اکوهیدرولوژی
دورهٔ ۹، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۳۴۳-۳۳۳

امکان‌سنجی کشت پنج گونهٔ دارویی در دشت‌های حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاح الگوی کشت

عباس پورمیدانی[1*]، حسین توکلی نکو[1]، سید مهدی ادنانی[1]

۱. استادیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم

(تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۱۱/۰۸؛ تاریخ بازنگری ۱۴۰۰/۰۱/۳۰؛ تاریخ تصویب ۱۴۰۱/۰۲/۱۱)

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین تناسب اکولوژیک کشت پنج گونهٔ دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، زیرهٔ سبز (*Cuminum cyminum* L.)، گل گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. et Mey)، کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) در ۳۶ دشت حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک به عنوان یکی از زیرحوضه‌های فلات مرکزی ایران انجام شد. روش‌شناسی پژوهش شامل جمع‌آوری و بازسازی عناصر اقلیمی (دماهای حداقل و حداکثر)، برآورد سهم کشاورزی از منابع آبی به تفکیک هر دشت، برآورد نیاز آبی گیاه، تعیین بیلان رطوبتی، تهیهٔ لایهٔ تحمل به شوری، تهیهٔ لایه‌های مطلوبیت و عدم مطلوبیت کشت و در نهایت، روی‌هم‌گذاری لایه‌ها و تولید اراضی زراعی مناسب برای کشت این گیاهان بود. کشت بابونه در بیشتر اراضی کشاورزی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک مطلوب یا بسیار مطلوب ارزیابی شد. کشت زیرهٔ سبز، گاوزبان ایرانی، کنگر و رازیانه در اراضی جنوب شرقی حوضهٔ آبریز (نظیر دشت‌های ورامین و مسیله) به دلیل شوری و در اراضی غربی (نظیر دشت قزوین و ابهررود) به دلیل تنش‌های سرمایی نیمه‌مطلوب یا نامطلوب بود. کشت زیرهٔ سبز در نیمهٔ شمالی و کشت گاوزبان ایرانی در اراضی دشت‌های قزوین و دماوند وضعیت بسیار مطلوب یا مطلوب داشت. کشت کنگر فرنگی در دشت گلپایگان وضعیت بسیار مطلوب داشت. کشت رازیانه در دشت‌های مرکزی حوضهٔ آبریز با وضعیت نیمه‌مطلوب روبه‌رو بود. در مناطق شرقی محدودیت منابع آبی و شوری و در مناطق شمالی محدودیت دمای حداقل برای توسعهٔ کشت این گونه‌ها مشاهده شد. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌های اصلاح الگوی کشت منطقه مدّ نظر قرار گیرد.

کلیدواژگان: گیاه دارویی، دریاچهٔ نمک، اصلاح الگوی کشت.

* نویسندهٔ مسئول
Email: abbas.pourmeidani@gmail.com

مقدمه

در چند دههٔ اخیر به دلیل افزایش روند مصرف آب، افزایش برداشت آب‌های زیرزمینی، مدیریت ناکارآمد منابع آب، وقوع خشکسالی‌ها و تغییر اقلیم، منابع آب کشور دچار خسارت جبران‌ناپذیری شده است. این امر باعث کاهش دسترسی به منابع آب، کاهش درآمد کشاورزان، مهاجرت روستاییان به شهرها و در نتیجه، کاهش توان تولیدی در بخش کشاورزی در سال‌های اخیر شده است [۱].

در این میان، سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد[1] تغییر اقلیم را عامل کاهش شدید امنیت غذایی در دههٔ ۲۰۵۰ معرفی می‌کند. براساس گزارش‌های این سازمان، بیشترین تهدید کاهش امنیت غذایی متوجه کشورهای در حال توسعه و کشورهای خشک دنیا است [۲]. با توجه به اینکه ایران در کمربند گرم و خشک نیم‌کرهٔ شمالی واقع شده است [۳]. نیاز به توجه هرچه بیشتر به موضوع تغییر اقلیم و تأثیر آن بر امنیت غذایی کشور احساس می‌شود. از این‌رو، برای پیشگیری از کاهش بیشتر امنیت غذایی و پیامدهای پس از آن، هر گونه اقدامی در خصوص توسعهٔ کشاورزی و اصلاح الگوی کشت باید در جهت مقابله و سازگاری با آثار سوء تغییر اقلیم صورت گیرد [۱].

یکی از راهبردهای اساسی اصلاح الگوی کشت، انتخاب گیاهان مقاوم به خشکی و در عین حال، راهبردی و با بهره‌وری اقتصادی قابل توجه است. گیاهان دارویی از این دسته هستند. با دسترسی به حجم منابع آبی در دشت‌های مورد مطالعه و در نظر گرفتن میزان تخصیص معادل ۸۵ درصد به عنوان میزان آب قابل استحصال و همچنین، برآورد بارش مؤثر به عنوان سهم نزولات جوی می‌توان به میزان عرضهٔ رطوبتی در معادلهٔ بیلان رطوبت دست یافت [۴].

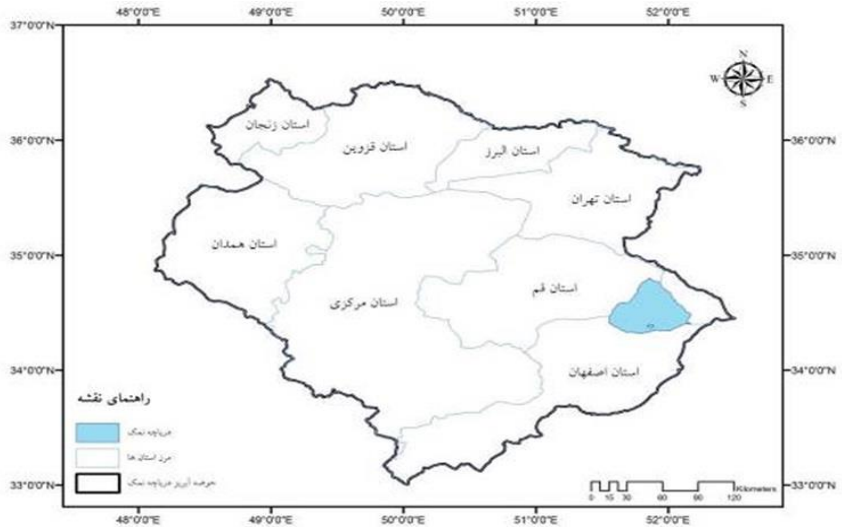
در زمینهٔ ارائهٔ الگوی کشت مناسب در سطح دشت‌ها و حوضه‌های آبریز کشور مطالعاتی صورت گرفته است که بیشتر به کشت گیاهان زراعی و باغی اشاره دارند [۴]. کشور ایران دارای قابلیت‌های گسترده‌ای در زمینهٔ گیاهان دارویی است. با توجه به صرفهٔ اقتصادی بالا و هزینه‌های تولیدی نسبتاً کم، کشت گیاهان دارویی در روستاها با برنامه‌ریزی جامع و مدّون می‌توان به افزایش اشتغال در روستاها و جلوگیری از مهاجرت‌های روزافزون به شهرها کمک کند و از تخریب زیستگاه‌های طبیعی و مراتع پیشگیری کند.

