر (مثل مهبد و همکاران، ۲۰۰۹)، (Mahbod *et al.*, 2009) واکنش به محدودیت آب (مثل

سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱)، (Soltani *et al.*, 2001) شبیه‌سازی عملکرد به شرایط آبی و دیم (مثل ضیائی و سپاسخواه، ۲۰۰۳) (Ziaei and Sepaskhah, 2003) ارزیابی مدل شبیه‌سازی در شرایط اقلیمی (مثل اندرزیان و همکاران، ۲۰۰۸)، (Andarzian *et al.*, 2011) اثرات تغییر اقلیم بر خصوصیات رشدی و عملکرد (مثل قلی‌پور و سلطانی، ۲۰۰۵)، (Gholipour and Soltani, 2005) برآورد پارامترهای هواشناسی (مثل غضنفری مقدم و همکاران، ۲۰۱۱)، (Ghazanfari Moghaddam *et al.*, 2011) بررسی تغییر اقلیم (مثل خلیلی‌اقدم و سلطانی، ۲۰۰۹)، (Khalili Aghdam and Soltani, 2009) واکنش رشد، فنولوژی و تولید به اثر تغییر اقلیم (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ کوچکی و همکاران، ۲۰۰۹)، (Koocheki *et al.*, 2009; Soltani *et al.*, 2001) پیش‌بینی پارامترهای جوی و نیاز آبی گیاهان تحت تغییراقلیم (مثل سیاری و همکاران، ۲۰۱۱) (Sayyari *et al.*, 2011) در گروه تغییر اقلیم قرار داده شدند. در بحث کاربردهایی مدیریت زراعی می‌توان به واکنش گیاه به دما (مثل عجم‌نوروزی و همکاران، ۲۰۰۷)، (Ajam Norouzi *et al.*, 2007) گل‌دهی (مثل عجم‌نوروزی و سلطانی، ۲۰۰۸)، (Ajam Norouzi and Soltani, 2008) اندازه‌گیری صفات رویشی (مثل بخشنده و همکاران، ۲۰۱۱)، (Bakhshandeh *et al.*, 2011) پیش‌بینی عملکرد (مثل بنایان و همکاران، ۲۰۱۳؛ غلافی و پیرمرادیان، ۲۰۱۱)، (Bannayan Aval *et al.*, 2013; Gholami and Pirmoradian, 2011) روابط آلومتری (مثل راحمی کاریزکی و همکاران، ۲۰۰۶)، (Rahemi Karizaki *et al.*, 2006) مراحل نمو (مثل اندرزیان و همکاران، ۲۰۰۷؛ دادشی و خواجه پور، ۲۰۰۳؛ قادری‌فر و همکاران، ۲۰۱۲)، (Dadashi and Khajehpour, 2003; Ghaderifar *et al.*, 2012; Andarzian *et al.*, 2007) تنش (مثل رضایی و همکاران، ۲۰۰۸؛ حسین‌پناهی و همکاران، ۲۰۱۳)، (Hossein Panahi *et al.*, 2012; Rezai *et al.*, 2008) تاریخ کاشت (مثل اشرقی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۱)، (Eshraghinejad *et al.*, 2011) به کارگیری همزمان آب و کود (مثل ربیع و همکاران، ۲۰۱۳)، (Rabie *et al.*, 2013) مصرف علف‌کش (مثل زارع و همکاران، ۲۰۱۱)، (Zeinali *et al.*, 2010) جوانه‌زنی (مثل قادری‌فر و همکاران، ۲۰۰۹؛ لشکری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Ghaderifar *et al.*, 2009; Lashkari *et al.*, 2011) تبخیر و تعرق (مثل مجنونی هریس و همکاران، ۲۰۰۷)، (Majnooni-Harris *et al.*, 2007) شاخص برداشت (مثل عرب‌عامری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Arabameri *et al.*, 2010) ساقه‌دهی (مثل احمدی و همکاران، ۲۰۰۹)، (Ahmadi *et al.*, 2009) پیری برگ (مثل خاوری و همکاران، ۲۰۰۸؛ مداح‌یزدی و همکاران، ۲۰۰۸)، (Khavari *et al.*, 2008; Maddah Yazdi *et al.*, 2008) پیش‌بینی یخ‌بندان (مثل سیاری و همکاران، ۲۰۱۰)، (Sayyari *et al.*, 2010) کارایی مصرف نور (مثل پارسا و همکاران، ۲۰۰۷)، (Parsa *et al.*, 2007) طراحی الگوی کاشت (مثل دهقان و همکاران، ۲۰۱۳)، (Dehghan *et al.*, 2013) ارزیابی ارقام (مثل ماهروکاشانی و همکاران، ۲۰۱۰)، (Mahru Kashani *et al.*, 2010) آیش (مثل سلطانی و همکاران، ۲۰۰۸) (Soltani *et al.*, 2008) اشاره کرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد در بین ۱۶۲ منبع مورد بررسی، مقالات با ۱۲۹ مورد، دارای بیشترین رتبه بوده و بیشترین انتشار مقاله مربوط به سال ۱۳۹۰ بوده است. بررسی این مقالات نشان از شروع ساخت مدل برای گیاهان زراعی در ایران در سال ۱۳۷۷ بوده است. همچنین مرور مقالات در بازه زمانی این مطالعه، حاکی از نقش ۱۸۷ نفر پژوهشگر در به نگارش درآوردن این پژوهش‌ها می‌باشد. بیشترین مطالعه در گیاه گندم با ۳۸ بار، عملکرد دانه با ۴۹ بار، پرکاربردترین مدل مورد استفاده مدل رگرسیون غیرخطی ۲۵ بار و بیشترین کاربرد مدل‌ها در مدیریت زراعی با ۹۱ مورد بوده است.

References

Ahmadi M, Kamkar B, Soltani A, Zeinali E. Evaluation of non-linear regression models to predict stem elongation rate of wheat (Tajan cultivar) in response to temperature and photoperiod. *Journal Crop Production*. **2009**, 2(4): 39-54. [in Persian with English abstract]

Ainsworth E.A, Long S.P. What have we learned from 15 years of free-air CO_2 enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO_2. *New Phytologist*. **2005**, 165: 351-372.

