ارزیابی میزان مصرف آب مزارع نیشکر با استفاده از تصاویر ماهوارهای سنتینل-2

نسرین زلکی بدیلی*، نورالدین بازگیر، کاظم حمادی، عادل زرگر

1- نسرین زلکی بدیلی – کارشناس مشاور معاونت حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان، zalakibadili@gmail.com

2- نورالدین بازگیر - معاون حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان، bazgir.n@kwpa.ir

3- کاظم حمادی – مدیریت دفتر فنی و مهندسی معاونت حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان، hemadi.k@ kwpa.ir

4- عادل زرگر پوررشید - رئیس گروه مانیتورینگ و بانک اطلاعات معاونت حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان، zargar.a@kwpa.ir

چکیده

از مهمترین کاربردهای فنآوری سنجش از دور در فعالیت‌های کشاورزی میتوان به تخمین سطح زیر کشت، وضعیت مزارع، میزان آب مصرفی و تخمین محصول اشاره کرد. در پژوهش حاضر به بررسی میزان آب مصرفی کشاورزی در مزارع 7 گانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی استان خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل 2 در سال‌های 1399 و 1400 پرداخته شده است. برای این منظور میانگین شاخص نرمال شده پوشش گیاهی[1]، میزان آب مورد نیاز و میزان مصرف واقعی برای بازه زمانی 4 ماه محاسبه گردیده است. ارزیابی نتایج حاکی از آن است که نحوه استفاده از آب در 6 واحد به نسبت سال گذشته بهبود یافته است.

واژه‌هاي كليدي: میزان مصرف آب، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، داده‌های سنتینل2، گیاه نیشکر

مقدمه

یکی از اهداف مهم در کشاورزی پایدار، حفظ اکوسیستمهای سالم با تاکید بر مدیریت منابع زمینی، آبی و طبیعی به منظور تحقق امنیت غذایی در سطوح محلی تا جهانی است. نیشکر یک محصول چند ساله است که به طور وسیعی کاشته میشود و نقش اصلی در کشاورزی برای تولید شکر و دیگر محصولات (بیودیزل، ملاس، باگاس، مواد مغذی و غیره) را دارا میباشد. کشور ایران با حدود 93.677 هکتار مساحت نیشکر برداشت شده با میانگین 73.78 تن در هکتار رتبه 27ام دنیا را دارا میباشد [6]. بررسی و نظارت بر رشد گیاه نیشکر در سطح کشت و صنعتها و دسترسی به دادههای میدانی یا مزرعهای به دلیل دشواری‌هایی مانند پرهزینه بودن و زمانبر محدود میباشد. استفاده از فنآوری سنجش از دور و دادههای سری زمانی بدلیل فراهم ساختن یک دید وسیع و یکپارچه از منطقه در بعد مکانی و زمانی، به دلیل سادگی در دسترسی به اطلاعات، دقت بالا و صرفه‌جویی در زمان و هزینه ابزاری سودمند در مطالعات کشاورزی و منابع آب و خاک میباشد. با استفاده از علم سنجش از دور میتوان پارامترهای مربوط به شرایط آبی گیاه مانند تبخیر و تعرق، میزان زیست توده[2] گیاه، غلظت رنگدانه و مقدار آب موجود در گیاه را برآورد کرد [4]. نشانههای رشد گیاه معمولاً بر روی تاج و پوشش گیاهی قابل مشاهده است که از جمله آنها میتوان به تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات رنگ گیاه اشاره کرد. تصاویر