در بررسی تناسب اکولوژیکی کشت گیاهان دارویی باید به مسئلهٔ شوری به عنوان یک عامل محدودکننده توجه شود. اهمیت این امر در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک بیشتر است، چرا که از شمال غرب به سمت جنوب شرق و در نهایت، دریاچهٔ نمک، عامل شوری در تناسب اراضی جهت کشت گونه‌های مختلف تأثیر فراوانی دارد.

حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک بخش‌هایی از استان‌های تهران، البرز، قزوین، زنجان، مرکزی، همدان، اصفهان، سمنان و قم را در بر می‌گیرد [۵] (شکل ۱). شیب تدریجی این حوضه به سوی شرق است و سه چالهٔ اصلی آن شامل دریاچهٔ نمک، دریاچهٔ حوض سلطان و کویر میغان هستند. این حوضه شامل ۳۶ محدودهٔ مطالعاتی است که بیشتر آن‌ها به دشت‌هایی با قابلیت کشت ختم می‌شوند. بزرگ‌ترین دشت این حوضه، دشت قزوین در شمال حوضه و کوچک‌ترین، لنگرود در جنوب حوضه است [۶]. بیش از ۸۰ درصد سهم برداشت از منابع آبی در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک مربوط به منابع زیرزمینی اعم از چاه، قنات و چشمه است. بیشتر اراضی زیرکشت در این حوضه به طور خاص از چاه آب برداشت می‌کنند [۷]. تغییرات شوری یک الگوی افزایشی از شمال غرب به سمت جنوب شرق است. کمترین میزان شوری ۰/۴ و بیشترین میزان آن حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر است [۸].

تحقیقی با هدف تعیین تناسب اکولوژیک کشت چهار گونهٔ دارویی شامل گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill.)، زعفران (*Crocus sativus* L.)، آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) در ۳۶ دشت واقع در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک انجام شد. نتایج نشان داد اراضی کشاورزی دشت شریف‌آباد، بخش‌های شمالی دشت قم-کهک، شرق دشت ساوه، شمال دشت کاشان و جنوب دشت ورامین به دلیل شوری و تنش گرمایی برای کشت هر چهار گونهٔ نامطلوب بودند. کشت زعفران و گل محمدی در بیشتر دشت‌های حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک وضعیت مطلوب یا بسیار مطلوب داشت [۱].

1. Food and Agriculture Organization (FAO)



شکل ۱. مرز استان‌های واقع در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک

در پژوهشی دیگر مکان‌یابی مناطق مستعد کشت زعفران را با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیک این محصول و با روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد. نتایج نشان داد ۴۲ درصد از اراضی استان آذربایجان شرقی برای کاشت زعفران در کلاس‌های کاملاً مناسب و نسبتاً مناسب، ۱۴ درصد اراضی در کلاس مناسب اما با سودآوری کم (تناسب بحرانی) و ۴۴ درصد اراضی در کلاس نامناسب قرار گرفتند. محدودیت‌های شاخص این مناطق نامناسب برای کشت زعفران ارتفاع، شیب و محدودیت‌های دمایی بودند [۹].

پورهادیان (۲۰۱۷) استعداد استان مازندران برای کشت دیم گیاه دارویی گل گاوزبان را به کمک عوامل اقلیمی همچون بارش، دمای متوسط، دمای حداکثر و دمای حداقل مورد پژوهش قرار داد. نتایج نشان داد ۱۴۸۳۶۸ هکتار از اراضی زراعی این استان دارای استعداد مطلوب، ۳۶۸۲۲۵ هکتار دارای استعداد نسبتاً مناسب و ۲۹۲۰ هکتار دارای استعداد نامناسب برای کشت دیم گیاه دارویی گل گاوزبان بودند. طبقات ضعیف و نامناسب در شهرستان نور، نوشهر و سوادکوه به دلیل پایین بودن دمای متوسط و دمای حداقل ایجاد شدند [۱۰].

در تحقیقی با ارزیابی شرایط اقلیمی، مناطق مستعد کشت زعفران در شهرستان ری تعیین شد. در روشAHP مساحت منطقهٔ خوب ۵۹/۵ درصد، منطقهٔ متوسط ۳۴/۵ درصد و منطقهٔ ضعیف ۶ درصد از سطح شهرستان را شامل می‌شود. در روش ANP مساحت منطقهٔ خوب ۳۲ درصد، منطقهٔ متوسط ۴۸ درصد و منطقهٔ ضعیف ۲۰ درصد از سطح شهرستان را در بر می‌گیرد [۱۱].

همچنین، تحقیقی با هدف پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گیاه زیرهٔ سبز در راستای شناسایی مناطق مستعد کشت این گیاه در استان آذربایجان شرقی با استفاده از تکنیک آنالیز مکانی GIS انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد استان آذربایجان شرقی جهت کشت زیرهٔ سبز از پتانسیل بالایی برخوردار است و امکان کشت آن در شهرستان‌های مرند، شبستر، ورزقان، سراب، میانه، کلیبر، بستان‌آباد، سهند و مراغه با سطح عملکرد بالا در واحد سطح وجود دارد. ۲۵۶۱۱۵۱ هکتار از اراضی این استان دارای پتانسیل کشت بالا و ۲۰۱۷۹۱۶ هکتار دارای پتانسیل کشت متوسط هستند [۴].

