

پهنه‌بندی زمانی و مکانی اراضی مستعد کشت پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی استان خراسان جنوبی)

سیده سعاد حسینی¹، محمدعلی بهدانی^{2*} و عباس خاشعی سیوکی³

تاریخ دریافت: 1394/11/18

تاریخ پذیرش: 1395/07/18

حسینی، س.س.، بهدانی، م.ع.، و خاشعی سیوکی، ع. 1396. پهنه‌بندی زمانی و مکانی اراضی مستعد کشت پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی استان خراسان جنوبی). بوم‌شناسی کشاورزی، 9(4): 1136-1148.

چکیده

در بین عوامل مختلف تأثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی، شرایط اقلیمی از مهمترین متغیرهای محیط طبیعی است. از سویی دیگر، اساس توسعه کشاورزی، آگاهی دقیق از ویژگی‌های محیطی در هر نقطه و اعمال مدیریت ویژه می‌باشد. پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) به دلیل داشتن ریشه‌های گسترده و نفوذپذیر و همچنین دارا بودن قابلیت تنظیم تعداد برگ و میوه زمانی که گیاه تحت شرایط تنش قرار می‌گیرد و نیز داشتن دوره قوزه‌دهی قابل انعطاف از گیاهان مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. بر این اساس، این تحقیق به منظور ارزیابی شرایط اقلیمی برای کشت پنبه در تاریخ‌های کشت مختلف در استان خراسان جنوبی در یک دوره آماری 25 ساله (1374-1394) صورت گرفت. بدین منظور، پانزده ایستگاه هواشناسی استان خراسان جنوبی انتخاب و به کمک محیط نرم‌افزاری Arc GIS مدل‌سازی و تحلیل فضایی صورت گرفت. با بهره‌گیری از شرایط اقلیمی مطلوب در هر مرحله از رشد پنبه، لایه‌های اطلاعاتی کلاس‌بندی و ارزش وزنی هر کدام از عوامل مشخص گردید. در نهایت، به منظور هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، نقشه‌های نهایی مربوط به هر تاریخ کشت از نیمه اول فروردین تا نیمه اول تیر براساس عوامل اقلیمی برای کشت پنبه در استان خراسان جنوبی تهیه گردید. نتایج نشان داد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با هر تاریخ کشت، در مناطق مختلف استان متفاوت بود و اهمیت آن بیشتر از عوامل زمینی بود و از بین همه تاریخ‌های کشت از فروردین ماه تا تیرماه، بهترین تاریخ کشت مربوط به نیمه اول و نیمه دوم اردیبهشت ماه بود، چون از نظر مساحت مناطق مناسب به ترتیب 56 و 68 درصد بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده اند.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، تاریخ کاشت، سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

بودن شرایط آب و هوایی در هر سال دارد. انتشار آفات و امراض گیاهی تابع شرایط آب و هوایی است و پوشش گیاهی مراتع و حتی فلور علف‌های هرز مزارع نیز از شرایط آب و هوایی تبعیت می‌کند (Khalili, 1974). همچنین شرایط اقلیمی از عوامل مهم تولید و تعیین گونه محصول است و بهره‌برداری از زمین عمدتاً براساس کیفیت این عامل استوار است. از طرفی، با توجه به تأثیرپذیری غیرقابل انکار گیاهان زراعی از تغییرات اقلیمی هر منطقه، شناخت این ویژگی‌ها و خصوصیات در هر منطقه به برنامه‌ریزان و کشاورزان آن منطقه کمک می‌نماید تا با آگاهی کافی نسبت به امکان بروز حوادث

عوامل اقلیمی و پارامترهای هواشناسی نقش به‌سزایی در رشد و عملکرد محصولات در مناطق مختلف دنیا دارد. میزان تولید محصولات کشاورزی همبستگی بالایی با نزولات جوی و مناسب

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات و دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(* - نویسنده مسئول: (Email: mabehdani@birjand.ac.ir
DOI:10.22067/JAG.V9I4.53655

متناسب با هدف یا اهداف تصمیم توسط کارشناسان تعیین و پس از وزن دهی و اولویت‌بندی به‌منظور انجام ارزیابی توان و مکان‌یابی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Xue et al., 2007). یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. پس باید سنج‌های را یافت که میزان ناهماهنگی داورها را نمایان سازد (Tofigh, 1994).

مطالعه‌ای به‌منظور پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت ارقام گل‌رنگ (*Carthamus tinctorius L.*) بهاره در استان اصفهان انجام شد. بر طبق یافته‌های این پژوهش، چنان‌چه گل‌رنگ با توجه به نیازهای گرمایی در مناطق مختلف اصفهان، در تاریخ‌های کاشت مناسب خود کشت گردد، با دماهای بازدارنده روبرو نخواهد شد (Yassari et al., 2012).

در مطالعه‌ای مناسب‌ترین تاریخ برای اولین آبیاری زعفران (*Crocus sativus L.*) با احتمالات 50، 75 و 95 درصد برای نقاط مختلف استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی تعیین و پهنه‌بندی لازم انجام شد. بر اساس نتایج حاصله تاریخ گلدهی و زمان انجام اولین آبیاری گیاه زعفران بسته به اقلیم و دمای منطقه مورد مطالعه بسیار متفاوت است. در مکان‌هایی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و میانگین دمای کمتر، معمولاً تاریخ گلدهی و زمان آبیاری زود هنگام و در اوایل پاییز می‌باشد. با کم‌شدن ارتفاع و بالا رفتن دمای هوا تاریخ گلدهی و زمان انجام اولین آبیاری به اواسط و حتی به اواخر پاییز منتقل می‌شوند (Alizadeh et al., 2009).