Ajam Norouzi H, Soltani A. Prediction of flowering occurrence in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2008**, 15(5): 65-77. [in Persian with English abstract]

Ajam Norouzi H, Soltani A, Majidi E, Homaei M. Modeling response of emergence to temperature in faba bean. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2007**, 14(4): 100-111. [in Persian with English abstract]

Akram Ghaderi F. and Soltani A. Determination of optimal plant traits for chickpea under irrigated conditions of Gorgan and Gonbad using simulation. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2008**, 14(5): 200-210. [in Persian with English abstract]

Akram Ghaderi F, Soltani A, Zenali E, Rezaei P. Quantifying the occurrence of thermal in cotton Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 13(2): 88-98. [in Persian with English abstract]

Amiri E. Simulation soil water content and growth rice under in irrigation management. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*. **2009**, 5 (2): 60-45. [in Persian with English abstract]

Amiri E, Razavipour T, Bannayan M. Evaluation of yield and water productivity in rice under irrigation management and plant density with use ORYZA2000 model. *Journal Crop Production*. **2011**, 4(3): 1-19. [in Persian with English abstract]

Amiri E, Rezaei M, Bannayan Aval M. Evaluation of the rice growth model ORYZA2000 under nitrogen and water limited conditions (Calibration and Validation). *Journal Water and Soil*. **2011**, 25(4): 757-769. [in Persian with English abstract]

Andarzian B, Bakhshandeh A.M, Bannayan M, Emam Y, Fathi Gh, Alami Saeed Kh. CDSS-Model: A simulation model for simulating crop development stages. Pajouhesh and Sazandegi. **2007**, 76: 71-79. [in Persian with English abstract]

Andarzian B, Bakhshandeh A.M, Bannayan M, Emam Y. Evaluation of the CERES- Wheat model in Ahvaz condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2008**, 6(1): 11-22. [in Persian with English abstract]

Andarzian B, Bakhshandeh A.M, Bannayan M, Emamd Y, Fathi Gh, Alami Saeed Kh. Wheat Pot: A simple model for spring wheat yield potential using monthly weather data. *Biosystems Engineering*. **2008**, 99(4): 487-495.

Andarzian B, Bannayan M. Steduto P, Mazraeh H, Barati M.E, Barati M.A, Rahnama A. Validation and testing of the AquaCrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. *Agricultural Water Management*. **2011**, 100(1): 1-8.

Arabameri R, Soltani A, Kamkar B, Zeinali E, Khavari F. Predicting kernel number in wheat. *Journal Crop Production*. **2009**, 2 (3): 1-16. [in Persian with English abstract]

Arabameri R, Soltani A, Kamkar B, Zeinali E, Khavari F. Determination parameters simulation yield by harvest index in wheat. *Journal Crop Production*. **2010**, 17(2) 137-150. [in Persian with English abstract]

Assareh A, Parehkar M, Kaveh F, Mosavi Jahromi S.H. Simulation the moisture and movement of water in the soil and the effect on transpiration process under wheat culture by LEACHN model. *Journal of Crop Physiology*. **2011**, 10(3): 99-120. [in Persian with English abstract]

Bafkar A.J, Bromad Nasab S, Behzad M, Farhadi- Bansoleh B. Prediction of corn production potential of varieties of 704C in the region of Mahidasht Kermanshah with using from simulation model growth crop WOFOST. *Iranian Journal of Crop Sciences*. **2011**, 4(42): 808-809. [in Persian with English abstract]

Bakhshandeh E, Ghadiryan R, Galeshi S, Soltani E. Modeling the effects water stress and temperature on seed germination of Soybean (*Glycine max* L.) and Velvetleaf (*Abutilion theophrasti* Med.). *Journal Crop Production*. **2011**, 18(1): 29-48. [in Persian with English abstract]

Bakhshandeh E, Soltani A, Zeinali E, Kalateh-Arabi M, Ghadiryan R. Evaluation of allometric relationships between leaf area and vegetative characteristics in bread and durum wheat cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. **2011**, 13(4): 642-657. [in Persian with English abstract]

Bannayan Aval M. BAM nut: a simulation model of growth and development peanut Bambara. *Agricultural Sciences and Technology*. **2001**, 15(2): 101-110.

Bannayan Aval M. Computer simulation and prediction of gene function. *Proceedings of the Second National Conference of Biotechnology. Karaj, Iran*. **2001**. [in Persian with English abstract]

Bannayan Aval M. Assessment of the performance three models of experimental in prediction loss yield corn in terms of competition with the weed Amaranthus. *Proceedings of the Seven Congress of Crop Sciences. Institute for Research and Plant Breeding and Research Preparation. Karaj, Iran*. **2002**. [in Persian with English abstract]

Bannayan Aval M. Simulation of effects soil nitrogen on the production of sugar beet. *Proceedings of the Seven Congress of Crop Sciences. Institute for Research and Plant Breeding and Research Preparation. Karaj, Iran*. **2002**. [in Persian with English abstract]

Bannayan Aval M. Crop models efficiency and performance under elevated atmospheric CO_2. *Journal of Water and Soil*. **2009**, 23(4). 115-126. [in Persian with English abstract]

Bannayan M, Nazami A, Ganjali A, Bagheri A.A. The use of the Monteh Carlo-Markov chain technique along with a simple model to simulation the production of chickpeas in Khorasan Provinces. *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2013**, 10(4): 637-642. [in Persian with English abstract]

Dadashi N. and Khajehpour M.R. Effect of temperature and day length on developmental stages of safflower genotypes under field conditions. *Water and Soil Science (Journal of Science Technology Agriculture and Natural Resources)*. **2003**, 7(4): 93-102. [in Persian with English abstract]

Dastmalchi A, Soltani A, Latifi N, Zeinali E. Parameter estimates and evaluation of CropSyst-Wheat for Golestan province cultivars. *Journal Crop Production*. **2011**, 4(2): 63-80. [in Persian with English abstract]

Dehghan A.R, Bannayan Aval M, Khajeh Hosseini M, Izadi E, Mijani S. Simulation of the pattern emergence weeds in field corn (*Zea mays* L.) based on the models of sigmund. *Journal Plant Protection*. **2013**, 26(4): 457-466. [in Persian with English abstract]

Eshraghinejad M, Kamkar B, Soltani A. The effect of sowing date on yield of millet varieties by influencing on phonological periods duration. *Journal Crop Production*. **2011**, 4(2): 169-188. [in Persian with English abstract]

Etesami M, Galeshi S, Soltani A, Nourinia A.A. Growth analysis of grain and phenology changes in the barely genotypes (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*. **2009**, 1(1): 8-15. [in Persian with English abstract]

Faraji A. and Soltani A. Accumulation and distribution of dry matter, nitrogen and drought resistance threshold in chickpea in rainfed conditions of Gonbad and Gorgan: *Simulation study. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2008**, 14(5): 165-177. [in Persian with English abstract]

