یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۵

عنوان مقاله:

ضرورت پایش وضعیت رطوبت خاک در افزایش بهره‌وری آب کشاورزی

تألیف:

جواد بداق جمالی[۱]، جواد احمدیان[۲]، سهیلا جوانمرد[۳]، تکتم گلمکانی[٤]، صفورا ملکی‌زاده[٥]

چکیده

خاک سطحی جزء بیوسفر و محیط اصلی زندگی گیاهان و میکروارگانیزهایی است که فعالیت آنها تحت تأثیر شرایط فیزیکی محیط از جمله درجه حرارت و رطوبت خاک[٦] می‌باشد.

ویژگی‌هایی نظیر نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی در خاک‌های متفاوت یکسان نبوده و نگهداشت رطوبت یا جریان آب در آنها نیز متفاوت می‌باشد. هر گیاهی با توجه به خصوصیات فیزیولوژیکی ویژه در دامنه خاصی از رطوبت خاک می‌تواند ادامه حیات داده و رشد و نمو نماید مقادیر بیشتر رطوبت باعث خفگی و مقادیر کمتر باعث پژمردگی گیاه می‌گردد. با توجه به اینکه آبیاری بمنظور افزایش رطوبت خاک انجام می‌گردد. ضروری است ابتدا نقاط شاخص حد اشباع، ظرفیت زراعی[۷] و نقطه پژمردگی[۸] خاک مزرعه شناسایی و سپس قدرت مکش ریشه گیاه مورد نظر را مشخص نموده آنگاه اقدام به آبیاری نمود. باید توجه گردد که تنها مقادیری از آب خاک می‌تواند به مصرف گیاه برسد که در حد فاصل ظرفیت زراعی و نقطهٔ پژمردگی قرار دارد. ظرفیت زراعی از خصوصیات خاک و نقطهٔ پژمردگی می‌بایست با توجه به فشار مکش ذرات خاک و ریشه گیاه مورد نظر در یک مزرعه تعیین گردد. آبیاری بیش از حد ظرفیت خاک مزارع باعث ایجاد هرز آب و یا نفوذ آب به افق‌های پائین می‌گردد که علاوه بر اتلاف و کاهش بهره‌وری آب باعث فقر غذایی و نامناسب شدن بافت خاک می‌گردد.

---

۱ و ۳- پژوهشکدهٔ اقلیم‌شناسی، مشهد- پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران

۲، ٤ و ٥- پژوهشکدهٔ اقلیم‌شناسی، مشهد

6- Soil Moisture
7- Field Capacity
8- Wilting Point

در این تحقیق با اندازه‌گیری مداوم رطوبت خاک مزرعه مقدار آب قابل دسترس گیاه در هر زمان مشخص گردیده و بهترین زمان آبیاری قابل محاسبه می‌شود و چنانچه عمق ریشه گیاه در مزرعه مشخص شود با فرمول‌هایی که در این مقاله موجود است آب مورد نیاز مزرعه برحسب مترمکعب در هکتار قابل محاسبه است. همچنین در این نتایج یکساله اندازه‌گیری‌های مداوم رطوبت خاک در استان خراسان به روش وزنی – حرارتی ارائه گردیده است. اندازه‌گیری رطوبت اعماق ده تا هفتاد سانتیمتر خاک در مراحل مختلف فنولوژی مزرعه گندم در نیشابور نشان می‌دهد که در آبیاری‌های انجام شده موارد فوق رعایت نگردیده، و موقعی که مزرعه در مرحله فنولوژی سه برگی یا پنجه‌زنی با عمق ریشه کم بوده است حجم آبیاری با مرحله خوشه‌دهی چندان متفاوت نبوده و در اثر زیاد آبیاری خاک این مزرعه تا عمق زیاد اشباع شده است در حالی که در این مرحله عمق ریشه کمتر از ۱۰ سانتیمتر بوده است.

مقدمه

اهمیت خاک و آب به عنوان بستر و عوامل تولید مقبولیت عام پیدا کرده است. اما نحوه استفاده مناسب و اعمال مدیریت صحیح بر این منابع در همه جای جهان یکسان نیست و در برخی کشورها خواه به دلایل طبیعی و خواه به دلایل انسانی این منابع سیر قهقهرایی یافته و در شرایط بحرانی قرار گرفته است.

با توجه به شرایط اقلیمی و انسانی در ایران و وقوع پدیده، خشکسالی سازماندهی منابع آب و بهینه‌سازی مصرف در تأمین نیاز آب جامعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌گردد؛ و از آنجائیکه در شاخص خشکسالی محتوای آب خاک یکی از داده‌های ورودی محسوب می‌شود لذا اهمیت بخش رطوبت خاک بیش از پیش روش می‌شود. در این فصل نتایج بدست آمده از پایش رطوبت خاک طی سال ۲۰۰۲ میلادی در استان خراسان ارائه می‌گردد.

اهمیت و ضرورت اندازه‌گیری رطوبت خاک

رطوبت خاک یکی از پارامترهای بنیادی محیط زیست است که بر زندگی گیاهی، جانوری و میکروارگانیزم‌ها مستقیماً تأثیرگذار بوده و نقش عمده‌ای در تبادلات انرژی بین هوا و خاک ایفا می‌نماید. به همین دلیل توزیع مکانی و تغییرات زمانی آن، یکی از اجزاء بسیار مهم در مدل‌های آب و هوایی، اکولوژی و هیدرولوژی در مقیاس‌های جهانی، منطقه‌ای و محلی محسوب می‌شود.

توزیع عمودی و افقی رطوبت خاک از طریق تبخیر و تعرق گیاهان و تبدیل انرژی تابشی ورودی به گرمای نهان و شار حرارتی محسوس کنترل می‌گردد. رطوبت خاک همچنین بر آلبیدو[1] و رژیم حرارتی خاک اثر می‌گذارد. توزیع رطوبت در لایه سطحی سرنوشت بارندگی را به صورت رواناب سطحی یا نفوذ به داخل خاک مشخص می‌نماید. زمان و مقدار حرکات عمودی و افقی آب، عوامل مهم تعیین‌کنندهٔ تغذیه منابع آبی و آکیفرها، استرس آب خاک برای رشد گیاه و چرخه مواد غذایی در خاک محسوب می‌شود. این عامل

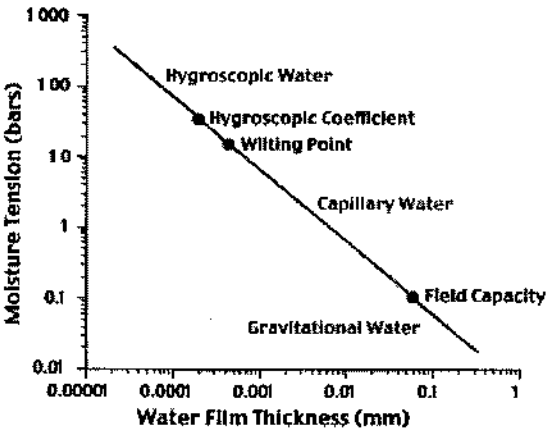
1- Albedo

می‌تواند مبنایی برای یک سیستم عملیاتی مفید جهت پایش خشکسالی، سیل، لغزش زمین و رخداد بارندگی را قرار گیرد [٤ و٣].