پس از جمع‌آوری اطلاعات موجود در مورد پراکنش گونهٔ گیاهی *Teucrium polium* در شرایط مختلف رویشگاهی حوضهٔ آبخیز مهارلو، سه ناحیه رویشی انتخاب شد. عمدهٔ خصوصیات گیاهی نشان‌دهندهٔ ارتباط قوی درصد پوشش، تراکم، فراوانی، تولید، وفور، بنیهٔ گیاهی، چیرگی، اجتماعی بودن و تکمیل چرخهٔ فنولوژی بود. با در نظر گرفتن شباهت ۶۰ درصد در هر دو مرحلهٔ آنالیز خوشه‌ای، نتایج نشان داد بین رویشگاه سروستان و چشمهٔ انجیر برای متغیرهای گیاهی، ۷۶/۷۶ درصد شباهت دیده می‌شود و با در نظر گرفتن تمامی متغیرها (اکولوژیکی و گیاهی)، شباهت این دو رویشگاه به ۴۷/۹۸ درصد می‌رسد [۱۲].

هدف از اجرای این پژوهش تعیین تناسب اکولوژیک کشت پنج گونهٔ دارویی شامل: بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، زیرهٔ سبز (*Cuminum cyminum* L.)، گل گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. et Mey)، کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) در ۳۶ دشت مهم ایران واقع در حوضه آبریز دریاچهٔ نمک به عنوان یکی از حوضه‌های راهبردی آبریز کشور است.

مواد و روش‌ها

روش‌شناسی پژوهش شامل جمع‌آوری، بازسازی و کنترل کیفی عناصر اقلیمی، برآورد سهم کشاورزی از منابع آبی به تفکیک هر دشت و مطالعات به صورت گیاه – ویژه و شامل برآورد نیاز آبی گیاه، تعیین بیلان رطوبتی، تهیهٔ لایه‌های مطلوبیت و عدم مطلوبیت کشت و در نهایت، روی‌هم‌گذاری لایه‌ها و تولید نقشهٔ اراضی زراعی مناسب برای کشت گونه‌های مورد بررسی بود.

در پژوهش حاضر طیف وسیعی از داده‌ها شامل داده‌های رقومی حوضه و دشت‌ها، داده‌های ۲۲ ایستگاه سینوپتیک، داده‌های ۱۰۴ ایستگاه هیدرومتری پوشش‌دهندهٔ حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک، داده‌های مصارف آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات، داده‌های میزان شوری منابع آب به تفکیک دشت، اطلاعات آستانه‌ای و توصیفی گیاهان دارویی مورد نظر و تصاویر ماهوارهٔ LANDSAT8 استفاده شد برای دستیابی به برآورد دقیقی از میزان حجم منابع آب سطحی به تفکیک هر دشت، حجم دبی متوسط پنج سال (۱۳۸۹ــ ۱۳۹۳) ایستگاه‌های هیدرومتری محاسبه شد. با توجه به اینکه برخی از ایستگاه‌ها روی یک رودخانهٔ مشترک قرار گرفته‌اند، براساس موقعیت جغرافیایی آن‌ها و آگاهی اولیه از مشخصات توپوگرافی حوضهٔ آبریز، این ایستگاه‌ها ادغام شده و ایستگاه با بیشترین دبی به عنوان معرف آن رودخانه در نظر گرفته شد.

بیشترین سهم برداشت از منابع آبی در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک مربوط به منابع زیرزمینی اعم از چاه، قنات و چشمه است. بیشتر اراضی زیر کشت در این حوضه به طور خاص آب را از چاه برداشت می‌کنند و از این‌رو، برای دستیابی به میزان منابع آب در دسترس بخش کشاورزی یکی از مؤلفه‌های مهم دستیابی به اطلاعات برداشت آب از منابع زیرزمینی است. برای استخراج حجم آب زیرزمینی در دسترس بخش کشاورزی برای هر محدودهٔ مطالعاتی، میانگین سالانهٔ داده‌های آب برداشتی از هر تعداد چاه، قنات و چشمه از بدو آماربرداری یا تأسیس تا زمان فعلی محاسبه و به عنوان حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی منظور شد.

میانگین شوری چند سال گذشته می‌تواند معرف مناسبی از شوری آن محدوده باشد. داده‌های نقطه‌ای میزان شوری برای دستیابی به نقشهٔ رقومی تغییرات شوری منابع آب استفاده شد. وزارت نیرو برای هر منطقه از کشور در هر سال به روش تیسن عدد معرف شوری ارائه داده است [۱۳]. برای تولید لایهٔ رستری پوشش‌دهندهٔ حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک علاوه بر اطلاعات ۳۶ محدودهٔ موجود در حوضه، اطلاعات شوری ۱۶ محدودهٔ مطالعاتی مربوط به حوضه‌های همسایه نیز استخراج شد. مشخصات گیاه‌شناسی و اکولوژیک گیاهان دارویی مورد بررسی مانند آستانه‌های تحمل از مراجع معتبر دریافت شد [۱۴]. از این اطلاعات به عنوان داده‌های پایه برای استخراج نقشه‌های مطلوبیت استفاده شد.

شاخص‌های اگروکلیماتولوژی

برای دستیابی به لایهٔ تنش‌های گرمایی و سرمایی، در گام نخست براساس میزان تحمل آستانه‌های دمایی بالا و پایین، درصد فراوانی وقوع تنش‌های گرمایی و سرمایی از سری زمانی داده‌های دمای هوا برای همهٔ ایستگاه‌های سینوپتیک به دست آمد. ملاک دامنهٔ سری زمانی طی سال برای گیاهان یک‌ساله دورهٔ رشد گیاه و برای گیاهان چندسالهٔ کل سال بود. مزیت نگاه درصدی به وقوع تنش‌های گرمایی و سرمایی این است که امکان تولید نقشه‌های مطلوبیت ایجاد می‌شود [۱]. اختصاص درجهٔ مطلوبیت بر اساس جدول ۱ مشخص شد.