[1] Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

[2] Biomass

ماهوارهای نشان دادهاند که توانایی ثبت این تغییرات برای مکانهای با پوشش گیاهی در مقیاس وسیع را دارند [5]. از آنجا که هدر رفت آب در ایران از میانگین جهانی بیشتر بوده و بزرگترین مصرف کننده آب در کشور، بخش کشاورزی است و با توجه به اینکه نیشکر یکی از عمدهترین محصولات کشاورزی در استان خوزستان میباشد، لذا در این تحقیق با استفاده از فناوری سنجش از دور به تحلیل و بررسی سطح سبز مزارع و تحلیل راندمان مصرف آب در مزارع نیشکر پرداخته شده است. در سالهای اخیر مطالعاتی همچون طبقهبندی اراضی، تخمین عملکرد محصول نیشکر و تشخیص آفت و بیماریها بر روی مزارع نیشکر انجام شده است. سریهای زمانی از تصاویر ماهوارهای یک فرصت منحصر به فرد برای سنجش از دور پوشش زمین و پایش بهرهوری محصولات کشاورزی و تفکیکهای زمانی و مکانی متفاوت میباشد [7]. در مطالعات زیادی امکان مشاهدات تصاویر ماهوارهای به صورت سریهای زمانی در تفکیکهای متفاوت برای پایش سبزینگی، تشخیص محصولات، تهیه نقشههای الگوهای فصلی رشد، تناوب زراعی محصولات و پیشبینی عملکرد را بررسی نمودهاند و متعاقبا مطالعات کمی استفاده از سریهای زمانی مشاهدات تصاویر ماهوارهای برای پیشبینی عملکرد محصول نیشکر را گزارش نمودند. اگر چه در برخی مطالعات، پیشبینیهای عملکرد با روش سنجش از دور با پردازش فقط یک تصویر ماهوارهای بین فصل نتایج خوبی در برداشته است [9] اما زمانبندی دریافت تصاویر و تاثیر شرایط آب و هوایی و تنشهای دیگر (نظیر کم آبی، بیماری یا کمبود عناصر غذایی) سبب بروز نتایج بشدت غیر دقیق شده است [6].

تولید نیشکر وابسته به عوامل محیطی میباشد که بطور فصلی و سالیانه تغییر میکنند و روابط پیچیدهای بین آنها حاکم است. استفاده از سری زمانی تصاویر ماهوارهای باعث نمایش بسیار دقیق عکسالعملهای محصول در طول زمان که متأثر از تغییرات محیطی مانند توزیع بارندگی، خشکسالی، کمبود عناصر غذایی و فاکتورهای مربوط دیگر یا تفاوت در مدیریت انسانی نظیر برنامه آبیاری، کوددهی، آفات، علفهای هرز و کنترل بیماریها و غیره میشود [2] و [8].

در تحقیقی در خصوص پیشبینی عملکرد نیشکر در منطقه کشت و صنعت امیرکبیر و عوامل موثر بر آن که با استفاده از درخت تصمیم برای سالهای 1392 الی 1396 صورت گرفت، نتایج تحقیق بیانگر دقت 80 تا 90 درصد بود [11]. در پژوهشی دیگر که برآورد مقدار نیتروژن تاج پوشش گیاه نیشکر با استفاده از تصاویر ماهوارهای لندست 8 در مزارع کشت و صنعت میرزاکوچک خان واقع در جنوب غربی استان خوزستان صورت گرفت، نتایج نشان دهنده همبستگی بالای شاخص سبزینگی با مقدار ازت برگ بود. [10]. به دلیل آنکه سریهای زمانی از شاخص سبزینگی بدست آمده از تصاویر ماهوارهای مشخص کننده الگوی رشد محصول میباشند، میتوانند زمانی از سال که محصول یک منطقه به حداکثر رشد خود رسیده باشد را مشخص کنند و همچنین نشان میدهد چه موقعی باید یک تصویر دریافت شود تا در پردازشهای تک تصویری برای پیشبینی محصول در آینده مورد استفاده قرار گیرد. اما روش تخمین محصول با یک تصویر با نتایج دقیقی همراه نبوده است. بنابراین پردازش تصاویر ماهوارهای با سریهای زمانی توصیه شده و روش بسیار مناسبی برای پیشبینی محصول با دقت بالا در صنعت نیشکر میباشد [6].