به دلیل فراگیری مکانی و زمانی، کاربردهای عملی فراوانی برای اندازه‌گیری‌های متوالی و جامع رطوبت خاک وجود دارد که نتایج بدست آمده از این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند در بسیاری از موارد بکار گرفته شود.

مواردی از کاربرد داده‌های رطوبت خاک

۱- **افزایش راندمان آبیاری**: با اندازه‌گیری مداوم درصد رطوبت در لایه‌های خاک بهترین زمان آبیاری مزارع مشخص می‌گردد همچنین با تعیین شاخص‌های رطوبت خاک مانند نقطهٔ پژمردگی و ظرفیت زراعی و نیز عمق ریشه مقدار آب مورد نیاز مزرعه به صورت کمی و با دقت بسیار مطلوب تعیین می‌گردد. توجه این نکته ضروری است که گیاهان تنها قادر به جذب قسمتی از آب موجود در خاک می‌باشند که فشار مکش آب بین دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک باشد.



شکل ۱ – ارتباط بین ضخامت لایه آب خاک و مکش رطوبت

با استفاده از دررابطه زیر:

مقدار آب (M^3/he) = وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3) × ضخامت لایه (cm) × درصد رطوبت وزنی خاک

در صورتی که به جای ضخامت لایه، عمق ریشه و بجای درصد رطوبت خاک در سه نوبت محاسبه مقدار رطوبت در شرایط جاری، مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی گذاشته شود. آب قابل استفاده و کمبود آن در شرایط جاری معلوم می‌گردد. و یا از رابطه زیر برای تعیین زمان مناسب آبیاری و مقدار آب مورد نیاز استفاده می‌شود.

$$\theta_i = \theta_{i-1} - 100(\frac{ET - P_e}{D_{rz}})$$

که در آن:

θ_i = درصد حجمی رطوبت خاک در یک روز مشخص

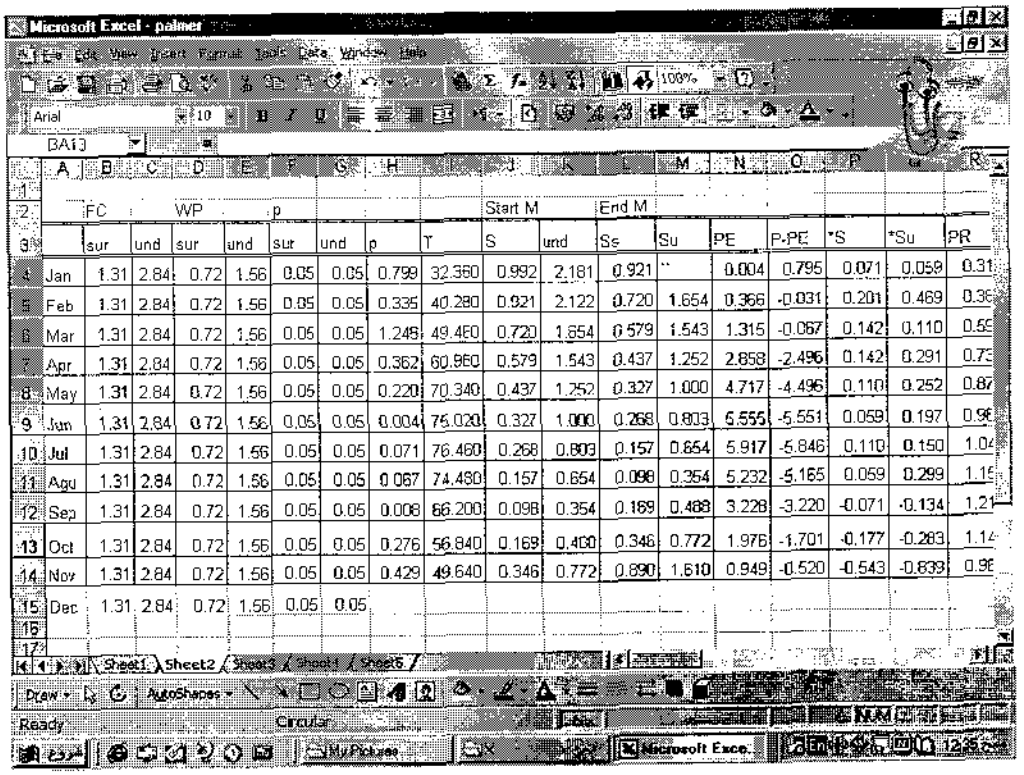
θ_{i-1} = درصد حجمی رطوبت خاک در روز ماقبل

ET = نیاز آبی و P_e باران مؤثر در همان روز

D_{r2} = عمق توسعه ریشه‌ها (واحد یکسان با ET و P_e)

و با اندازه‌گیری مداوم رطوبت خاک بهترین زمان آبیاری با درصد حجمی رطوبت معین مشخص می‌گردد [۷].

۲- **پایش خشکسالی**: برای محاسبه تعدادی از شاخص‌های معتبر خشکسالی نظیر شاخص شدت خشکسالی پالمر تغییرات رطوبت خاک رکن اساسی داده‌های مورد نیاز را تشکیل می‌دهند و یا در پایش خشکسالی براساس شاخص‌های گیاهی، محتوی آب خاک اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا گیاه همواره تحت تأثیر عواملی مانند رطوبت و مواد غذایی خاک می‌باشد (شکل ۲ و ۳).



