Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 805-775

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 775-805

مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

جواد وفابخش[1*]، آرش محمدزاده[2]، کامبیز بازرگان[3] و میر ناصر نویدی[4]

تاریخ دریافت: 98/06/01
تاریخ پذیرش: 98/07/22

وفابخش، ج.، محمدزاده، آ.، بازرگان، ک.، و نویدی، م.ن. 1398. مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. بوم شناسی کشاورزی، 11(3): 805-775.

چکیده

طی دو دهه گذشته، دریاچه ارومیه به عنوان دومین دریاچه بزرگ شور جهان در معرض خشک شدن قرار گرفت و حجم و سطح آب آن تا 80 درصد کاهش پیدا کرد. این فرایند به عواملی نظیر تغییر اقلیم، افزایش مصرف آب در بخش کشاورزی و مدیریت نامناسب منابع آب نسبت داده شد. بنابراین، برنامه اصلاح الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای احیای دریاچه ارومیه و استفاده پایدار از منابع طبیعی به ویژه آب و زمین در این حوضه مطرح گردید. در این مطالعه، به تغییرات الگوی کاشت، بهینه‌سازی الگوی کشت موجود با اهداف بیشینه‌سازی درآمد خالص، بهره‌وری اقتصادی آب و کمینه‌سازی مصرف آب و ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصولات زراعی و باغی عمده حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداخته شده است. برای ارزیابی تغییرات الگوی کشت از اطلاعات آماری وزارت جهاد کشاورزی طی سال‌های 1395-1382 استفاده گردید. ارزیابی تناسب اراضی بر اساس روش پارامتریک برای 22 گیاه زراعی گندم، جو، ذرت دانه‌ای، لوبیا، نخود، سویا، آفتابگردان، کلزا، گلرنگ، یونجه، سورگوم علوفه‌ای، سیب‌زمینی، هویج، پنبه، چغندرقند، سیر، توتون، گوجه فرنگی، پیاز، هندوانه، زعفران و خیار و 12 گیاه باغی بادام، زردآلو، هلو، شلیل، آلبالو، گیلاس، آلو، سیب، گلابی، انگور، گردو و پسته انجام گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که طی ده سال گذشته، سطح محصولات زراعی آبی در منطقه مورد مطالعه کاهش (از 357 هزار هکتار به 320 هزار هکتار) و به سطح محصولات باغی آبی افزوده (از 137 هزار هکتار به 164 هزار هکتار) شده است. مقایسه محصولات زراعی نشان می‌دهد که طی این مدت، سطح زیر کشت گندم (از حدود 151 هزار به حدود 110 هزار هکتار)، یونجه (از حدود 97 هزار به 82 هزار هکتار)، اسپرس (از حدود 15 هزار به نزدیک 5 هزار هکتار) و پیاز (از حدود 9800 به حدود 4800 هکتار) بیش از سایر محصولات کاهش پیدا کرده و سطح زیر کشت محصولاتی مانند ذرت علوفه‌ای (از 1354 هکتار به بیش از 5000 هکتار) و گوجه‌فرنگی (از 7382 هکتار به 8781 هکتار) افزایش یافته است. مقایسه محصولات باغی در دو مقطع زمانی (85-1382و 95-1392) نشان می‌دهد که سطح زیر کشت درختان سیب، انگور، بادام، گردو و زردآلو طی این دوره به ترتیب بیشترین سطح را به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه سطح زیرکشت محصولات باغی نشان می‌دهد که سطح زیر کشت درختان سیب (از حدود 62 هزار به بیش از 69 هزار هکتار)، زردآلو (از حدود 5800 به حدود7300 هکتار)، آلو (از حدود 840 به بیش از 3000 هکتار) و هلو (از حدود 3523 هکتار به 5667 هکتار) افزایش و سطح کشت انگور (از حدود بیش از 38 هزار به حدود 34 هزار هکتار) کاهش پیدا کرده است. نتایج تناسب اراضی نشان می‌دهد که در بین محصولات زراعی مطالعه شده، گندم و جو با بیش از 375 هزار هکتار بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص داده و محصولات کلزا و یونجه با بیش از 350 هزار هزار هکتار، آفتابگردان با بیش از 340 هزار هکتار، ذرت دانه‌ای با بیش از 330 هزار هکتار و محصولات سیب‌زمینی، پیاز و گوجه‌فرنگی با حدود 330 هزار هکتار بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. در بین محصولات باغی مورد مطالعه، گیلاس، آلبالو، زردآلو و سیب با بیش از 350 هزار هکتار، گردو با بیش از 340 هزار هکتار و هلو با حدود 330 هزار هکتار به ترتیب بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج بهینه‌سازی الگوی کشت با در نظر گرفتن تناسب اراضی و محدودیت‌های منطقه‌ای برای محصولات باعث کاهش 11/7 درصدی در مصرف آب و افزایش 27/1 و 43/9 درصدی به ترتیب در کل درآمد منطقه و شاخص بهره‌وری اقتصادی آب در مقایسه با الگوی کشت موجود گردید.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی آرمانی، بهره‌وری آب، عوامل محدودکننده تولید

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک به عنوان منبع طبیعی تجدیدناپذیر، سرمایه ملی و بستر حیات، یکی از مهم‌ترین عوامل زیربنایی اقتصاد هر کشوری محسوب می‌شود (Kelley, 1983). در دهه‌های اخیر، افزایش فزاینده جمعیت بشر بر روی کره زمین نیاز به تولیدات کشاورزی و دامی را افزایش داده و در کنار آن استفاده نامناسب و غیر اصولی از منابع طبیعی بدون توجه به قابلیت و توان تولید آن سبب تخریب گسترده آن شده است. در واقع هر گونه بهره‌برداری از اراضی که ورای توانمندی آن باشد در درازمدت باعث تخریب و کاهش باروری اراضی گشته و اتخاذ روش-های نامعقول و ایجاد تغییرات حساب نشده در بهره‌برداری از اراضی، خسارات جبران ناپذیری به منابع طبیعی وارد می‌سازد (Ayoubi & Jalalian, 2010). در راستای برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی، نخست باید منابع اراضی به خوبی شناسایی گردیده و سپس قابلیت و استعداد آنها برای انواع استفاده‌های ممکن بررسی شود. ارزیابی اراضی پایه و اساس برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع خاک می‌باشد چرا که چگونگی تخریب و یا راه بهبود کیفیت آن را به ما نشان می‌دهد (Dumanski et al., 2010). سازمان خوار و بار جهانی، تناسب اراضی را "تناسب یک قطعه زمین مشخص به یک نوع کاربری خاص" تعریف می‌کند (FAO, 1993). بنابراین، ارزیابی اراضی پتانسیل کشت گیاهان زراعی و باغی را در یک منطقه مشخص بر اساس عوامل سه‌گانه آب و هوا، خاک و نوع گیاه تعیین می‌کند تا مناسب‌ترین گیاه زراعی یا باغی منطبق با شرایط اقلیمی و خاک از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کشت شود تا حداکثر تولید با حداکثر ثبات و پایداری حاصل شود (Zarinkafsh, 2008). پس از ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصولات مختلف، سوال اساسی این است که چه سطحی از اراضی به هر کدام از انواع محصولات اختصاص یابد تا منابع موجود به طور کارا و موثر مورد بهره‌برداری قرار بگیرند و رضایت‌بخش‌ترین موازنه در رابطه با اهداف کشاورزی پایدار حاصل شود. این مساله تحت عنوان "برنامه الگوی کشت" مطرح می‌گردد که با در نظر گرفتن پتانسیل کشت محصولات؛ منابع در دسترس نظیر آب، و سرمایه؛ نیازهای منطقه‌ای به محصولات خاص نظیر نیاز دام یک منطقه به علوفه؛ برنامه تناوب زراعی، عوامل اقتصادی- اجتماعی و سیاسی قرار می‌گیرد. در واقع، برنامه الگوی کشت را می‌توان تعیین هدفمند نوع محصول، پهنه‌بندی جغرافیایی تولید و مقدار آن در بازه زمانی مشخص دانست (Vafabakhsh, 2016). با توجه به اینکه نیاز محصولات مختلف به نهاده ها و منابع تولید به ویژه آب متفاوت است، تغییر الگوی کشت به طور مستقیم مصرف آب در بخش کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر همین اساس، امروزه اصلاح الگوی کشت یکی از راهبردهای مهم مدیریت منابع به ویژه آب در بخش کشاورزی مطرح می‌باشد (Kalbouneh, 2011; Huang et al., 2012; Sun et al., 2015). محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2016) بهینه‌سازی الگوی کشت را با تأکید بر منافع اجتماعی در بهره‌برداری منطقی آب درتولید محصولا ت زراعی برای استان فارس انجام دادند. آن‌ها گزارش کردند که در الگوی کشت بهینه با هدف حداکثرسازی منافع اجتماعی، محصولاتی مانند گندم آبی و دیم، ذرت دانه‌ای، هندوانه، خیار، عدس آبی و لوبیا از برنامه حذف شده و محصولات جو دیم، خربزه و پیاز به ترتیب با 33193، 1477 و 43126 هکتار وارد الگوی کشت می‌شوند. امینی فسخودی و همکاران (Amini Fasakhodi et al., 2010) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی کسری چندهدفه، الگوی کشت بهینه را با اهداف حداکثرسازی سود خالص به آب مصرفی و حداکثرسازی اشتغال به آب مصرفی برای منطقه برااان اصفهان انجام دادند. آن‌ها که ترکیب کشت‌های متفاوتی را برای مدل‌های مختلف گزارش کردند. به گزارش این محققین، در مدل خطی آرمانی، سطح زیر کشت گندم، برنج، ذرت علوفه‌ای و پیاز کاهش یافت و سطح زیر کشت جو و یونجه افزایش پیدا کرد؛ در حالی‌که در مدل چندهدفه کسری، محصولات گندم، برنج و یونجه از ترکیب کشت حذف شدند، سطح زیر کشت جو و ذرت علوفه‌ای افزایش یافت و سطح زیر کشت پیاز کاهش پیدا کرد. ال-گافی و همکاران (El Gafy et al., 2017)

1- استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
2- دانش‌آموخته دکتری گروه اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
3- دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
4- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

Doi:10.22067/jag.v11i3.83152

(*- نویسنده مسئول: (Email: javad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

با بهینه‌سازی الگوی کشت در مصر، کاهش مصرف آب و انرژی و افزایش بهره‌وری اقتصادی آب را گزارش کردند. سان و همکاران (Sun et al., 2015) الگوی کشت منطقه هِتائو[1] در چین را طی دوره 1960 الی 2008 مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که با کشت محصولات نقدینه‌ای نظیر آفتابگردان و هندوانه که سود اقتصادی بالاتری را نسبت به سایر محصولات نظیر غلات تولید می‌کنند، بهره‌وری اقتصادی آب افزایش پیدا می‌کند. آنها بیان کردند که تغییر الگوی کشت می‌تواند اثر قابل توجهی بر میزان بهره‌وری منطقه‌ای آب داشته باشد. پال و همکاران (Pal et al., 2012) از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای تخصیص بهینه آب برای تولید محصولات زراعی در منطقه بَردَمن واقع در بنگال غربی هند استفاده کردند. پال و کومار (Pal & Kumar, 2014) از روش برنامه‌ریزی آرمانی توسعه یافته با عدم قطعیت داده‌های فاصله‌ای برای تخصیص منابع در برنامه‌ریزی کشاورزی استفاده کردند. آن‌ها در مدل خود زمین و آب را به عنوان محدودیت و نیروی انسانی، کودهای شیمیایی، سرمایه، تولید محصولات ویژه، دستیابی به سود سالیانه را به عنوان اهداف مدل انتخاب کردند. لی و همکاران (Li et al., 2017) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی فازی چندهدفه نادقیق[2] به تهیه الگوی بهینه زراعی شهر ووئی[3] استان گانسو[4] چین پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود حداکثرسازی سود، حداقل‌سازی تبخیر و تعرق و حداکثرسازی بهره‌وری آب را به عنوان اهداف خود و کل منابع آب موجود، تولید غلات به منظور تامین امنیت غذایی، تولید سبزیجات زراعی در حد نیاز و زمین‌های موجود قابل کشت را به عنوان عوامل محدود کننده در نظر گرفتند که همه این عوامل در سناریوهای مختلف ذخیره آب اعمال گردید. آن‌ها گزارش کردند که با بهینه سازی الگوی کشت، سود اقتصادی 7/05-16/65 درصد، بهره‌وری آب 28/68-33/15 درصد و کارایی تولید آب 39/22-47/59 درصد افزایش و تبخیر و تعرق 20/96-23/10 درصد کاهش پیدا کرد. در مدل گزارش شده آن‌ها سطح زیر کشت گندم، ذرت، لوبیا و سبزیجات کاهش و سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای، دانه‌های روغنی، خیار و انگور افزایش پیدا کرد. رگولوار و گوراو (Regulwar & Gurav, 2014) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی تک هدفه (SOFLP[5]) اقدام به برنامه‌ریزی آبیاری با اهداف کمینه‌سازی هزینه تولید و بیشینه‌سازی سود خالص برای ایالت ماهاراشترا[6] هند نمودند. این محققین، کل اراضی قابل کشت، حداکثر سطح زیر کشت، علاقه زارعان، نیروی کار، فراهمی کود دامی و منابع آبی موجود را به عنوان محدودیت مدل در نظر گرفتند. آن‌ها گزارش کردند که در هدف کمینه کردن هزینه تولید بیشترین سطح زیر کشت به ترتیب به پنبه و گندم و در هدف بیشینه‌سازی سود خالص به پنبه و سورگوم اختصاص یافت. زِنگ و همکاران (Zeng et al., 2010) از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی برای تهیه الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در زمین‌های کشاورزی منطقه لیانگ‌ژو[7] استان گانسو چین استفاده کردند. این محققین، حداکثرسازی سود خالص، حداقل‌سازی تبخیر و تعرق و حداکثر دستیابی به تولید غلات را به عنوان اهداف مدل و مقدار آب مصرفی، زمین زراعی و حدود تعیین شده برای حداکثر و حداقل تولید محصولات زراعی خاص را برای حفظ پایداری و تنوع زیستی جزو محدودیت‌های مدل قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که در مدل بهینه و در سطوح مختلف ذخیره آب، سطح زیر کشت آبی، سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب افزایش پیدا کرد.

