

ارزیابی رطوبت خاک در استان اصفهان توسط سنجنده E-AMSR

چکیده

رطوبت خاک، فراسنجی تعیین کننده در بسیاری از فرایندهای پیچیده زیست- محیطی بوده، نقش مهمی در وقوع خشکسالی کشاورزی دارد. فنونی مبنی بر سنجش از دور در مقایسه با اندازه گیری های نقطه ای، به علت دقت مکانی و زمانی بهتر و استفاده عملیاتی آسان، دارای برتری هستند. از این رو، در این پژوهش داده های رطوبت خاک سطحی حاصل از سنجنده E-AMSR ماهواره Aqua ارزیابی شده و همیستگی این داده ها با داده های ایستگاهی بارندگی در دو ایستگاه همدید منتخب در استان اصفهان (اصفهان و نطنز)، در دوره آماری ۲۰۰۷-۲۰۰۳ در مقیاس ۸ روزه و ماهانه بررسی شده است. نتایج نشان دهنده وجود همبستگی معنی دار میان رطوبت خاک سطحی ماهواره ای و ایستگاهی در سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۰٪ هستند.

واژه های کلیدی: استان اصفهان، رطوبت خاک سطحی، سنجنده E-AMSR

مقدمه

خشکسالی یکی از زیانبارترین پدیده های زیست- محیطی به شمار می رود که تأثیر مخربی بر روی مسائل کشاورزی و محیط زیست و اقتصادی - اجتماعی دارد. خشکسالی در طول دوره کمبود آب در یک منطقه به علت بارش کم، تبخیر و تعرق زیاد و استخراج بالای آب زیرزمینی و یا ترکیبی از موارد ذکر شده اتفاق می افتد. عواقب ناشی از پدیده خشکسالی شامل کمبود ذخایر آبی، تخریب منابع بوم شناسی و تلفات تولیدات کشاورزی و بویژه در بخش کشاورزی که عمده ترین مصرف کننده آب به شمار می رود، خسارات زیادی وارد نموده، به قحطی، مرگ و متروک شدن کل منطقه جغرافیایی منجر می شود (کوگان^۱، ۱۹۹۷).

سازمان هواشناسی جهانی برآورد می کند که از سال ۱۹۶۷، ۵۰٪ بلایای هواشناسی مؤثر بر ۲/۸ بیلیون نفر، به علت خشکسالی ها بوده است (اویاسی^۲، ۱۹۹۴). در سال های ۱۹۸۰- ۱۹۸۴، دولت استرالیا حدود ۹۲۵ میلیون دلار صرف جبران خسارات ناشی از خشکسالی کرده است (ویل هایت^۳، ۱۹۸۶). دولت آفریقای جنوبی ۲/۵ میلیارد دلار برای جبران خسارت خشکسالی در اواسط دهه ۱۹۷۰ تا اواسط دهه ۱۹۸۰ صرف نموده است (ویل هایت، ۱۹۸۷).

1- Kogan

2- Obasi

3- Wilhite

خشکسالی کشاورزی نمودی از خشکسالی‌های هواشناسی و آبشناسختی است (تأثیر عواملی چون، کمبود بارش، اختلاف بین تبخر و تعرق واقعی و پتانسیل، کمبود رطوبت خاک، افت سطح آب زیرزمینی یا مخزن و ...) نیاز آبی گیاه بستگی به شرایط جوی غالب، خصوصیات زیستی گیاه خاص، مرحله رشد آن و خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک دارد. کمبود رطوبت در لایه‌های فوقانی خاک به هنگام کاشت می‌تواند باعث تأخیر جوانه‌زنی و در نتیجه کاهش تراکم بوته در هکتار و نقصات عملکرد نهایی گردد، لیکن در صورت تأمین نیازهای آبی گیاه به وسیله بارندگی یا آبیاری و کافی بودن رطوبت خاک فوقانی (سطح‌الارضی) برای نیازهای مراحل اولیه رشد، کمبودهای رطوبتی در لایه‌های زیرین خاک بر عملکرد نهایی گیاه تأثیر چندانی نخواهد داشت.

رطوبت یکی از فراسنچهای اساسی خاک است که در مطالعات آب و خاک و مدیریت منابع آب، کاربرد زیادی دارد. این متغیر زمانی و مکانی، یکی از اجزای مهم مدل‌های آب و هوایی، بوم‌شناسی و آب‌شناسی است (باپوردی، ۱۳۷۲؛ بداق جمالی و همکاران، ۱۳۷۷؛ ویگنرون^۴ و همکاران، ۱۹۹۸). بدین جهت، پایش مستقیم رطوبت خاک و استخراج داده‌های رطوبت به صورت نقطه‌ای نه تنها پر هزینه و وقت‌گیر است، بلکه در سطوح وسیع، غیر عملی است. این در حالی است که خشکسالی پدیده‌ای منطقه‌ای بوده، برای پایش آن به داده‌های وسیع و منطقه‌ای نیاز است. اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای رطوبت و خاک، کافی نبوده، به ابزاری برای افزایش دامنه داده‌ها و کاهش هزینه‌ها نیاز است. از این رو، به ابزاری برای پایش رطوبت در مقیاس زمانی و مکانی نیاز است تا علاوه بر دقت مناسب، امکان کاربرد عملیاتی آن در مناطق مختلف وجود داشته باشد. در این میان، فنونی مبتنی بر سنجش از دور در مقایسه با اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای و یا مدل‌های شبیه‌سازی به دلیل دقت مکانی و زمانی بهتر و استفاده عملیاتی آسان، اولویت دارند (واکر و هاوسر^۵، ۲۰۰۴).

اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک توسط سنجنده‌های از دور، از سال‌های ۱۹۷۰، زمینه فعالی برای تحقیقات بوده است. نوروزی اقدم و همکاران (۱۳۸۷) و نوروزی اقدم و کرمی (۱۳۸۸)، رابطه رطوبت خاک به دست آمده از اندازه‌گیری‌های میدانی و NDVI‌های تأخیری و همزمان حاصل از تصاویر سنجنده MODIS را با بهره‌گیری از داده‌های روزانه هواشناسی، توسط روش‌های وایازی چند متغیره خطی مطالعه کردند. نتایج این تحقیق همبستگی خوبی میان رطوبت لایه سطحی خاک و NDVI تأخیری ۱۵ روزه در فصل رشد نشان داد.

رائو و همکاران^۶ (۲۰۰۶) داده‌های رطوبت خاک AMSR-E در طول سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۲ را با داده‌های میدانی رطوبت خاک و بارش مقایسه نمودند. با مقایسه داده‌های رطوبت خاک AMSR-E با بارش، دیده شد که در اراضی با بر یکنواخت، تغییرات رطوبت خاک، با بارش هماهنگی دارد. در بسیاری از قسمت‌های هندوستان، خشکسالی سال ۲۰۰۲ نیز در نقشه‌های تهیه شده بخوبی دیده می‌شود.

4- Wigneron et al.

5- Walker and Houser

6- Rao et al.

7-Gruhier et al.

گروهیر و همکاران^۷ (۲۰۰۷) داده رطوبت خاک E-AMSR با داده‌های میدانی رطوبت خاک حاصل از سه شبکه دیدبانی در فرانسه، استرالیا و ساحل را مقایسه و ارزیابی نمودند. این داده‌های میدانی، معرف شرایط مختلف اقلیمی، آب‌شناختی و زیست محیطی در نواحی معتدل و نیمه خشک هستند. نتایج هر سه شبکه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری رطوبت خاک AMSR-E توسط سنجنده از راه دور مشابه داده‌های میدانی هستند و اطلاعات موثقی درباره تغییرات زمانی رطوبت خاک سطح زمین را فراهم می‌سازند.

دراپر و همکاران^۸ (۲۰۰۹) با مقایسه رطوبت خاک حاصل از AMSR-E با داده‌های میدانی رطوبت خاک حاصل از ۱۲ ایستگاه در جنوب شرقی استرالیا، این داده‌های ماکروویو را ارزیابی نمودند که همبستگی خوبی میان آنها دیده شد.

همچنین، همبستگی قوی میان رطوبت خاک حاصل از AMSR-E با داده‌های بارش در استرالیا دیده شد. شنگلی و ژائوژیانگ^۹ (۲۰۱۰) برای پایش خشکسالی با استفاده از داده‌های رطوبت خاک حاصل از سنجنده AMSR-E، نشان دادند که این داده‌ها می‌توانند نمایانگر تقریبی گسترش و توزیع پدیده خشکسالی باشد.

هدف از این پژوهش، تعیین میزان صحت رطوبت خاک تعیین شده توسط داده‌های ماهواره‌ای سنجنده AMSR-E در استان اصفهان است و این کار با استفاده از تعیین همبستگی میان این داده‌ها با داده‌های میدانی دو ایستگاه نمونه در این استان انجام می‌شود.

منطقه مورد مطالعه

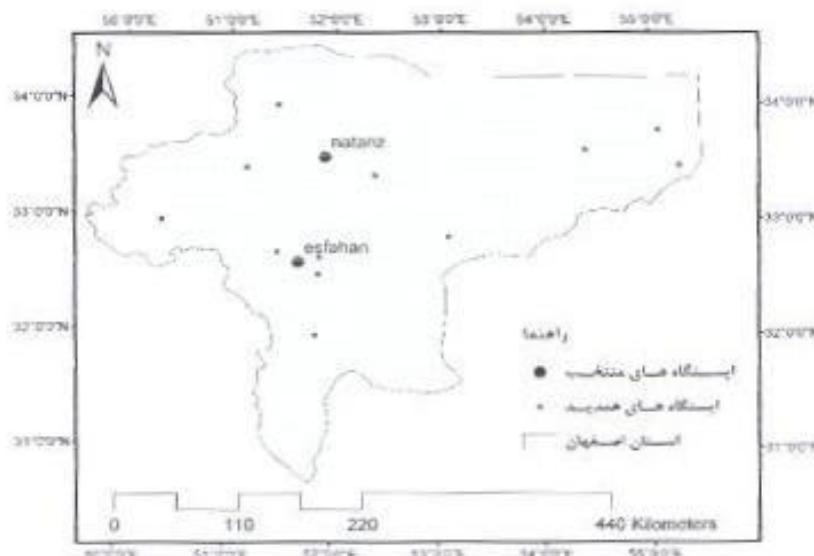
منطقه مورد مطالعه، استان اصفهان به مساحت تقریبی ۱۰۵,۹۳۷ کیلومتر مربع است که بین ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی شرقی، قرار گرفته است. این استان که در مرکز ایران واقع شده است، از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان، از شرق به استان یزد، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود شده است. ارتفاع متوسط استان اصفهان از میانگین سطح دریا ۱۷۱۴ متر است. بخش وسیعی از استان اصفهان را اقلیم خشک در بر گرفته است. مقدار بارش در این استان از غرب به شرق و از جنوب به شمال کاهش می‌یابد.