Microsoft Excel - palmer

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R
1																	
2		FC		WP		p				Start M		End M					
3		sur	und	sur	und	sur	und	p	T	S	und	Ss	Su	PE	P-PE	*S	*Su	PR
4	Jan	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.799	32.360	0.992	2.181	0.921	**	0.004	0.795	0.071	0.059	0.31
5	Feb	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.335	40.280	0.921	2.122	0.720	1.654	0.366	-0.031	0.201	0.469	0.36
6	Mar	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	1.248	49.460	0.720	1.654	0.579	1.543	1.315	-0.067	0.142	0.110	0.59
7	Apr	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.362	60.960	0.579	1.543	0.437	1.252	2.858	-2.496	0.142	0.291	0.73
8	May	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.220	70.340	0.437	1.252	0.327	1.000	4.717	-4.496	0.110	0.252	0.87
9	Jun	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.004	75.020	0.327	1.000	0.268	0.803	5.555	-5.551	0.059	0.197	0.96
10	Jul	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.071	76.460	0.268	0.803	0.157	0.654	5.917	-5.846	0.110	0.150	1.04
11	Agu	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.067	74.480	0.157	0.654	0.098	0.354	5.232	-5.165	0.059	0.299	1.15
12	Sep	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.008	66.200	0.098	0.354	0.169	0.488	3.228	-3.220	-0.071	-0.134	1.21
13	Oct	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.276	56.840	0.169	0.400	0.346	0.772	1.976	-1.701	-0.177	-0.283	1.14
14	Nov	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05	0.429	49.640	0.346	0.772	0.890	1.610	0.949	-0.520	-0.543	-0.839	0.98
15	Dec	1.31	2.84	0.72	1.56	0.05	0.05											
16																		
17																		

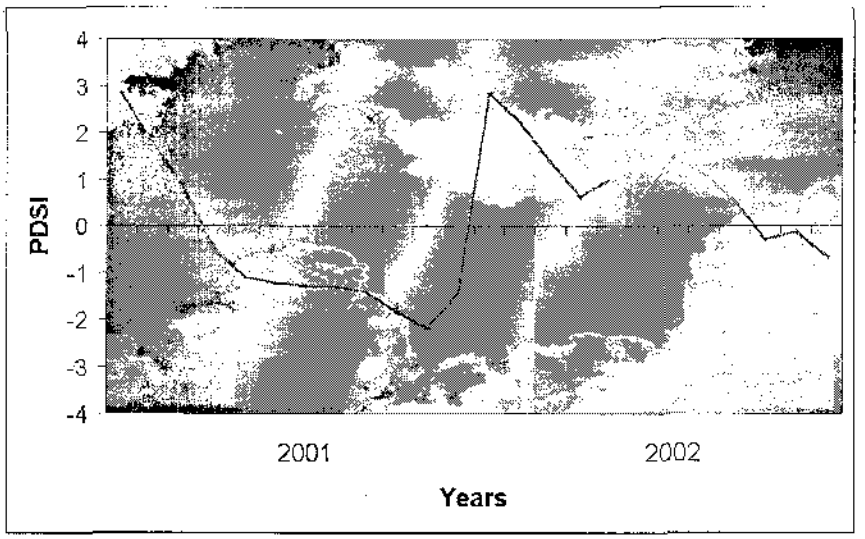
Sheet1 Sheet2 Sheet3 Sheet4 Sheet5

Draw AutoShapes

Ready Circular

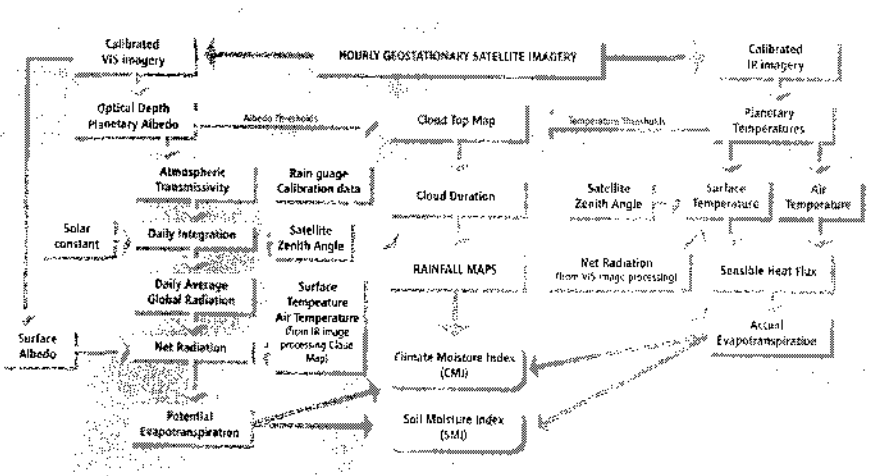
شکل ۲: کاربرد اطلاعات رطوبت خاک در محاسبات شاخص شدت خشکسالی پالمر

در این مدل پارامترهای متعددی از محتوی آب خاک بکار گرفته شده است.



شکل ۳ محاسبه شاخص شدت خشکسالی پالمر در گلمکان براساس اطلاعات رطوبت خاک

۳- **بکارگیری اطلاعات سنجش از دور:** با مشخص بودن میزان رطوبت لایه سطحی خاک در هنگام گذر ماهواره‌ها امکان کالیبره شدن داده‌های حاصل از آنها برای مناطق تحت مطالعه وجود خواهد داشت. پس از شناسایی رفتار آب خاک و کالیبره شدن اطلاعات سنجش از دور می‌توان با استفاده از داده‌های ماهواره محتوی آب اعماق خاک را نیز محاسبه نمود. ماهواره‌ها با اندازه‌گیری میزان تغییرات آلبیدوی[1] خاک سطحی که در نتیجه تغییرات رطوبت و تأثیر آن بر درجه شناسایی DN[2] بوجود می‌آید اندازه‌گیری مقدار رطوبت در لایه سطحی خاک را امکانپذیر می‌نمایند. الگوریتم محاسبه شاخص رطوبت خاک به وسیله این تکنیک در شکل ٤ نشان داده شده است.



شکل ۴ – مراحل بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای جهت محاسبه شاخص رطوبت خاک

1- Albedo
2- Digital Number

۴- **رفتار آب در خاک:** اگر چه رفتار آب در خاک‌ها به صورت کلاسیک تعریف شده است اما خصوصیات متنوع خاک باعث شده که خاک هر منطقه دارای ویژگی‌های مخصوص به خود باشد. بدین لحاظ ضروری است رفتار آب خاک که حاصل خصوصیات فیزیکی خاک‌ها، می‌باشد در هر منطقه به صورت موردی شناسایی گردد. اندازه‌گیری محتوی آب اعماق مختلف خاک در شرایط متفاوت این شناسایی را میسر خواهد نمود

۵- **بهبود طبقه‌بندیهای اقلیمی:** با نمایش فرایندهای هیدرولوژیکی خاک سطحی و تغییرات سالانه یا بین سالی محتوی آب خاک تفاوت اقلیم‌ها آشکارتر و تصویر روشن‌تری از سیمای مناطق بدست می‌آید.