برنامه اصلاح الگوی کشت در حوضه آبریز دریاچه ارومیه نیز طی سال‌های گذشته در پی کاهش شدید حجم آب دریاچه ارومیه با هدف مدیریت منابع آب در این حوضه مطرح شده است. موضوعی که بسیاری از گزارشات آن را یکی از اقدامات لازم برای احیای دریاچه ارومیه در ایران می‌دانند (Daneshi et al., 2016; Rouw, 2017; Ahmadaali et al., 2018). همانگونه که پیشتر گفته شد، ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصولات کشاورزی یکی از پیش نیازهای لازم برای طراحی الگوی کشت در یک منطقه است که در مورد حوضه آبریز دریاچه ارومیه مطالعات متعددی در این خصوص برای محصولاتی نظیر کلزا (Sobhani & Azarm, 2016)، انگور (Hadi et al., 2016; Jamshidi, 2017)، آفتابگردان (Rabati et al., 2012)، ذرت (Jafarzadeh & Abbasi, 2006; Jafarzadeh et al., 2008; Rabati et al., 2012)، جو (Jafarzadeh et al., 2008; Ziaei Javid, 2014)، زعفران (Shokati et al., 2016)، پیاز

1- Hetao
2- Inexact multi-objective fuzzy programming model
3- Wuwei
4- Gansu

5- Single Objective Fuzzy Linear Programming
6- Maharashtra
7- Liang Zhou

www.SID.ir

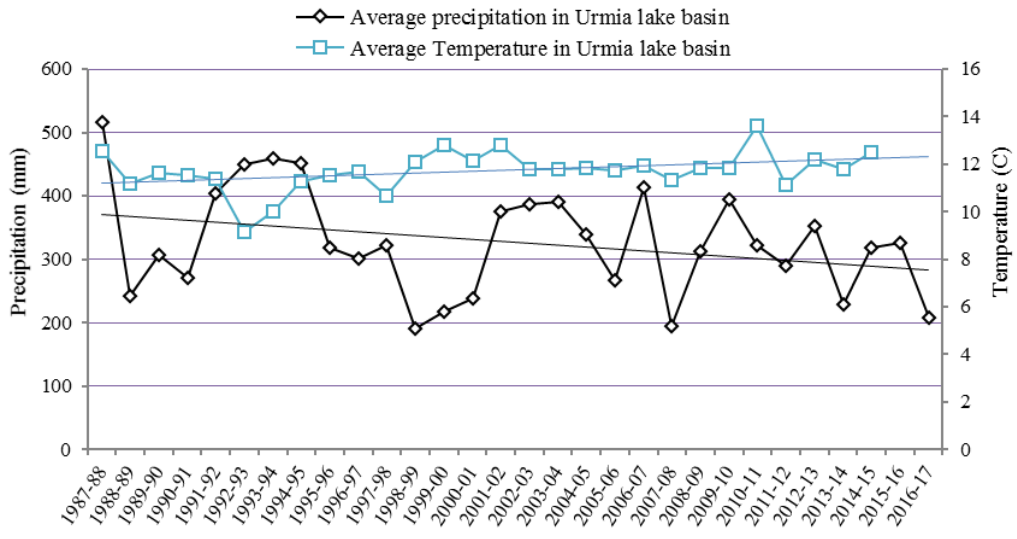
Archive of SID

Jafarzadeh & Abbasi, 2006; Alamdari & Amanifar, 2016)، سیب زمینی (Jafarzadeh & Abbasi, 2006; Alamdari & Amanifar, 2016)، یونجه (Jafarzadeh & Abbasi, 2006; Jafarzadeh et al., 2008)، گوجه فرنگی (Alamdari & Amanifar, 2016)، لوبیا (Alamdari & Amanifar, 2016)، گلرنگ (Jafarzadeh et al., 2008) و گندم (Jafarzadeh et al., 2008) به انجام رسیده است. برخی از این مطالعات با روش‌های متفاوت از روش فائو نظیر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام گرفته است و از نظر محدوده مطالعه نیز، هر یک از آن‌ها تنها بخشی از حوضه آبریز دریاچه ارومیه را در بر می‌گیرد. بنابراین، نیاز به مطالعاتی جامع در خصوص ارزیابی پتانسیل کشت محصولات عمده زراعی و باغی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه است که بتوان بر اساس آن الگوی کشت بهینه نهایی سازگار با شرایط اکولوژیک منطقه را طراحی نمود. در مطالعه حاضر به ارزیابی تناسب اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه برای محصولات عمده زراعی و باغی و مطابقت آن با الگوی کشت موجود پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع در شمال غرب ایران با مساحت 51876 کیلومتر مربع یکی از شش حوضه آبریز اصلی کشور است. این حوضه بین استان‌های آذربایجان غربی (47/7 درصد)، آذربایجان شرقی (43/4 درصد) و کردستان (9/8 درصد) قرار دارد. حدود 33469 کیلومتر مربع از سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه را مناطق کوهستانی (65 درصد)، 12564 کیلومتر مربع آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها (24 درصد) و 5320 کیلومتر مربع آن را نیز دریاچه ارومیه (10 درصد) در بر گرفته است (Urmia Lake Restoration Program, 2019). سراب، هریس، بستان‌آباد، تبریز، شبستر، اسکو، آذرشهر، عجبشیر، بناب، مراغه، ملکان، میاندوآب، شاهیندژ، تکاب، بوکان، مهاباد، نقده، اشنویه، ارومیه، سلماس و سقز شهرستان‌هایی هستند که در حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع می‌شوند. بر اساس اقلیم دومارتین اصلاح شده، ارتفاعات جنوبی و غربی دارای اقلیم نیمه‌مرطوب فراسرد تا مرطوب فراسرد بوده و بتدریج به طرف دریاچه ارومیه به نیمه-خشک فراسرد تا نیمه خشک سرد تبدیل می‌گردد. پاره‌ای از نواحی شمال شرقی و ارتفاعات شرق حوضه نیز دارای اقلیم نیمه‌مرطوب فراسرد می‌باشند. محدوده‌ای در اطراف دریاچه ارومیه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد بوده و قسمت‌های زیادی از حوضه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد می‌باشند (Ministry of Energy, 2012). روند متوسط دما و بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 1- روند متوسط بارش و دما در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 1– Trend of average precipitation and temperature in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات ارزیابی تناسب اراضی

نظر به ضرورت و اهمیت ارزیابی تناسب اراضی در راستای اصلاح الگوی کشت کشور، مطالعات ارزیابی تناسب اراضی در مقیاس کشوری طی سال‌های 97-1393 به سفارش معاونت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام گرفت که مقاله حاضر به نتایج آن در حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداخته است. بدین منظور، داده‌ها و اطلاعات خاک و اراضی (شامل شیب زمین، عمق خاک، وضعیت فرسایش، زهکشی، بافت و ساختمان خاک، درصد سنگریزه سطحی خاک، درصد آهک، میزان ESP، میزان EC، میزان CEC، درصد OC و میزان pH) از مطالعات خاکشناسی منطقه در سطوح مختلف دقت با وسعت تقریبی 457 هزار هکتار در محدوده اراضی تحت کشت آبی استخراج و نقشه‌های خاک رقومی‌سازی شده است. محدوده اراضی مناسب برای اجرای طرح با تهیه لایه کشت آبی و هم‌پوشانی آن با لایه‌های یکپارچه نقشه‌های خاک تعیین شده است. به منظور تعیین طبقه‌بندی تناسب اراضی از روش پارامتریک و بر اساس اطلاعات گردآوری شده شامل اطلاعات اقلیمی، اطلاعات خاک (داده‌های استخراج شده از گزارش‌های خاکشناسی) و اطلاعات محصولات زراعی و باغی متشکل از دوره-های فنولوژی محصولات بر پایه پهنه‌بندی اقلیمی یونسکو ACZ[1]، نیازهای رویشی خاک و اقلیمی هر گیاه استفاده گردیده است. محصولات مورد نظر بر اساس سطح کشت آن‌ها (محصولات غالب منطقه) و نیز بر اساس پتانسیل توسعه کشت در هر منطقه انتخاب شدند که شامل 22 گیاه زراعی گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)، لوبیا (*Phaseolus vulg*aris L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.)، سویا (*Glycine max* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.)، سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، هویج (*Daucus carota* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، سیر (*Allium sativum* L.)، توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)، پیاز (*Allium cepa* L.)، هندوانه (*Citrullus lanatus*)، زعفران (*Crocus sativus* L.) و خیار (*Cucumis sativus* L.) و 12 گیاه باغی بادام (*Prunus amygdalus* L.)، زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)، هلو (*Prunus persica* L.)، شلیل (*Prunus persica* (L.) Batsch var. *nucipersica*)، آلبالو (*Prunus cerasus* L.)، گیلاس (*Prunus avium* L.)، آلو (*Prunus domestica* L.)، سیب (*Malus domestica* L. Borkh)، گلابی (*Pyrus communis* L.)، انگور (*Vitis vinifera* L.)، گردو (*Juglans regia* L.) و پسته (*Pistacia vera* L.) بود. نیاز رویشی[2] محصولات بر اساس اقلیم، خاک و زمین نما[3] برای محصولات باغی و زراعی می‌باشد که پایه و اساس این جداول، روش سایس و همکاران (Sys et al., 1993) است که توسط موسسه تحقیقات خاک و آب کشور بر اساس شرایط ایران اصلاح شده است (Soil and Water Research Institute, 2018a; Soil & Water Research Institute, 2018b). در این مقاله، پهنه‌بندی اقلیمی یونسکو به دلیل برخی مزیت‌ها مانند تبعیت پلی‌گون‌ها از روند تغییرات مکانی توپوگرافی ایران، استفاده از متغیرهای اقلیمی و محیطی بیشتر در مدل‌سازی، لحاظ کردن تغییرات ارتفاعی نقطه‌ای و پیوسته و تطابق بیشتر کلاس‌های تعریف شده با اقلیم مناطق مختلف مبنای کلاس-های اقلیمی در نظر گرفته شده است. برای به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز دوره‌های فنولوژی محصولات زراعی و باغی در خرد اقلیم‌های تعریف شده به روش ACZ از انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب استفاده شده است (Soil and Water Research Institute, 2018c; Soil & Water Research Institute, 2018d). از نظر فائو اراضی بر حسب کیفیت و ویژگی‌های زمین در چهار سطح تناسب رده، کلاس، زیر کلاس و واحد طبقه‌بندی می‌شوند. رده، مناسب یا نامناسب بودن زمین برای کشت تیپ بهره‌برداری مورد نظر، کلاس درجه تناسب زمین، زیر کلاس نوع محدودیت شامل c (محدودیت‌های آب و هوایی)، t (محدودیت‌های پستی و بلندی مانند شیب اراضی)، w (محدودیت خیسی زمین مانند زهکشی و سیل‌گیری)، n (محدودیت شوری و سدیمی بودن خاک‌ها)، f (محدودیت حاصلخیزی خاک مانند اسیدیته) و s (محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک مانند بافت و ساختمان، سنگریزه، مقدار گچ و آهک) و واحد میزان محدودیت را نشان می‌دهد (FAO, 1976;

1- Agro-climatic Zoning

2- Crop requirements

3- Landscape

www.SID.ir

Archive of SID

(Sys et al., 1991).

بهینه‌سازی الگوی کشت

برنامه‌ریزی آرمانی به طور عمده برای دستیابی به راه حل بهینه در مسائلی بکارگرفته می‌شود که مستلزم هدف‌ها وآرمان‌های متعدد باشد. این روش در عین دارا بودن انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی خطی، همزمان هدف‌های متضادی را می‌تواند در برگیرد و با توجه به اولویت‌های تعیین شده برای هر هدف، جواب بهینه را ارائه کند. ازآنجا که همواره امکان تحقق کامل هدف‌های تعیین‌شده وجود ندارد، دستیابی به هدف‌های گوناگون با توجه به اهمیت نسبی آن‌ها برآورده می‌شود. لذا، تصمیم‌گیرنده ملزم می‌شود که به جای رسیدن به یک هدف بهینه، برای دستیابی به سطح رضایت بخشی از چند هدف تلاش کند. در واقع تابع هدف برنامه‌ریزی آرمانی، یک تابع هدف تلفیقی از هدف‌های متعدد است که تصمیم گیرنده خواهان دستیابی به آنها است (Jayaraman et al., 2017). در روش برنامه‌ریزی آرمانی به کار گرفته شده به جای اینکه مقادیر خود توابع هدف به مقدار آرمانی سوق داده شود، تلاش بر این است که مقدار مطلوبیت بهینه شود. مطلوبیت هر تابع هدف با استفاده از منطق فازی (و روش فازی مثلثی) عددی بین صفر و 1 تعریف می‌شود و به میزانی که مقدار تابع هدف به مقدار آرمانی آن نزدیکتر باشد، این مطلوبیت مقدار می‌گیرد. فرض می‌شود مطلوبیت بهینه برای توابع هدف ماکزیمم‌سازی 1 و برای توابع هدف مینیمم‌سازی صفر است. این روش فاصله مطلوبیت هر تابع هدف را از مقدار بهینه آن به صورت تعادلی و متناسب اوزان توابع هدف کمینه می‌کند (Gupta & Bhattacharjee, 2012). برای محاسبه مطلوبیت توابع هدف مبتنی بر رویکرد فازی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

معادله (1)

$$U(f_i)=\begin{cases}0 & ; \ if\ f_i \le f_i^{min}.\\ \dfrac{f_i-f_i^{min}}{f_i^{max}-f_i^{min}} & ; \ if\ f_i > f_i^{min}\ and\ f_i < f_i^{max}.\\ 1 & ; \ if\ f_i \ge f_i^{max}.\end{cases}$$

که در آن، f_i^{max} و f_i^{min} به ترتیب بیشترین و کمترین مقداری است که تابع هدف i ام می‌تواند اتخاذ کند. بسته به اینکه جنس تابع هدف max یا min باشد، این مقادیر همان مقادیر آرمانی محسوب می‌شوند و می‌توان آنها را از حل مدل ریاضی با صرف نظر کردن سایر توابع هدف یا با کمک خبره به دست آورد. اما مزیت روش اول در این است که اجازه نمی‌دهد مقدار آرمانی عددی فراتر از توانمندی‌های تعیین شده از طریق محدودیت‌ها باشد. در این جا تعیین مقدار نقطه مقابل بهینه (به عنوان مثال، f_i^{min} برای تابع هدف max) حائز اهمیت است. از این جهت که تعیین آن خارج از تغییرات واقعی مقدار تابع هدف ممکن است، باعث شود مطلوبیت به درستی برای آن محاسبه نشود. برای محاسبه مقادیر مقابل بهینه هر تابع هدف، مقدار تمام توابع هدف در شرایطی که تنها یکی از آنها بهینه می‌شد حفظ و در نهایت از طریق تعیین حداکثر و حداقل آنها، حدود این بازه محاسبه می‌شود. در ادامه توابع هدف با اضافه کردن متغیرهای انحراف به شکل (*) و (**) به ترتیب برای توابع هدف از جنس ماکزیمم و مینیمم‌سازی به عنوان محدودیت به مدل اضافه شده و تابع هدف نهایی به صورت (***) در می‌آید. لازم به توضیح است که در (*) مقدار d_i^+ و در (**) مقدار d_i^- به خاطر ماهیت مسئله قطعاً برابر صفر خواهد بود و تنها برای حفظ عمومیت نوشتاری آورده شده‌اند.

معادله (2)

$$\frac{f_i-f_i^{min}}{f_i^{max}-f_i^{min}}+d_i^- - d_i^+ = 1 \quad *$$

$$\frac{f_i-f_i^{min}}{f_i^{max}-f_i^{min}}+d_i^- - d_i^+ = 0 \quad **$$

$$Min \quad \sum_i w_i(d_i^- + d_i^+) \quad ***$$

تعریف متغیرها، پارامترها و اهداف

متغیر تصمیم:

X_c: سطح زیر کشت محصول c در طول فصل زراعی

پارامترهای مدل:

Ls: کل منطقه‌ای (بر حسب هکتار) که در حال حاضر برای کشت محصولات زراعی و باغی آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Pc: میزان تولید محصول c در هکتار در طول فصل زراعی (کیلوگرم در هکتار)

Prc: قیمت محصول c در فصل زراعی (ریال/ کیلوگرم)

Cr: بر آوردی از کل هزینه مورد نیاز در سال برای تأمین منابع تولید (ریال/هکتار)

GPc: ارزش ناخالص تولیدی محصول c در هکتار (ریال/هکتار)

NRc: میزان سود خالص محصول c در هکتار (ریال/هکتار)

EWPc: بهره‌وری اقتصادی آب در تولید محصول c در هکتار

www.SID.ir

Archive of SID

(ریال/مترمکعب)

محدودیت‌های مدل

محدودیت‌هایی هستند که امکان تخطی از آنها وجود ندارد و مقدار متغیرهای تصمیم بایستی در آنها صدق کند. این محدودیت‌ها در مطالعه حاضر شامل سطح زیر کشت محصولات و آب قابل دسترس سالانه است. محدودیت آب سالانه حداکثر مقدار آبی است که در کل منطقه می‌تواند در اختیار محصولات الگوی کشت پیشنهادی قرار بگیرد (Singh, 2017). در این مطالعه کل آب قابل دسترس سالانه 3242086629 متر مکعب در نظر گرفته شد که در الگوی کشت فعلی برای محصولات مورد مطالعه در سطح 437800 هکتار استفاده می‌شود. این میزان آب از مجموع حاصلضرب حجم آب آبیاری برای هر محصول در سطح کشت همان محصول در الگوی کشت منطقه به دست آمد که در مدل بهینه‌سازی، کاهش کل آب مصرفی از این میزان آب مد نظر می‌باشد.

اهداف مدل

بشینه‌سازی سود خالص، کمینه کردن مصرف آب و بیشینه‌سازی بهره‌وری اقتصادی آب اهداف تعیین الگوی کشت مناسب در این مطالعه می‌باشد که بیان ریاضی آن‌ها به شکل زیر می‌باشد:

بیشینه‌سازی سود خالص

معادله (3) $\sum_{c=1}^{c} x_c NR_c + d_i^- - d_i^+ = GNR$

GNR سود خالص منطقه در حالت آرمانی را نشان می‌دهد.

بیشینه‌سازی بهره‌وری اقتصادی آب

معادله (4) $\sum_{c=1}^{c} x_c EWP_c + d_i^- - d_i^+ = GEWP$

$GEWP$ بیانگر بهره‌وری اقتصادی آب در حالت آرمانی می‌باشد.

کمینه‌سازی مصرف آب

معادله (5) $\sum_{c=1}^{c} x_c WC_c + d_i^- - d_i^+ = GWC$

GWC بیانگر میزان مصرف آب در حالت آرمانی می‌باشد.

در این مدل، وزن اهداف یکسان در نظر گرفته شد. الگوی کشت بهینه در سه سناریو به صورت زیر ارائه گردید:

سناریو 1 حداکثر سطح قابل تغییر برای هر محصول 50 درصد سطح محصول در الگوی کشت فعلی در نظر گرفته شد

سناریو 2 مجموع سطح کلاس‌های S_1 و S_2 به عنوان حداکثر سطح قابل افزایش برای هر محصول در نظر گرفته شد. از آنجا که سطح مطالعه شده در ارزیابی تناسب اراضی کمتر از کل سطح کشت منطقه می‌باشد، فرض شده است که کشت گندم در اراضی فاقد مطالعه تناسب اراضی امکان‌پذیر است.