جدول ۱. درجه‌بندی مطلوبیت کشت گیاهان دارویی از نظر تنش‌های گرمایی و سرمایی

دامنه (٪)	میزان مطلوبیت	کد مطلوبیت
۰ـ ۲۵	بسیار مطلوب	۱
۲۶ـ ۵۰	مطلوب	۲
۵۱ـ ۷۵	نیمه‌مطلوب	۳
۷۶ـ ۱۰۰	نامطلوب	۴

در گام بعدی با کمک روش درون‌یابی کریجینگ در نرم‌افزار ArcMap نقشهٔ پراکنش درصد فراوانی تنش‌های گرمایی و سرمایی به صورت یک لایهٔ رستری تولید و سپس، لایهٔ رستری مربوط به حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک از لایهٔ اصلی استخراج شد. پس از آن طبقه‌بندی مجدد لایهٔ رستری براساس آستانه‌های جدول لایهٔ رستری مربوط به حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک در چهار طبقه صورت گرفت. این فرایند هم برای تنش‌های گرمایی و هم برای تنش‌های سرمایی اجرا شد. شبکهٔ نقاط شوری در سطح حوضهٔ آبریز (۵۲ نقطه) تهیه و با کمک روش کریجینگ درون‌یابی صورت گرفت [۱۵]. فرایند استخراج روی لایهٔ رستری اصلی صورت گرفت. برای طبقه‌بندی مجدد، لایهٔ رستری و پلی‌گون‌های مطلوبیت برای هر گیاه تولید شد [۱۶] (جدول ۲).

جدول ۲. درجه‌بندی مطلوبیت کشت گیاهان دارویی از نظر شوری

محدودهٔ لایه رستری	میزان مطلوبیت	کد مطلوبیت
$EC_{crop} <$ ٪۶۰	بسیار مطلوب	۱
٪۶۰ $< EC_{crop} <$ ٪۷۵	مطلوب	۲
٪۷۵ $< EC_{crop} <$ ٪۹۰	نیمه‌مطلوب	۳
$EC_{crop} >$ ٪۹۰	نامطلوب	۴

EC_{crop} آستانه تحمل شوری گیاه

لایهٔ بیلان آب

مهم‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ بستر مناسب برای کشت یک گیاه میزان دسترسی به منابع آب است. این عامل می‌تواند با متغیری به نام بیلان آب کمّی شود. بیلان آبی در یک مزرعه اختلاف بین ورودی‌ها و خروجی‌ها است. آب ورودی به یک مزرعه شامل بارش مؤثر و دسترسی به منابع آب است و آب خروجی شامل آب مورد نیاز برای انجام فرایند کاشت، داشت و برداشت است. بر این اساس بیلان آبی براساس رابطهٔ ۱ محاسبه شد [۱۷]:

$$WB= Input - Output$$
$$WB= (P+V_g+V_s) - ET_c \quad (۱)$$

که در آن P بارش مؤثر، Vg حجم منابع آب زیرزمینی و Vs حجم منابع آب سطحی است. بیلان آبی به ازای یک گیاه خاص، مثبت یا منفی و یا صفر خواهد بود. اگر صفر یا منفی باشد، شرایط کشت آن گیاه وجود ندارد و اگر مثبت باشد شرایط مساعد است.

استخراج اراضی زراعی

برای استخراج اراضی زیر کشت در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT8 مربوط به سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ میلادی و فصل سبزینگی استفاده شد [۱۸]. برای این منظور، از شاخص پوشش گیاهی سنجش از دور NDVI و نرم‌افزارهای ENVI و ARCMAP استفاده شد. ابتدا تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT8 OLI برای روزهای خاص در فصل رشد (اردیبهشت و خرداد) دانلود و پس از باز کردن تصاویر در محیط ENVI تصحیحات رادیومتریک بر تصاویر اعمال و شاخص NDVI براساس باندهای سه و چهار محاسبه شد. سپس، طبقه‌بندی مجدد تصویر شاخص NDVI (مقدار آستانهٔ ۰/۳)، ارسال تصویر طبقه‌بندی‌شده به محیط ARCMAP و... انجام شد. در نهایت، با به هم پیوستن پلی‌گون‌های مستخرج از تصاویر مختلف، فایل پلی‌گون اراضی زراعی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک تولید شد.

فرایند روی‌هم‌گذاری

این فرایند به صورت گیاه - ویژه انجام شد. ابتدا براساس آستانهٔ تحمل هر گیاه، برای هر عامل محدودکنندهٔ چهار سطح مطلوبیت تعیین شد. سپس، یک نقشهٔ وکتوری برای هر گیاه و هر عامل محدودکننده که در آن پلی‌گون‌هایی با ارزش ۱ تا ۴ داشت، استخراج شد. این فرایند برای چهار عامل شوری، بیلان آب، دمای کمینه و دمای بیشینه انجام شد که نتیجهٔ آن چهار نقشه و هریک با چهار پلی‌گون براساس سطح مطلوبیت بود. پس از آن با روی‌هم‌گذاری چهار نقشهٔ اول، نقشهٔ پنجم به دست آمد که هر پلی‌گون در آن چهار ارزش مربوط به چهار عامل یادشده را داشت. با شرط‌گذاری می‌توان پلی‌گون‌های مربوط را تقسیم کرد. این شرط‌گذاری براساس وقوع حداقلی بود. به معنای دیگر وجود حداقل یک ارزش نامطلوب در یک پلی‌گون باعث نامطلوب شدن آن بود. با

اعمال این شرط‌ها مناطق چهارگانه تشکیل شد. مناطق بسیار مطلوب مناطقی است که هر چهار عامل دارای وضعیت بسیار مطلوب بودند. مناطق مطلوب مناطقی هستند که حداقل یک عامل وضعیت مطلوب داشته و سایر عوامل نیز وضعیت نیمه‌مطلوب و نامطلوب نداشتند. مناطق نیمه‌مطلوب حداقل یک عامل وضعیت نیمه‌مطلوب داشته و سایر عوامل وضعیت نامطلوب نداشتند و در نهایت، مناطق نامطلوب حداقل در یکی از عوامل وضعیت نامطلوب داشتند. در پایان، با روی‌هم‌گذاری پلی‌گون‌های مطلوبیت اراضی با پلی‌گون‌های اراضی زراعی، نقشه‌های مطلوبیت اراضی زراعی برای توسعهٔ کشت هر گونهٔ دارویی به طور جداگانه استخراج شد.