۶- **پایش و پیش‌بینی عملکرد محصولات:** داده‌های رطوبت خاک از پارامترهای اصلی ورودی در بسیاری از مدل‌های پایش و پیش‌بینی عملکرد محصولات از جمله CREES و SWACROP می‌باشد.

۷- **تعیین بیلان آبی:** رطوبت خاک همواره یکی از اجزاء معادلات بیلان آب می‌باشد. به عنوان نمونه معادله زیر که توسط یانگ وتیان در سال ۱۹۹۱ ارائه گردیده‌است.

$$\frac{\partial w}{\partial t} = p + I - E - R + D - G$$

که در این معادله:

w : محتوی رطوبت خاک ناحیه رشد (cm)،

P : بارش (cm)،

I : آبیاری (cm)،

E : تبخیر و تعرق (cm)،

R : رواناب (cm)،

D : تخلیه آب زیر سطحی (cm)،

G : میزان تغذیه آب زیر زمینی (cm).

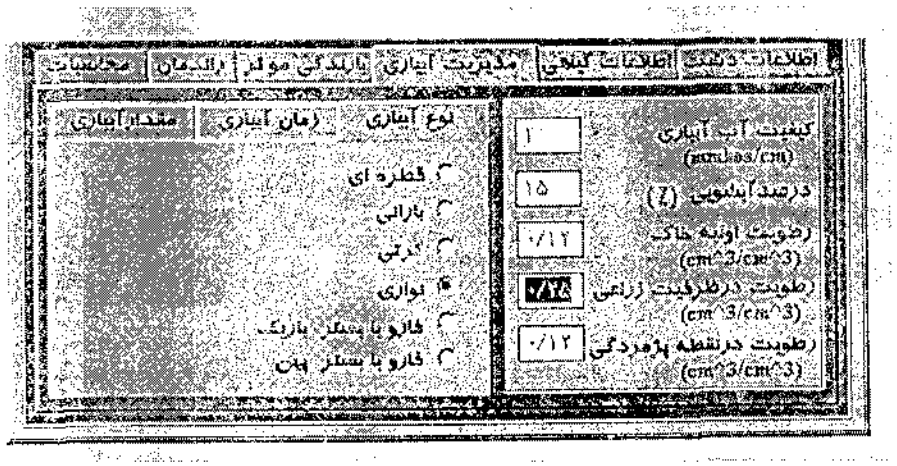
۸- **اندازه‌گیری ضریب نفوذ خاک‌ها:** با اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل و بعد از بارندگی و با توجه به مدت زمان بارش می‌توان مقدار نفوذ و عمق نفوذ را اندازه‌گیری نمود و با چند نوبت اندازه‌گیری می‌توان ضریب نفوذ خاک منطقه را تعیین نمود.

۹- **محاسبات سیل:** با مشخص بودن ضریب نفوذ خاک، شدت، مدت و مقدار بارش و با توجه به ظرفیت پذیرش آب توسط خاک با استفاده از فرمول‌های ساده می‌توان حجم رواناب را محاسبه نمود. با توجه به نقش رطوبت اولیه خاک در سرعت نفوذ، اندازه‌گیریهای مداوم رطوبت خاک در محاسبات سیل بسیار مفید خواهد بود.

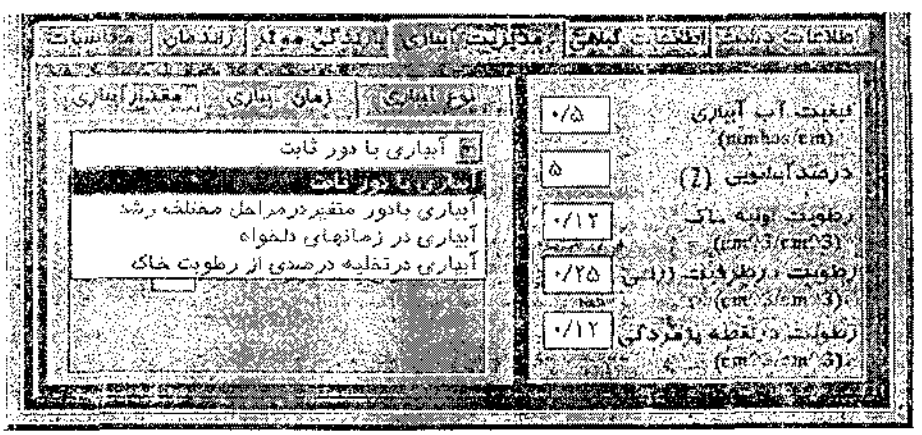
۱۰-**هواشناسی کشاورزی:** در هواشناسی کشاورزی تأثیر پارامترهای جوی بر رشد و نمو و عملکرد محصولات کشاورزی مورد مطالعه قرار می‌گیرد و تنش آب نقش مهمی در رشد و نمو و ظهور مراحل

فنولوژیک گیاهان دارد. اندازه‌گیری مداوم رطوبت خاک، زمان و مقدار تنش آب گیاه را به صورت کمّی نشان می‌دهد و می‌تواند بعنوان یک فاکتور در عملکرد مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در محاسبه تبخیر و تعرق واقعی میزان آب موجود و قابل تبخیر از اهمیت بالایی برخوردار است.[۷]

۱۱- **محاسبه نیاز آبی**: محاسبه نیاز آبی گیاهان به مقدار تبخیر و تعرق و میزان رطوبت موجود خاک وابسته است. زیرا کاهش مقدار رطوبت خاک کاهش تعرق را به دنبال دارد. در مدل ACWAT دکتر علیزاده که برای محاسبه نیاز آبی با همکاری وزارت جهاد کشاورزی، سازمان هواشناسی، وزارت نیرو و دانشگاه فردوسی طراحی شده، مقدار رطوبت اولیه خاک مورد نیاز می‌باشد. (شکل‌های ٦ و ٧)



شکل ٦ -- اهمیت رطوبت اولیه خاک در انتخاب نوع آبیاری مدل AGWAT



شکل ٧ -- اهمیت سنجش رطوبت اولیه خاک در انتخاب زمان آبیاری مدل AGWAT

با وجود کاربردهای ذکر شده، برای داده‌های رطوبت خاک مشاهده می‌گردد که در ایران هیچگونه اطلاعات مستمر و مدون برای این پارامتر با ارزش وجود ندارد که از جمله دلایل آن را می‌توان سختی شرایط کار، نیاز به مهارت فنی و امکانات ذکر نمود.