Ganjeali A, Parsa M, Amiri Deh Ahmadi S.R. Determination of cardinal temperatures and thermal time requirement during germination and emergence of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal Pulses Research*. **2011**, 2(2): 97-108. [in Persian with English abstract]

Ghaderifar F, Soltani A, Miri A.A. Modeling phenological development in cotton. *Journal Crop Production*. **2012**, 19(1): 107-126. [in Persian with English abstract]

Ghaderifar F, Soltani A, Sadeghipour H.R. Evaluation of nonlinear regression models in quantifying germination rate of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. subsp. Pepo. Convar. Pepo var. styriaca Greb), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.) to temperature. *Journal Crop Production*. **2009**, 16(4): 1-19. [in Persian with English abstract]

Ghadiryan R, Soltani A, Zeinali E, Kalateh Arabi M, Bakhshandeh E. Evaluating non-linear regression models for use in growth analysis of wheat. *Journal Crop Production*. **2011**, 4(3): 55-77. [in Persian with English abstract]

Ghamari S, Andrzian B, Bakhshandeh A.A, Gharineh M.H, Fathi Gh. Simulation effects of drought stress and nitrogen on the yield, water use efficiency and nitrogen corn, using simulation model of CERES-Maize. *Crop Physiology Journal*. **2011**, 3(11): 21-31. [in Persian with English abstract]

Ghazanfari Moghaddam, M.S, Alizadeh A, Mousavi-Baigi S.M, Hosseini A.R, Bannayan Aval M. Comparison the PERSIANN model with the interpolation method to estimate daily precipitation (A case

study: North Khorasan). *Journal of Water and Soil*. **2011**, 25(1): 207-215. [in Persian with English abstract]

Gholami A. and Pirmoradian N. Calibration a simple model of (VSM) prediction corn yield for managements different water and nitrogen. *Journal Soil and Water*. **2011**, 25(2): 258-265. [in Persian with English abstract]

Gholipour M. and Soltani A. Effects of climate change on growth characteristics and yield of winter wheat in dryland and irrigated conditions using simulation Tabriz. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. **2005**, 15(3): 163-176 [in Persian with English abstract]

Gholipour M. and Soltani A. Evaluating the interactive effects of desired traits and soil types on rainfed wheat in Gorgan using simulation. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2007**, 13(2): 115- 123. [in Persian with English abstract]

Hasanzadeh Dloii M, Nasiri Mahalati M, Nourmohammadi Gh, Rahimian Mashhadi H. . Modeling light interception and distribution in mixed canopies of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) and turnip weed (*Rapistrum rugosum* L.) in competition with wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences*. **2003**, 5(2): 134-145. [in Persian with English abstract]

Honar T, Sabet Sarvestani A, Sepaskhah A, Kamkar Haghighi A.A, Shams S. Simulation of soil water content and yield of canola using CRPSM. *Water and Soil Science (Journal of Science and Technology Agricultural and Natural Resources)*. **2012**, 16(59): 45-57. [in Persian with English abstract]

Hossein Panahi F, Kafi M, Parsa M, Nasiri Mahalati M, Bannayan Aval M. Evaluation yield and yield component of wheat cultivars resistant and sensitive to the dry under water under conditions of water stress by FAO Penman-montith model. *Environmental Stresses Crop Sciences*. **2012**, 4(1): 49-63. [in Persian with English abstract]

Hosseini Y, Homaee M, Karimian N.A, Seadat S. Modeling canola response to combined salinity and nitrogen stresses. *Journal of Crop Production and Processing (Journal of Science and Technology Agricultural and Natural Resources)*. **2009**, 12(46): 734-721. [in Persian with English abstract]

Jafari N, Esfahani M, Sabouri A. Evaluation of non-liner regression models for describe response of emergence rate of three cultivars of canola relative to temperature. *Iranian Journal of Crop Sciences*. **2011**, 42(4): 865-870. [in Persian with English abstract]

Jalali V.R. and Homaee M. Modeling the effect of salinity application time of root zone on yield of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Crops Improvement*. **2010**, 12(1): 29-40. [in Persian with English abstract]

Jalini M, Kaveh F, Pazira E, Parehkar M, Abedi M.J. Simulation of soil moisture with the use of LEACHM model. *Journal of Agricultural Science*. **2003**, 9(3): 35-53. [in Persian with English abstract]

Jolaini M, Kaveh F, Pazira A, Parehkar M, Abedi M.J. The estimation of moisture in sugar beet root development limit using LEACHM model. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 12(5): 28- 38. [in Persian with English abstract]

Kamkar B, Ahmadi M, Soltani A, Zeinali E. Evaluating non-linear regression models to describe response of wheat emergence rate to temperature. *Seed Science and Biotechnology*. **2008**, 2 (2): 53-57.

Kamkar B, Koocheki A.R, Nassiri Mahallati M, Rezvani Moghaddam P. Yield gap analysis of cumin in nine regions from provinces of North Khorasan, Razavi Khorasan, and South Khorasan using modeling approach. *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2006**, 5(2): 333-340. [in Persian with English abstract]

Karimian Fariman Z, Mousavi Bazaz A, Bannayan Aval M. Modeling leaf area of *Dracocephalum moldavica* L. as a medicine plant using destructive and non-destructive methods. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. **2012**, 28(1):176-186. [in Persian with English abstract]

Khajehpour M.R, Karimi M, Mosavi S.F. Leaf area estimation of cotton. *Iranian of Journal Agriculture Science*. **1988**, 19(3&4): 53-58. [in Persian with English abstract]

Khajehpour M.R. and Saidi F. Effects of temperature and day length on developmental stages of sunflower cultivars in field conditions. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. **2001**, 5(2): 107-91. [in Persian with English abstract]

Khalili Aghdam N. and Soltani A. Assessment of climate change during last fifty years in Urmia. *Journal of Water and Soil Conservation*. **2009**, 16(4): 141-151. [in Persian with English abstract]

Khalili Aqdam N, Mosaedi A, Soltani A, Kamkar B. Evaluation of ability of LARS-WG model for simulating some weather parameters in Sanandej. *Journal of Water and Soil Conservation*. **2012**, 19(4): 85-122. [in Persian with English abstract]

Khani Gharehgepi M, Davari K, Alizadeh A, Hasheminia S.M, Zolfeqarian A. SWAP model assessment for simulating sugar beet yield under different irrigation and qualities. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. **2007**, 1(2): 107-117. [in Persian with English abstract]