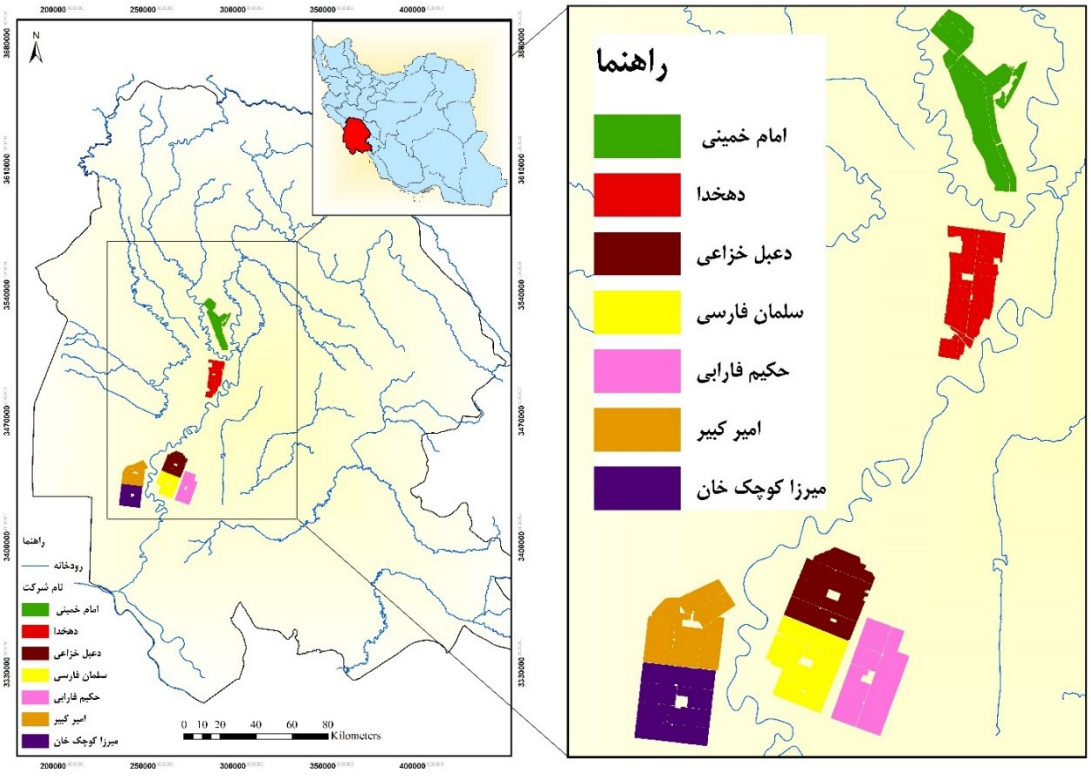
مولینگا و همکاران استفاده از انتگرال زمانی و تراکم مکانی از میانگین شاخص نرمال شده پوشش گیاهی برای پیشبینی عملکرد نیشکر در غرب کنیا را گزارش دادند [8]. شاخص سبزینگی نرمال شده استخراج شده از تصاویر ماهوارهای یکی از پرکاربردترین شاخصهای سبزینگی برای تعیین رشدشناسی محصول[3]، زیست توده و بهرهوری در تفکیک مکانی است. این شاخص در کاهش تأثیرات تضعیف اتمسفر و سایه، موثر است [1]. مشاهدات پي در پي شاخصهاي سبزينگي باعث ايجاد پروفايل فصلي محصول که نمايانگر پيشرفت کانوپي محصول از سبز شدن تا رسيدگي کامل است، مي‌شود. اين پروفايل‌ها وضعيت رشد محصول بر اساس عوامل محيطي را نشان مي‌دهند و در عملکرد نهايي محصول هم نقش دارند [6].

[3] Phenology

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: شامل واحدهای هفت گانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی واقع در استان خوزستان میباشد.

دادههای زمینی: شامل آمار برداشت آب و مصارف کشاورزی آب در واحدهای 7 گانه توسعه جانبی نیشکر در استان خوزستان میباشد.