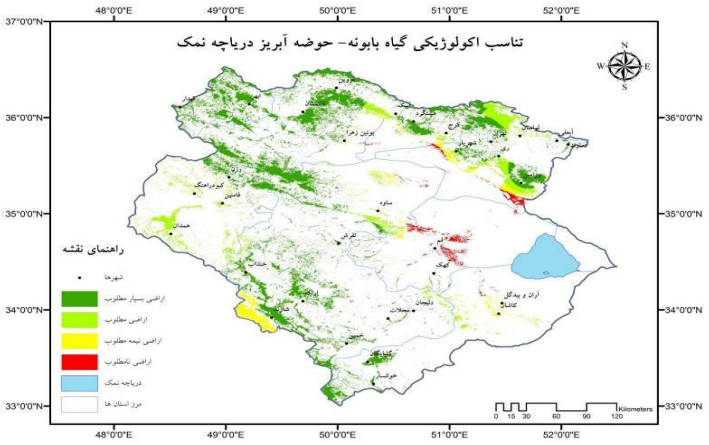
نتایج

بر اساس داده‌های هواشناسی در دورهٔ آماری ۱۹۸۶ــ۲۰۱۸ بارندگی در حوضهٔ مورد مطالعه از ۹۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر در سال به‌ترتیب در جنوب شرقی و شمال شرقی حوضه متغیر بود. متوسط بیشینهٔ دمای سالانه از ۱۴ تا ۲۶ درجهٔ سلسیوس به‌ترتیب در شمال شرقی و در جنوب شرقی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک متغیر بود. همچنین، متوسط کمینهٔ سالانهٔ دما از ۴ تا ۱۲ درجهٔ سلسیوس به‌ترتیب در غرب و شرق حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک متغیر بود. مساحت اراضی زیر کشت در حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک ۱/۶۳ میلیون هکتار بود که به طور تقریبی یک هفتم مساحت کل حوضه بود. تغییرات شوری از شمال غربی به جنوب شرقی الگوی افزایشی داشت. کمترین میزان شوری نزدیک به ۰/۴ و بیشترین میزان شوری حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود.

محدودیت‌های کشت

بابونه (*Matricaria chamomilla* L.): نیاز آبی بابونه حدود ۴ هزار مترمکعب در هکتار است [۱۹] و شوری آب تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کند. دامنهٔ تغییرات دمایی این گیاه (۲۰-) تا ۴۵ درجهٔ سلسیوس است. خاک‌های سبک شنی همراه با مقادیر فراوان ترکیبات آهکی و اسیدیتهٔ خاک ۴/۸ تا ۸ برای رشد آن مناسب تر است. کشت پاییزه در نیمهٔ دوم شهریور و کشت بهارهٔ آن در نیمهٔ دوم اسفند صورت می‌گیرد. رشد اولیهٔ این گیاه کُند است و رشد و نمو در دمای روزانه بین ۱۹ تا ۲۱ درجهٔ سلسیوس صورت می‌گیرد. از مرحلهٔ تشکیل غنچه تا کامل شدن گل به مقادیر زیادی نور احتیاج دارد. در صورت کشت در خاک شور، ریشه قادر است ۱۰ میلی‌گرم نمک در هر گرم ریشه ذخیره کند. متحمل به سرما ولی حساس به سرمازدگی بهاره و کم‌وبیش به کم‌آبی مقاوم است، ولی در مواقعی که هوا برای مدتی خشک و بارندگی کافی نباشد، باید به آبیاری گیاهان اقدام کرد [۲۰].

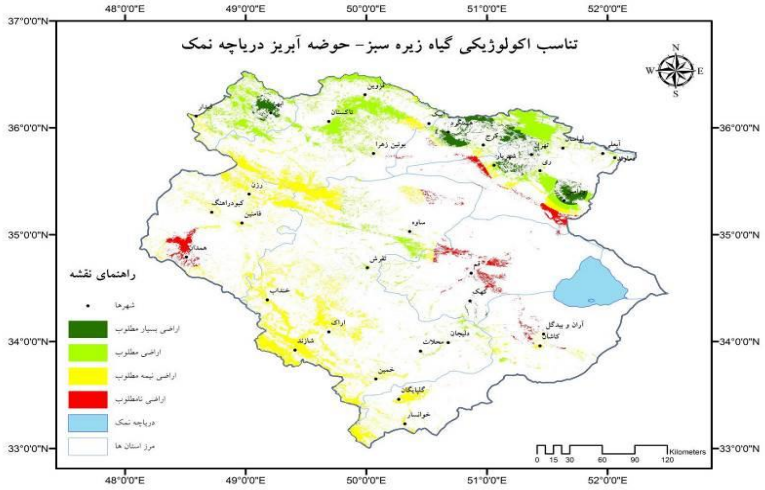
در برخی دشت‌ها از جمله دشت شریف‌آباد، اراضی شمالی دشت قم-کهک، اراضی شرقی دشت ساوه، اراضی جنوبی دشت ورامین، اراضی شمالی دشت کاشان و اراضی جنوب غربی دشت تهران-کرج به دلیل شوری اراضی، کشت این گیاه با محدودیت روبه‌رو است. البته، برخی اراضی در دشت‌های نامبرده نیز با وضعیت نیمه‌مطلوب روبه‌رو است. عامل بیلان آبی در دشت‌های آستانه، نهرمیان و لنگرود نیز برای کشت گیاه بابونه وضعیت نیمه‌مطلوب است. با این‌وجود، در سایر دشت‌ها، وضعیت اکولوژیکی کشت بابونه مطلوب و در برخی دشت‌ها نیز بسیارمطلوب است (شکل ۲).



شکل ۲. تناسب اکولوژیک کشت بابونه (*Matricaria chamomilla*)

زیرهٔ سبز (*Cuminum cyminum* L.): نیاز آبی آن ۳۵۰۰ مترمکعب بر هکتار است [۱۹]. گیاه شوری آب تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کند. دامنهٔ تغییرات دمایی این گیاه ۱۵- تا ۴۷ درجهٔ سلسیوس است. تاریخ کاشت بذر اواخر آذر و اوایل دی و تاریخ برداشت اواخر اردیبهشت تا خرداد است. GDD آن ۱۰۰۷ از کاشت تا برداشت بر اساس دمای پایهٔ ۶ درجهٔ سلسیوس است. رطوبت نسبی کم به دلیل حساسیت به بیماری‌های قارچی نظیر بوته‌میری و سفیدک سطحی مناسب‌تر است. خاک شنی لومی با زهکشی خوب و اسیدیته ۴/۵ تا ۸/۳ مناسب بوده و مناطق معتدله با دمای ۹ تا ۲۶ درجهٔ سلسیوس برای رشد آن مطلوب است [۲۰].