پهنه‌بندی آگروکلیمایی محصول ذرت (*Zea mays L.*) را برای برزیل به انجام رساندند. در این بررسی اطلاعات هواشناسی دوره 1945-1975 به همراه داده‌های عملکرد ذرت مورد استفاده قرار گرفت. سپس براساس تعداد درجه روزها⁴ (GDD) و میزان کمبود آب منطقه، بهترین مناطق کشت ذرت مشخص گردید. همچنین بهترین تاریخ کاشت ذرت در منطقه در اوایل ماه دسامبر تعیین گردید (Maluf, 1986).

در تحقیقی به بررسی پهنه‌بندی مکانی کشت زعفران اساس عوامل اقلیمی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در شهرستان

جوی به تنظیم برنامه کشت و کار و برداشت محصول و همچنین انتخاب نوع کاشت اقدام نمایند (Alijani et al., 2007). آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی آن لازمه هر گونه فعالیت کشاورزی است. تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر بوده و به همین دلیل شناخت روابط متغیرهای اقلیمی بر محصولات، اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی برای کشورها دارد (Kamali, 1997). برای تولید محصولی که از کمیت و کیفیت مناسبی برخوردار بوده و ارزش تجارتي بالایی داشته باشد، لازم است پنبه (*Gossypium hirsutum L.*) را در مناطق گرم کشت نمود، به‌خصوص زمانی که محصول آن می‌رسد، اگر سرما و یا بارندگی در اوایل پاییز شروع شود، امکان بهره‌برداری کافی از تمامی محصول این گیاه نبوده و پنبه تولید شده، ارزش تجارتي کمتری دارد و از طرف دیگر ارزش نساجی آن نیز پایین می‌آید، بنابراین، باید پنبه را در مناطقی کشت کرد که آب و هوا از هر نظر برای رشد و نمو آن مناسب و محصول تولید شده از نوع مرغوب و با ارزش تجارتي و نساجی بالایی باشد (Khodabande, 2007).

سامانه اطلاعات جغرافیایی¹ یک بانک اطلاعاتی نوین است که وجه تمایز آن با یک بانک اطلاعاتی معمولی، فراگیر بودن و هوشمندی نسبی مکانی آن است (Rahimi & Khaledi, 2005). بر این اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین قبل از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است. با توجه به اینکه سنجش تناسب اراضی در سطح منطقه مورد مطالعه نیاز به لحاظ نمودن عوامل و معیارهای مختلف دارد، لازم است از روش‌های تحلیل چند معیاره² (MCDA) استفاده شود (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008). در این زمینه روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است (Omkarprasad & Sushil, 2004). روش AHP، ابزاری جهت ساده‌سازی تصمیم‌گیری‌های پیچیده است با این توصیف که در تحلیل تصمیم چندمعیاره به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد (Asgharpoor, 2006). در این روش ابتدا مجموعه‌ای از معیارهای

1- GIS

2- Multi criteria decision making

3- Analytical Hierarchy Process

4- Growth Degree Days

تفاوت آب و هوایی و اقلیمی در این استان پهناور زیاد است، در این مطالعه سعی بر آن است که با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10 و تحلیل های حاصل از آن و استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره به کار برده شده در مکان یابی، شرایط اقلیمی استان خراسان جنوبی براساس نیازهای محصول پنبه، بررسی شود.

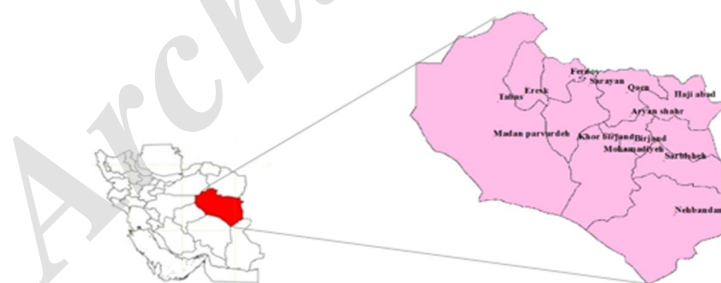
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه: استان خراسان جنوبی با وسعتی در حد 149107 کیلومتر مربع در شرق ایران واقع شده است که بین مدار جغرافیایی 30 درجه و 31 دقیقه تا 34 درجه و 53 دقیقه عرض شمالی و 57 درجه و 3 دقیقه تا 57 درجه و 60 دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاعات خراسان جنوبی امتداد شمالی-جنوبی دارند و بلندترین نقطه استان قله باقران با ارتفاع 3615 متری و پست ترین منطقه در دشت کویر با ارتفاع 650 متر از سطح دریا واقع شده است. استان خراسان جنوبی از شرایط اقلیمی خشک و بیابانی در نواحی پست و آب و هوای نیمه خشک در نواحی کوهستانی برخوردار است (شکل 1). استان خراسان جنوبی با تولید 34 هزار تن پنبه در سال و زیر کشت 13 هزار هکتار از اراضی آبی رتبه دوم تولید پنبه را در کشور دارد.

ترتیب حیدریه انجام شد نتایج نشان داد که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش، دما و تعداد ساعات آفتابی، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف شهرستان متفاوت است و از مجموع 9570/2070 کیلومترمربع از مساحت شهرستان تربت حیدریه، 4 درصد از اراضی شهرستان دارای کیفیت بسیار مناسب، 50/5 درصد دارای کیفیت مناسب، 27 درصد دارای شرایط متوسط برای کشت، 8/5% ضعیف و حدود 10 درصد از اراضی منطقه را نقاط بسیار ضعیف در بر می گیرند (Rashid sorkhabadi et al., 2015).

بررسی درجه حرارت های حداقل، میانگین و حداکثر در خراسان جنوبی به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از GIS انجام شد. نتایج نشان داد که درجه حرارت حداقل در ماه های مهر، آبان، آذر و دی تأثیر گذارتر بر عملکرد نسبت به سایر ماه ها می باشد. از نظر درجه حرارت میانگین، ماه های مهر، آبان، آذر و دی مؤثرتر می باشند. درجه حرارت حداکثر در ماه های آبان، آذر، دی و اسفند، بیشترین تأثیر را بر عملکرد می گذارد (Koozehgran et al., 2011).