Khavari F, Soltani A, Akram Ghaderi F, Gezanchian Gh, Arabameri R. Modeling leaf production and senescence in wheat. *Journal Crop Production*. **2008**, 1(3): 17-32. [in Persian with English abstract]

Kiani A, Koocheki A.R, Nasiri Mahalati M, Bannayan M. CERES-wheat model evaluation at two different climatic locations in Khorasan province, II: Phenology and growth parameter simulation. *Desert*. **2004**, 9(1): 125-142. [in Persian with English abstract]

Koocheki A.R, Nasiri Mahalati M, Sharifi H.R, Zand E, Kamali G.A. A simulation study for growth, phenology and yield of wheat cultivars under the doubled CO_2 concentration an Mashhad conditions. *Desert*. **2001**, 6(20): 117-128. [in Persian with English abstract]

Koocheki A.R. and Bannayan M. Modeling in crop plants. *Jahade Daneshgahi Mashhad Publication*. **1993**, 288p.

Koocheki A.R, Nasiri Mahalati M, Alizadeh A, Ganjeali A. Modeling the impact of climate change on flowering behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2009**, 7(2): 583-593. [in Persian with English abstract]

Lashkari A, Alizadeh A, Bannayan Aval M. Investigation of mitigation of climate change impacts on maize production in northeast of Iran. *Journal of Water and Soil*. **2011**, 25(4): 926-939. [in Persian with English abstract]

Lashkari A, Rezvan Moghadam P, Amin Ghafouri A. To determine the temperatures minimum, optimum and maximum germination of Iranian borage (*Echium amoenum*) 5-parameter model using the beta and cross lines. *National Conference on Medicinal Plants of University of Mazandaran, University of Agricultural Sciences, Sari, Iran*. **2011**.

Maddah Yazdi V, Soltani A, Kamkar B, Zeinali E. Comparative physiology of wheat and chickpea: Leaves production and senescence. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2008**, 15(4): 36-44. [in Persian with English abstract]

Mahbod M, Sepaskhah A, Monfared M. Development and application of a computer model of irrigated wheat farm management and based on precipitation and soil water balance. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*. **2009**, 13(49): 1-11. [in Persian with English abstract]

Mahru Kashani A.H, Soltani A, Galeshi S.A, Kalateh Arabi M. Estimates of genetic coefficients and evaluation of model DSSAT for Golestan province. *Journal Crop Production*. **2010**, 3(2): 229-253. [in Persian with English abstract]

Majnooni-Harris A, Zand Parsa Sh, Sepaskhah A.Z, Kamkar Haghighi A.A. Evaluation of MSM model and use it to predict crop water requirements and maize for planting in a reasonable time frame. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. **2006**, 10(3a): 83-95. [in Persian with English abstract]

Majnooni-Harris, A, Zand Parsa Sh, Sepaskhah A.Z, Kamkar Haghighi A.A. Evaluation of MSM model for predicting evaporation-transpiration of corn and compare the results with the values obtained from the FAO proposed procedure 56. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. **2007**, 11(40a): 29-41. [in Persian with English abstract]

Majnooni-Heris A, Zand Parsa Sh, Sepaskhah A.R, Kamkar Haghighi A.A, Yasrebi J. Modification and validation of maize simulation model (MSM) at different applied water and nitrogen levels under furrow irrigation. *Archives of Agronomy and Soil Science*. **2011**, 57(4): 401-420.

Makarian H, Rashed Mohassel M.H, Bannayan M, Nasiri Mahalati M. Spatial dynamics of weed populations in Saffron (*Crocus sativus*) field using geostatistics. *Journal of Science Agriculture and Natural Resources*. **2008**, 15(2): 76-85. [in Persian with English abstract]

Mirhashemi S.M. and Bannayan Aval M. Model for simulating canola yield under water stress conditions. *Journal Water and Soil*. **2012**, 26(2): 392-403. [in Persian with English abstract]

Mirhashemi S.M. and Bannayan M. Model for simulating canola yield under water stress conditions. *The First National Conference on Agricultural Meteorology and Water Management, University of Tehran, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran*. **2011**.

Mohamadnejad Y, Sotani A, Seyedi F, Zeinali E. Predicting branching and leaf appearance and senescence in chickpea var. Hashem. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 13(3): 39-48. [in Persian with English abstract]

Mohammadian F, Alizadeh A, Neirizi S, Arabi A. Development of a sustainable cropping pattern based on virtual water trade. *Iranian Journal Irrigation Drainage*. **2008**, 2(1): 109-126. [in Persian with English abstract]

Moemeni R, Behbahani S.M.R, Nazarifar M.H, Azadegan B. Evaluation of increasing water productivity scenarios for rain-fed wheat by management analysis of CropSyst crop model in Karkheh basin. *Journal of Water and Irrigation Management*. **2011**, 1(1): 29-40. [in Persian with English abstract]

Montajabi M, Malakouti M.J, Doroodi M.S. Evaluation of fertilizer recommendation for wheat according to the existing computer model in Golpaygan. *Journal of Water and Soil*. **2002**, 16(1): 13-24. [in Persian with English abstract]

Nahvinia M.J, Shahidi A, Parsinajad M, Karimi B. Evaluation model of SWAP for estimating crop wheat under conditions low irrigation and salinity in the region of Birjand. *Iranian Water Research Journal*. **2010**, 4(6): 43-58. [in Persian with English abstract]

Nasiri Mahalati M. Modeling of the processes of growth of crop plants. *Jahade Daneshgahi Mashhad Publication*. **2000**, 280p.

Nasiri Mahalati M, Koocheki A, Siahmargoi A. Modeling seed bank dynamics of wild oat (*Avena fatua*) in wheat fields. Iran. *Journal of Field Crops Research*. **2009**, 7(1): 281-293. [in Persian with English abstract]

Nikobin M, Latifi N, Soltani A, Faraji A, Mirdavardost F. Effect of sowing date at seed filling period on canola (*Brassica napus* L.) seed vigor. *Journal Crop Production*. **2009**, 16(1): 87-100. [in Persian with English abstract]

Nohzhati Paqleh A, Zand Parsa Sh, Sepaskhah A.R. Using computer simulation model of maize growth (MSM) to irrigation and nitrogen management. *Journal Crop Production*. **2008**, 12(46): 567-580. [in Persian with English abstract]

Nouri Amamzadei M.R, Kashkouli H.A, Kashani A, Bannayan Aval M. Simulation model for the growth and development of wheat in different irrigation regimes. *The Scientific Journal of Agriculture*. **2004**, 27: 1-18. [in Persian with English abstract]

Parsa S, Koocheki A, Nasiri Mahalati M, Ghaemi A. Seasonal variation of radiation interception and radiation use efficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. **2007**, 5(2): 229-238. [in Persian with English abstract]

Pourreza J, Soltani A, Naderi A, Aynehband A. Modeling leaf production and senescence in wheat. American-Eurasian. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. **2009**, 6(5): 498-507.