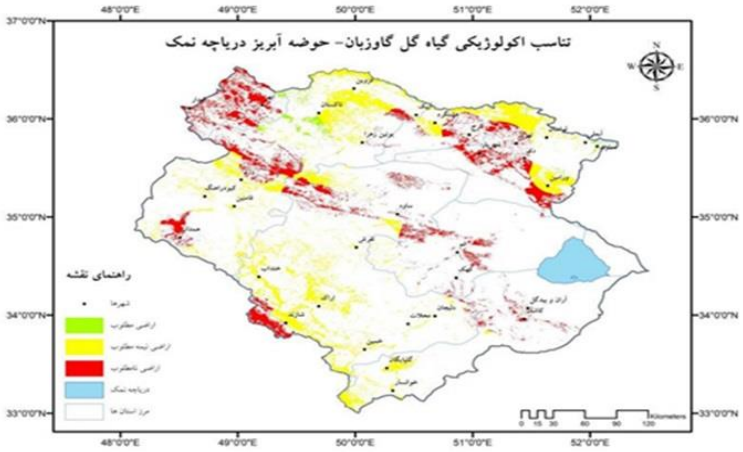
زیرهٔ سبز از نظر دماهای بالا با محدودیت روبه‌رو نیست، ولی در اراضی جنوب شرقی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک به دلیل شوری و در اراضی غربی و جنوب غربی به‌دلیل تنش‌های سرمایی، تناسب اکولوژیکی کشت زیرهٔ سبز با وضعیت نیمه‌مطلوب یا نامطلوب است. در نیمهٔ شمالی این حوضهٔ آبریز به‌خصوص در دشت‌های هشتگرد، ابهر و ورامین کشت زیرهٔ سبز وضعیت مطلوب و بسیارمطلوب دارد (شکل ۳).



شکل ۳. تناسب اکولوژیک کشت زیرهٔ سبز (*Cuminum cyminum*)

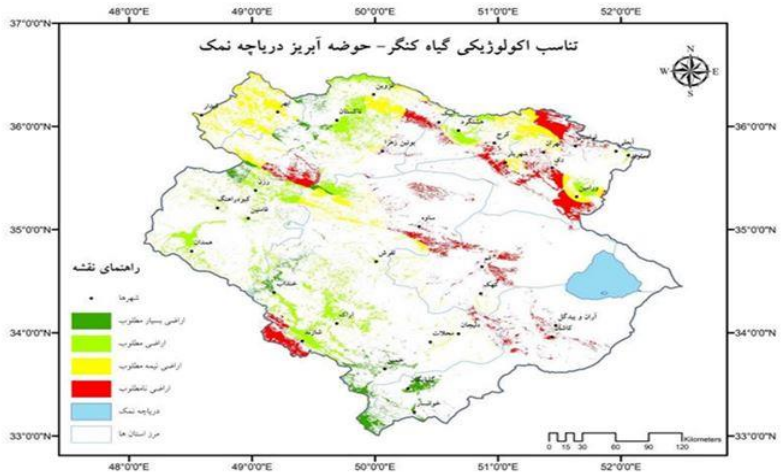
گل گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. et Mey): گیاهی مدیترانه‌ای است که در سرمای زمستان اگر پوشیده از برف نباشد امکان خشک شدن گیاه وجود دارد. مقاوم به خشکی (به دلیل ریشه‌های عمیق) و اگر بارندگی کافی باشد، امکان کشت دیم وجود دارد. نیاز آبی گیاه ۷ هزار مترمکعب در هکتار و شوری آب تا ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کند. دامنهٔ تحمل تغییرات دمایی (۱۵-) تا ۳۲ درجهٔ سلسیوس است. خاک سبک برای کشت آن مناسب است. تاریخ کاشت بذر در پاییز (اگر منطقه زمستان خیلی سردی نداشته باشد) و یا بهار (اواخر اسفند تا خرداد) است. گلدهی در خرداد و تیر صورت می‌گیرد. اقلیم معتدل کوهستانی و معتدل خزری برای رشد و تولید اقتصادی آن مناسب است. اندام اقتصادی آن گل است و از سال دوم گل می‌دهد. تقریباً ۷ـ ۸ سال رشد و نمو کند و تولید آن می‌تواند ادامه یابد [۲۱].

گیاه گاوزبان ایرانی در مرحلهٔ گلدهی به دماهای بالا بسیار حساس است. براساس عامل دمای بالا و همچنین، عامل شوری در دشت‌های شرقی و جنوبی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک با محدودیت روبه‌رو است. همچنین، در دشت‌های غربی و شمال غربی این حوضهٔ آبریز بیشتر عامل سرما و بیلان آبی باعث محدودیت کشت این گونهٔ دارویی می‌شود. براساس مطالعهٔ انجام‌شده کشت این گونهٔ دارویی تنها در اراضی کشاورزی غربی دشت قزوین و همچنین، اراضی شرقی دشت دماوند وضعیت مطلوب برای کشت دارد (شکل ۴).



شکل ۴. تناسب اکولوژیک کشت گل گاوزبان (*Echium amoenum*)

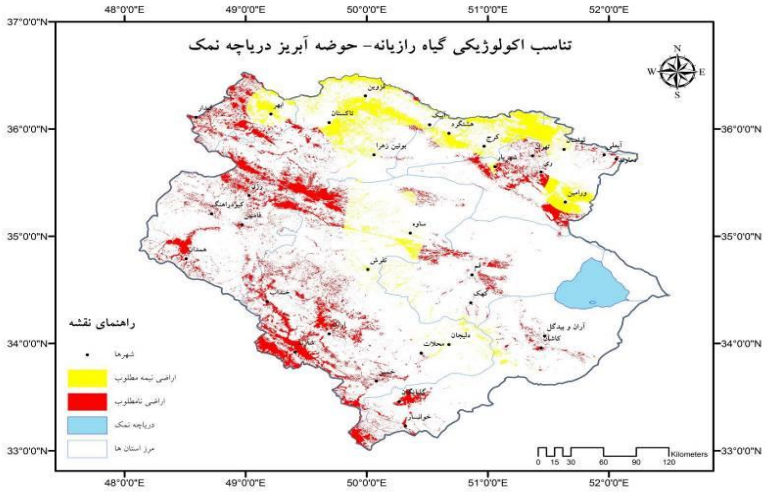
کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.): نیاز آبی گیاه ۶ هزار مترمکعب در هکتار و شوری آب تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کند. دامنهٔ تحمل تغییرات دمایی (۵-) تا ۴۰ درجهٔ سلسیوس است. کنگر فرنگی گیاهی چندساله است که از طریق بذر در بهار کشت می‌شود. زمان برداشت آن بسته به اقلیم منطقه از اسفند تا خرداد است. کنگر فرنگی به خشکی هوا مقاوم بوده و خاک‌های عمیق و معدنی ریزشی و لغزشی حاصل از خرد شدن سنگ‌های کوهستان با زهکش خوب با مواد غذایی و هوموسی کم برای رشد آن مناسب است. میوه‌های آن گرزی شکل و دارویی است [۲۱]. کشت کنگر فرنگی در نیمهٔ شرقی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک به استثنای بخش‌هایی از اراضی زراعی دشت‌های هشتگرد و دماوند بر اثر عوامل تنش‌های گرمایی و شوری با محدودیت روبه‌رو است. در نیمهٔ غربی این حوضهٔ آبریز به استثنای دشت‌های آوج، آستانه، نهرمیان و لنگرود که عامل بیلان آبی باعث نامطلوب شدن کشت آن شده است، در سایر دشت‌ها وضعیت مطلوب و بسیارمطلوب است. دشت گلپایگان تنها دشتی است که در آن وضعیت کشت کنگر فرنگی بسیارمطلوب است (شکل ۵).