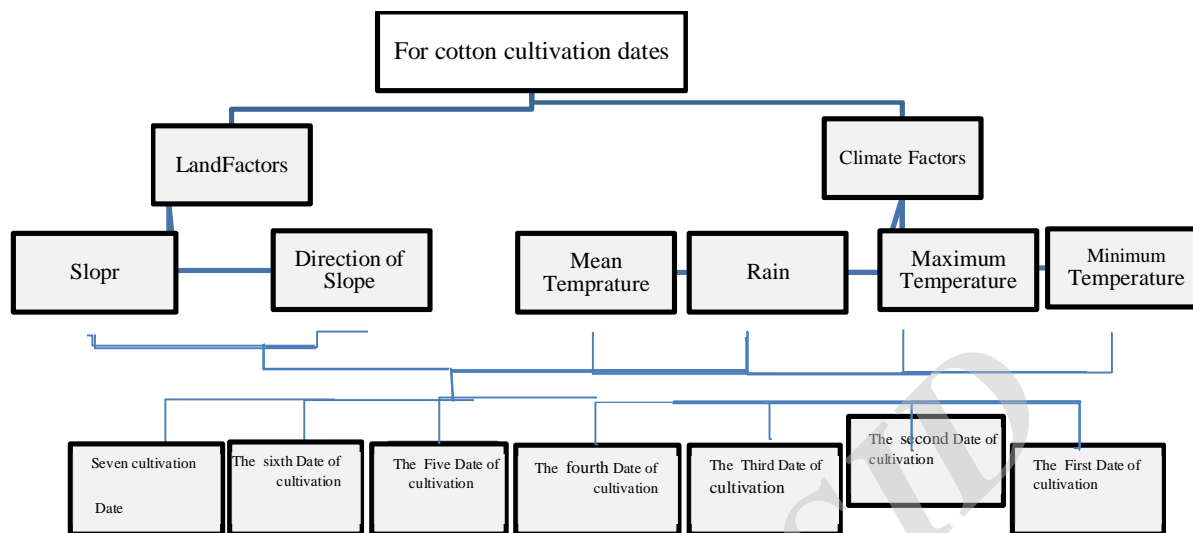
از آن جا که تاکنون مطالعه ای در خصوص پهنه بندی مکان های مناسب تاریخ کشت پنبه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در استان خراسان جنوبی انجام نشده است و با توجه به سرمایه گذاری انتهای فصل، تاریخ کشت آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است و



شکل 1- موقعیت قرارگیری استان خراسان جنوبی در ایران
Fig. 1- The position of South Khorasan province in Iran

در پژوهش حاضر با توجه به تنوع اطلاعات، به منظور تحلیل های مکانی معیارهای مورد نیاز برای کشت پنبه، روش های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عنوان مدل انتخاب شده و با استفاده از آن ها به هم پوشانی و تجزیه و تحلیل لایه ها اقدام شد. بدین منظور از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arc GIS استفاده گردید. لازم به ذکر

است که کلاس بندی پارامترهای اقلیمی برای هر یک از مراحل رشد پنبه برای تاریخ های کشت نیمه اول فروردین تا نیمه دوم تیر انجام شد. سپس براساس مدل AHP به ارزش گذاری عوامل مؤثر اقدام گردید.



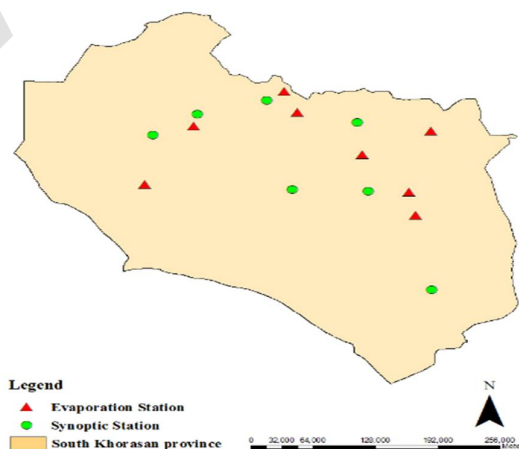
شکل 2- سلسله مراتب تعیین مناسب‌ترین مکان‌های تاریخ‌های کشت پنبه در استان خراسان جنوبی
 Fig. 2- Hierarchy to determine the most suitable areas for cotton cultivation dates in South Khorasan Province

در این تحقیق برای تعیین وزن کلی و ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی، از نظرات 15 کارشناس استفاده شد. پس از محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها با استفاده از نرم افزار 11 Expert Choice، لایه‌های اطلاعات مکانی موردنیاز به وجود آمدند.

در منطقه مورد مطالعه تعداد 15 ایستگاه شناسایی شده که شامل 8 ایستگاه اقلیم‌شناسی و 7 ایستگاه همدیدی می‌باشند. ایستگاه‌های سینوپتیک در یک دوره آماری 25 ساله (1990-2015) و ایستگاه‌های کلیماتولوژی در یک دوره پنج ساله مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت ایستگاه‌های مذکور را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد (شکل 2).

پس از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، به مراحل بعدی این فرآیند که محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها، محاسبه وزن گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی در قضاوت‌ها می‌باشند (Zebardast, 2003) پرداخته شد. در ادامه مراحل تعیین وزن لایه‌های مربوط به معیارهای مختلف با استفاده از روش AHP آورده شده است:

- 1- تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی.
- 2- تعیین میزان اهمیت و ارزش هر کدام از معیارها نسبت به تعیین هدف با توجه به جدول 9 کمیته ساعتی.
- 3- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی معیارها.