شکل 1- منطقه مورد مطالعه

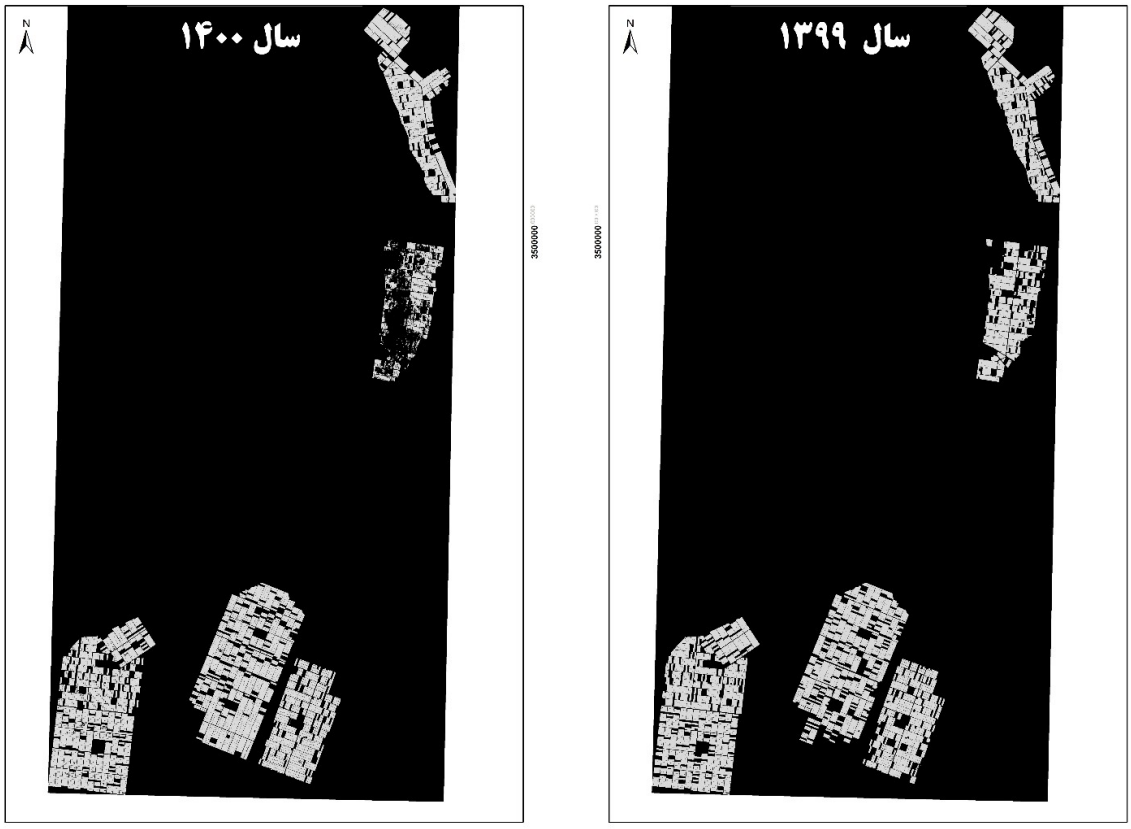
دادههای ماهوارهای: شامل دادههای ماهوارهای سنتینل 2 می‌باشند که به علت چند طیفی بودن امکان مطالعه منابع مختلف را فراهم کرده و همچنین دسترسی آنها در دورههای زمانی کوتاه مدت 4 تا 5 روزه به کاربران امکان بررسی به موقع تغییرات پدیدههای مختلفی مانند تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی را میدهد.در این مطالعه از سامانه گوگل ارث انجین[4] جهت دریافت تصاویر سری زمانی استفاده شده که این سکو[5] امکان دسترسی آسان و سریع به تصاویر ماهواره‌ای رایگان را فراهم نموده است که از مهترین ویژگی‌های آن می‌توان به دقت، کیفیت و به حداقل رساندن هزینهها و همچنین صرفه‌جویی در زمان اشاره کرد. در این پژوهش از تصاویر سری زمانی سنتینل 2 در بازه زمانی 4 ماهه، از اردیبهشت 1400 (می 2021) تا شهریور 1400 (سپتامبر 2021)، با قدرت تفکیک مکانی 10 متر استفاده شده است. لازم به ذکر است با استفاده از سریهای زمانی تصاویر ماهوارهای متناسب با فنولوژی گیاه نیشکر، تمام سطوح سبز در مرز محدوده مورد مطالعه کشت نیشکر قلمداد شده است. همچنین میزان مصرف پایه نیشکر بر اساس سند ملی و میزان مصرف و برداشت از میزان تخصیص و برنامه-ریزی شده توسط سازمان آب و برق خوزستان استخراج گردید.

[4] Google Earth Engine (GEE)

[5] Platform

نتایج و بحث

پس از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، انجام مراحل کار و محاسبه شاخص گیاهی در سال‌های 1399 و 1400 در بازههای زمانی که مزارع در اوج سبزینگی بودند، مساحت سطح زیر کشت هر واحد محاسبه و مطابق شکل 2 مشخص گردید.



شکل 2- برآورد سطح سبز مزارع نیشکر بر اساس تصاویر سنتینل 2

نتایج محاسبات سطح زیرکشت و برآورد نیاز آبی بر اساس سند ملی و میزان مصرف واقعی آب برای هر دو سال در جداول 1 و 2 ارائه شده است.