شکل ۵. تناسب اکولوژیک کشت کنگر (*Cynara scolymus* L.)

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.): گیاه مدیترانه‌ای که جهت رشد مناسب به هوای گرم (تابستان طولانی و زمستان نه چندان سرد) نیاز دارد. دمای مطلوب رویش آن ۲۰ تا ۲۲ درجهٔ سلسیوس است. ریشه در زمستان‌های طولانی و بسیار سرد، دچار سرمازدگی و خشکی می‌شود. زمان آبیاری مناسب، ابتدای رویش گیاه، مرحلهٔ تشکیل ساقه و نمو گل‌ها است. کود حیوانی نپوسیده موجب سوختگی ریشه و خشک شدن گیاه

می‌شود. تاریخ کاشت بذر اواخر زمستان، اوایل بهار و یا فصل پاییز (آبان) است. تاریخ برداشت شهریور ماه است. خاک آهکی، قابل نفوذ و فاقد رطوبت زیاد، بافت لوم رسی با مواد غذایی و ترکیبات هوموسی کافی با اسیدیتهٔ ۴/۸ تا ۸ مناسب رشد آن است. نیاز آبی ۷ هزار مترمکعب بر هکتار است [۲۲]. طبق بررسی‌های انجام‌شده، کشت گیاه رازیانه در دشت‌های غربی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک، بیشتر با وضعیت نامطلوب و در دشت‌های مرکزی عمدتاً با وضعیت نیمه‌مطلوب روبه‌رو است (شکل ۶).



شکل ۶. تناسب اکولوژیک کشت رازیانه (*Foeniculum vulgare*)

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نیازهای اکولوژیکی، ویژگی‌های فنولوژیکی و اقلیمی منطقه، کشت بابونه در بیشتر اراضی کشاورزی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک مطلوب یا بسیار مطلوب ارزیابی شد. در واقع، سطح کمی از اراضی کشاورزی دشت‌های این حوضه به دلیل محدودیت منابع آبی و شوری مطلوبیت لازم را برای توسعهٔ کشت این گونه نداشت. بنابراین، می‌توان برنامهٔ توسعهٔ کشت این گونه را در برنامه‌های اصلاح الگوی کشت و وارد کردن گونه‌های جدید و مطلوب در منطقه مدّ نظر قرار داد. کشت زیرهٔ سبز، گاوزبان ایرانی، کنگر فرنگی و رازیانه در اراضی جنوب شرقی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک به دلیل شوری و در اراضی غربی و جنوب غربی به دلیل تنش‌های سرمایی با وضعیت نیمه‌مطلوب یا نامطلوب است. زیرهٔ سبز تنها در نیمهٔ شمالی حوضهٔ آبریز کشت آن وضعیت مطلوب و بسیارمطلوب دارد. گاوزبان ایرانی تنها در اراضی کشاورزی دشت‌های قزوین و دماوند وضعیت مطلوب برای کشت دارد. دشت گلپایگان تنها دشتی است که در اراضی آن وضعیت کشت کنگر فرنگی بسیارمطلوب بود. کشت رازیانه در دشت‌های مرکزی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک، بیشتر با وضعیت نیمه‌مطلوب روبه‌رو بود.

در دشت‌هایی مانند آوج، آستانه، لنگرود و نهرمیان به دلیل بالا بودن قابل توجه نسبت مساحت اراضی زیرکشت به مساحت محدودهٔ مطالعاتی، سهم هر هکتار از منابع آبی بسیار محدود است. در این دشت‌ها بیشتر عامل بیلان آبی یک عامل محدودکننده است که وضعیت نامطلوب را رقم می‌زند. نتایج این تحقیق در خصوص تأثیر تغییرات پارامترهای اقلیمی بر وضعیت پهنه‌بندی کشت زیرهٔ سبز با نتایج انطباق داشت [۴]. آنان با استفاده از تکنیک آنالیز مکانی GIS پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گیاه زیرهٔ سبز را در راستای شناسایی مناطق مستعد کشت این گیاه در استان آذربایجان شرقی انجام دادند. آنان گزارش کردند استان آذربایجان شرقی جهت کشت زیرهٔ سبز از پتانسیل بالایی برخوردار است و امکان کشت آن در شهرستان های مرند، شبستر، ورزقان، سراب، میانه، کلیبر، بستان‌آباد، سهند و مراغه با سطح عملکرد بالا در واحد سطح وجود دارد. همچنین، ۲۵۶۱۱۵۱ هکتار از اراضی این استان دارای پتانسیل کشت بالا و ۲۰۱۷۹۱۶ هکتار دارای پتانسیل کشت متوسط هستند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق پورهادیان (۲۰۱۷) همسو بود [۱۰]. او در تحقیقی استعداد استان مازندران برای کشت دیم گیاه دارویی گل

گاوزبان را به کمک عوامل اقلیمی همچون بارش، دمای متوسط، دمای حداکثر و دمای حداقل مورد پژوهش قرار داد و براساس نیاز اکولوژیکی چهار طبقهٔ مطلوب، نسبتاً مناسب، ضعیف و نامناسب را از یکدیگر تفکیک کرد. او توانست وسعت و مکان هر یک از طبقات را جهت توسعهٔ کشت گل گاوزبان و نیز عامل محدودکننده را در هر منطقه تعیین کند. بالایانی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پهنه‌بندی عناصر اقلیمی و همچنین وزن‌گذاری آن‌ها و تعیین مناطق مناسب و نامناسب استان فارس برای کشت گندم دیم نشان دادند که در بین عناصر اقلیمی بارش سالانه و شیوهٔ توزیع آن طی فصل رشد، همچنین دمای تراکمی مهم‌ترین عامل در فرایند کشت گندم دیم است. عامل محدودکنندهٔ اصلی در منطقهٔ مورد مطالعه کمبود بارش و نیاز شدید آبی در بیشتر ایستگاه‌ها در فصل بهار هم‌زمان با مرحلهٔ پر شدن دانه بود [۲۳].