روش‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک

روش‌های موجود تعیین محتوی آب خاک به سه گروه عمده به روش‌های تماسی[1]، روش‌های محاسباتی[2] و غیرتماسی یا سنجش از دور[3] تقسیم می‌شوند:

الف) روش‌های **تماسی**

این روش‌ها خود به دو دسته مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شود.

- **روش‌های مستقیم**: شامل اندازه‌گیری‌هایی است که از طریق نمونه‌برداری حاصل می‌شود. معمولی‌ترین این روش‌ها، روش وزنی حرارتی[4] است که مبتنی بر خشک کردن خاک در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در مدت ۶-۱۵ ساعت (در خاک‌های معدنی) و ۲۴-۱۵ ساعت (در خاک‌های آلی) مطابق با ترکیب مکانیکی خاک و محتوی آن می باشد. این روش علاوه بر اینکه طولانی و پرزحمت است، تغییرات مکانی محتوی رطوبت یا خصوصیات آگروهیدرولوژی خاک‌ها به نحو مطلوب قابل اندازه‌گیری نیست. اما به عنوان روش دقیقی که واسنجی سایر ابزارهای اندازه‌گیری رطوبت خاک با آن انجام می‌شود مطرح است[۸]. در این روش نتیجه نهایی همیشه برحسب گرم آب در ۱۰۰ گرم خاک خشک (درصد وزنی) مطابق با فرمول زیر بیان می‌شود.

$$w(gr\%) = \frac{b-c}{c-a} - 100$$

که در آن:

a مساوی وزن قوطی خالی (برحسب گرم)،

b وزن قوطی حاوی نمونه خاک مرطوب (برحسب گرم، بلافاصله بعد از نمونه‌گیری) و

c وزن قوطی حاوی نمونه خاک خشک (برحسب گرم بعد از خشک‌شدن) می‌باشد.

- **روش‌های غیرمستقیم**: که براساس ارتباط بین پارامترهای خاک و محتوی رطوبت آن طراحی شده‌اند شامل روش‌های الکتریکی[5]، تانسیومتری[6]، و رادیومتری[7] می‌باشند.

1-Contact methods
2-Calculation methods
3-Contactless methods
4-Soil water Determination By Cravimetric Method
5-Electrical method
6-Tensiometric method
7-Radiometric

ب) روش محاسباتی

برآورد میزان رطوبت در خاک به دلیل اینکه متضمن بر هم کنش‌های خاک، جو و گیاه می‌باشد، موضوعی پیچیده است. تنوع عوامل مرتبط موجب شده روش‌های برآورد متفاوتی عرضه شود. برخی از این روش‌ها، صرفاً عوامل اقلیمی نظیر رطوبت را در برمی‌گیرد. روش‌های سلیانینوف[1]، شاسکو[2] و ایوانف[3] در میان بقیه از مجموع بارش، کمبود رطوبت هوا و مجموع درجه حرارتهای بیشتر از ۱۰ درجه سانتیگراد و غیره استفاده می‌گردد. سایر روش‌ها: میزان رطوبت در دسترس را به دوره‌ای خاص مربوط می‌کنند. نظیر فرمولهای وریگوورازموف[4]، بووا[5].

در برخی از روش‌ها نیز از معادله بیلان آبی که در آن درصد رطوبت خاک یکی از اجزاء معادله است استفاده می‌شود. در این روش امکان استفاده از میزان رطوبت در طی دورهٔ قبل، رواناب سطحی، تبخیر یا میعان، تعرق، صعود موئینه از عمق خاک، نفوذ و غیره فراهم است.

ج) روش‌های غیر تماسی یا سنجش از دوری

این روش شامل سه گروه زیر است:

۱- روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری انتشار حرارتی (رادیویی توسط رادیومترهای که در طول موج‌های ۵ تا ۲۱ سانتیمتر کار می‌کنند.

۲- روش‌های مبتنی بر تشعشعات UHF

۳- بررسی‌های مبتنی بر استفاده از اشعه گاما

از روش‌های موجود اندازه‌گیری محتوی آب، خاک، روش وزنی - حرارتی، کم‌هزینه‌ترین و مطمئن‌ترین روش بوده که ادوات سایر روش‌ها نیز با توجه به داده‌های شیوه وزنی - حرارتی تنظیم می‌گردد و همچنین مبنای خوبی برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور می‌باشد [۱۰و۹].

مراحل اجرایی تعیین رطوبت خاک

۱- مطالعه و امکان‌سنجی روش‌های اندازه‌گیری

۲- انتخاب روش مناسب

۳- تهیه ابزار مورد نیاز

۴- آموزش کارکنان

1-Selyaninov
2-Shasko
3-Ivanov
4-Verigo and Razmuov
5-Bova

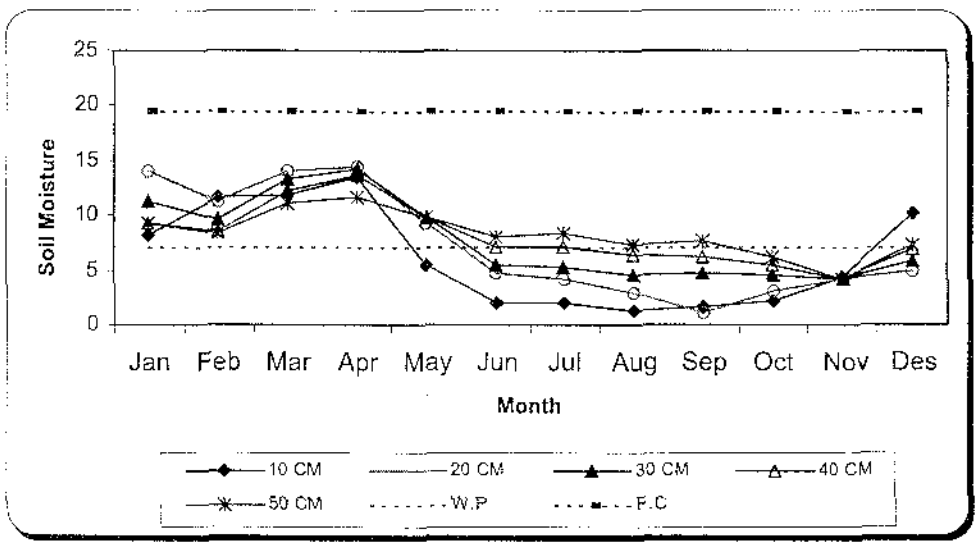
۵- اندازه‌گیری میدانی در فواصل زمانی معین