سناریو 3 در این سناریو، علاوه بر اینکه محدودیت تناسب اراضی در مدل اعمال گردیده است، حداقل سطح مورد نیاز برای تأمین نیاز دام منطقه به محصولات یونجه (71152 هکتار)، سورگوم (3630 هکتار) و جو؛ تامین حداقل 50 درصد چغندرقند مورد نیاز کارخانجات قند شهرستان‌های ارومیه، پیرانشهر، نقده و میاندوآب؛ و حداقل مصرف محصولات خیار، گوجه‌فرنگی و هندوانه بر اساس سرانه مصرف این محصولات در نظر گرفته شد. برای محصولات زردآلو که کمترین بهره‌وری اقتصادی آب را دارا بود، ذرت علوفه‌ای که علوفه مورد نیاز آن از طریق سورگوم تامین شد، هلو که کمترین سطح S_1 و S_2 را دارا بود و گلرنگ که سطح فعلی بسیار اندکی دارد، سطح معینی در الگوی نهایی در نظر گرفته نشد. برای محصولاتی نظیر پسته و زعفران که محصول آن قابل خشک کردن و نگه‌داری می‌باشد محدودیت سطحی برای افزایش در نظر گرفته نشد و برای سایر محصولات حداکثر و حداقل سطح قابل تغییر 50 درصد سطح فعلی آن‌ها در نظر گرفته شد. همچنین، به منظور رعایت تناوب زراعی، حداکثر سطح محصول زعفران که به دلیل مصرف آب کمتر و درآمد بالاتر به عنوان اولین محصول در ترکیب کشت قرار می‌گیرد، 50 درصد مجموع سطح S_1 و S_2 آن در نظر گرفته شد.

ضرایب فنی مدل

در طراحی الگوی کشت بهینه، دقت لازم در برآورد ضرایب فنی که به نوعی ابزار انتقال ویژگی‌های کلی محیط واقعی به الگوی برنامه‌ریزی هستند اهمیت بسیار زیادی دارد. ضرایب فنی در واقع میزان نهاده‌های مصرفی، وضعیت تولید، شاخص‌های اقتصادی و هر شاخص کمی دیگر در واحد سطح برای هر یک از محصولات زراعی و باغی را نشان می‌دهد. در این مطالعه، اطلاعات مربوط به سطح

www.SID.ir

Archive of SID

زیرکشت (میانگین سه سال 93-1392 تا 95-1394)، عملکرد (میانگین سه سال 93-1392 تا 95-1394) و هزینه‌های تولید (شامل هزینه آماده‌سازی زمین نظیر شخم، دیسک و غیره؛ هزینه نهاده‌ها شامل بذر، کودها، سموم شیمیایی؛ هزینه نیروی انسانی و هزینه‌های مربوط به برداشت محصول) از داده‌ها و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، داده‌های نیاز آبی محصولات از نرم افزار Netwat و قیمت فروش محصولات (میانگین سال‌های 1395 و 1396) از مرکز آمار ایران اخذ شد. برای محاسبه شاخص‌های اقتصادی از معادلات زیر استفاده گردید (Zangeneh et al., 2010):

معادله (6) قیمت هر کیلوگرم محصول (ریال) × عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) = ارزش ناخالص تولیدی

معادله (7) کل هزینه تولید (ریال در هکتار)- ارزش ناخالص تولیدی (ریال در هکتار) = سود خالص

بهره‌وری آب آبیاری[1] از تقسیم عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) بر حجم آب مصرفی در آبیاری (متر مکعب) محاسبه شد (Rodrigues & Pereira, 2009). برای محاسبه بهره‌وری اقتصادی آب[2]، ارزش اقتصادی محصول تولیدی در هکتار بر حجم آب مصرفی در تولید بر حسب متر مکعب، تقسیم گردید (Rodrigues & Pereira, 2009). برای بهینه‌سازی الگوی کشت از نرم‌افزار GAMS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تغییرات الگوی کشت

بررسی الگوی کشت محصولات زراعی و باغی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره 10 ساله 83-1382 الی 95-1394 (شکل 2) نشان می‌دهد که سطح کشت محصولات آبی در سال‌های مختلف دارای تغییرات زیادی بوده است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2005-2016). طی این دوره، سطح محصولات باغی آبی با یک شیب ملایمی روندی افزایشی داشته است، به طوری‌که سطح آن از حدود 133 هزار هکتار در سال 83-1382 به حدود 164 هزار هکتار در سال 95-1394 رسیده است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2005-2016). در حالی که سطح محصولات زراعی آبی در این دوره روندی نزولی را طی کرده است. گزارشات موجود نشان می‌دهد که افزایش سطح زیر کشت محصولات آبی در این حوضه از سال 1350 تا سال 1393 حدود 200 هزار هکتار بوده است (Urmia Lake Restoration Program, 2017). همچنین، تغییرات سطح محصولات آبی طی دوره 1373 تا 1385 افزایش سطح حدود 130 هزار هکتاری را نشان می‌دهد (Urmia Lake Restoration Program, 2017). بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد سطح زیر کشت محصولات آبی در این حوضه افزایش پیدا کرده است (Youneszadeh Jalili et al., 2017). همچنین، بررسی 10 ساله (1368 الی 1379) تغییرات کاربری در دشت میاندوآب واقع در حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان داد که سطح کشت آبی در این دشت حدود 20 درصد افزایش داشته است (Hesami & Amini, 2016).

سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی و سهم آن‌ها از کل کشت آبی در دو مقطع با میانگین سه ساله 85-1382 (سال پایه) و 95-1392 در شکل‌های 3، 4، 5 و 6 نشان داده شده است. بر اساس شکل‌های 3 و 4، طی مدت 10 سال بین دو مقطع زمانی، سطح محصولات زراعی آبی از حدود بیش از 360 هزار هکتار در میانگین سه سال 85-1382 به نزدیک 300 هزار هکتار در میانگین سه سال 95-1392 رسیده است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2005-2016). این در حالی است که سطح محصولات باغی آبی از حدود بیش از 140 هزار هکتار در مقطع زمانی 85-1382 به نزدیک 158 هزار هکتار رسیده است (شکل‌های 5 و 6). این بدین مفهوم است که طی دهه گذشته سطح محصولات زراعی آبی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه کاهش و به سطح محصولات باغی آبی افزوده شده است. مقایسه سطح محصولات زراعی نشان می‌دهد که طی این مدت، سطح محصولات گندم (از حدود 151 هزار به حدود 110 هزار هکتار)، یونجه (از حدود 97 هزار به 82 هزار هکتار)، اسپرس (از حدود 15 هزار به نزدیک 5 هزار هکتار) و پیاز (از حدود 9800 به حدود 4800 هکتار) بیش از سایر محصولات کاهش پیدا کرده است و سطح محصولاتی مانند ذرت علوفه‌ای (از 1354 هکتار به بیش از 5000 هکتار) و گوجه‌فرنگی (از 7382 هکتار به 8781 هکتار) افزایش یافته است.

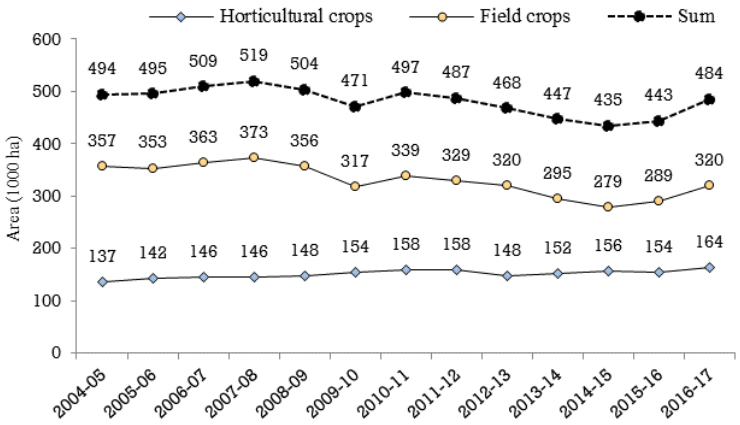
مقایسه محصولات باغی در دو مقطع زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد که محصولات سیب، انگور، بادام، گردو و زردآلو طی این دوره به ترتیب بیشترین سطح را به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه سطح هر یک از محصولات نشان می‌دهد که سطح محصولات سیب (از

1- Irrigation water productivity
2- Economic irrigation water productivity

www.SID.ir

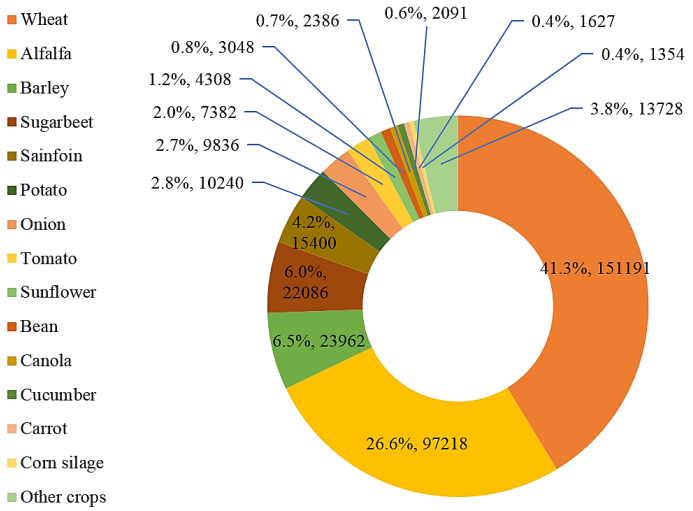
Archive of SID

حدود 62 هزار به بیش از 69 هزار هکتار)، زردآلو (از حدود 5800 بـه حدود7300 هکتار)، آلو (از حدود 840 به بیش از 3000 هکتار) و هلو (از حدود 3523 هکتار به 5667 هکتار) افزایش یافته و سطح محصول انگور (از حدود بیش از 38 هزار به حدود 34 هزار هکتار) کاهش پیـدا کرده است. گزارشات موجود نشان می‌دهد که طی سال‌های 1373 تا 1382، در بین محصولات کشاورزی، گندم و یونجه بیشترین افزایش سطح را درحوضه آبریـز دریاچـه ارومیـه داشـته‌انـد. طـی ایـن دوره، چغندرقند و باغات هر کدام بـه ترتیـب برابـر 15 و 43 هـزار هکتـار افزایش سطح زیـر کشـت داشـته‌انـد (Urmia Lake Restoration Program, 2015).



شکل 2- روند سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی آبی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره 10 ساله (83-1382 الی 95-1394)

Fig. 2– Trend of cultivation area for irrigated horticultural and field crops in the Urmia lake basin during 10-year period (2003-2004 to 2015-2016)

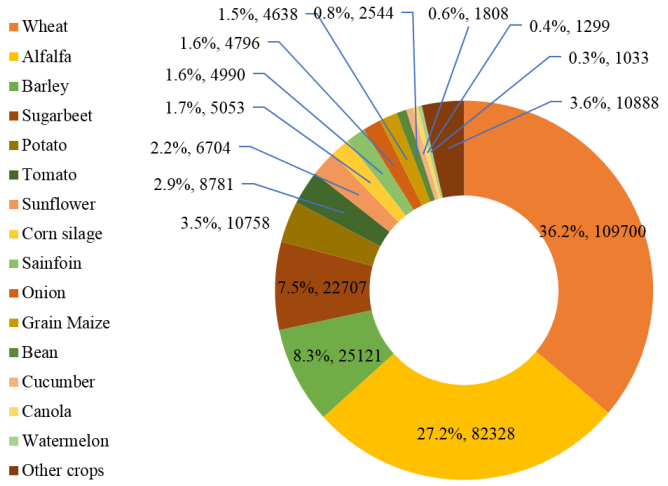


شکل 3- سطح زیر کشت و سهم محصولات زراعی از کل زراعت آبی در میانگین سه ساله 85-1383

Fig. 3– Area and proportion of field crops of total irrigated field crops area in average of 2004-2006

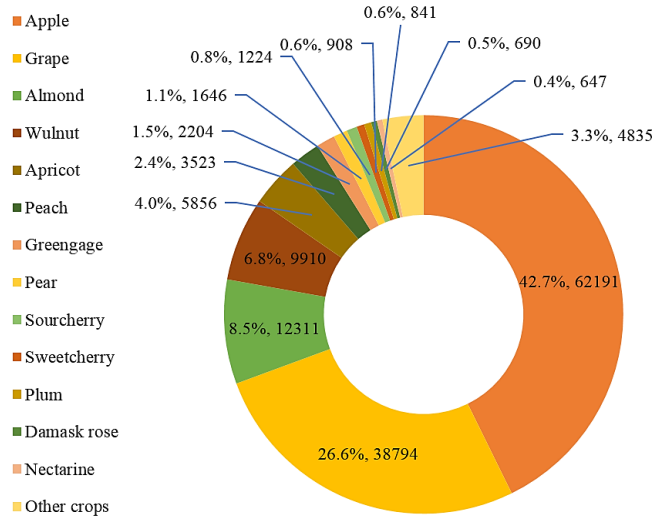
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 4- سطح زیر کشت و سهم محصولات زراعی از کل زراعت آبی در میانگین سه ساله 95-1393

Fig. 4– Area and proportion of field crops of total irrigated field crops area in average of 2014-2016



شکل 5- سطح زیر کشت و سهم محصولات باغی از کل باغات آبی در دوره سه ساله 85-1383

Fig. 5– Area and proportion of crops of total irrigated horticultural crops area in average of 2004-2006

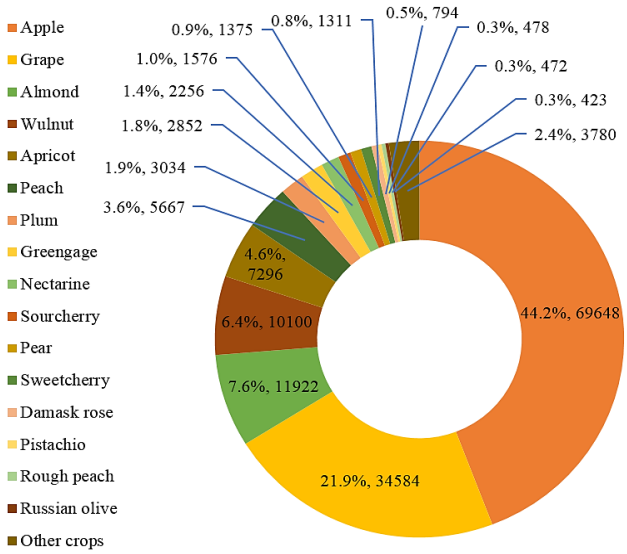
ارزیابی تناسب اراضی

مساحت و سهم درصدی کلاس‌ها و زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای محصولات عمده زراعی و باغی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در شکل‌های 7، 8 و 9 نشان داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود، در بین محصولات زراعی مطالعه شده، محصولات گندم و جو با بیش از 375 هزار هکتار بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص داده و محصولات کلزا و یونجه با بیش از 350 هزار هکتار، آفتابگردان با بیش از 340 هزار هکتار، ذرت دانه‌ای با بیش از 330 هزار هکتار و محصولات سیب‌زمینی، پیاز و گوجه‌فرنگی با حدود 330 هزار هکتار بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. در بین محصولات باغی مورد مطالعه، گیلاس، آلبالو، زردآلو و سیب با بیش از 350 هزار هکتار، گردو با بیش از 340 هزار هکتار و هلو با حدود 330 هزار هکتار به ترتیب بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. در محصولات گندم و جو، محدودیت خصوصیت فیزیکی خاک، توپوگرافی و زهشکی در رده مناسب و محدودیت شوری و قلیائیت در رده نامناسب غالبیت دارند (شکل‌های 7 و 8).