تحقیق حاضر به‌خوبی توانست با پیش‌بینی تغییرات در پارامترهای اقلیمی و براساس این تغییرات، پهنه‌بندی کشت گیاهان مهم دارویی در پهنهٔ وسیع حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک را عرضه کند. انتظار می‌رود با استفاده از نتایج این پژوهش و در راستای مدیریت صحیح منابع آب، در آینده چشم‌اندازی درست بر وضعیت منابع آب این حوضه پیش روی مدیران منابع آب قرار گیرد. این تحقیق با نگاهی جامع، عوامل مؤثر در انتخاب و توسعهٔ کشت یک گونهٔ گیاه دارویی نظیر عوامل اقلیمی، وضعیت منابع آب، تأثیر شوری را در کنار یکدیگر و براساس آستانه‌های تحمل هر گیاه در نظر گرفته و با توجه به اینکه نقشه‌های خروجی دارای مقیاس مناسبی هستند، می‌تواند به‌خوبی توسط کشاورزان و کارشناسان مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، با اجرای برنامه‌های ترویجی و آموزشی می‌توان نسبت به توسعهٔ کشت گیاهان دارویی در مناطق مستعد و مناسب اقدام کرد.

سپاسگزاری

این طرح پژوهشی با حمایت ستاد توسعهٔ علوم و فناوری گیاهان دارویی و طب سنتی معاونت علمی ریاست جمهوری و مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و با همکاری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم اجرا شده است، به این وسیله از ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[1]. Pourmeidani A, Tavakoli Neko H, Ghamghami M. Zoning the plains of Salt Lake catchment for cultivation of four medicinal plant species based on climatic and hydrological indicators. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 2021. 37 (1): 162-177 [In persian].

[2]. Salvacion A.R. Mapping spatio-temporal changes in climatic suitability of corn in the Philippines under future climate condition. Quaestions Geographicae, 2017. 36 (1): 105-120.

[3]. Taheri reykandeh E, Salami H, Yazdani S. Investigation the Relationship between Food Self-Sufficiency and Water Security in Iran. Thesis Master of Science. Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran. 2016.

[4]. Shokati B, Asgharipour MR, Feizizadeh B. Agroecological zoning for cultivation of Cumin (*Cuminum cyminum*) in East-Azerbaijan province, using analytic hierarchy process approach. Plant Ecophysiology. 2019. 10 (35): 102-116 [In persian].

[5]. Instructions and criteria for classification and coding of catchments and study areas in the country. Iran Resource Management Company. Received on August. 2017.

[6]. Afshin Y. Rivers of Iran. Ministry of Energy - Jamab Consulting Engineers. 1994. p. 221-224.

[7]. Najafi M, Dastarani M. Groundwater quality assessment of Namak Lake watershed according to the study of water quality conditions for drinking and agriculture. The first scientific conference on applied environment. Tehran. Iran. 2019, https: //civilica.com/ doc /977001.

[8]. Rezaei A, Pirnazar M, Yazdzad H. Investigation of water border changes in Qom Salt Lake with the help of satellite images and remote sensing techniques. The 1st Conference on the salt lake crisis and the dust phenomenon in the central basin of Iran. Qom. April 2017. p. 1-9 [In persian].

[9]. Farajnia A, Moravej K. Agro climatic zoning of Saffron culture in East-Azarbayjan province. Journal of Saffron Research. 2020, 7 (2): 251-267 [In persian].

[10]. Pourhadian H. Climatic zonation of rainfed cultivation of borage in Mazandaran province. The 1st Natiional Conference of The role of medicinal plants in Resistive economy. Fereydunshahr. 2017, P. 1-8 [In persian].

[11]. Fooladi Toroghi A, Hosseini Mazinani M. Investigating the possibility of Saffron growth and development (*Crocus sativus* L.) in Shar-E Rey climatic condition. Plant and Ecosystem. 2013, 9 (35-1): 79-90.

[12]. Khodahami Q, Rezaei M. Zoning of Teucrium polium L. in different habitats of Maharloo watershed in Fars province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 2014, 2 (4): 27-35 [In persian].

[13]. Qureshi AS, Qadir M, Heydari N, Turral H, Javadi A. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International water management Institute. 2007.

[14]. Heuze V, Tran G. 2019. Ecocrop. FAO, Rome, Italy. available from: http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home. [accessed 18 December 2020].

[15]. Davis J.C. Statistics and Data Analysis in Geology. 2nd ed. Wiley, New York. 1986.

[16]. Webster R. Oliver M.A. Geostatistics for environmental scientists. 2nd Ed. Wiley, West Sussex, England. 2007. pp 295.

[17]. Alizadeh A. Principles of Applied Hydrology, Imam Reza University Press. 2003, 812 p.

[18]. National Aeronautics and space administration. Available from: http://reverb.echo.nasa.gov. [accessed 29 January 2020].

[19]. Saeedinia M, Tarnian F, Hosseinian S, Nasrallah A. Estimation of evapotranspiration and plant coefficient of two species of chamomile and cumin in Khorramabad region. Water and Irrigation Management. 2018, 8 (1), 165-175. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=488939.

[20]. Omid Beigi R. Production and processing of medicinal plants. second edition. first volume. Astan Quds Razavi Publications. Mashhad. 2007.

[21]. Omid Beigi R. Production and processing of medicinal plants. Seventh edition. Volume III. Astan Quds Razavi Publications. Mashhad. 2014.

[22]. Mousavi S, Mousavi S, Islamic Trust M. The effect of dehydration stress and nitrogen levels on fruit growth and yield and essential oil in fennel plant (*Phoenicolum vulgare* Mill). Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research. 2014, 30 (65 in a row). 453-462. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=227082.

[23]. Balyani Y, Hejazizadeh Z, Faraji A, Bayat A. Zoning of climate-agricultural drayland wheat using GIS. case study: Fars province. Journal of Physical Geography. 2012, 5 (15): 33-50.