۶- ایجاد بانک اطلاعات رطوبت خاک

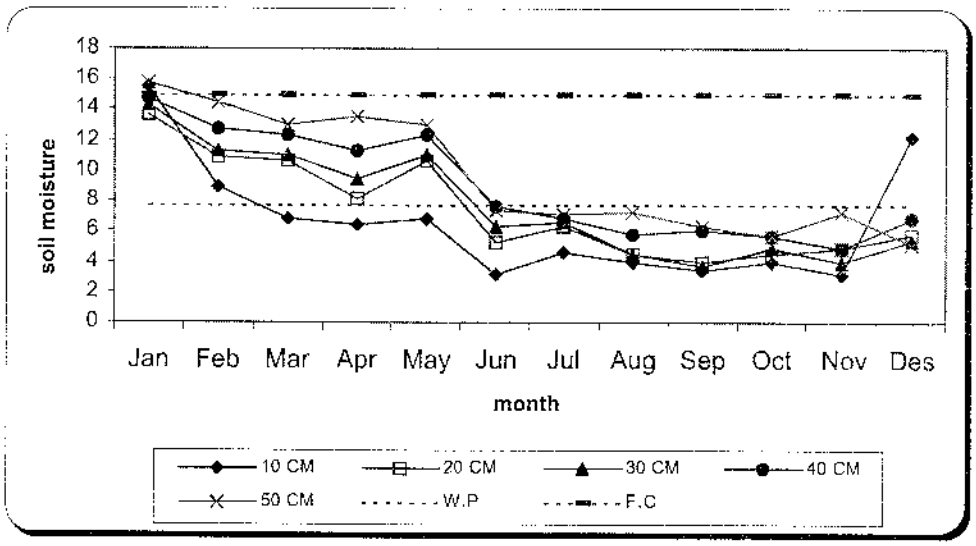
۷- آنالیز اطلاعات

اندازه‌گیری رطوبت خاک در خراسان

پس از مطالعات اولیه و امکان‌سنجی منابع، اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی- حرارتی از سال ۲۰۰۱ در ایستگاه‌های تحقیقات هواشناسی کشاورزی خراسان و از سال ۲۰۰۲ در ایستگاه‌های سینوپتیک این استان به صورت مداوم انجام می‌گردد. که بعنوان نمونه شکل‌های ۸ و ۹ متوسط ماهانه رطوبت خاک در اعماق مختلف برای ایستگاه‌های نیشابور و مشهد در سال ۲۰۰۲ را نشان می‌دهد. بطور متوسط در چهار ماه از سال محتوی آب خاک در این شهرها از حد ظرفیت مزرعه کمتر و از نقطه پژمردگی بیشتر است در این زمان نیاز آبی محصولات کشاورزی بدون آبیاری تأمین می‌گردد و در صورت نیاز به رطوبت بیشتر می‌توان با مقدار کمی آب رطوبت خاک را به حد ظرفیت زراعی رسانید. در حالی که اغلب برای آبیاری مزارع محتوی آب موجود و قابل دسترس خاک در نظر گرفته نمی‌شود.

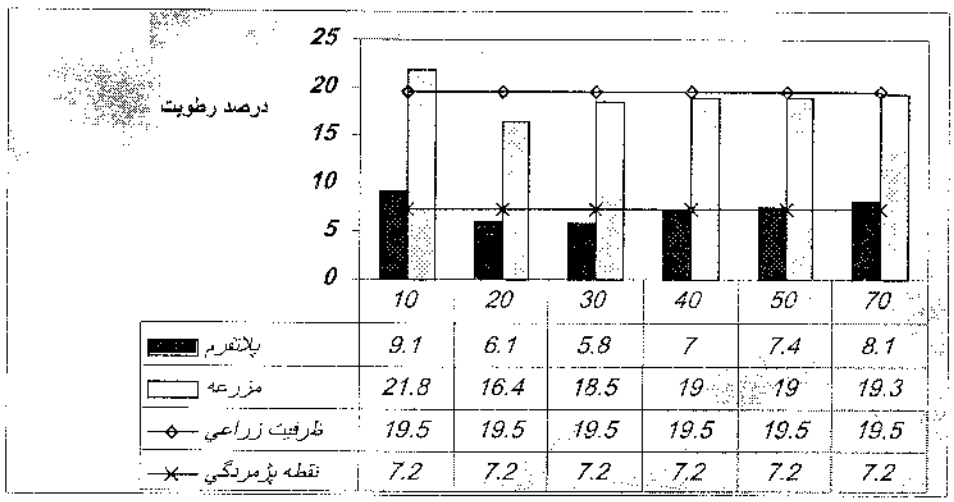


شکل ۸- متوسط ماهانه درصد وزنی رطوبت لایه‌های خاک در نیشابور سال ۲۰۰۲



شکل ۹- متوسط ماهانه درصد وزنی رطوبت خاک لایه‌های خاک در مشهد سال ۲۰۰۲

به عنوان نمونه شکل ۱۰ نتایج اندازه‌گیری رطوبت خاک در کرت‌های زراعی و پلاتفرم هواشناسی نیشابور در تاریخ دهم ژانویه ۲۰۰۳ را نشان می‌دهد در این زمان مزرعه گندم در مرحله فنولوژی پنجه‌زنی و عمق ریشه کمتر از ده سانتیمتر بوده است متوسط ظرفیت زراعی خاک منطقه ۱۹/۵ درصد وزنی و نقطه پژمردگی این خاک ۷/۲ درصد و وزن مخصوص ظاهری آن 1.44 gr/cm3 اندازه‌گیری شده است.