شکل 3- نمایش موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های هواشناسی
 Fig. 3-displays the position of weather stations

که در آن، T_{mean} : میانگین دمای هوای روزانه و T_{base} : دمای پایه برای پنبه می‌باشد که معادل 15 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Michael & Wells, 1998). مراحل رشد پنبه به چهار دوره مهم تقسیم‌بندی شد که شامل کاشت تا جوانه‌زدن، جوانه‌زدن تا گلدهی، گلدهی تا قوزه‌دهی، قوزه‌دهی تا رسیدگی بود. در جدول 1، معدل مقادیر GDD در مراحل مختلف آورده شده است. از این مقادیر برای شبیه‌سازی وقوع مراحل مختلف فنولوژیک هر گیاه در هر سال معین استفاده شد. برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل فوق، از درجه-روزهای رشد (GDD) استفاده شد (Fageria, 1997).

برای انجام این تحقیق لازم بود درجه روز رشد مورد نیاز برای مراحل مختلف رشد گیاه در دسترس باشد. بدین منظور از اطلاعات دمایی پنبه استفاده گردید. در کنار جمع‌آوری این اطلاعات درباره مراحل فنولوژیک و داده‌های زمینی اطلاعات هواشناسی شامل دماهای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه مربوط به هر دوره نیز از اداره هواشناسی استان تهیه شد.

درجه روز رشد مورد نیاز برای مراحل مختلف رشد پنبه به صورت زیر محاسبه شد:

$$\text{GDD} = T_{mean} - T_{base} \quad (1) \text{ معادله}$$

جدول 1- مقادیر GDD مورد نیاز برای مراحل مختلف رشد در پنبه (فاگریا، 1997)
Table 1- GDD amount needed for the various stages of growth in cotton (Fageria, 1997)

مراحل رشد Growth Stages	روزها Days	درجه روز رشد (درجه سانتی‌گراد) (GDD)(C ⁰)
کاشت تا جوانه زنی Planting and germination	4-9	50-60
کاشت تا گلدهی Planting to flowering	60-70	450-550
کاشت تا قوزه دهی Planting to boll	110-130	775-950
کاشت تا رسیدگی Planting to ripening	190-210	1800-2200

مورد نیاز هر مرحله از رشد برای تمام تاریخ‌های کشت ایجاد شد. نقشه‌های عوامل اقلیمی هر کدام از تاریخ‌های کشت و عوامل زمینی تلفیق شدند و نقشه‌های نهایی پهنه‌بندی در استان خراسان جنوبی برای هر کدام از تاریخ‌های کشت تهیه شد.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت نیمه اول فروردین ماه: نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه اول فروردین ماه در هر مرحله از رشد این گیاه که حاصل اعمال وزن‌های AHP در نقشه شکل 4 می‌باشد، نشان داده شده است. با توجه به نقشه پهنه‌بندی استان در نیمه اول فروردین ماه مشخص است که قسمت‌های نیمه‌غربی و قسمتی از نواحی جنوبی منطقه از شرایط مناسب اقلیمی و توپوگرافی برخوردار می‌باشند. بر اساس طبقه‌های تعریف شده با توجه به شکل مشخص می‌شود که منطقه کاملاً مناسب 0/9143 هکتار (حدود شش درصد) از مساحت را در بر می‌گیرد و در قسمت‌هایی از نیمه‌غربی و بخشی از نواحی جنوبی

به‌طور کلی، نرخ ناسازگاری معیاری است جهت تشخیص معنی داری ماتریس‌های مقایسه زوجی و مقدار آن باید کمتر از 0/1 باشد (Dey & Ramcharan, 2000). با توجه به معیارهای موردنظر نظیر دما و بارش، تجزیه و تحلیل‌ها به کمک نرم افزار ARC GIS 10 صورت گرفت این مهم در نرم افزار با استفاده از روش‌های زمین‌اماری و تهیه مدل مناسب نقشه‌های رستری با اندازه سلول‌های یکسان انجام شد و پس از انجام مدل‌سازی فضایی و هم‌پوشانی اطلاعات، لایه نهایی تهیه گردید.

نتایج و بحث

به منظور تعیین نواحی مستعد کشت پنبه از نظر تاریخ کشت و بررسی تغییرات زمانی و مکانی که از اهداف اصلی این پژوهش بوده، در گام اول با در نظر گرفتن مراحل رشد پنبه و با توجه به این نکته که هر مرحله به شرایط اقلیمی خاصی نیاز دارد، نقشه عوامل اقلیمی

همپوشانی و اعمال وزن‌های AHP در نقشه (شکل 6) می‌باشد، نشان داده شده است. با توجه به نقشه که از چهار طبقه تعریف شده در این تاریخ کشت می‌توان دریافت که منطقه کاملاً مناسب حدود 1/0590 هکتار (7 درصد) از مساحت را در بر می‌گیرد و در قسمت‌هایی از نیمه شمالی استان شامل شهرستان‌های سرایان، بخشی از حاجی آباد، بیرجند و نهبندان قرار دارد. ناحیه مناسب 7/4090 هکتار (49 درصد) از مساحت منطقه را در نواحی مرکزی و جنوبی و قسمت کوچکی از نواحی شمالی استان به صورت پراکنده در بر می‌گیرد. منطقه نسبتاً مناسب در نیمه غربی و قسمت‌های کوچکی از شرق استان را شامل شده است و 42 درصد منطقه را به خود اختصاص داده است. منطقه نامناسب مساحت بسیار کوچکی از مناطق شمالی و شرقی استان را تشکیل می‌دهد. در تاریخ کشت نیمه اول اردیبهشت، دمای حداقل در بعضی مناطق (قاین، فردوس، ارسک، آراین شهر و فتح آباد) کاهش یافته است و بهتر است در این مناطق پنبه در این تاریخ، کشت نشود چون با کاهش دما در اول دوره مواجه می‌شود.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