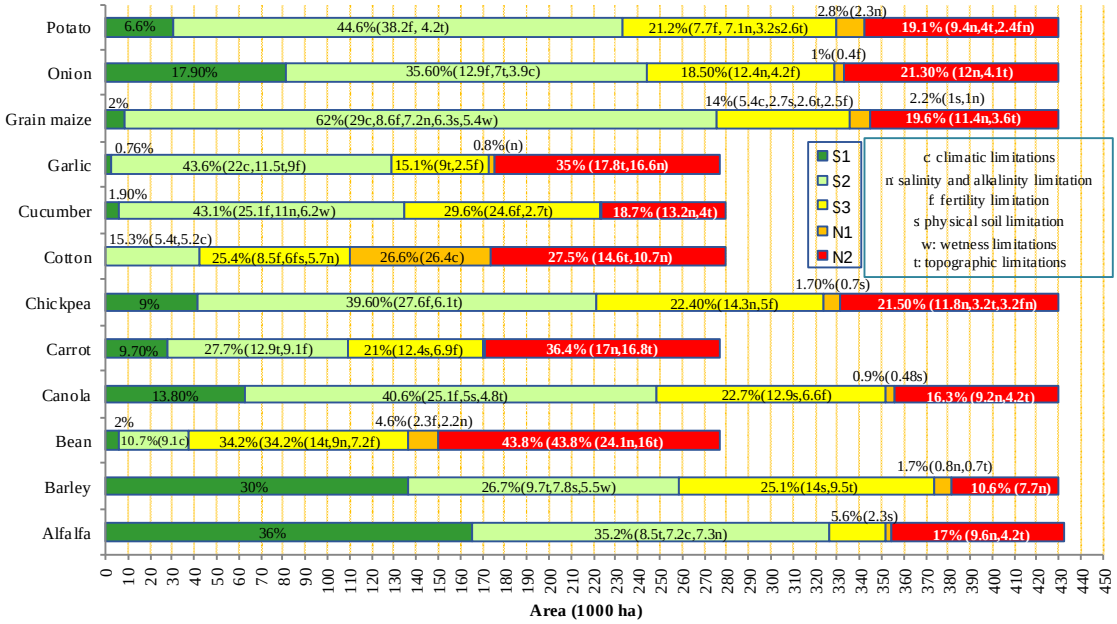
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 6- سطح زیر کشت و سهم محصولات باغی از کل باغات آبی در دوره سه ساله 1395-1393

Fig. 6– Area and proportion of crops of total irrigated horticultural crops area in average of 2014-2016



شکل 7- سطح و سهم درصدی کلاس‌ها و زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای محصولات سیب‌زمینی، پیاز، ذرت دانه‌ای، سیر، خیار، پنبه، نخود، هویج، کلزا، لوبیا، جو و یونجه

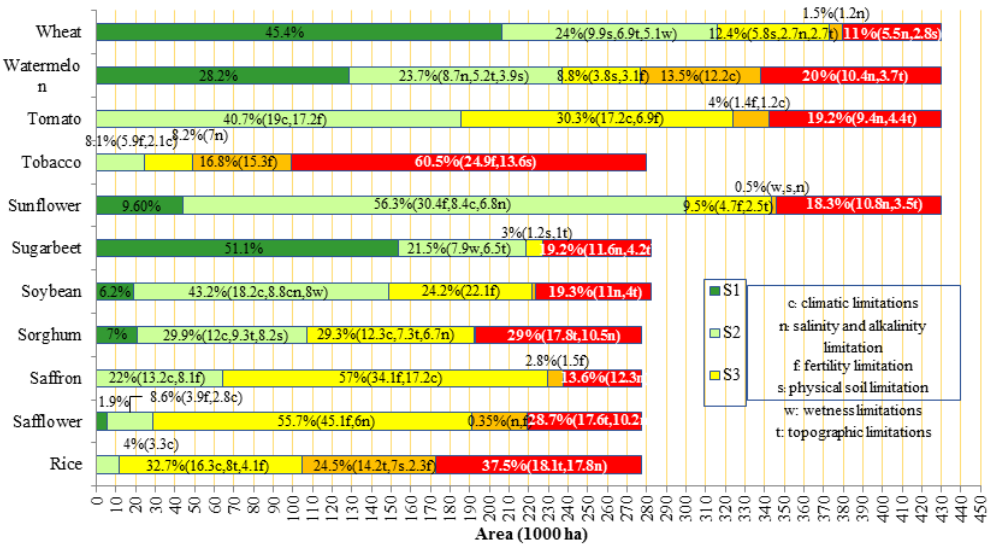
درصدها با در نظر گرفتن سهم کلاس اراضی متفرقه که در شکل نشان داده نشده است، می‌باشد.

Fig. 7– Area and proportion of land suitability classes and subclasses for potato, onion, grain maize, garlic, cucumber, cotton, chickpea, carrot, canola, bean, barley and alfalfa

Percent values calculated with considering share of miscellaneous areas which not shown in the chart.

www.SID.ir

Archive of SID

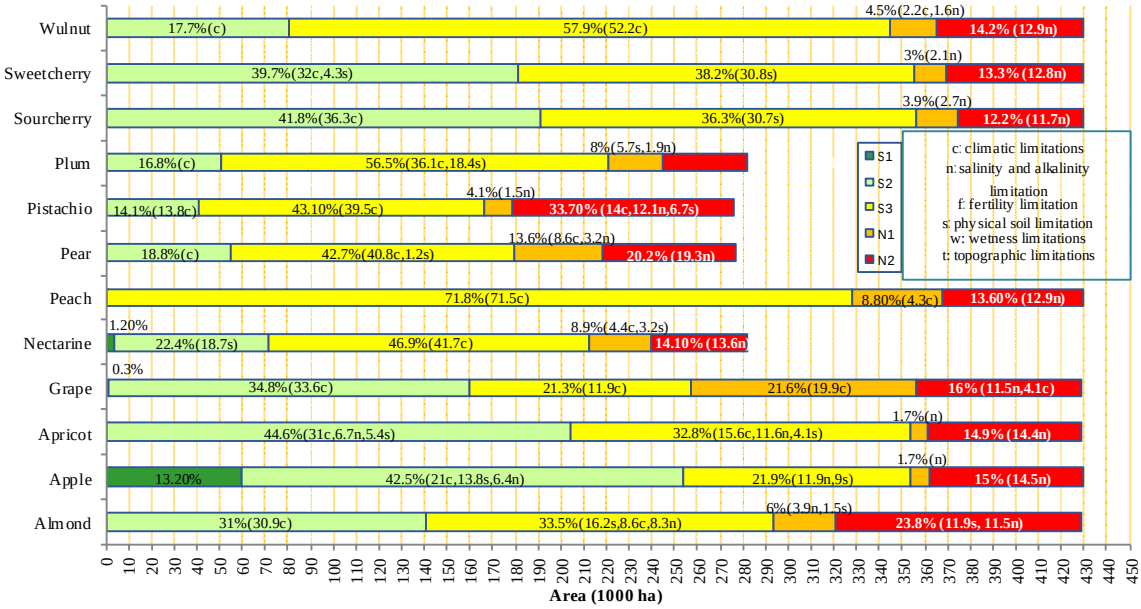


شکل 8- سطح و سهم درصدی کلاس‌ها و زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای محصولات زراعی گندم، هندوانه، گوجه‌فرنگی، توتون، آفتابگردان، چغندرقند، سویا، سورگوم، زعفران، گلرنگ و برنج

درصدها با در نظر گرفتن سهم کلاس اراضی متفرقه که در شکل نشان داده نشده است، می‌باشد.

Fig. 8– Area and proportion of land suitability classes and subclasses for wheat, watermelon, tomato, tobacco, sunflower, sugar beet, soybean, sorghum, saffron, safflower and rice

Percent values calculated with considering share of miscellaneous areas which not shown in the chart.



شکل 9- سطح و سهم درصدی کلاس‌ها و زیرکلاس‌های (عوامل محدود کننده) تناسب اراضی ارومیه برای محصولات گردو، گیلاس، آلبالو، آلو، پسته، گلابی، هلو، شلیل، انگور، زردآلو، سیب و بادام

درصدها با در نظر گرفتن سهم کلاس اراضی متفرقه که در شکل نشان داده نشده است، می‌باشد.

Fig. 9– Area and proportion of land suitability classes and subclasses for walnut, sweet cherry, sour cherry, plum, pistachio, pear, peach, nectarine, grape, apricot, apple and almond

Percent values calculated with considering share of miscellaneous areas which not shown in the chart.

www.SID.ir

Archive of SID

نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی برای گندم (شکل 13) و جو (شکل 10) در حوضه دریاچه ارومیه نشان می‌دهد که این محصولات در اکثر شهرستان‌های حوضه پتانسیل کشت بالایی دارند اما بخش‌هایی از شهرستان‌های نقده، تبریز، اسکو و میاندوآب به دلیل محدودیت شدید شوری و قلیائیت برای کشت این محصولات نامناسب می‌باشد. در حال حاضر شهرستان‌های میاندوآب، ارومیه، سراب، تبریز و بوکان به ترتیب بیشترین سطح گندم آبی را داشته و بیشترین سطح جو آبی متعلق به شهرستان‌های سراب، میاندوآب، تبریز و اسکو می‌باشد. مطالعه انجام شده توسط جعفرزاده و همکاران (Jafarzadeh et al., 2008) در شهرستان هریس استان آذربایجان‌شرقی نشان داد که کشت گندم و جو در منطقه عوامل محدود کننده شدید نداشته و کشت این محصولات در این مناطق توصیه می‌شود. این محققین حاصلخیزی خاک و شوری و قلیائیت و تا حدودی خصوصیات فیزیکی خاک را مهمترین عوامل محدود کننده تولید در این منطقه گزارش کردند. مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای جو آبی که در مناطق پسوه و جلدیان استان آذربایجان‌غربی انجام شده است، نشان داد که در محدوده مورد مطالعه کلاس‌های اقلیمی برای جو کاملا مناسب(S_1) می‌باشد. اسیدیته، آهک، بافت خاک، ذرات درشت‌تر از شن و توپوگرافی مهمترین عوامل خاکی هستند که تولید محصول در پسوه و جلدیان استان آذربایجان‌غربی را با محدودیت مواجه می‌سازند (Pakpour Rabati et al., 2013). حدود 330 هزار هکتار (78/6 درصد) از کل اراضی آبی مطالعه شده برای محصول ذرت دانه‌ای در رده مناسب (S) و نزدیک 100 هزار هکتار (21/8 درصد) در رده نامناسب (N) قرار می‌گیرد. قسمتی از اراضی شهرستان‌های تبریز، میاندوآب، مراغه، بناب، عجب شیر و ملکان به دلیل ساعات آفتابی کم در دوره رشد محصول در کلاس نسبتاً مناسب (S_2) قرار می‌گیرند. در کلاس S_2، بین عوامل محدود کننده، عامل اقلیمی محدودیت عمده بسیاری از مناطق از جمله میاندوآب، شبستر، سراب، مراغه، بناب، بستان‌آباد، هریس و عجبشیر می‌باشد در حالی که عامل محدود کننده اصلی در این کلاس برای ارومیه عامل شوری و قلیائیت، اشنویه عامل حاصلخیزی و نقده و مهاباد عامل زهکشی می‌باشد. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای نشان می‌دهد که از کل سطح مطالعه شده، بیشترین سطح رده مناسب به ترتیب مربوط به مناطق میاندوآب، ارومیه و سراب می‌باشد (شکل 10). در سال‌های اخیر (طی سال‌های 1392 الی 1395، Ministry of Agriculture-Jahad, 2005-2016)، شهرستان‌های ارومیه و سلماس بیشترین سطح ذرت علوفه‌ای و شهرستان‌های نقده و مهاباد بیشترین سطح ذرت دانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای لوبیا نشان داد که حدود 5800 هکتار (2 درصد) از اراضی آبی مورد مطالعه در کلاس مناسب (S_1) قرار دارد. اراضی با کلاس نسبتاً مناسب (S_2) با محدودیت‌های متوسط که عمدتاً از عوامل اقلیم، واکنش خاک، بافت خاک، عمق خاک، مقدار سنگریزه، شرایط پستی و بلندی و زهکشی ناشی می‌شود، حدود 3 هزار هکتار (11 درصد) است. 99/5 هزار هکتار (34 درصد) اراضی آبی مطالعه شده نیز به دلیل وجود محدودیت‌های زیاد ناشی از عوامل اقلیم، واکنش خاک، مقدار شوری، بافت خاک، عمق خاک، مقدار سنگریزه، شرایط پستی و بلندی و زهکشی در کلاس تناسب کم (S_3) قرار گرفته و سایر مناطق مطالعه شده در رده نامناسب و اراضی متفرقه (X) قرار می‌گیرد. توپوگرافی، اقلیم و شوری و قلیائیت خاک مهمترین عواملی هستند که تولید لوبیا را در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بیشتر از سایر عوامل محیطی تحت تاثیر قرار می‌دهند. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که شهرستان‌های سراب، هریس، بناب، بستان‌آباد، عجبشیر و بخش‌های کمی از اراضی مطالعه شده شهرستان‌های میاندوآب و بوکان پتانسیل بیشتری برای کشت محصول لوبیا دارند. طبق آمارهای موجود، سراب، اشنویه و ارومیه شهرستان‌هایی هستند که بیشترین سطح زیر کشت لوبیای آبی را در حوضه آبریز دریاچه ارومیه به خود اختصاص می‌دهند که در مورد شهرستان سراب پتانسیل بالای منطقه با سطح کشت بالای محصول رابطه‌ای روشن را نشان می‌دهد. محدودیت اقلیمی برای کاشت نخود در حوضه آبریز دریاچه ارومیه وجود ندارد. حدود 9 درصد از کل اراضی آبی تحت مطالعه حوضه برای نخود آبی در کلاس مناسب (S_1)، 39/6 درصد دارای کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 22/4 درصد دارای کلاس تناسب کم (S_3) و مابقی در کلاس‌های نامناسب و اراضی متفرقه قرار می‌گیرند (شکل 7). حاصلخیزی خاک مهمترین عاملی است که در بین عوامل محدود کننده تولید محصول نخود در بیشتر مناطق مورد مطالعه حوضه آبریز دریاچه ارومیه به چشم می‌خورد و عوامل شوری و قلیائیت، توپوگرافی و خصوصیات فیزیکی خاک و زهکشی از عوامل دیگر محدودکننده

www.SID.ir

Archive of SID

این محصول به شمار می‌روند (شکل 7). سهم نخود آبی در الگوی کشت موجود حوضه آبریز دریاچه ارومیه بسیار اندک بوده و کشت آن در این مناطق بیشتر به صورت دیم صورت می‌گیرد، اما در صورتی که کشت آبی این محصول مد نظر باشد، شهرستان‌های سراب و میاندوآب بیشترین پتانسیل تولید این محصول را دارند. مجموع سطح مطالعه شده، مساحت و درصد سطح کلاس‌ها و زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای کشت سویا در شکل 8 نشان داده شده است.

حدود 6/2 درصد از اراضی مطالعه شده حوضه برای محصول سویا در کلاس مناسب (S_1)، 43/2 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 24/2 در کلاس تناسب کم (S_3) و مابقی در کلاس‌های نامناسب و اراضی متفرقه قرار دارد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که محدودیت‌های متوسط تا زیاد ناشی از عوامل اقلیمی، شوری و قلیائیت، حاصلخیزی خاک، زهکشی و پستی و بلندی می‌تواند رشد و تولید این محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد (شکل 8). در حال حاضر، کشت سویای آبی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه رایج نیست، اما در صورتی که از نظر اقتصادی و بهره وری مصرف آب نسبت به محصولات برتری داشته باشد، پتانسیل توسعه کشت آن در شهرستان های ارومیه، میاندوآب و قسمت‌هایی از شهرستان‌های اشنویه، مهاباد و نقده وجود دارد (شکل 12). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که از کل 455 هزار هکتار سطح مطالعه شده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه برای آفتابگردان، بیش از 340 هزار هکتار (75/4درصد) در رده مناسب (S) و مابقی (24/6 درصد) در رده نامناسب (N) و اراضی متفرقه (X) قرار می‌گیرد. از این اراضی، حدود 9/5 درصد در کلاس مناسب (S_1)، 56/3 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2) و 9/5 درصد در کلاس تناسب بحرانی (S_3) قرار می‌گیرد. بیشترین پراکنش رده مناسب برای محصول آفتابگردان آبی متعلق به شهرستان‌های میاندوآب، ارومیه، سراب، بناب، اشنویه، شبستر، عجبشیر، آذرشهر، بوکان، مهاباد می‌باشد که در حال حاضر بیشترین سطح کشت آن متعلق به شهرستان‌های سلماس و ارومیه می‌باشد. حاصلخیزی خاک و اقلیم در کلاس‌های نسبتاً مناسب و تناسب بحرانی و شوری و قلیائیت در کلاس نامناسب دائمی مهمترین عوامل محدودیت رشد و تولید آفتابگردان در حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشند.