	10	20	30	40	50	70
پلاتفرم	9.1	6.1	5.8	7	7.4	8.1
مزرعه	21.8	16.4	18.5	19	19	19.3
ظرفیت زراعی	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
نقطه پژمردگی	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

شکل ۱۰- مقدار رطوبت خاک در مزرعه و پلاتفرم هواشناسی کشاورزی نیشابور در تاریخ دهم ژانویه ۲۰۰۳ برابر بیستم دی ماه ۱۳۸۲

در این تاریخ آبیاری مزرعه گندم انجام شده و رطوبت خاک در پلانفرم هواشناسی کشاورزی بدون محصول به عنوان کرت شاهد برای رطوبت پایه خاک و همزمان در مزرعه مورد مطالعه اندازه‌گیری شده است همانگونه که مشاهده می‌گردد آبیاری به مقداری بوده که رطوبت خاک را تا حد نمونه‌برداری (عمق ۷۰ سانتیمتری) به بیش از حد ظرفیت زراعی رسانیده است البته در این تاریخ با توجه به مقدار رطوبت خاک پلاتفرم، آبیاری ضروری بوده است لیکن، مقدار آن می‌توانسته به مراتب کمتر از آب مصرف شده

باشد. زیرا مقدار آبی که در عمق ریشه در خاک مزرعه حفظ شده و می‌تواند به مصرف گیاه برسد عبارت از:

درصد وزنی ⟵ 21.8-9.1=12.7 ⟵ تفاوت درصد رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتیمتری

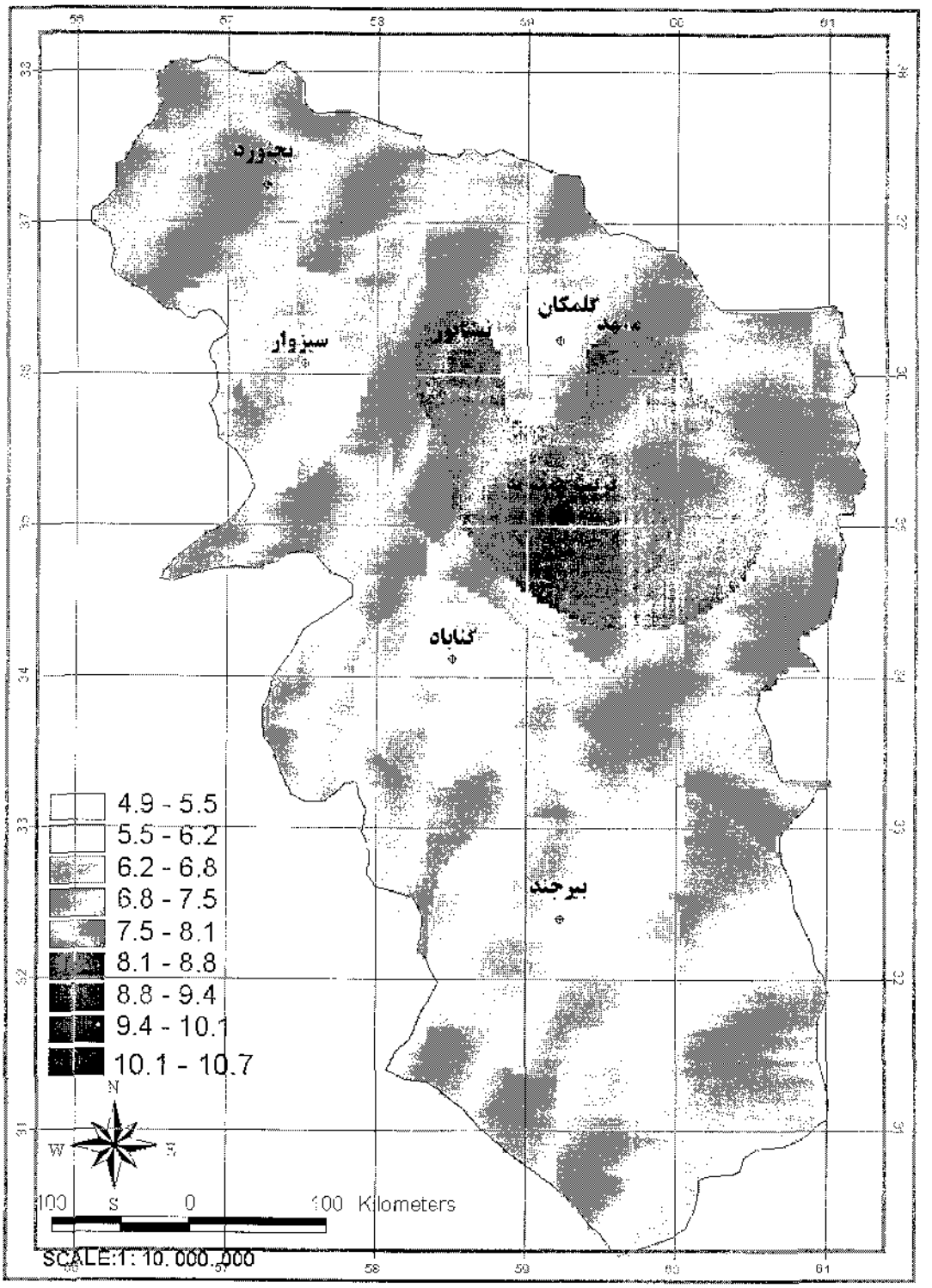
⟵ $12.7\times10\times1.44=182.9 m^3/ha$ ⟵ حجم آب حفظ شده تا عمق ۱۰ سانتیمتری

بنابراین برای آبیاری این مزرعه با توجه به عمق ریشه مقدار 182.9 متر مکعب در هکتار کافی بوده است در حالی که مقدار آب مصرفی بیش از 977.8 متر مکعب در هکتار بوده است.