نیمه دوم اردیبهشت ماه: بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه دوم فروردین ماه در هر مرحله از رشد این گیاه که حاصل اعمال وزن‌های AHP در نقشه (شکل 7) می‌باشد، نشان داده شده است. بر طبق طبقه‌های تشکیل دهنده مشخص می‌شود که 1/4470 هکتار (9 درصد) از منطقه به صورت نواری در نواحی شمالی و بخش کوچکی از جنوبی استان در وضعیت کاملاً مناسب قرار دارند. قسمت اعظم منطقه، در حدود 59 درصد در نواحی شمالی و جنوبی استان در وضعیت مناسب قرار دارند. وضعیت نسبتاً مناسب بخش‌های شرقی و غربی منطقه را 22 درصد شامل می‌شود و وضعیت نامناسب که هفت درصد از مساحت استان را در بر می‌گیرد و عامل اصلی آن دمای حداکثر است که موجب از بین رفتن قوزه‌ها می‌گردد و می‌بایست تا حد امکان از کشت پنبه در این مناطق خودداری نمود. در تاریخ نیمه دوم اردیبهشت، تنها در بخش کوچکی از نواحی استان (قاین و سریشه) در اوایل دوره رشد پنبه کاهش دما وجود دارد و در اکثر مناطق، دما برای جوانه‌زنی پنبه فراهم است. در نواحی شمالی و شرقی (قاین، بیرجند، سریشه و آراین شهر) در آخر دوره نیز پنبه با سرما مواجه می‌شود. بدین ترتیب، بهترین نواحی کشت پنبه در این تاریخ نواحی شمالی و جنوبی استان می‌باشد.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

استان قرار دارد. ناحیه مناسب 6/9689 هکتار (46 درصد) قسمت اعظم مساحت منطقه را در نیمه‌غربی و جنوبی استان به صورت پراکنده در بر می‌گیرد. منطقه نسبتاً مناسب مساحت 5/4993 هکتار (36 درصد) را به خود اختصاص داده است که شامل مناطق شمالی و جنوبی می‌باشد. منطقه نامناسب مساحت بسیار کوچکی در حدود 10 درصد از مناطق شمالی و شرقی استان را تشکیل می‌دهد (شکل 4). در این تاریخ کشت، دمای حداقل در مرحله جوانه‌زنی در اکثر مناطق استان به جز مناطق غربی و جنوبی (طبس، معدن پرورده و نهبندان) کاهش یافته است. بنابراین، اگر پنبه در این تاریخ کشت شود با کاهش دما در اوایل دوره رشد مواجه می‌شود که سبب افزایش رشد رویشی و کاهش تعداد شاخه‌های زایشی می‌گردد (Khajehpour, 2007).

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

نیمه دوم فروردین ماه: نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه دوم فروردین ماه در نقشه (شکل 5) نشان داده شده است. در مورد تاریخ کشت نیمه دوم فروردین ماه همان‌طور که در نقشه پهنه‌بندی استان مشخص است، قسمت‌های نیمه‌غربی و جنوبی منطقه از شرایط مناسب اقلیمی و توپوگرافی برخوردار می‌باشند. بر اساس طبقه‌های تعریف شده با توجه به شکل مشخص می‌شود که ناحیه کاملاً مناسب در نیمه‌غربی و جنوبی استان قرار دارد و با مساحت 1/7060 هکتار (11 درصد) از منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. ناحیه مناسب بخشی از نیمه‌غربی و جنوبی استان را در بر گرفته و حدود 42 درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. ناحیه نسبتاً مناسب در بخش‌هایی از نیمه شمالی، جنوبی و مرکز استان قرار گرفته و مساحت 43 درصد از مساحت منطقه را در بر می‌گیرد. ناحیه نامناسب قسمت‌هایی از شهرستان‌های سریشه و قاین را شامل می‌شود دو درصد از مساحت استان را به خود اختصاص می‌دهد. در نیمه دوم فروردین ماه، وسعت مناطق غربی و جنوبی استان افزایش یافته و تا ایستگاه‌های بشرویه، سرایان پیشروی کرده است. این ایستگاه‌ها جزء مناطق مناسب دمایی برای تأمین دمای 15 درجه سانتی‌گراد رشد و نمو پنبه در این تاریخ کاشت می‌باشند.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

نیمه اول اردیبهشت ماه: نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه دوم فروردین ماه در هر مرحله از رشد این گیاه که با

طریق آبیاری تأمین گردد. در این تاریخ کشت، همه مناطق استان از نظر دمای لازم برای جوانه‌زنی پنبه را دارا می‌باشند، ولی در آخر دوره در بیشتر مناطق استان به جز طیس، ارسک و معدن پرورده پنبه با سرما مواجه می‌شود. این تاریخ برای اکثر مناطق به جز مناطق غربی برای کشت پنبه از شرایط مناسبی برخوردار نیست.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