سطح مطالعه شده، مساحت و درصد سطح کلاس‌ها و زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای محصول کلزا در شکل 7 نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، از کل سطح ارزیابی شده، 13/8درصد در کلاس مناسب (S_1)، 40/6 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 22/7 در کلاس تناسب کم (S_3) و مابقی در کلاس‌های نامناسب (N) و اراضی متفرقه (X) قرار دارد. بررسی زیرکلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که کشت کلزا با محدودیت‌های متوسط تا نسبتاً زیاد ناشی از حاصلخیزی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک و پستی و بلندی و محدودیت زیاد ناشی از شوری و قلیائیت مواجه است. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که شهرستان‌های سراب، بخش‌های زیادی از شهرستان میاندوآب و قسمت‌هایی از شهرستان‌های بناب، شبستر، بوکان و هریس بیشترین پتانسیل را برای توسعه کشت کلزا دارا می‌باشند (شکل 10). این در حالی است که طبق آمار موجود، سطح کشت کلزا در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی سه سال گذشته زیر 1700 هکتار بوده که قسمت عمده آن در شهرستان‌های تبریز و اسکو کشت شده است. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای محصول یونجه نشان می‌دهد که از حدود بیش از 480 هزار هکتار سطح مطالعه شده 36 درصد آن در کلاس مناسب (S_1)، 32/2 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 5/6 درصد در کلاس تناسب کم (S_3)، 17 درصد در کلاس نامناسب دائمی (N_2) و مابقی در اراضی متفرقه (X) قرار می‌گیرد. بررسی زیرکلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که خصوصیات فیزیکی خاک، پستی و بلندی، عوامل اقلیمی و شوری و قلیائیت مهمترین عواملی هستند که با ایجاد محدودیت متوسط تا نسبتاً زیاد باعث می‌شوند بخش زیادی از اراضی مطالعه شده در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) واقع شوند (شکل 7). برای محصول سیب زمینی از حدود 455 هزار هکتار مطالعه شده، 6/6 درصد در کلاس مناسب (S_1)، 44/6 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 21/2 درصد در کلاس تناسب کم (S_3)، 2/8 درصد در کلاس نامناسب در شرایط فعلی (N_1)، 19/1 درصد در کلاس نامناسب دائمی (N_2) و مابقی در اراضی متفرقه (X) قرار گرفت. بررسی زیرکلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که مهمترین عوامل محدود کننده در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) شامل محدودیت‌های متوسط تا نسبتا زیاد ناشی از حاصلخیزی خاک، شوری و قلیائیت، پستی و بلندی و خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد (شکل 7). نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که شهرستان‌های سراب و میاندوآب بیشترین پتانسیل کشت این محصول را دارا می‌باشند. در حال حاضر، بیشترین سطح زیر

www.SID.ir

Archive of SID

کشت سیب‌زمینی در حوضه دریاچه ارومیه متعلق به شهرستان‌های سراب، بستان آباد و عجبشیر می‌باشد. شکل‌های 7 و 8 نشان می‌دهد که از کل سطح مطالعه شده (حدود 455 هزار هکتار)، به ترتیب حدود 330 و 320 هزار هکتار از اراضی در رده مناسب برای محصولات پیاز و گوجه فرنگی قرار می‌گیرد. حاصلخیزی خاک و اقلیم مهمترین عوامل محدودکننده‌ای هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد تولید گوجه فرنگی در اراضی رده مناسب را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برای محصول پیاز، بجز از عوامل اقلیمی و حاصلخیزی خاک، عوامل شوری و قلیائیت و پستی بلندی نیز در حد متوسط تا نسبتاً زیاد کشت محصول را در رده مناسب تحت تاثیر قرار می‌دهند. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی برای محصول پیاز نشان می‌دهد که شهرستان‌های میاندوآب، بناب، آذرشهر، سراب و قسمت‌هایی از شهرستان‌های ارومیه، هریس، بستان آباد و شبستر پتانسیل بالایی برای کشت این محصول دارند (شکل 11). طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطح کشت پیاز در حوضه دریاچه ارومیه طی سه سال 1393-1392 تا 1395-1394 نزدیک به 4800 هکتار می‌باشد که بیشترین سطح کشت آن مربوط به شهرستان‌های ملکان، بناب و میاندوآب می‌باشد. گوجه فرنگی در بین محصولات زراعی از نظر سطح زیر کشت پس از گندم، جو، یونجه، چغندرقند و سیب زمینی قرار می‌گیرد و بیشترین کشت آن در شهرستان‌های ارومیه، میاندوآب، ملکان و شبستر صورت می‌گیرد. این محصول در کلاس‌های تناسب فاقد کلاس مناسب (S_1) می‌باشد اما بیشترین پراکنش کلاس نسبتاً مناسب (S_2) در شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب و قسمت‌هایی از شهرستان‌های بناب، عجبشیر، آذرشهر و شبستر می‌باشد.

به غیر از اراضی متفرقه، نزدیک 280 هزار هکتار از اراضی حوضه برای محصولات سیر و خیار مورد مطالعه قرار گرفته است که سهم کلاس‌های تناسب و عوامل محدود کننده برای کشت این محصولات در شکل 6 نشان داده شده است. اقلیم، پستی و بلندی و حاصلخیزی خاک محدودیت‌هایی هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد تولید سیر را در رده مناسب تحت تاثیر قرار می‌دهند. قسمتی از اراضی مطالعه شده نیز به دلیل محدودیت زیاد پستی و بلندی و شوری و قلیائیت در کلاس نامناسب دائمی برای کشت سیر می‌باشند. برای محصول خیار، نزدیک 220 هزار هکتار از اراضی در رده مناسب قرار می‌گیرد. حاصلخیری خاک، شوری و قلیائیت، زهکشی و پستی و بلندی مهمترین عواملی هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد کشت خیار در اراضی رده مناسب را تحت تاثیر قرار می‌دهند (شکل 7). بررسی الگوی کشت موجود نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، میانگین سطح کشت خیار حدود 1800 هکتار و سطح کشت سیر کمتر از 150 هکتار بوده است. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب نشان می‌دهد که بیشترین پتانسیل توسعه محصول سیر در اراضی مطالعه شده شهرستان سراب و برای خیار شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب می‌باشند (شکل 11). بیش از 300 هزار هکتار از اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه برای کشت چغندرقند مورد مطالعه قرار گرفته است که از این مقدار حدود بیش از 51 درصد در کلاس مناسب (S_1)، 21/5 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 3 درصد تناسب کم (S_3) و مابقی در رده نامناسب (N) و اراضی متفرقه (X) قرار می‌گیرد. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب از نظر سطح، پتانسیل بسیار بالایی برای کشت چغندرقند دارند. همچنین، قسمت‌های عمده‌ای از مناطق مطالعه شده شهرستان‌های بوکان، عجبشیر، بناب، سلماس، اشنویه و شاهیندژ از پتانسیل کشت بالایی برای کشت چغندرقند برخوردار هستند. در حال حاضر، در بین محصولات زراعی محصول چغندرقند پس از محصولات گندم، جو و یونجه بیشترین سطح (بیش از 22 هزار هکتار) را به خود اختصاص می‌دهد که بیشترین سطح زیر کشت آن مربوط به شهرستان‌های میاندوآب، بوکان، نقده، مهاباد، شاهیندژ و اشنویه می‌باشد. ارزیابی حدود 455 هزار هکتار برای محصول هندوانه نشان داد که 28/2 درصد اراضی در کلاس مناسب (S_1)، 23/7 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 8/8 درصد در کلاس تناسب کم (S_3)، 13/5 درصد در کلاس نامناسب در شرایط فعلی (N_1)، 20 درصد در کلاس نامناسب دائمی (N_2) و 5/6 درصد در اراضی متفرقه (X) قرار می‌گیرد (شکل 8). شوری و قلیائیت، پستی و بلندی، خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک مهمترین عواملی هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد تولید هندوانه را در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) تحت تاثیر قرار می‌دهند (شکل 8). نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که سطح قابل توجهی از اراضی مطالعه شده در شهرستان‌های میاندوآب، بناب، عجبشیر، آذرشهر و شبستر جزو کلاس مناسب (S_1) و بدون عوامل محدودکننده اثرگذار می‌باشد. طی سه سال اخیر (95-1393)، متوسط سطح کشت هندوانه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه حدود 1000 هکتار بوده که قسمت بیشتر آن در شهرستان‌های میاندوآب، هریس و

www.SID.ir

Archive of SID

شاهیندژ کشت می‌شود. ارزیابی نزدیک به 290 هزار هکتار از اراضی شرق و جنوب شرق حوضه برای کشت زعفران نشان می‌دهد که از این سطح 22 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 57 درصد در کلاس تناسب کم (S_3)، 2/8 درصد در کلاس نامناسب در شرایط فعلی (N_1)، 13/6 درصد در کلاس نامناسب دائمی (N_2) و مابقی در کلاس متفرقه (X) قرار می‌گیرد (شکل 8). حاصلخیزی خاک و اقلیم مهمترین محدودیت‌هایی هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد کشت زعفران را تحت تاثیر قرار می‌دهند (شکل 8) و سبب می‌شوند که قسمت قابل توجهی از اراضی در کلاس نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) قرار بگیرد. آمارهای موجود نشان می‌دهد که کشت زعفران در شهرستان‌هایی نظیر آذرشهر، بستان آباد، بناب و شبستر از چند سال اخیر آغاز شده و سطح آن در حوضه آبریز دریاچه ارومیه در حال افزایش می‌باشد (Ministry of Agriculture-Jahad, 2005-2016). نتایج ارزیابی 290 هزار هکتار از اراضی حوضه برای محصولات هویج، پنبه، گلرنگ، برنج، سورگوم و توتون (شکل‌های 7 و 8) نشان می‌دهد که از این میزان، سطح رده مناسب برای محصول هویج حدود 170 هزار هکتار، پنبه 110 هزار هکتار، توتون نزدیک 50 هزار هکتار و گلرنگ و سورگوم بیش از 190 هزار هکتار می‌باشد. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی برای این محصولات در شکل‌های 10، 11، 12 و 13 نشان داده شده است.

نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات باغبانی نشان می‌دهد که سیب در بین این محصولات بیشترین سازگاری محیطی را دارد. از حدود 455 هزار هکتار مطالعه شده برای محصول سیب، 13/2 درصد در کلاس مناسب (S_1)، 42/5 درصد در کلاس نسبتاً مناسب (S_2)، 21/9 درصد در تناسب کم (S_3)، 1/7 درصد در کلاس نامناسب در شرایط فعلی (N_1)، 15 درصد در کلاس نامناسب دائمی (N_2) و مابقی در کلاس اراضی متفرقه (X) قرار گرفت. اقلیم، خصوصیات فیزیکی خاک و شوری و قلیائیت مهمترین عوامل محدود کننده‌ای هستند که در حد متوسط تا نسبتاً زیاد تولید سیب در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) را تحت تاثیر قرار می‌دهد (شکل 9). نقشه کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که بیشترین پراکنش کلاس مناسب (S_1) در شهرستان‌های میاندوآب، نقده، آذرشهر، بناب، مراغه و ارومیه می‌باشد. در حال حاضر، سیب بیشترین سطح زیر کشت محصولات باغبانی را در حوضه آبریز دریاچه ارومیه به خود اختصاص می‌دهد که متوسط سه سال 1395-1393 آن نزدیک 70 هزار هکتار می‌باشد که شهرستان‌های ارومیه، مراغه، سلماس، مهاباد، میاندوآب، نقده و اشنویه بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص می‌دهند. در مورد انگور که دومین سطح کشت را در بین محصولات باغی پس از سیب به خود اختصاص می‌دهد، اقلیم مهترین عامل محدود کننده به شمار می‌رود و سبب شده است تا قسمت بیشتر اراضی مورد مطالعه در تناسب کم (S_3) یا نامناسب (N) برای این محصول قرار بگیرد. نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که قسمت عمده‌ای از اراضی مطالعه شده شهرستان‌های سراب، تبریز، شبستر، اسکو، آذرشهر و قسمت شمالی شهرستان میاندوآب مناسب کشت انگور نمی‌باشد. در حال حاضر، شهرستان‌های ارومیه، ملکان، بناب، مراغه، میاندوآب و آذرشهر بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص می‌دهند. ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات گیلاس و آلبالو نشان می‌دهد که اقلیم و خصوصیات فیزیکی خاک مهمترین عوامل محدود کننده در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S_2) و تناسب کم (S_3) برای این محصولات می‌باشند. پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی برای محصولات گیلاس و آلبالو در شکل 15 نشان داده شده است. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای محصول پسته نشان می‌دهد که بخش‌هایی از اراضی مطالعه شده به دلیل محدودیت‌های زیاد اقلیمی، شوری و قلیائیت و خصوصیات فیزیکی خاک در رده نامناسب قرار می‌گیرد. پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی نشان می‌دهد که قسمت عمده‌ای از شهرستان بناب و بخش‌هایی از شهرستان‌های میاندوآب، شبستر و تبریز برای کشت پسته بیشترین تناسب را دارند. سطح کلاس‌های تناسب اراضی و عوامل محدود کننده اقلیمی- خاکی برای سایر محصولات باغبانی در شکل 9 و نقشه پراکنش کلاس‌های تناسب اراضی در این محصولات در شکل‌های 14 و 15 نشان داده شده است.

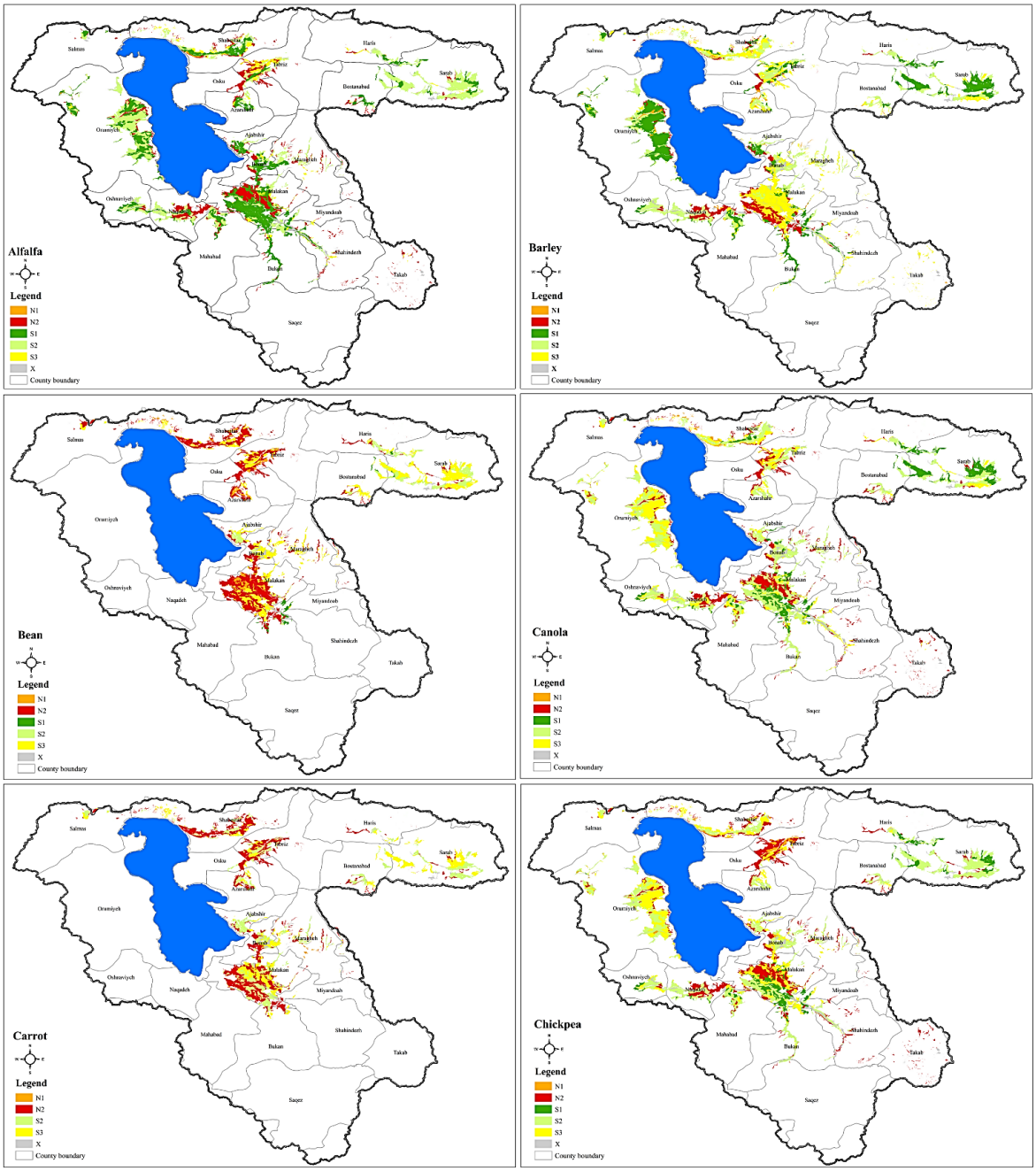
بهینه‌سازی الگوی کشت موجود

جداول 1 و 2 شاخص‌های تولید و بهره‌وری محصولات عمده زراعی و باغی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه را نشان می‌دهد که در مدل بهینه‌سازی به عنوان ضرایب فنی مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس این اطلاعات، در بین محصولات مورد مطالعه، بیشترین نیاز آبی ناخالص گیاه مربوط به پنبه (7809 متر مکعب در هکتار)، چغندرقند (7653 متر مکعب در هکتار)، گردو (7117 متر مکعب در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار)، یونجه (6795 متر مکعب در هکتار) و بادام (6741 متر مکعب در هکتار) بوده و کمترین آن مربوط به محصولات زعفران (1022 متر مکعب در هکتار)، جو (1760 متر مکعب در هکتار)، گندم (2561 متر مکعب در هکتار)، کلزا (2925 متر مکعب در هکتار) و سورگوم (2702 متر مکعب در هکتار) می‌باشد.