Pourreza J, Soltani A, Rahemi A, Galeshi S, Zeinali E. Investigation of dry matter partitioning amount between different organs in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2007**, 14(5): 178-190. [in Persian with English abstract]

Rabie M, Gheysari M, Mirlatifi S.M. Evaluation of DSSAT model for nitrate leaching under different water and nitrogen rates in maize field. *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*. **2013**, 17(63): 71-83. [in Persian with English abstract]

Rahbari P, Jabeli S.J, Liaghat A.A. Simulation transformation of nitrate by DRAINMOD model. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 8(1): 21-32. [in Persian with English abstract]

Rahemi Karizaki A, Soltani A, Pourreza J, Zeinali E, Sarparast R. Allometric relationship between leaf area and vegetative characteristics in field-grown chickpea. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 13(5): 49-59. [in Persian with English abstract]

Rahimian H. and Shariati T. Modeling competition weeds and crop plants. *Publication of Agricultural Education*. **1999**, 294p.

Rezai P, Soltani A, Ghaderi F, Zeinali E. Quantifying the occurrence of thermal stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2008**, 15(4): 97-106. [in Persian with English abstract]

Saboury Rad S, Kafi M, Bannayan Aval M, Nezami A. Estimation temperatures of minimum, optimum and maximum seed germination Kochia (*Kochia scoparia* L. Schard) using parametric model of five-beta. *Journal Agroecology*. **2011**, 3(2): 191-197. [in Persian with English abstract]

Sarmadnia A. and Koocheki A. The physiology of crop plants (translation). *Jahade Daneshgahi Mashhad Publication*. **1997**, 467p.

Sayyari N, Alizadeh A, Bannayan Aval M, Farid Hossaini A, Hesami Kermani M.R. Comparison of two GCM models (HadCM3 and CGCM2) for the prediction of climate parameters and crop water use under climate change. *Journal of Water and Soil*. **2011**, 25(4): 912-925. [in Persian with English abstract]

Sayyari N, Bannayan M, Alizadeh A, Behiar M.B. Possibility of employing pattern recognition to predict freezing occurrence. *Journal of Water and Soil*. **2010**, 24(1): 107-117. [in Persian with English abstract]

Sepaskhah A.R, Bazrafshan Jahromi A.R, Shirmohammadi Aliakbarkhani Z. Development and evaluation of a model for yield production of wheat, maize and sugar beet under water and salt stresses. *Biosystems Engineering*. **2006**, 93(2): 139-152.

Sepaskhah A.R, Fahandezh Saadi S, Zand Parsa Sh. Logistic model application for prediction of maize yield under water and nitrogen management. *Agricultural Water Management*. **2011**, 99(1): 51-57.

Sepaskhah A.R, Fayaz Aqaiari F, Tavakoli A. Test and modify of the MEDIWY model for simulation yield wheat dryland and irrigated farming in Maragheh. *Journal of Agricultural Engineering Research*. **2006**, 7(28): 133-150. [in Persian with English abstract]

Sepaskhah A.R, Yousofi Falakdehi A. Rice yield modeling under salinity and water stress conditions using an appropriate macroscopic root water uptake equation. Pakistan *Journal of Biological Sciences*. **2010**, 13(22): 1099-1105.

Shahsavari M.R. and Yasari T. Modeling of developmental stages of safflower cultivars in spring cultivation. *Plant Products Technology*. **2010**, 10(2): 41-51.

Soltani A. Mathematical modeling in crop plants. *Jahade Daneshgahi Mashhad Publication*. **2009**, 175p.

Soltani A. and Faraji A. Determination of phenology and early growth rate for chickpea in rainfed conditions Gonbad and Gorgan. *Agricultural Science Technology*. **2006**, 20(7): 49-58. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Galeshi S, Attarbashi M.R. Comparison of two methods for estimating parameters of harvest index increase during seed growth. *Field Crops Research*. **2004**, 89: 369-378.

Soltani A, Ghassemi Golezani K, Khooie F.R, Moghaddam M. A simple model for chickpea growth and yield. *Field Crops Research*. **1999**, 62: 213-224.

Soltani A. and Gholipour M. Simulation the effect impact of climate change on growth, yield and water use of chickpea. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2006**, 13(2): 69-79. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Gholipour M, Hajizadeh Azad H. SBEET: A simple model for the simulation of the growth and yield of sugar beet. *Agricultural Science Technology*. **2005**, 1(2): 11-26. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Hammer G.L, Torabi B, Robertson M.J, Zeinali E. Modeling chickpea growth and development: phenological development. *Field Crops Research*. **2006**, 99: 1-13.

Soltani A. and Hoogenboom G. A statistical comparison of stochastic weather generators WGEN and SIMMETEO. *Climate Research*. **2003**, 24: 215-230.

Soltani A. and Hoogenboom G. Assessing crop management options with crop simulation models based on generated whether data. *Field Crops Research*. **2007**, 103: 198-207.

Soltani A, Khooie F.R, Ghassemi Golezani K, Moghaddam M. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*. **2001**, 49: 225-237.

Soltani A, Latifi N, Nasiri M. Evaluation of WGEN for generation long term weather data for crop simulations. *Agricultural and Forest Meteorology*. **2000**, 102: 1-12.

Soltani A, Meinke H, De Voil P. Assessing linear interpolation to generate daily radiation and temperature data for use in crop simulations. *Euroropean Journal Agronomy*. **2004**, 21: 133-148.

Soltani A, Rahimzadh Khooei F, Ghassemi Golezani K, Moghaddam M. Simulation influence of soil properties on the yield of chickpea in dry conditions. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **1998**, 5(3 & 2): 85-95. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Rahimzadh Khooei F, Ghassemi Golezani K, Mohammad M, Mirnia M. CICER: A computer model for a simulation of growth and yield of chickpea. *Agricultural Science*. **1999**, 9(3): 106-89. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Robertson M.J, Manschadi AM. Modeling chickpea growth and development: nitrogen accumulation and use. *Field Crops Research*. **2006**, 99: 24-34.