نیمه اول تیر ماه: نقشه‌های پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه دوم فروردین ماه برای هر مرحله از رشد این گیاه در نقشه (شکل 10) نشان داده شده است. مطابق طبقه‌های تشکیل‌دهنده مشخص می‌شود که ناحیه کاملاً مناسب 0/4538 هکتار (سه درصد) از مساحت منطقه را در نواحی شرقی استان به صورت پراکنده در بر می‌گیرد. ناحیه مناسب 2/7920 هکتار (18 درصد) از مساحت منطقه را در نواحی شرقی و بخش کوچکی از نواحی جنوبی و شمالی استان در بر می‌گیرد. منطقه نسبتاً مناسب به‌صورت عمده در نواحی مرکزی و جنوبی متمرکز شده است و 46 درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. منطقه نامناسب با مساحت 35 درصد را تشکیل می‌دهد که تنها در مناطق غربی استان واقع شده است و علت اصلی وجود این مناطق کمبود بارندگی می‌باشد که می‌بایست آب مورد نیاز گیاه در این مناطق از طریق آبیاری تأمین گردد و همچنین با افزایش دما در اول دوره و کاهش دما در آخر دوره رشد مواجه می‌شود. در تاریخ نیمه اول تیر، تمام نواحی استان از جهت تأمین دمای لازم برای جوانه‌زنی پنبه دارای شرایط مطلوبی می‌باشند، ولی در آخر دوره در اکثر نواحی استان به جز طیس و ارسک کشت پنبه به‌علت برخورد با سرما با شکست مواجه می‌شود. این تاریخ برای بیشتر مناطق استان به جز نواحی غربی برای کشت پنبه نیز مناسب نیست.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده در پهنه‌بندی تاریخ‌های کشت، در قسمت‌های غرب و جنوب استان تاریخ‌های کاشت مناسب از نیمه اول و دوم فروردین ماه ادامه می‌یابد. در مناطق مرکزی و شمالی و قسمتی از جنوب استان تاریخ‌های کاشت از نیمه اول و دوم اردیبهشت و نیمه اول خرداد ادامه خواهد یافت.

نیمه اول خرداد ماه: نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه برای دوره کاشت در نیمه دوم فروردین ماه در نقشه (شکل 8)، نشان داده شده است. بر طبق طبقه‌های تشکیل‌دهنده مشخص می‌شود که 0/8143 هکتار (پنج درصد) از مساحت منطقه به‌صورت نواری در نواحی شمالی و جنوبی شهرستان در وضعیت کاملاً مناسب قرار دارد. وضعیت مناسب حدود 31 درصد از مساحت منطقه را تشکیل می‌دهد که قسمت اعظم آن در نواحی نیمه‌شمالی و جنوبی استان واقع شده است. وضعیت نسبتاً مناسب نواحی غربی و شرقی منطقه را در 49 درصد شامل می‌شود و وضعیت نامناسب بخش کوچکی حدود 12 درصد از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرد. و عامل اصلی آن کمبود بارندگی و افزایش دما است که موجب از بین رفتن قوزه‌ها می‌گردد و می‌بایست تا حد امکان از کشت پنبه در این مناطق خودداری نمود. در تاریخ نیمه اول خرداد، تنها در نواحی شمالی و شرقی استان (شهرستان‌های قاین و سربیشه) دما کاهش یافته است که برای جوانه‌زنی پنبه مناسب نیست و همچنین در آخر دوره شهرهای (قاین، فردوس، بیرجند و سربیشه) پنبه با سرما روبرو می‌شود. بنابراین، نواحی شمالی و قسمتی از نیمه‌جنوبی در این تاریخ از شرایط خوبی برای کشت پنبه برخوردار است.

پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت پنبه در تاریخ کشت

نیمه دوم خرداد ماه: نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت پنبه در نیمه دوم فروردین ماه در هر مرحله از رشد این گیاه که حاصل اعمال وزن‌های AHP در نقشه (شکل 9) می‌باشد، نشان داده شده است. بر اساس طبقه‌های تشکیل‌دهنده مشخص می‌شود که ناحیه کاملاً مناسب 0/6882 هکتار (چهار درصد) از مساحت منطقه را در نواحی مرکزی و قسمت کوچکی از نواحی شمالی و جنوبی استان به صورت پراکنده در بر می‌گیرد. ناحیه مناسب 18 درصد از مساحت منطقه را در نواحی شمالی و مرکزی و قسمت کوچکی از نواحی شرقی استان را در بر می‌گیرد. منطقه نسبتاً مناسب حدود 60 درصد از مساحت منطقه را در قسمت‌های کوچکی از نواحی شمالی و جنوبی به صورت پراکنده در بر می‌گیرد. منطقه نامناسب مساحتی در حدود 16 درصد از مناطق غربی و بخش کوچکی از شرق استان را تشکیل می‌دهد و علت اصلی وجود این مناطق توزیع نامطلوب بارش‌های پاییزه و افزایش دما در تابستان می‌باشد که می‌بایست آب مورد نیاز گیاه در این مناطق از

جدول 2- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری معیارها (عوامل اقلیمی و توپوگرافی)
 Table 2-The final score and inconsistency rate of climatic and topographic parameters

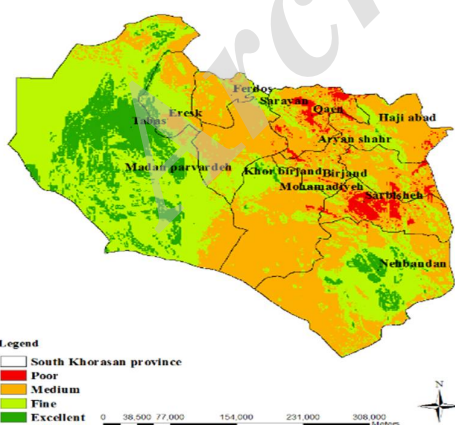
عوامل اقلیمی	0.833
Climatic parameter	
عوامل توپوگرافی	0.167
Topographic parameter	
نرخ ناسازگاری	0
inconsistency rate	

جدول 3- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری زیر معیار عامل اقلیمی
 Table 3-The final score and inconsistency rate of climatic parameters