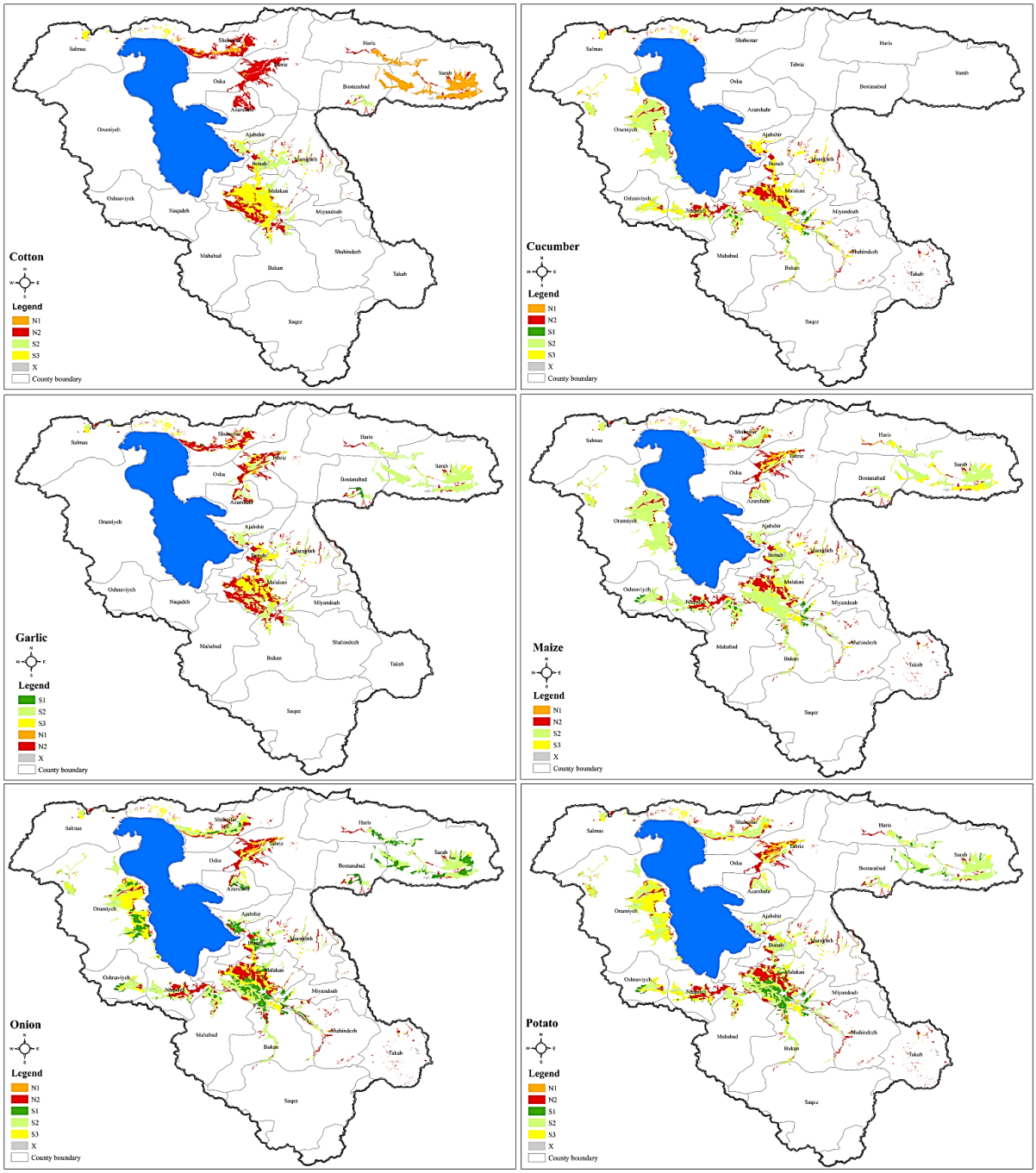


شکل 10- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات جو، یونجه، کلزا، لوبیا، نخود و هویج در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 10- Land suitability map for barley, alfalfa, canola, bean, chickpea and carrot in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

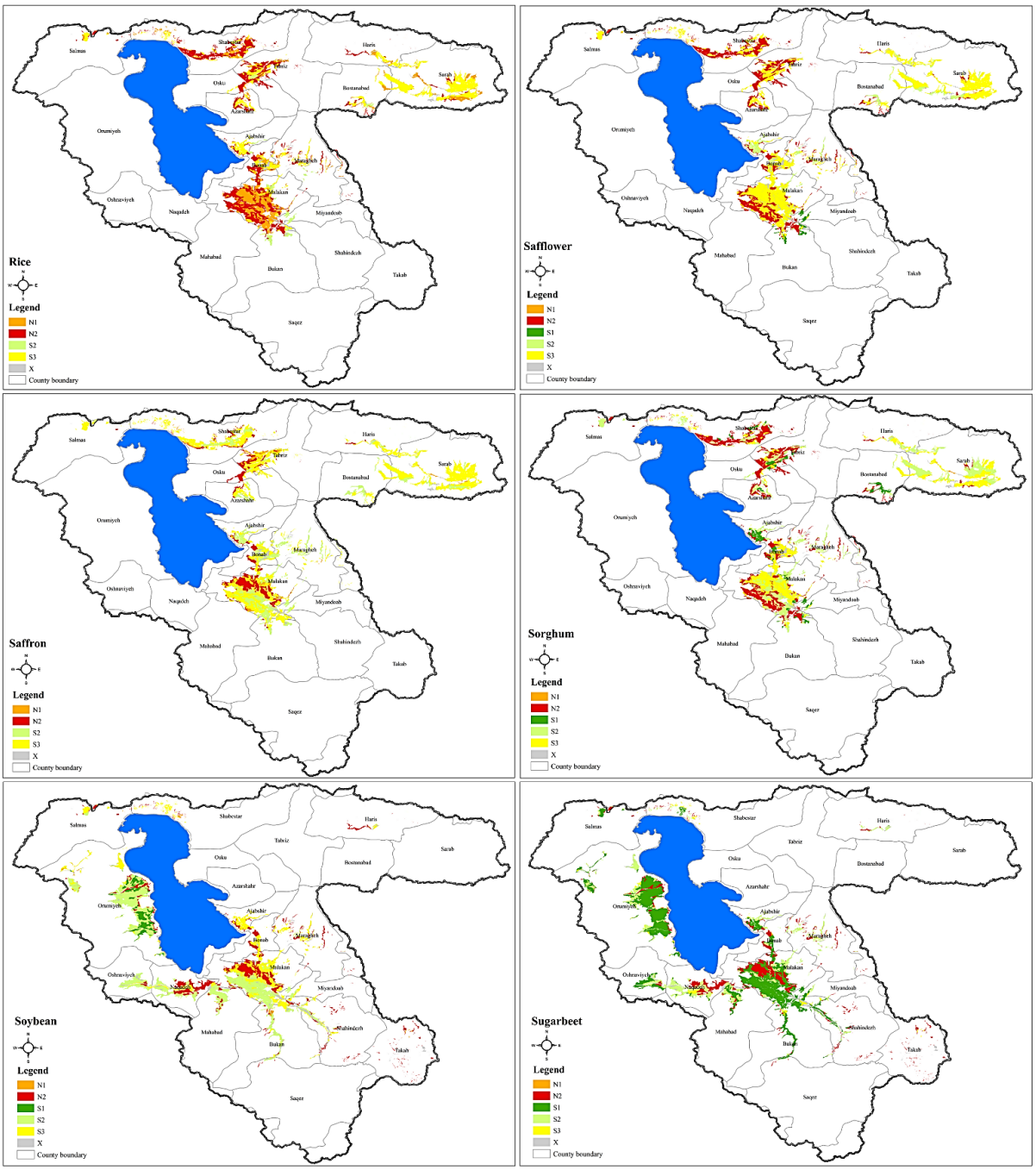


شکل 11- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات خیار، پنبه، ذرت دانه‌ای، سیر، سیب‌زمینی و پیاز در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 11– Land suitability map cucumber, cotton, grain maize, garlic, potato and onion in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

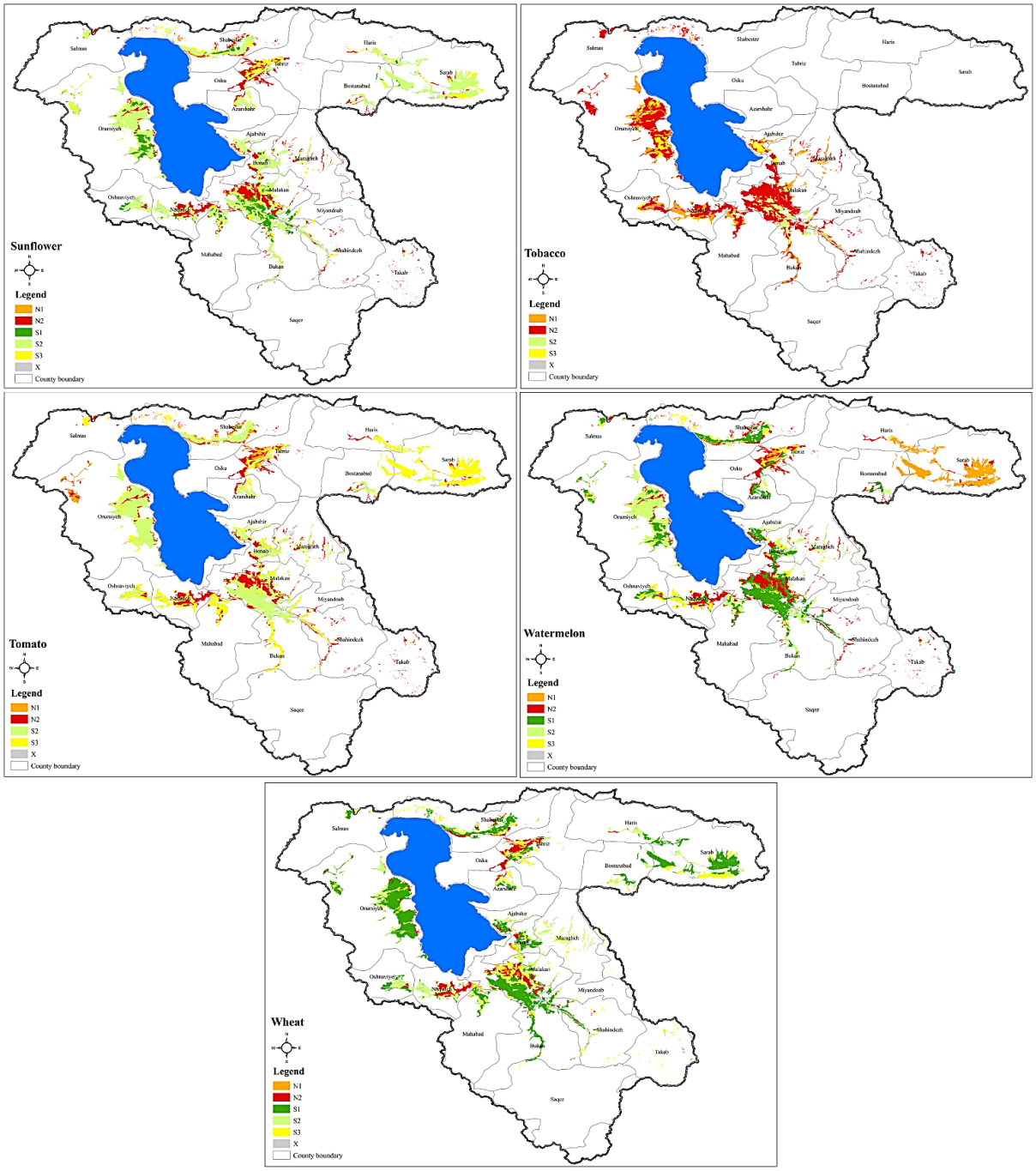


شکل 12- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات گلرنگ، برنج، سورگوم، زعفران، چغندرقند و سویا در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 12– Land suitability map for safflower, rice, sorghum, saffron, sugar beet and soybean in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

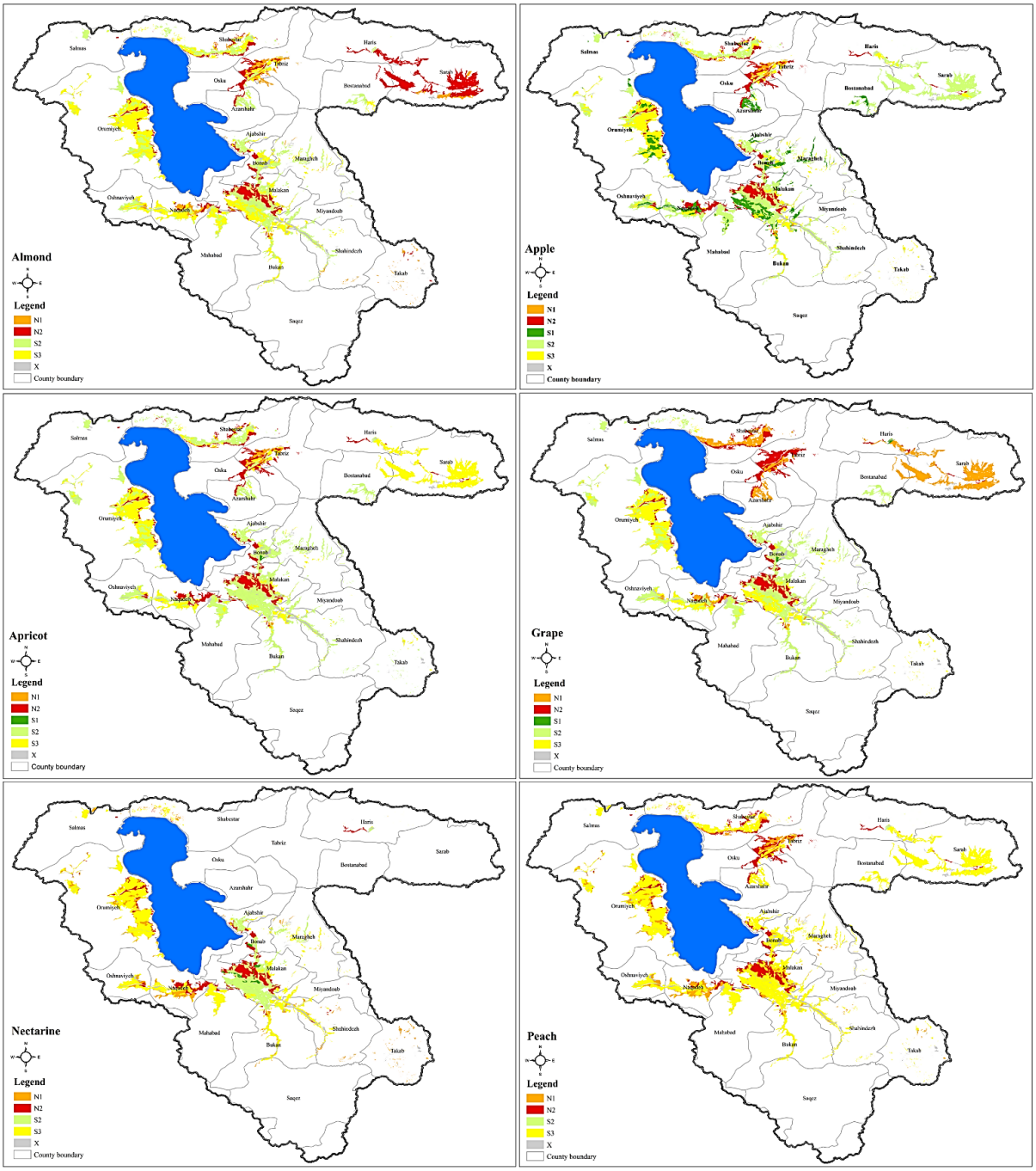


شکل 13- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات توتون، آفتابگردان، هندوانه، گوجه‌فرنگی و گندم در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 13– Land suitability map for tobacco, sunflower, watermelon, tomato and wheat in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