جدول 1- احجام آب برآوردی مورد نیاز (بر اساس سند ملی) در بازه زمانی مورد مطالعه

ردیف	نام شرکت	سال	سطح سبز بر اساس تصاویر ماهواره‌ای (هکتار)	برآورد احجام آب مورد نیاز بر اساس سند ملی (میلیون مترمکعب)				
				اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	تجمعی
1	امام خمینی	1399	9,982/17	32/67	51/50	51/96	45/60	181/73
		1400	10,915/57	35/73	56/31	56/82	49/86	198/72

						0		
167/88	41/93	47/37	46/83	31/76	8,185/37	1399	دهخدا	2
216/44	54/05	61/07	60/37	40/94	10,552/69	1400		
183/76	45/89	51/85	51/26	34/76	8,959/46	1399	دعبل خزاعی	3
200/55	50/08	56/59	55/94	37/94	9,778/20	1400		
142/29	35/53	40/15	39/69	26/92	6,937/49	1399	سلمان فارسی	4
194/40	48/55	54/85	54/23	36/78	9,478/48	1400		
177/69	44/37	50/14	49/56	33/61	8,663/40	1399	حکیم فارابی	5
198/58	49/59	56/03	55/39	37/57	9,682/32	1400		
196/11	48/98	55/33	54/70	37/10	9,561/90	1399	امیرکبیر	6
189/13	47/23	53/36	52/75	35/78	9,221/17	1400		
198/60	49/60	56/04	55/40	37/57	9,683/28	1399	میرزا کوچک‌خان	7
220/47	55/06	62/21	61/50	41/71	10,749/40	1400		

جدول 2- احجام آب مصرفی (واقعی) در بازه زمانی مورد مطالعه

ردیف	نام شرکت	سال	سطح سبز بر اساس تصاویر ماهواره‌ای (هکتار)	احجام واقعی مصرف آب (برداشت کشاورزی) (میلیون مترمکعب)				
				اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	تجمعی
1	امام خمینی	1399	9,982/17	51/47	53/44	70/11	59/56	234/58
		1400	10,915/57	56/63	55/72	60/33	60/64	233/33
2	دهخدا	1399	8,185/37	42/09	51/22	48/02	49/55	190/87
		140	10,552/69	40/79	31/51	39/48	34/84	146/62

						0		
262/87	67/06	66/52	75/91	53/38	8,959/46	1399	دعبل خزاعی	3
220/72	58/03	50/70	63/24	48/75	9,778/20	1400		
188/17	47/44	46/09	54/73	39/91	6,937/49	1399	سلمان فارسی	4
206/53	49/22	54/95	56/10	46/26	9,478/48	1400		
250/00	64/80	63/28	67/61	54/32	8,663/40	1399	حکیم فارابی	5
226/30	63/14	61/18	54/78	47/20	9,682/32	1400		
235/02	60/07	61/47	60/70	52/78	9,561/90	1399	امیرکبیر	6
218/73	58/29	53/26	59/38	47/81	9,221/17	1400		
257/18	68/08	70/47	63/87	54/76	9,683/28	1399	میرزاکوچک خان	7
240/49	64/07	65/02	58/89	52/51	10,749/40	1400		

بر اساس موارد اشاره شده و مقایسه برآورد نیاز آبی و برداشـت واقعی، مـیزان اختلاف تجمعی در بازه زمانی مورد مطالعه در جدول 3 مشخص شده است.

جدول 3- مقایسه تجمعی احجام آب برآوردی و مصرفی (واقعی) در بازه زمانی مورد مطالعه

ردیف	نام شرکت	سال	سطح سبز بر اساس تصاویر ماهواره‌ای (هکتار)	تجمعی حجم آب در بازه زمانی 4 ماهه مورد مطالعه (میلیون مترمکعب)			
				برآورد مورد نیاز	برداشت واقعی	اختلاف	درصد اختلاف
1	امام خمینی	1399	9,982/17	181/73	234/58	52/85	29/08
		1400	10,915/57	198/72	233/33	34/61	17/42
2	دهخدا	1399	8,185/37	167/88	190/87	22/99	13/69
		1400	10,552/69	216/44	146/62	-82/69	-26/32
3	دعبل خزاعی	1399	8,959/46	183/76	262/87	79/11	43/05
		1400	9,778/20	200/55	220/72	20/17	10/06