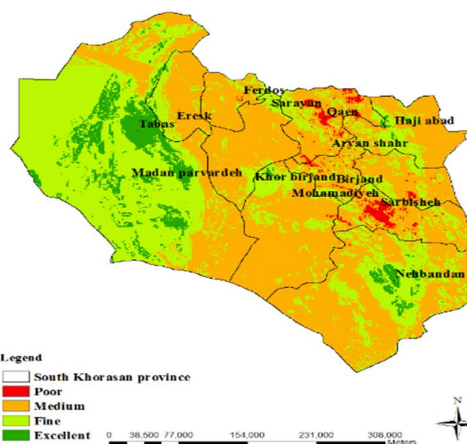
بارندگی	0.123
Rain	
دمای حداکثر	0.183
Maximum temperature	
دمای حداقل	0.502
Minimum temperature	
دمای میانگین	0.192
Average temperature	
نرخ ناسازگاری	0.04
Inconsistency rate	

جدول 4- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری زیر معیار عامل توپوگرافی
 Table 4-The final score and inconsistency rate of topographic parameters

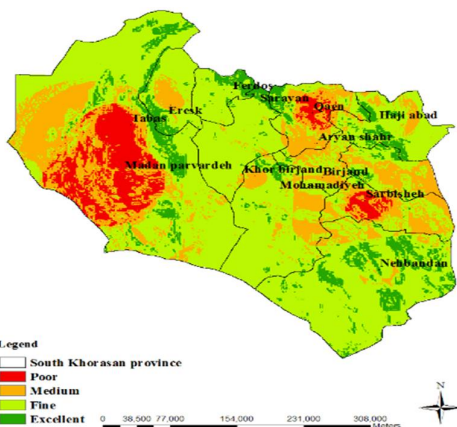
شیب	0.833
Slope	
جهت شیب	0.167
Aspect	
نرخ ناسازگاری	0
Inconsistency rate	



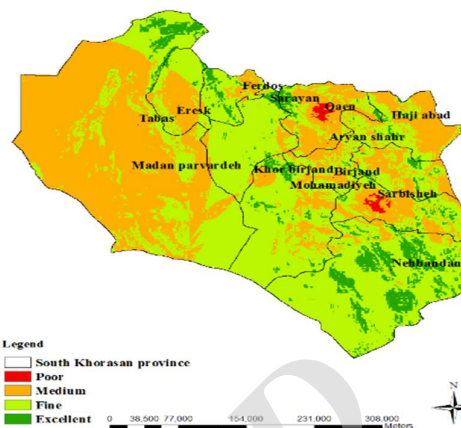
شکل 5- نقشه نهایی پهنه‌بندی تاریخ کشت نیمه دوم فروردین
 Fig. 5- Zoning maps planting date second half of April



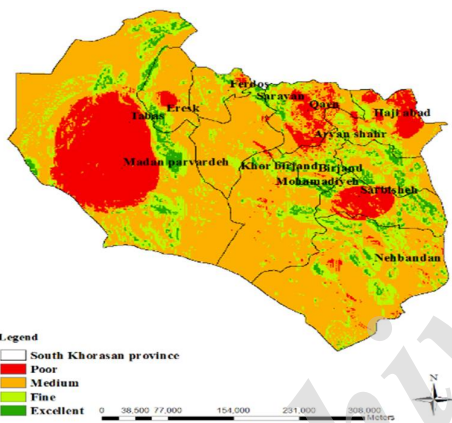
شکل 4- نقشه نهایی پهنه‌بندی تاریخ کشت نیمه اول فروردین
 Fig. 4- Zoning maps date planting the first half of April



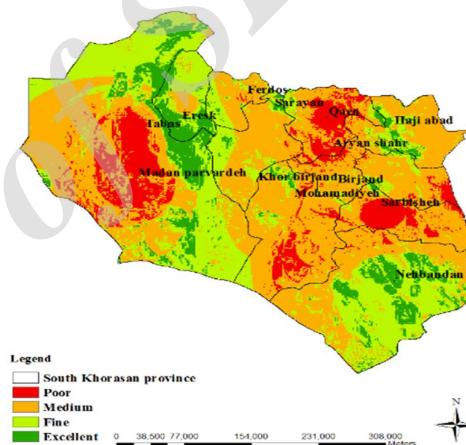
شکل 7- نقشه نهایی تاریخ کشت نیمه دوم اردیبهشت
Fig. 7- The final map of the second half of May planting date



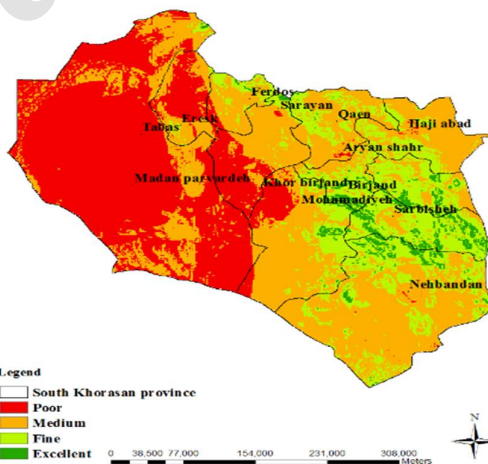
شکل 6- نقشه نهایی پهنه بندی تاریخ کشت نیمه اول اردیبهشت
Fig. 6- Zoning map for the first half of May planting date



شکل 9- نقشه نهایی تاریخ کشت نیمه دوم خرداد
Fig. 9- The final map on the cultivation of the second half of June



شکل 8- نقشه نهایی تاریخ کشت نیمه اول خرداد
Fig. 8- Map the first half of June planting date



شکل 10- نقشه نهایی تاریخ کشت نیمه اول تیر
Fig. 10- The final map killed on the first half of July

کشت نیمه اول و دوم اردیبهشت نواحی مرکزی، جنوبی و قسمتی از شمال استان مستعدترین مناطق کشت پنبه می‌باشند. بهترین مناطق در تاریخ کشت نیمه اول و دوم خرداد نواحی شرقی و مرکزی استان واقع شده است. در نیمه اول تیرماه مناسب‌ترین مناطق، مناطق شرقی استان می‌باشد. در نهایت، با تهیه نقشه پهنه‌بندی اراضی برای هر یک از تاریخ‌های کشت نواحی مستعد کاشت پنبه، علاوه بر این که استعداد و قابلیت‌های اراضی استان خراسان جنوبی برای کاشت پنبه مشخص می‌شود، می‌توان مشخص کرد که پارامترهای در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی در چه نقاطی در حد مطلوب هستند و چه مناطقی دچار کمبود و ضعف از نظر این پارامترها می‌باشند. به عنوان مثال، می‌توان مشخص کرد که کدام منطقه از بارش کافی و مناسب برای پنبه برخوردار است و کدام منطقه از نظر بارشی دچار ضعف است. پس از مشخص کردن این نقاط ضعف و مثبت می‌توان برای ایجاد بهینه‌مزارع پنبه و بهترین تاریخ کاشت در این مناطق برنامه‌ریزی و مدیریت لازم را اعمال نمود.