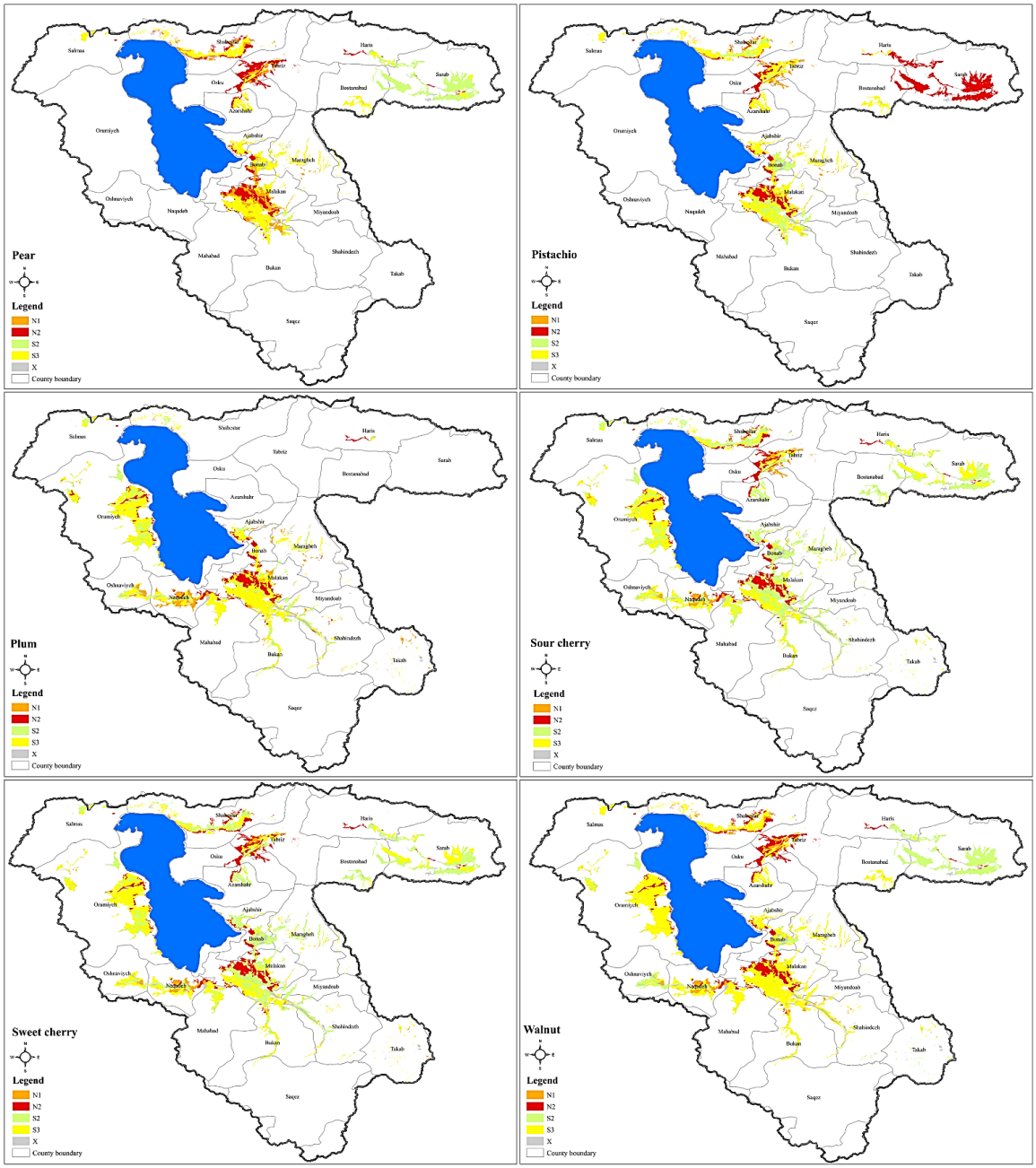


شکل 14- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات سیب، بادام، زردآلو، انگور، هلو و شلیل در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 14– Land suitability map for apple, almond, apricot, grape, peach and nectarine in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 15- نقشه تناسب اراضی برای کشت محصولات پسته، گلابی، آلبالو، آلو، گیلاس و گردو در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

Fig. 15– Land suitability map for pistachio, pear, sour cherry, plum, sweet cherry, and walnut in Urmia lake basin

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه درآمد خالص محصولات مورد مطالعه نیز نشان می‌دهد که زعفران (حدود 248 میلیون ریال)، گوجه‌فرنگی (210 میلیون ریال)، پیاز (209 میلیون ریال)، خیار (208 میلیون ریال)، پسته (192 میلیون ریال)، گیلاس (196 میلیون ریال)، سیب (169 میلیون ریال)، انگور (151 میلیون ریال)، سورگوم (154 میلیون ریال)، سیر (152 میلیون ریال) و چغندرقند (145 میلیون ریال) محصولاتی هستند که بیشترین سود خالص را عاید کشاورزان می‌کنند. در صورتی‌که الگوی کشت منطقه با هدف بیشینه سازی درآمد خالص کشاورزان و بهره‌وری اقتصادی آب و کمینه سازی مصرف آب بهینه سازی شود به گونه‌ای که مجموع سطح کشت محصولات بدون تغییر باقی بماند و حداکثر سطح قابل تغییر هر یک از محصولات 50 درصد سطح فعلی آن‌ها باشد، در این صورت سطح محصولات با درآمد خالص بالا و نیاز آبی کم افزایش و محصولات با نیاز آبی بالا و درآمد کم کاهش خواهد یافت که در جدول 3 در سناریو 1 نشان داده شده است.

در این سناریو، یونجه، بادام، زردآلو، لوبیا، هویج، پنبه، ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای، شلیل، هلو، گلابی، آلو، سیب‌زمینی، گلرنگ، آلبالو، چغندر قند، آفتابگردان و گردو محصولاتی هستند که از سطح زیر کشت آنها کم شده و به سطح کشت محصولات سیب، جو، کلزا، نخود، خیار، سیر، انگور، پیاز، پسته، زعفران، سورگوم، گیلاس، گوجه‌فرنگی، هندوانه و گندم افزوده می‌شود. بر اساس این سناریو، کل مصرف آب منطقه حدود 7 درصد (حدود 241 میلیون متر مکعب) کاهش پیدا کرده و میزان درآمد کل منطقه حدود 21 درصد (6273 میلیون ریال) افزایش پیدا می‌کند.

در صورتی که بهینه‌سازی الگوی کشت با اهداف کمینه‌سازی مصرف آب و بیشینه‌سازی درآمد کشاورزان و بهره‌وری اقتصادی آب با لحاظ کردن نتایج تناسب اراضی به عنوان قیدهای محدود کننده صورت بگیرد (سناریو 2)، در این شرایط محصولات سیب (8652 هکتار)، جو (762 هکتار)، خیار (108197 هکتار)، انگور (7705 هکتار)، پیاز (14314 هکتار)، زعفران (67126 هکتار)، سورگوم (43469 هکتار)، چغندرقند (2837 هکتار)، گیلاس (17868 هکتار)، گوجه فرنگی (29457 هکتار)، هندوانه (6935 هکتار)، گردو (1160 هکتار) و گندم (128777 هکتار) محصولاتی هستند که در الگو قرار می‌گیرند. در سناریو 3 ارائه شده در جدول 3، کل مصرف آب حدود 2/86 میلیارد متر مکعب، درآمد کل حدود 41607 میلیارد ریال و شاخص بهره‌وری اقتصادی آب حدود 14530 ریال بر متر مکعب به دست آمد که در مقایسه با الگوی کشت موجود، کل آب مصرفی حدود 11/7 درصد کاهش و کل درآمد منطقه و شاخص بهره‌وری اقتصادی آب به ترتیب 27/1 و 43/9 درصد افزایش یافت. عیسی‌نژاد و همکاران (Isanezhad et al., 2015) به مطالعه اثر تغییر الگوی کشت بر احیای دریاچه ارومیه پرداختند و پیشنهاد کردند که در اصلاح الگوی کشت با هدف کاهش مصرف آب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، از بین محصولات زراعی سطح محصولات با نیاز آبی بالا نظیر چغندرقند، پیاز و یونجه کاهش پیدا کرده و سطح محصولاتی نظیر گندم، جو و کلزا افزایش پیدا کند. آن‌ها همچنین گزارش کردند که محصولات باغی سیب، انگور و زردآلو بیشترین حجم مصرف آب را در این گروه از محصولات به خود اختصاص می‌دهند، بنابراین با جایگزین کردن باغ‌های کم‌بازده این محصولات با محصول پسته می‌توان تا حد قابل توجهی مصرف آب در بخش کشاورزی را کاهش داد. ساعد و همکاران (Saed et al., 2019) بر اساس مفهوم ردپای آب و اقتصاد تولید به ارزیابی و پیشنهاد الگوی کشت مناسب حوضه رودخانه زرینه‌رود پرداخته و گزارش کردند که در سناریوهای مختلف ترسالی و خشکسالی، سطح محصولات ذرت، سیب‌زمینی و چغندرقند کاهش یافته و سطح محصولات خیار، گوجه‌فرنگی و پیاز افزایش پیدا می‌کند. همچنین، در سناریو سال‌های خشک و متوسط، سطح محصولات گندم افزایش و یونجه کاهش پیدا می‌کند که در تایید یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. نراقی و همکاران (Naraghi et al., 2015) نیز توسعه محصولات پسته و زعفران به دلیل بهره‌وری اقتصادی بیشتر، توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، افزایش سطح محصولات گندم، جو و کلزا و کاهش سطح زیر کشت یونجه و جایگزینی آن با محصولات علوفه‌ای دیم را از راهکارهای موثر برای احیای دریاچه ارومیه پیشنهاد دادند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- شاخص‌های محاسبه شده برای محصولات زراعی مورد مطالعه

Table 1- Calculated indices for studied field crops

محصول Crop	هزینه تولید Cost of production (1000 Rls.ha^{-1})	عملکرد Yield (kg.ha^{-1})	قیمت محصول Price (Rls.kg^{-1})	درآمد ناخالص Gross production value (1000 Rls.ha^{-1})	سود خالص Net return (1000 Rls.ha^{-1})	نیاز آبی Crop water requirement (m^{-3} ha^{-1})	نیاز آبیاری Irrigation requirement (m^{3}.ha^{-1})	بهره وری آب Water productivity (kg.m^{-3})	بهره‌وری اقتصادی آب Economic water productivity (Rl.m^{-3})
گندم Wheat	39720	3328	13000	53248	13528	2561	3725	0.89	3631
جو Barley	30470	2815	11100	39692	9222	1760	2561	1.1	3601
کلزا Canola	30166	1942	28000	54959	24793	2925	4255	0.46	5827
یونجه Alfalfa	42305	7565	7200	56738	14432	6795	9884	0.77	1460
لوبیا Bean	55968	1627	56300	92088	36120	4479	6515	0.25	5544
هویج Carrot	143110	28964	7850	236057	92947	5303	7713	3.76	12050
نخود Chickpea	21000	1360	45000	61608	40608	3015	4386	0.31	9259
پنبه Cotton	56854	2850	43000	123405	66551	7809	11358	0.25	5859
خیار Cucumber	131890	22275	15000	340808	208918	3766	5477	4.07	38143
سیر Garlic	221975	11584	32000	374163	152188	5178	7531	1.54	20208
ذرت علوفه‌ای Forage maize	52843	47781	1950	107507	54664	5537	8054	5.93	6787
ذرت دانه‌ای Grain maize	53134	7512	10500	81130	27996	5804	8442	0.89	3316
پیاز Onion	148348	37419	9250	357351	209004	6583	9576	3.91	21827
سیب‌زمینی Potato	110859	26250	8150	221813	110954	5853	8514	3.08	13032
گلرنگ Safflower	35142	1500	28500	43200	8058	5379	7823	0.19	1030
سورگوم Sorghum	52800	90060	2000	207138	154338	2702	3930	22.92	39272
چغندرقند Sugar beet	73413	50931	4000	219003	145591	7653	11132	4.58	13079
آفتابگردان Sunflower	50000	1749	42700	75207	25207	5486	7979	0.22	3159
گوجه‌فرنگی Tomato	131765	38872	8500	342074	210309	5652	8221	4.73	25581
هندوانه Watermelon	103945	30407	6600	209808	105863	4009	5831	5.21	18154
زعفران Saffron	120000	4.6	80000000	368001	248001	1022	1486	0.0031	166899

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- شاخص‌های محاسبه شده برای محصولات باغی مورد مطالعه

Table 2- Calculated indices for studied horticultural crops

محصول Crop	هزینه تولید Cost of production (1000 Rls.ha^{-1})	عملکرد محصول Yield (kg.ha^{-1})	قیمت محصول Price (Rls. kg^{-1})	درآمد ناخالص Gross production value (1000 Rls.ha^{-1})	سود خالص Net return (1000 Rls.ha^{-1})	نیاز آبی Crop water requirement (m^{-3}.ha^{-1})	نیاز آبیاری Irrigation requirement (m^{-3}.ha^{-1})	بهره وری آب Water productivity (kg.m^{-3})	بهره وری اقتصادی آب Economic water productivity (Rls.m^{-3})
بادام Almond	148000	1240	155000	192572	44572	6741	9805	0.13	4546
سیب Apple	207960	17295	21500	377031	169071	6134	8922	1.94	18951
زردآلو Apricot	118473	4533	27600	126471	7998	5071	7377	0.61	1084
انگور Grape	118029	13585	19550	269662	151634	5523	8033	1.69	18877
شلیل Nectarine	165930	9675	22000	215753	49823	5985	8705	1.11	5723
هلو Peach	166705	9958	21600	218080	51375	5985	8705	1.14	5901
گلابی Pear	174960	9980	25500	257484	82524	6465	9404	1.06	8776
پسته Pistachio	130000	750	430000	322725	192725	5250	7636	0.1	25238
آلو Plum	126490	8647	17000	149593	23103	6404	9315	0.93	2480
آلبالو Sour cherry	117980	5750	30500	177100	59120	5827	8476	0.68	6975
گیلاس Sweet cherry	144480	5882	57700	341156	196676	5827	8476	0.69	23203
گردو Walnut	190000	1738	181000	315099	125099	7117	10352	0.17	12084

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- سطح محصولات در الگوی کشت فعلی و بهینه

Table 3- Crops area in the current and optimal cropping pattern

	الگوی کشت فعلی Existing cropping pattern	الگوی کشت بهینه (سناریو 1) Optimal cropping pattern (Scenario 1)	الگوی کشت بهینه (سناریو 2) Optimal cropping pattern (Scenario 2)	الگوی کشت بهینه (سناریو 3) Optimal cropping pattern (Scenario 3)
یونجه Alfalfa	82,328	41,164	0	71152
بادام Almond	11,922	5,961	0	5961
سیب Apple	69,648	104,472	8652	52722
زردآلو Apricot	7,296	3,648	0	0
جو Barley	25,121	37,682	762	25121
لوبیا Bean	2,544	1,272	0	1272
کلزا Canola	1,299	1,949	0	5962
هویج Carrot	462	231	0	231
نخود Chickpea	470	705	0	908
پنبه Cotton	200	100	0	100
خیار Cucumber	1,808	2,712	108197	4040
سیر Garlic	94	141	0	141
انگور Grape	34,584	51,876	7705	41340
ذرت علوفه ای Forage Maize	5,053	2,527	0	0
ذرت دانه ای Grain Maize	4,638	2,319	0	2319
شلیل Nectarine	2,256	1,128	0	1128
پیاز Onion	4,796	7,194	14314	4796
هلو Peach	5,667	2,834	0	0
گلابی Pear	1,375	688	0	687
پسته Pistachio	478	717	0	25067
آلو Plum	3,034	1,517	0	1517
سیب زمینی Potato	10,758	5,379	0	5379
گلرنگ Safflower	13	7	0	0
زعفران Saffron	23	50	67126	33638
سورگوم Sorghum	11		43469	3630
آلبالو Sour Cherry	1,576	0	0	788
چغندرقند Sugar Beet	22,707	11,354	2837	17188
آفتابگردان Sunflower	6,704	3,352	0	3352

www.SID.ir

Archive of SID

گیلاس Sweet Cherry	1,311	1,967	17868	1967
گوجه فرنگی Tomato	8,781	13,172	29457	8781
هندوانه Watermelon	1,033	1,550	6935	1549
گندم Wheat	109,700	124,283	128777	114717
گردو Walnut	10,100	5,050	1160	2319
کل مصرف آب* Total water consumption	3,242,005,995	3,000,435,000	2,100,980,000	2,863,636,000
کل درآمد* Total net return	32,745	36,262	65,648	41,607
بهره‌وری اقتصادی آب* Economic water productivity	10100	12086	31246	14530

* مصرف آب، درآمد و بهره‌وری اقتصادی آب به ترتیب بر حسب متر مکعب، میلیارد ریال و ریال بر مترمکعب می‌باشند.