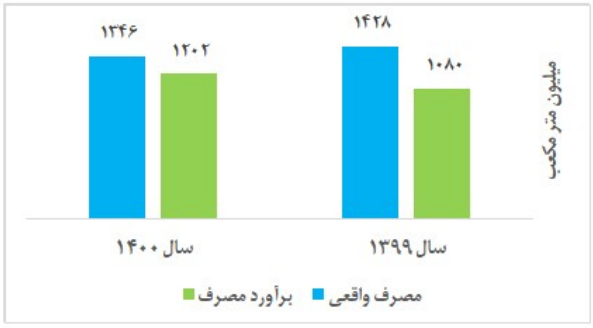
4	سلمان فارسی	1399	6,937/49	142/29	188/17	45/88	32/24
		1400	9,478/48	194/40	206/53	12/13	6/24
5	حکیم فارابی	1399	8,663/40	177/69	250/00	72/32	40/70
		1400	9,682/32	198/58	226/30	27/72	13/96
6	امیرکبیر	1399	9,561/90	196/11	235/02	38/90	19/84
		1400	9,221/17	189/13	218/73	29/60	15/65
7	میرزاکوچک خان	1399	9,683/28	198/60	257/18	58/57	29/49
		1400	10,749/40	220/47	240/49	20/01	9/08

با دقت در جدول 3 مشخص می‌شود که با توجه به افزایش سطح زیر کشت در واحد دهخدا به میزان تقریبی 29%، مصرف آب 32% کاهش داشته که با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و مطابق شکل 2، این کاهش مصرف به دلیل کمبود آب ناشی از خشکسالی بوده و باعث ایجاد تنش آبی در واحد مذکور شده است به همین علت از محاسبات آتی برای ارزیابی راندمان مصرف آب، حذف می‌گردد. با تجمیع داده‌ها برای 6 واحد دیگر و مقایسه 2 سالانه آنها، جدول زیر حاصل می‌گردد:

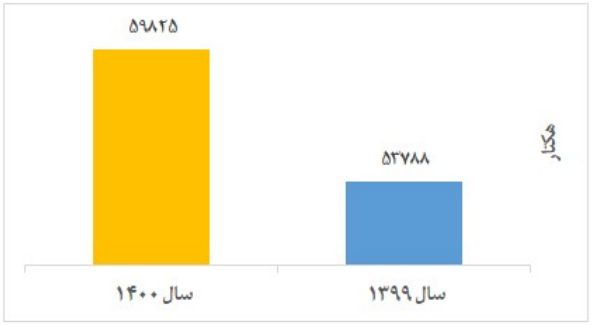
جدول 4- احجام آب برآوردی و مصرفی در بازه زمانی مورد مطالعه 6 واحد نیشکر

	سال 1399	سال 1400	اختلاف سال 1399 با سال 1400 (درصد)
سطح سبز (هکتار)	53,787/70	59,825/14	%11
برآورد مصرف بر اساس سند ملی (میلیون مترمکعب)	1,080/18	1,201/85	%11
مصرف واقعی (میلیون مترمکعب)	1,427/82	1,346/10	-%6
اختلاف برآورد مصرف با مصرف واقعی (درصد)	%32	%12	

همانطور که در جدول 4 مشخص است با توجه با افزایش 11% سطح سبز در سال 1400 انتظار می‌رفت که مصرف نیز 11% افزایش یابد در صورتی که مصرف واقعی در سال 1400 به میزان 6% نیز در مقایسه با سال 1399 کاهش داشته است.



نمودار 1 – مقایسه برآورد مصرف با مصرف واقعی در سال‌های 1399 و 1400



نمودار 2- مقایسه سطح سبز در سال 1399 با سال 1400

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق بررسی وضعیت میزان آب در مزارع نیشکر در واحدهای هفت گانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی با استفاده از تصاویر ماهوارهای بود. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته مشخص گردید کشت نیشکر در سال 1400 در مقایسه با سال 1399، افزایش یافته در حالی که میانگین مصرف آب در آن واحدها 6% کاهش یافته است (به جز واحد دهخدا) که این موضوع بیانگر استفاده (کارایی) بهتر که در اثر مدیریت بهینه و اثربخش به وجود آمده است و در نهایت باعث افزایش بهرهوری در مصرف آب شده است.

از سویی میزان برداشت واقعی در سال 1400 علیرغم بهرهوری بالاتر همچنان از برآورد میزان مورد نیاز بر اساس سند ملی، 12% بیشتر است هر چند که به نسبت سال 1399 حتی با افزایش سطح زیر کشت، کاهش 20% را نشان می‌دهد. این نکته بیانگر این موضوع نیز می‌باشد که با اصلاح روش‌های آبیاری و برنامه‌ریزی دوره‌ای برای آبیاری قطعات کشت شده در اراضی کشت و صنعت می‌توان به راندمان بهتر و صرفه‌جویی بیشتر در مصرف آب، دست یافت.