Soltani A, Robertson M.J, Mohammad Nejad Y, Rahemi-Karizaki A. Modeling chickpea growth and development: leaf production and senescence. *Field Crops Research*. **2006**, 99: 14-23.

Soltani A, Robertson M.J, Rahemi Karizaki A, Pourreza J, Zarei H. Modeling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*Cicer arietinum L*.). *Journal of Agronomy Crop Science*. **2006**, 192: 379-389.

Soltani A, Robertson M.J, Torabi B, Yousefi Daz M, Sarparast R. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. *Agricultural Forest Meteorology*. **2006**, 138: 156-167.

Soltani A. and Sinclair T.R. A simple model for chickpea development, growth and yield. *Field Crops Research*. **2011**, 124(2). 252-260.

Soltani A. and Sinclair T.R. Modeling physiology of crop development, growth and yield. *CABI International*. **2012**, 322p.

Soltani A. and Sinclair T.R. Optimizing chickpea phenology to available water under current and future climates. *European Journal of Agronomy*. **2012**, 38: 22-31.

Soltani A. and Torabi B. Modeling in crop plants (case study). *Jahade Daneshgahi Mashhad Publication*. **2009**, 232p.

Soltani A, Torabi B, Zarei H. Modeling crop yield using a modified harvest index-based approach: Application in chickpea. *Field Crops Research*. **2005**, 91: 273-285.

Soltani A, Zeinali E, Galeshi S, Niari N. Simulating geophysical fluid dynamics laboratory predicted climate change impacts on rice cropping in Iran. *Journal of Agriculture Science Technology*. **2001**, 3: 81-90. [in Persian with English abstract]

Soltani A, Zeinali E, Galeshi S.A. A computer model for simulation photosynthesis and transpiration canopy. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. **2000**, 7 (1): 35-44. [in Persian with English abstract]

Soltani E, Rahimzadeh Khooie F, Koocheki A, Javanshir A, Soltani A. Optimizing fallow management under east Azarbaijan using simulation of soil water balance. Iran. *Journal of Field Crops Research*. **2008**, 5(2): 291-300. [in Persian with English abstract]

Soltani E, Soltani A, Galeshi S, Ghaderifar F, Zeinali E. Seed germination modeling of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) as affected by temperature and water potential: hydrothermal time model. *Journal Crop Production*. **2013**, 20 (1): 19-33. [in Persian with English abstract]

Tafteh A. and Sepaskhah A.R. Application of HYDRUS-1D model for simulating water and nitrate leaching from continuous and alternate furrow irrigated rapeseed and maize fields. *Agricultural Water Management*. **2012**, 113: 19-29.

Torabi B. and Soltani A. Quantifying reaction of germination chickpea to temperature. *Journal of Crop Production and Processing*. **2012**, 2(6): 109-120. [in Persian with English abstract]

Torabi B. and Soltani A. Simple model to predict the seed yield of hybrid corn SC704. *Journal of Crop Production and Processing*. **2013**, 3(7): 46-57. [in Persian with English abstract]

Tubiello F.N. and Ewert F. Simulating the effects of elevated CO_2 on crops: Approaches and applications for climate change. *European Journal of Agronomy*. **2002**, 18: 57-74.

White J.W, Hoogenboom G, Kimball B.A, Wall G.W. Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production. *Field Crops Research*. **2011**, 124: 357-368.

Yousefi Daz M, Soltani A, Ghaderifar F, Zeinali E, Sarparast R. Evaluation of non-linear regression models to describe response of emergence rate to temperature in chickpea. *Agricultural Science and Technology***. 2006**, 20 (1): 102-93-102. [in Persian with English abstract]

Yousefi A.R, Alizadeh H, Baghestani M.A, Rahimian Mashhadi H. A model for multiple weed competition of common Cocklebur and Redroot Pigweed in Soybean. Iran. *Journal of Weed Science*. **2008**, 4(2): 69-78. [in Persian with English abstract]

Zareh A, Rahimian Mashhadi H, Alizadeh H, Beheshtian Mesgaran M. Modeling of interaction between nitrogen and herbicide doses of nikosolforon on seed yield and biomass. Iran. *Journal of Crop Science*. **2011**, 42(4): 681-683. [in Persian with English abstract]

Zeinali E, Soltani A, Galeshi S.A, Sadati S.J. Cardinal temperatures, the reaction to temperature and temperature tolerance range of seed germination in wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). *Journal Crop Production*. **2010**, 3(3): 23-42. [in Persian with English abstract]

Ziaei A.N. and Sepaskhah A.R. Model for simulation of winter wheat yield under dryland and irrigated conditions. *Agricultural Water Management*. **2003**, 1(1): 1-17.

An overview of the history and the process of modeling studies of field crops in Iran

Agroecology Journal

Vol. 17, No. 2 (53-73)
(Summer 2021)

Hossein Pourhadian

Payam Noor University, Tehran, Iran.

✉ hpoorhadian@yahoo.com **(*Corresponding author*)**

Received date: 04.09.2020 Accepted date: 11.06.2021

Abstract

Evaluation of the each subject on the basis of evolutionary process would be helpful to more insights and to make better decisions. In this regard, crop modeling has no exception. In order to study the process of modeling of crops in Iran, 162 resources includes articles, theses and books was investigated. Studies showed that the first model in 1998 was developed on the effect of soil properties on yield of chickpea under rainfed conditions. The results showed that grain yield and wheat with 49 and 38 replication, highest adjective and plant were measured, respectively. Non-linear regression with 25 replications was the most widely used models. The most of the reference belonged to articles with 129 cases. The maximum study was conducted in 2011 with 24 replications, two researchers had the greatest role in the development of crop modeling and the most application of the model was used in the discussion of crop management. Finally, it can be concluded that, modeling has been used in different cases of crops in Iran and this can be a good supplement to other methods of research.