*Water consumption, return and economic water productivity are based on m^3, billiond rials and $rials.m^{-3}$, respectively.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که طی 10 سال گذشته (از میانگین سه سال پایه 85-1382 تا میانگین سه ساله 95-1392)، سطح محصولات زراعی آبی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه کاهش یافته و سطح محصولات باغی آبی افزایش پیدا کرده است. مقایسه سطح محصولات نشان می‌دهد که طی این مدت، سطح محصولات، یونجه، اسپرس و پیاز بیش از سایر محصولات کاهش پیدا کرده است و سطح محصولاتی مانند ذرت علوفه‌ای و گوجه‌فرنگی افزایش یافته است. مقایسه سطح محصولات باغی نیز نشان می‌دهد که طی این مدت سطح محصولات سیب، زردآلو، آلو و هلو افزایش یافته و سطح محصول انگور کاهش پیدا کرده است. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مورد مطالعه نشان داد که در بین گیاهان زراعی، گندم، جو، کلزا، یونجه، آفتابگردان، ذرت دانه‌ای، سیب‌زمینی، پیاز و گوجه‌فرنگی بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. در بین محصولات باغی مورد مطالعه، گیلاس، آلبالو، زردآلو و سیب بیشترین سطح رده مناسب را به خود اختصاص می‌دهند. در مطالعه حاضر، مناطق دارای پتانسیل کشت مناسب برای هر یک از محصولات مورد مطالعه مشخص گردید و نوع و شدت عوامل محدود کننده برای هر محصول در هر منطقه به دست آمد. نتایج به دست آمده از بهینه‌سازی الگوی کشت با اهداف بیشینه کردن درآمد کشاورزان و بهره‌وری اقتصادی آب و کمینه‌سازی مصرف آب و با لحاظ کردن نتایج ارزیابی تناسب اراضی و نیازهای منطقه‌ای نشان داد که سطح محصولات یونجه، بادام، زردآلو، لوبیا، هویج، پنبه، ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای، شلیل، هلو، گلابی، آلو، سیب‌زمینی، گلرنگ، آلبالو، چغندرقند، آفتابگردان و گردو به دلیل نیاز آبی بالا و درآمد کمتر و یا سطح تناسب کمتر کاهش پیدا کرده و سطح محصولات کلزا، خیار، سیر، پسته، زعفران، سورگوم، گیلاس و هندوانه افزایش پیدا می‌کند.

سپاس و قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای مهندس عباس کشاورز معاون محترم وزیر در امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی و جناب آقای دکتر کاظم خاوازی معاون وزیر و رئیس محترم سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به خاطر پشتیبانی در اجرای پروژه ارزیابی تناسب اراضی کشور برای محصولات زراعی و باغی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ahmadaali, J., Barani, G.A., Qaderi, K., and Hessari, B. 2018. Analysis of the effects of water management strategies and climate change on the environmental and agricultural sustainability of Urmia Lake Basin, Iran. Water 10: 160-181.

Alamdari, P., and Amanifar, S. 2016. Land suitability classification of East Azerbaijan research station for tomato,

www.SID.ir

Archive of SID

potato, onion and bean. International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD) 6: 117-122.

Amini Fasakhodi, A., Nouri, S.H., and Amini, M. 2010. Water resources sustainability and optimal cropping pattern in farming systems; a multi-objective fractional goal programming approach. Water Resources Management 24: 4639-4657.

Ayoubi, S.H., and Jalalian, A. 2010. Land Evaluation (Agricultural and Natural Resources). Isfahan University of Technology Publication Isfahan, Iran. (In Persian)

Daneshi, A., Vafakhah, M., and Panahi, M. 2016. Economic Assessment of Change in Cropping Pattern in Siminehrud Sub-basin to Improve Agricultural Water Management: An Effort to Restore Urmia Lake Using PES Scheme. Iran-Water Resources Research 11: 57-68. (In Persian with English Summary)

Dumanski, J., Bindraban, P.S., Pettapiece, W., Bullock, P., Jones, R.J., and Thomasson, A. 2010. Land classifications, sustainable land management, and ecosystem health. Interdisciplinary and Sustainability Issues in Food and Agriculture 3: 244-266.

El Gafy, I., Grigg, N., and Reagan, W. 2017. Water-food-energy nexus index to maximize the economic water and energy productivity in an optimal cropping pattern. Water International 42: 495-503.

FAO. 1976. A framework for land evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p .71.

FAO. 1993. Guidelines for land use planning. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Gupta, M., and Bhattacharjee, D. 2012. Two weighted fuzzy goal programming methods to solve multiobjective goal programming problem. Journal of Applied Mathematics 1-20.

Hadi, H., Azadi Mobaraki, M., and Sanaei Ghehi, M. 2016. Grape production constraints in terms of climatic elements and land physical factors using AHP model in GIS environment (Case study: East Azarbaijan Province). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 26: 159-172. (In Persian with English Summary)

Hesami, A., and Amini, A. 2016. Changes in irrigated land and agricultural water use in the Lake Urmia basin. Lake and Reservoir Management 32: 288-296.

Huang, J., Ridoutt, B.G., Xu, C., Zhang, H., and Fu, C. 2012. Cropping pattern modifications change water resource demands in the Beijing metropolitan area. Journal of Integrative Agriculture 11: 1914-1923.

Isanezhad, R., Zarifian, S., Raheli, H., Kouhestani, H., and Beheshti Nahand, S. 2015. Assessing the effects of optimal cropping pattern in Lake Urmia basin on restoration of Lake Urmia. GMP Review 18: 464-468.

Jafarzadeh, A., Alamdari, P., Neyshabouri, M., and MRN, S.S. 2008. Land suitability evaluation of Bilverdy Research Station for wheat, barley, alfalfa, maize and safflower. Soil and Water Research 3: 81-88.

Jafarzadeh, A.A., and Abbasi, G. 2006. Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize, and alfalfa on soils of the Khalat pushan research station. Biologia 61: 349-352.

Jamshidi, K. 2017. Identifying suitable areas for Table Grape cultivation in Boukan Using GIS. Pomology Research 2: 17-40. (In Persian with English Summary)

Jayaraman, R., Colapinto, C., La Torre, D., and Malik, T. 2017. A Weighted goal programming model for planning sustainable development applied to Gulf Cooperation Council Countries. Applied Energy 185: 1931-1939.

Kalbouneh, S. 2011. Cropping patterns as a tool for water resource management in Palestine: date palm cultivation in Jiftlik, Jordan Valley. International Journal of Environmental Studies 68: 447-460.

Kelley, H.W. 1983. Keeping the land alive: Soil erosion- its causes and cures. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Li, X., Kang, S., Niu, J., Du, T., Tong, L., Li, S., and Ding, R. 2017. Applying uncertain programming model to improve regional farming economic benefits and water productivity. Agricultural Water Management 179: 352-365.

Ministry of Agriculture-Jahad. 2005-2016. Agricultural Statistics. (In Persian)

Ministry of Energy. 2012. Water master plan studies in the form of integrated water resources management: Urmia lake basin. Missions of Bureau, p. 275. (In Persian)

Mohammadi, H., Sargazi, A., Dehbashi, V., and Poudineh, M. 2016. Optimization of cropping pattern with an emphasis on social benefits in the rational exploitation of water (A case study of Fars Province). Journal of Environmental Science and Technology 17: 107-115.

Naraghi, M., Akbari, G.A., and Banihabib, M.E. 2015. Optimal cropping pattern of Urmia lake basin. The first international and the fourth national conference of IRANs Environmental and Agricultural Research, Hamedan, Iran, pp. 1-9. (In Persian)

Pakpour Rabati, A., Jafarzadeh, A., Shahbazi, F., and Ammary, P. 2013. Assessment of Susceptible Land for Some Agricultural crops in some regions of West Azerbaijan Province using Geographical Information System. Journal of Water and Soil Science 23: 65-76.

Pal, B.B., Goswami, S.B., Sen, S., and Banerjee, D. 2012. Using fuzzy goal programming for long-term water resource allocation planning in agricultural system: a case study. Mathematical Modelling and Scientific Computation.

www.SID.ir

Archive of SID

Springer, pp. 170-184.

Pal, B.B., and Kumar, M. 2014. Extended goal programming approach with interval data uncertainty for resource allocation in farm planning: A case study. ICT and Critical Infrastructure: Proceedings of the 48th Annual Convention of Computer Society of India-Vol I. Springer, pp. 639-651.

Rabati, A.P., Jafarzadeh, A., Shahbazi, F., Rezapour, S., and Momtaz, H. 2012. Qualitative and quantitative land-suitability evaluation for sunflower and maize in the north-west of Iran. Archives of Agronomy and Soil Science 58: 1229-1242.

Regulwar, D., and Gurav, J. 2014. Irrigation Planning with Fuzzy Parameters: An Interactive Approach. Journal of Agricultural Science and Technology 16: 1157-1172.

Rodrigues, G.C., and Pereira, L.S. 2009. Assessing economic impacts of deficit irrigation as related to water productivity and water costs. Biosystems Engineering 103: 536-551.

Rouw, M. 2017. Socially navigating through the Urmia Lake debate: Framing analysis of a shrinking salt lake in north-western Iran. Water Resources Management Group. Wageningen University, Netherlands, p. 52.

Saed, B., Afshar, A., Jalali, M., Ghoreishi, M., and Aminpour Mohammadabadi, P. 2019. A Water Footprint Based Hydro-Economic Model for Minimizing the Blue Water to Green Water Ratio in the Zarrinehrud River-Basin in Iran. AgriEngineering 1: 58-74.

Shokati, B., Asgharipour, M., Ghanbari, A., and Feizizadeh, B. 2016. Suitability assessment of saffron cultivation using GIS based multi-criteria decision analysis approach; Study area: East-Azerbaijan province. Desert 21: 115-131.

Singh, A. 2017. Optimal allocation of water and land resources for maximizing the farm income and minimizing the irrigation-induced environmental problems. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 31: 1147-1154.

Sobhani, B., and Azarm, K. 2016. Assessing ability of land for planting canola in West Azerbaijan Province using multi-criteria decision-making approaches. Water and Soil Science 26: 27-41.

Soil and Water Research Institute. 2018a. Crop requirements of field crops. Karaj, Iran. (In Persian)

Soil and Water Research Institute. 2018b. Crop requirements of horticultural crops. Karaj, Iran. (In Persian)

Soil and Water Research Institute. 2018c. Phenology of field crops by provinces. Karaj, Iran. (In Persian)

Soil and Water Research Institute. 2018d. Phenology of horticultural crops by provinces. Karaj, Iran. (In Persian)

Sun, S., Wu, P., Wang, Y., and Zhao, X. 2015. Impact of changing cropping pattern on the regional agricultural water productivity. The Journal of Agricultural Science 153: 767-778.

Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. Land evaluation. Part II: Methods in land evaluation. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., and Beernaert, F. 1993. Land evaluation part III, crop requirements. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.

Urmia Lake Restoration Program. 2015. Urmia Lake drying reasons and probable treats. Iran, pp. 1-50. (In Persian)

Urmia Lake Restoration Program. 2017. Challenges of Urmia Lake and Restoration Program. 76. (In Persian)

Urmia Lake Restoration Program. 2019. About Urmia Lake Basin. (In Persian)

Vafabakhsh, J. 2016. Priciples of crop planning in water defficit condition in Iran. In: Koocheki, A., Khajeh Hosseini, M. (Eds.), Water deficit crop production in Iran: Strategies and applications. Mashhad Jahad-e-Daneshgahi Press, Mashhad, p. 616. (In Persian)

Youneszadeh Jalili, S., Kamali, M., and Daneshkar Arasteh, P. 2017. Analytical study of land use changes (Irrigated agriculture) in the watershed of lake Urmia using landsat imagery. JWSS-Isfahan University of Technology 20: 15-28. (In Persian with English Summary)

Zangeneh, M., Omid, M., and Akram, A. 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy 35: 2927-2933.

Zarinkafsh, M. 2008. The Evaluation of Land Suitability, Classification and Capability. Jahangir Publication, Tehran. (In Persian)

Zeng, X., Kang, S., Li, F., Zhang, L., and Guo, P. 2010. Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. Agricultural Water Management 98: 134-142.

Ziaei Javid, A. 2014. Qualitative land suitability classification for major crop products in Tabriz plain, Eastern Azerbaijan Province, Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS) 7: 620-623.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 775-805

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 805-775

Comparative Study of Cropping Pattern and Land Suitability of Major Horticultural and Field Crops in the Urmia Lake Basin

J. Vafabakhsh[1*], A. Mohammadzadeh[2], K. Bazargan[3] and M.N. Navidi[4]

Submitted: 23-08-2019
Accepted: 14-10-2019

Vafabakhsh, J., Mohammadzadeh, A., Bazargan, K., and Navidi, M.N. 2019. Comparative study of cropping pattern and land suitability of major horticultural and field crops in the Urmia Lake Basin). Journal of Agroecology. 11(3): 775-805.

Introduction

Over the last two decades, Urmia Lake, the second largest hypersaline lake by area in the world, has been largely desiccated and its water volume and surface area have declined by 80%. Generally, this process is attributed to a combination of factors including climate change, water overuse for agriculture within the lake's watershed, and mismanagement of water resources. One of the widely suggested solutions in restoration program of Urmia lake for sustainable use of land and water resources is the modification of cropping pattern within the lake's watershed. Land suitability analysis helps planners and policy makers in the agriculture sector in deciding on the presence or absence of a specific plant in the optimal cropping pattern. The present study analyzed the cropping pattern and evaluated land suitability for major field and horticultural crops in the Urmia lake basin.

Material and Methods

All required data were obtained from the Ministry of Agriculture - Jihad. Weighted goal programming (WGP) model was applied to optimization of cropping pattern with considering three goals including maximizing net return (NR), maximizing economic water productivity (EWP) and minimizing water consumption (WC). GAMS software were used to solve the optimization model. Land suitability evaluation was done using Parametric Method for 22 field crops including wheat, barley, grain maize, bean, soybean, sunflower, canola, safflower, alfalfa, forage sorghum, potato, carrot, cotton, sugar beet, garlic, tobacco, tomato, onion, watermelon, saffron and cucumber and 12 horticultural crops including almond, apricot, peach, nectarine, sour cherry, sweet cherry, plum, apple, pear, grape, walnut and pistachio.

Results and Discussion

The results revealed that during the past 10 years (from 3-years average of 2004-2006 to 2014-2016), cultivated area of irrigated field crops in the study area had declined in contrast to increasing trend of cultivated area for irrigated horticultural crops. Comparison of field crops for this period shows that area of wheat (from 151000 to 110000 ha), alfalfa (from 97000 to 82000 ha), sainfoin (from 15000 to 5000 ha) and onion (from 9800 to 4800 ha) had reduced while the corn silage (from 1354 to 5000 ha) and tomato (from 7382 to 8781 ha) cultivated area had increased in that period. Comparatively, the area of apple (from 62000 to 69000 ha), apricot (from 5800 to 7300 ha), plum (from 840 to 3000 ha) and peach (from 3523 to 5667 ha) had increased between two-time interval (from 3-years average of 2004-2006 to 2014-2016) in contrast to decrement of grape (from

1- Seed and Plant Improvement Research Department, Khorasan-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
2- Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, University of Shahid Beheshti, G.C., Tehran, Iran
3- Associate Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: vjavad@yahoo.com)
Doi:10.22067/jag.v11i3.83152

www.SID.ir

Archive of SID

38000 to 34000 ha) cultivated area. Results of land suitability evaluation showed that among the studied field crops, the highest suitable order area (including S_1, S_2 and S_3 classes) were related to wheat and barley by more than 375000 ha followed by canola and alfalfa with more than 350000 ha, sunflower with more than 340000 ha, grain maize with more than 330000 ha and potato, onion and tomato with 330000 ha. Among the horticultural crops, the highest area of suitable order was related to sweet cherry, sour cherry, apricot and apple with more than 350000 ha followed by walnut with more than 340000 ha and peach by about 330000 ha. Results of cropping pattern optimization showed that total water consumption about 378 MCM (11.7%) reduced compared to current cropping pattern however, total net return and economic water productivity increased about 27.1% and 43.9%, respectively. Crops characterized with relatively higher water requirements and lower economic benefits (viz. apricot, cotton, plum, safflower, and etc.) eliminated from cropping pattern. By contrast, area under crops such as saffron, pistachio, sorghum, sweet cherry, garlic and cucumber crops recommended to optimal cropping pattern mainly because of relatively lower water consumption and higher economic benefits.

Conclusion

In the present study, geographical distribution of suitable areas and main limiting factors for cultivation of each crop was determined. Generally, in the optimal cropping patterns, total water consumption decreased against an increase in net return and economic water productivity.

Keywords: Crop production limiting factors, Goal programming, Water productivity

www.SID.ir