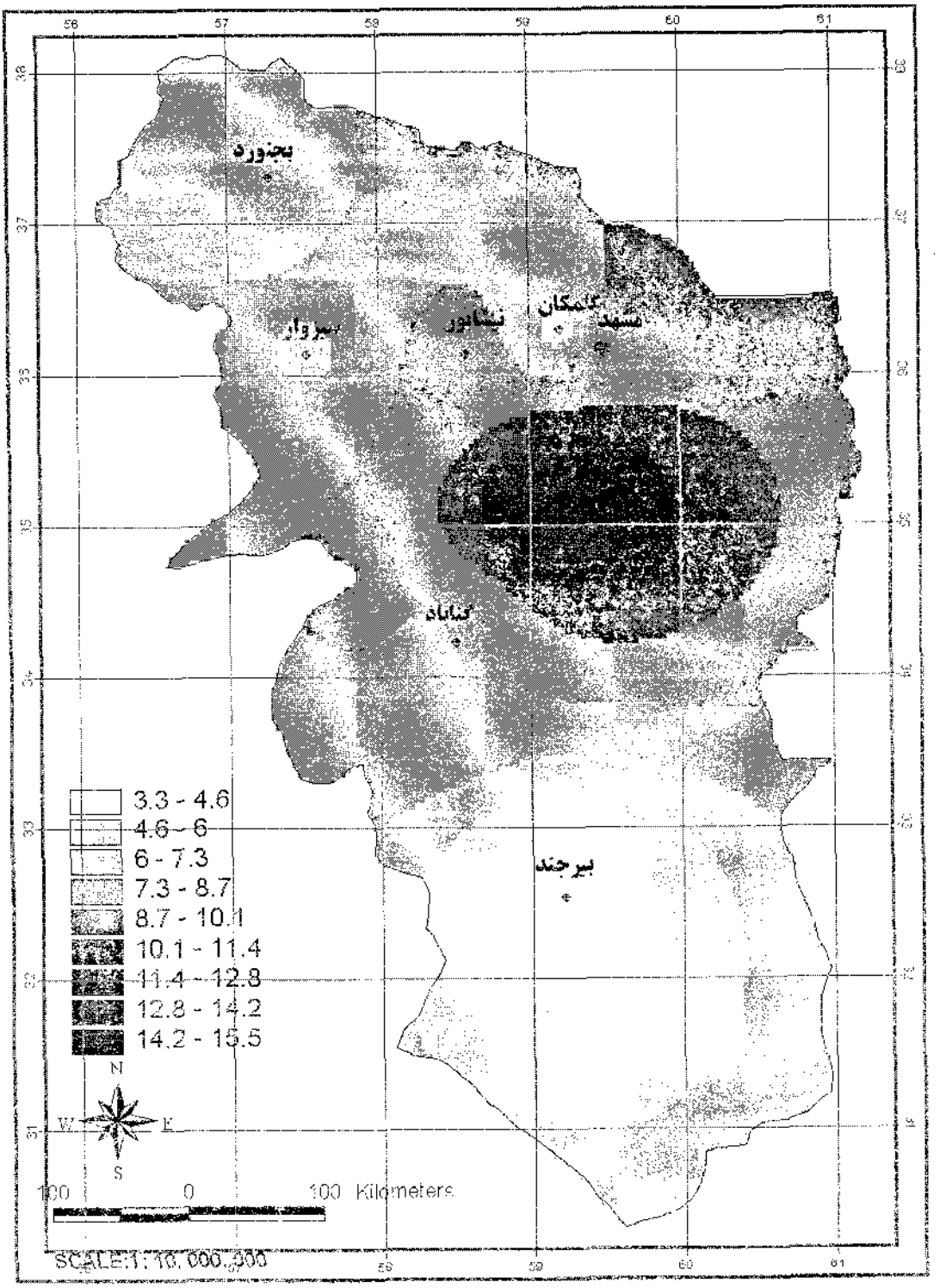
$18.9 - 7.2 = 9.7$ = متوسط تفاوت درصد رطوبت خاک تا عمق ۷۰ سانتیمتری

$9.7 \times 70 \times 1.44 \times = 977.8\ m^3/ha$ = حجم آب اضافه شده به خاک تا عمق ۷۰ سانتیمتری

همچنین نمونه‌هایی از پهنه‌بندی ماهانه و سالانه رطوبت خاک استان خراسان در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ ارائه گردیده است.



شکل ۱۱: میانگین سالانه رطوبت خاک استان خراسان



شکل ۱۲: متوسط رطوبت خاک در خرداد ماه ۱۳۸۲ استان خراسان

نتیجه‌گیری:

با توجه به نکات ذکر شده در مورد اهمیت و ضرورت اندازه‌گیری رطوبت خاک و نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری‌های مستمر طی دو سال گذشته در استان خراسان عنوان می‌گردد که:

- اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از اعمال آبیاری به کاهش مصرف و افزایش راندمان آبیاری منجر خواهد شد.
- پایش مستمر رطوبت خاک و آنالیز داده‌های آن به صورت نقطه‌ای به منظور شناخت شرایط محیطی ضروری است.
- برای استفاده از فن‌آوری جدید تصاویر ماهواره‌ای، اندازه‌گیری همزمان رطوبت خاک جهت تصحیح و کالیبره نمودن این تصاویر ضرورت دارد.
- با توجه به شکل ۱ و اندازه‌گیری‌های گذشته می‌توان براساس اطلاعات مستقیم رطوبت خاک شاخص معتبری برای پایش خشکسالی تعریف نمود که محدوده‌های اساسی در این شاخص، رطوبت خاک در نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی خواهند بود. مطالعات تعیین این شاخص هم اکنون در پژوهشکده اقلیم‌شناسی در حال انجام می‌باشد.

منابع

۱- جوانمرد، س.، بداق جمالی، ج.، احمدیان، ج.، "سیستم مراقبت از شدت و وسعت خشکسالی بر اساس پهنه‌بندی نمایه پالمر،" اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم‌آبی و خشکسالی، جهاد دانشگاهی استان کرمان، ۱۳۷۹.

۲- جوانمرد، س.، بداق جمالی، ج.، احمدیان، ج.، قهرمان، ن.، موقر مقدم، ح.، "محاسبه نمایهٔ شدت خشکسالی پالمر در استان خراسان" اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، دانشگاه زابل، ۱۳۸۰.

۳- علیزاده، امین. آبیاری سطحی، سیستم‌ها و نحوه کاربرد آنها، دانشگاه فردوسی، انتشارات آستان قدس رضوی.

٤- بای بوردی، محمد، اصول مهندسی آبیاری، روابط آب و خاک، جلد اول

٥- علیزده، امین، رابطه آب و خاک و گیاه، دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۷۸.

٦- مهندسین مشاور کوانتا، مطالعات هواشناسی کشاورزی، جلد دوم، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳٥٦.

۷- بانک اطلاعات پژوهشکده اقلیم‌شناسی، تحقیقات هواشناسی کشاورزی اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری رطوبت خاک

8- Grinof, I.G., Gidasov, V.F., "Current Problems in Soil Waters Easurement," No.9, 94-100, 1982.

9- Grinof, I.G., Nabiev, Kh. R., "Modern Methods of Moisture Measurements: Problems and Discussion," No. 10, 99-104. 1987.

10-Linguo. S., Xirong, Y., Guoliang T., "Theoretical Study of the Microwave Remote Sensing of Soil Moisture," 12-17, 1993.

11-Jupp, D.L.B., Mevicar, T.R., Guoliang, Q.Yi., "Monitoring Soil Moisture at a Regional Scale Using AVHRR Data," 1994.