شایان ذکر است که واحد کشت و صنعت نیشکر دهخدا بدلیل موقعیت محل برداشت آب و اثرات خشکسالی رودخانه دز با تنش آبی مواجه گردیده که این میزان آسیب در تصاویر نیز مشخص میباشد و تخمین مزارع آسیب دیده نیز قابل بررسی میباشد.

منابع

[1] Bastidas Obando, E. and Carbonell Gonzalez, J. (2007). Evaluating the Applicability of MODIS Data for Forecasting Sugarcane Yields in Colombia. In International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Durban

[2] El Hajj, M., Bégué, A., Guillaume, S., & Martiné, J. F. (2009). Integrating SPOT-5 time series, crop growth modeling and expert knowledge for monitoring agricultural practices - The case of sugarcane harvest on Reunion Island. Remote Sensing of Environment. https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.04.009

[3] FAOSTAT. (2017). Sugarcane stat Of United Nation. Retrieved December 15, 1BC, from http://www.fao.org/faostat/en/#data

[4] Hajisharafi, H., Veysia, Sh., Zaree, Sh.(2017).Monitoring Sugarcane growth in the agro industry unit, Iran usingLandsat-8 data. https://civilica.com/doc/827515. (In Persian).

[5] Karnieli, A., & Dall'Olmo, G. (2003). Remote-sensing monitoring of desertification, phenology, and droughts. Management of Environmental Quality, 14, 22-38. 10.Lillesand, T.M., Keifer, R. W., and J.W. Chipman, 2004. Remote Sensing and image interperetation, 763p.

[6] KhosraviRad, M., Omid, M., Sarmadian, F., Hosseinpor, S.(2019). Sugarcane Yield Estimation Using LANDSAT Time-Series Imagery: (Case Study - MianAB Region in Khouzestan Province). https://ijbse.ut.ac.ir/article_72587.html. (In Persian)

[7] Morel, J., Bégué, A., Todoroff, P., Martiné, J. F., Lebourgeois, V., & Petit, M. (2014). Coupling a sugarcane crop model with the remotely sensed time series of fIPAR to optimise the yield estimation. European Journal of Agronomy. https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.08.004

[8] Mulianga, B., Bégué, A., Simoes, M., & Todoroff, P. (2013). Forecasting regional sugarcane yield based on time integral and spatial aggregation of MODIS NDVI. Remote Sensing. https://doi.org/10.3390/rs5052184.

[9] Robson, A., Abbott, C., Lamb, D., & Bramley, R. O. B. (2012). Developing sugar cane yield prediction algorithms from satellite imagery. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists.

[10] Zahirnia, A.R., Matinfar,M., Zeinivand.M.(2017)-Estimate the amount of nitrogen sugarcane canopy cover using satellite images in the southwest region of Khuzestan.15th Iranian Soil Science Congress. August28-30,2017. (In Persian)

[11] Zakidizaji, H., Monjezi, N., & Sheikhdavoodi, M. J. (2018). Investigating Effective Factors on Sugarcane Production Performance to Increase the Production of Sugarcane Using Data Mining. Iranian Journal Of Biosystem Engineering, 49(3), 501–511. https://doi.org/https://ijbse.ut.ac.ir/article_68269. html. (In Farsi)

Assessing the Water Consumption of Sugarcane Fields by Satellite Images Sentinel-2

Nasrin Zalaki Badili
Consulting expert of Khuzestan Water and Power Authority, zalakibadili@gmail.com

Noor Aldin Bazgir
Khuzestan Water and Power Authority, bazgir.n@kwpa.ir

Kazem Hammadi
Khuzestan Water and Power Authority, hemadi.k@ kwpa.ir

Adel Zargar Pourrashid
Khuzestan Water and Power Authority, zargar.a@kwpa.ir

Abstract

Remote sensing technology can be used to study to estimate crop cultivated area, the condition of plant, the amount of water consumed and crop yield. In the present study, the amount of agricultural water consumption has been investigated in Sugarcane Development Company of Khuzestan province with Sentinel-2 images in 1399 and 1400. Therefore, the normalized vegetation index, the amount of water required and the actual consumption for 4 months have been

calculated. Evaluation of the results shows that Water Use in 6 units has improved compared to last year.

Keywords: Water Use, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Sentinel2-data, Sugarcane