Keywords

- Model
- Researcher
- Year
- Yield

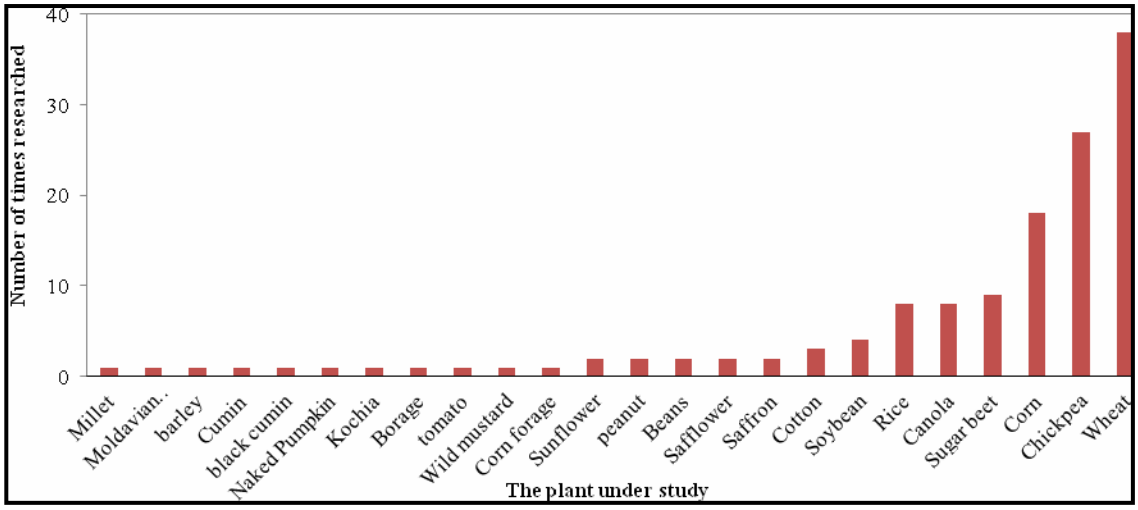
This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/AEJ.2022.697217

جدول ۱- مدل های مورد استفاده در مقالات

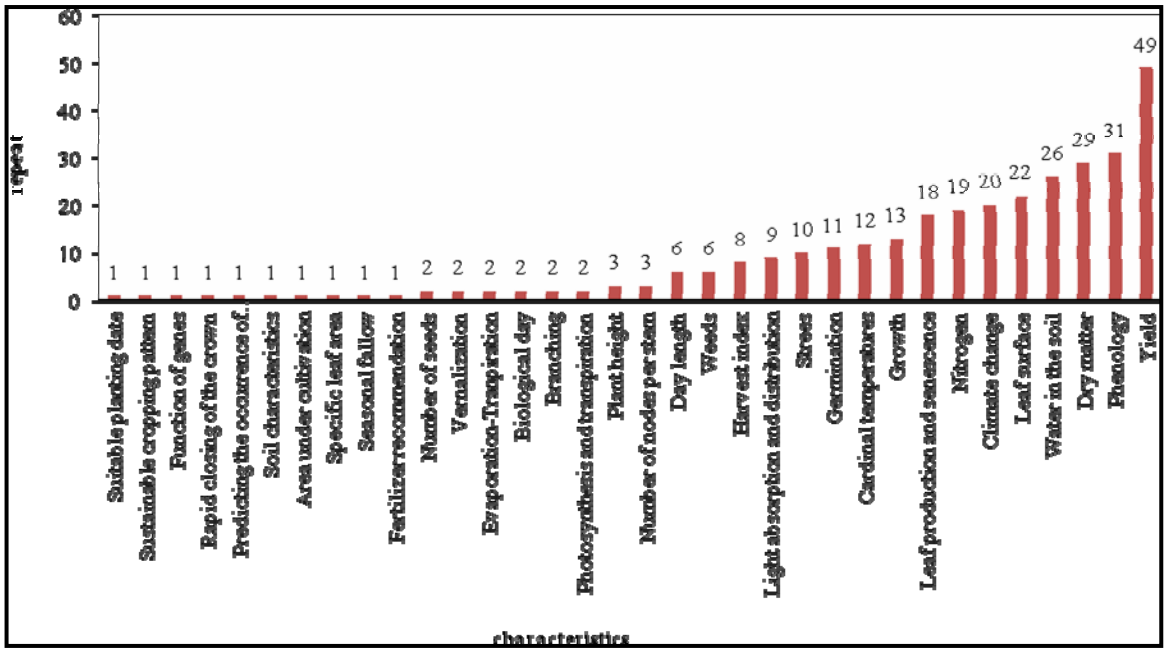
Table 1. Models used in articles

Model name	Number of times used	Model name	Number of times used	Model name	Number of times used
LARS-WG	1	BAMnut	1	SUCROS	2
WheatPot	1	CDSS-Model	1	VSM	2
MEDIWY	1	CERES-Maize	1	Phenology	2
CRPSM	1	CGCM	1	Photosynthesis and transpiration	2
HYDRUS-1D	1	CSM-DSSAT	1	Hydrothermal time	2
AquaCrop	1	CICAR	1	CERES- Wheat	2
Fertilizer recommendation	1	CSM-CERES-Maize	1	JH	2
Monfared and Sepaskhah	1	DRAINMOD-N	1	LEACHM	2
Semi-variogram	1	FWBAL	1	Experimental	3
Sinusoidal- exponential	1	GCM	1	Oryza 2000	3
Sigmoid	1	gdd_calc	1	SIMMETEO	3
Power model	1	GSAC	1	CropSyst	3
Mitchell - Wings (MB)	1	ICARDA	1	Cyrus	3
Fuzzy goal programming	1	INTERCOM	1	GISS	3
Dirksen et. al.	1	IPCM	1	HadCM	3
Sinusoidal	1	LARS-WG	1	SWAP	3
Sustainable cropping pattern	1	LEACHN	1	GFDL	4
Liebig-Springer (LS)	1	NCEP	1	MSM	4
Moss and Hoffman	1	OSBOL	1	DSSAT	5
Growth and yield model	1	PERSIANN	1	Development and Growth	6
CUMMOD	1	PMF	1	Linear regression	6
Van Gnokhten and Hoffman	1	SBEET	1	WGEN	6
Homayi et. al.	1	SIMTAG	1	Non- linear regression	25
Leaf production and senescence model	1	WOFOST	1		



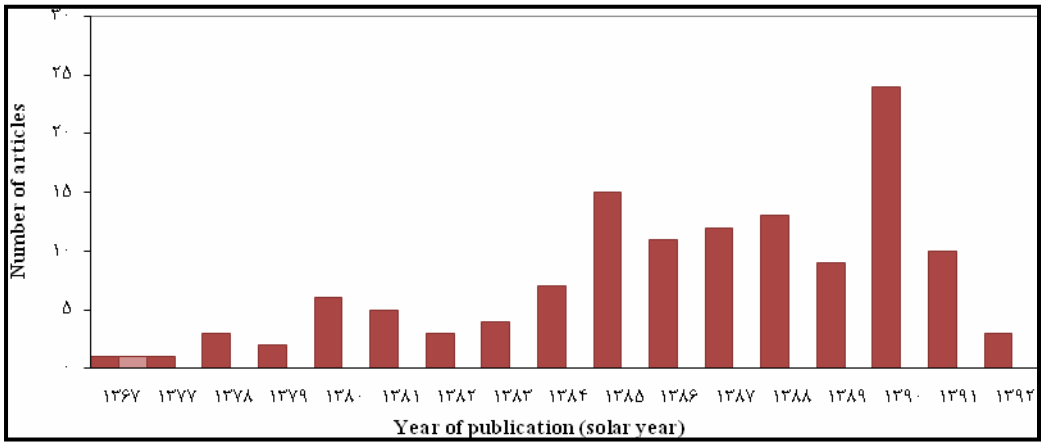
شکل ۱- گروه‌بندی گیاهان براساس تعداد بار مورد پژوهش