در نواحی شرقی استان تاریخ‌های کاشت مناسب از نیمه دوم خرداد و نیمه اول تیر ادامه می‌یابد. با توجه به نیازهای اقلیمی پنبه چنانچه این گیاه در مناطق مختلف استان خراسان جنوبی در تاریخ-های کاشت مناسب خود کشت گردد با دماهای بازدارنده رشد روبرو نخواهد شد و در نتیجه از لحاظ اقلیمی بازده مناسب حاصل می‌گردد. نتایج حاصل از تمامی نقشه‌های تاریخ کشت نشان می‌دهد که از بین همه تاریخ‌های کاشت از فروردین ماه تا تیر ماه، بهترین تاریخ کشت مربوط به نیمه اول و نیمه دوم اردیبهشت ماه بود، چون از نظر مساحت مناطق مناسب بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین از نظر تمام شرایط اقلیمی بهترین شرایط را دارا می‌باشند. در تاریخ کشت نیمه اول تیر ماه به دلیل کمبود بارندگی و افزایش دما در مرحله گلدهی و قوزه‌دهی پنبه مناسب نیست و در مرحله رسیدگی با کاهش دما روبرو می‌شود، بنابراین، همراه با کاهش محصول خواهد بود. در تاریخ کشت نیمه اول و نیمه دوم فروردین از نظر مناطق مناسب، بهتر است در مناطق غربی و جنوبی پنبه کشت کرد. در تاریخ

منابع

- Alijani, B., and Doostan, R. 2007. Determine vulnerable areas barberry cultivation in South Khorasan province using GIS. *Journal of Geography and Regional Development* 8: 33-13. (In Persian with English Summary)
- Alizadeh, A., Sayyari, N., Ahmadian, G., and Mohammedan, A. 2009. Check best time of irrigation of saffron in the provinces of Khorasan, north and south. *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology)* 23(1): 118-109. (In Persian with English Summary)
- Asgarpour, M.J. 2006. *Multi Criteria Decision Making*. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian)
- Dey, P.K., and Ramcharan, E.K. 2000. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. *Journal of Environmental Management* 88: 1384-1395.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 1997. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. Marcel Dekker Inc., New York, USA 624 pp.
- Jafarbeyglu, M., and Mobaraky, Z., 2008. The land proportion evaluation in Qazvin province for saffron cultivation based on multi-criteria decision making method. *Journal of Natural Geographic Research* 66: 101-119. (In Persian with English Summary).
- Kamali, G. 1998. *Ecological Study of the ability of drylands west of the country in terms of climate and with special emphasis on wheat*. PhD thesis. Islamic Azad University, Science and Research, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- Khajehpour, D.R. 2007. *Industrial Plants*. Publications University of Esfahan, Esfahan, Iran p. 251-235. (In Persian)
- Khalili, A. 1974. Scientific understanding of climate. *Journal of Meteorology Meteorological Organization* 25: 12-36.
- Khodabande, N. 2007. *Industrial Crops*. Publishing Tehran University, Tehran, Iran p. 97-65. (In Persian)
- Koozehgran, S., Mousavi Baygi, M., Sanaeinejad, S.H., and Behdani, M.A. 2011. Study of the minimum, average and maximum temperature in South Khorasan to identify relevant areas for saffron cultivation using GIS. *Journal of Soil and Water* 25(4): 892-904. (In Persian with English Summary)
- Maluf, J.R.T., 1986. Agroclimatic zoning of maize crop for the state of Rio Grand. *Agronomia Sulriograndens* 22(2):

261-281.

Michael, A.J., and Wells, R. 1998. Fiber yield and quality of cotton grown at two divergent population densities. *Crop Sciences* 38: 1190-1195.

Omkarprasad, V., and Sushil, K. 2006. Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research* 169: 1-29.

Rahimi, H., and Khalidi, E. 2005. Geographic information systems and remote sensing (Basic familiarity and history of evolution). *Application of RS and GIS Workshop on Irrigation and Drainage, Tehran, Iran*. p. 1-14. (In Persian)

Rashid Sorkh-Abadi, M., Khashei-Siuki, A., and Shahidi, A. 2015. A spatial zoning of saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation based on climatic factors using hierarchical analysis process method: A case study in Torbat- Hydariyeh. *Journal of Agroecology* 7(2): 225-236. (In Persian with English Summary)

Tofigh, H. 1994. Multi criteria evaluation in physical planning. *Journal of Abadi* 11: 40-43. (In Persian with English Summary)

Xue, Y.J., Hu, Y.M., Liu, S.G., Yang, J.F., Chen, G.C., and Bao, S.T. 2007. Improving land resource evaluation using fuzzy neural network ensembles. *Remote Sensing of Environment* 11: 369-384.

Yassari, T., Khoshhal, G., and Knight, M.H. 2012. Zoning planting dates spring safflower in Isfahan province. *Journal of Geography and Environmental Planning* 49 (1): 182-171. (In Persian with English Summary)

Archive of SID