Figure 1. Grouping of plants based on the number of studied times



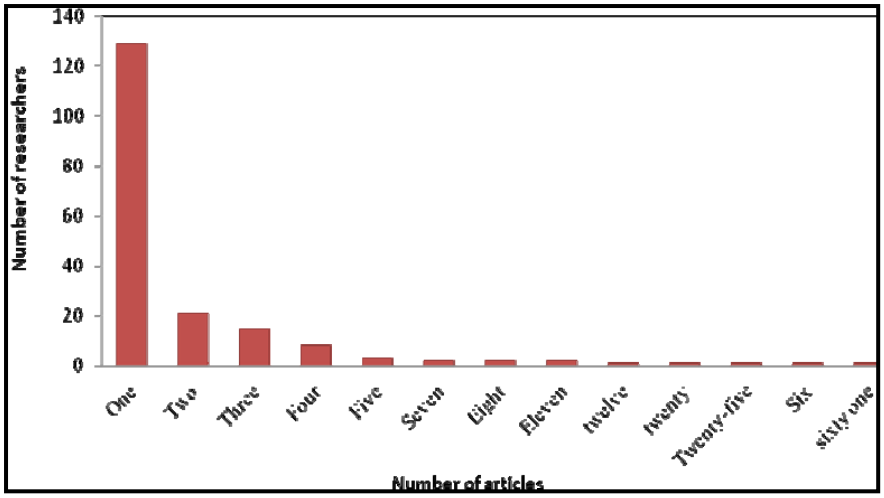
شکل ۲- گروه‌بندی صفات مورد پژوهش

Figure 2. Grouping of studied traits



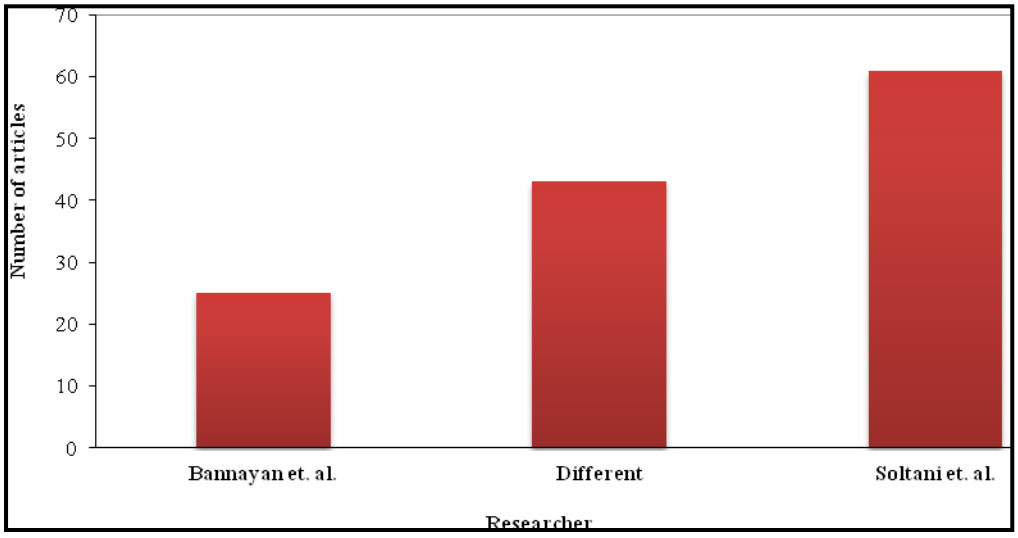
شکل ۳- گروه‌بندی مقالات براساس سال انتشار

Fig. Grouping of articles by year of publication



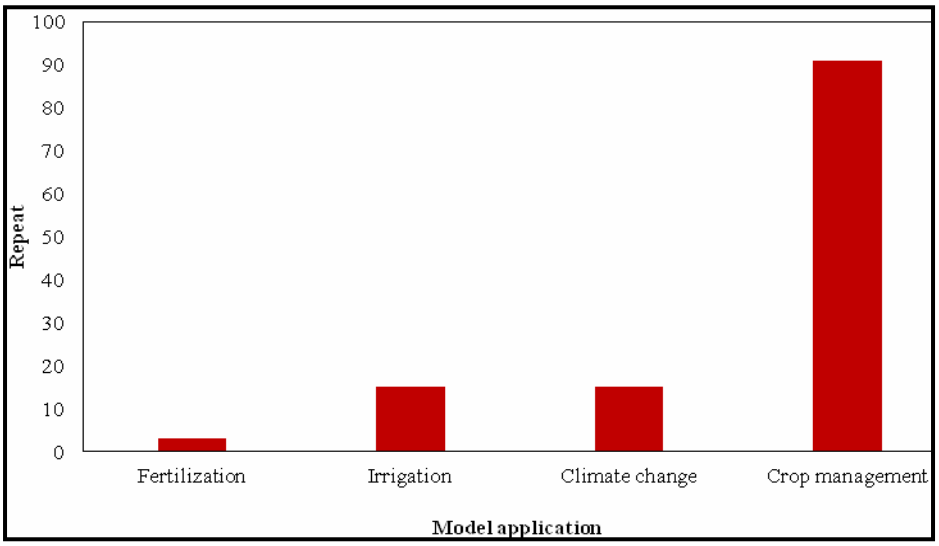
شکل ۴- گروه‌بندی پژوهشگران بر اساس تعداد دفعات دخیل در نگارش مقاله

Figure 4. Grouping researchers based on the number of times involved in writing the article



شکل ۵- تقسیم بندی مقالات براساس افراد مؤثر در نگارش

Figure 5. Dividing articles based on effectiveness of people in writing



شکل ۶- کاربرد مدل‌های مورد بررسی

Figure 6. Application of the studied models