استان اصفهان با ظرفیت تولید کشاورزی با سطح زیر کشت آبی سالیانه ۲۶۲,۵۷۷ هکتار، دیم سالیانه ۳۰,۵۳۱ هکتار و باغات ۵۸,۵۴۲ هکتار، ۵/۶ میلیون هکتار مرتع و حدود ۱۰۰ هزار هکتار جنگل، یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی در کشور محسوب می‌شود.

داده‌ها و روش پژوهش

در این پژوهش از داده‌های رطوبت خاک^{۱۰} سنجنده AMSR-E^{۱۱} ماهواره Aqua^{۱۲} سازمان فضایی NASA^{۱۳} استفاده شده است. این داده‌ها از ژوئن ۲۰۰۲ با اندازه تفکیک مکانی ۲۵ کیلومتر و اندازه تفکیک زمانی روزانه موجود هستند. آدرس دسترسی به این داده‌ها عبارت است از: (<https://wust.ecgi.basa,giv/api/>). (https://wust.ecgi.basa,giv/api/).

همبستگی این داده‌ها با داده‌های میدانی بارندگی دو ایستگاه همدید اصفهان و نظرز به طریق پارامتری بررسی شده است (شکل ۱).



شکل ۱) منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های همدید منتخب

یافته‌های پژوهش

به منظور استخراج رطوبت خاک سطحی از داده‌های ماکروویو، داده‌های صعودی^{۱۴} (حاصل رفت ماهواره یا حرکت به سمت شمال) و نزولی^{۱۵} (حاصل برگشت ماهواره یا حرکت به سمت جنوب) از سری داده‌های Daily L3 Surface Soil Moisture, Interpretive Parameters, & QC EASE-Grids AMSR-E/Aqua با یکدیگر ترکیب شده و رطوبت خاک به صورت جهانی و بر حسب g/cm^3 به دست آمده است. این داده‌ها زمین مرجع شده و رطوبت خاک در سطح استان اصفهان در دوره پنج ساله ۲۰۰۳-۲۰۰۷، با اندازه تفکیک مکانی ۲۵ کیلومتر و اندازه تفکیک زمانی ۸ روزه و ماهانه استخراج شده است. در شکل‌های ۲ تا ۶ رطوبت خاک سطحی به دست آمده از این داده‌ها به عنوان نمونه در

-AMSR-E/Aqua Daily L3 Surface Soil Moisture, Interpretive Parameters, & QC EASE-Grids
11- The Advanced Microwave Scanning Radiometer – Earth Observing System

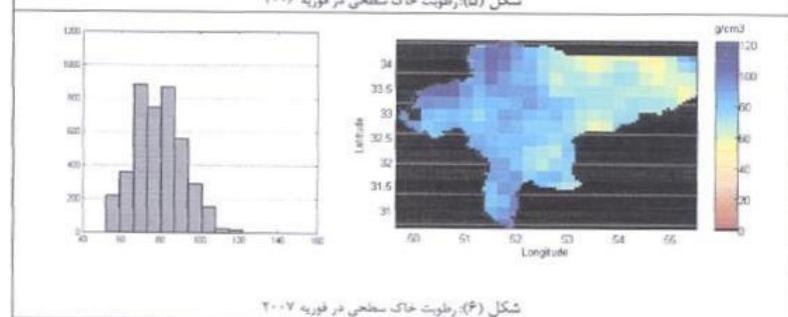
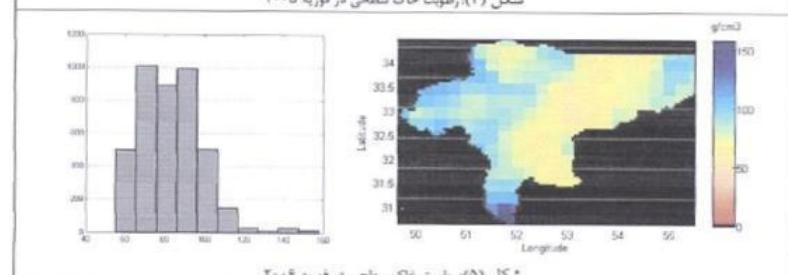
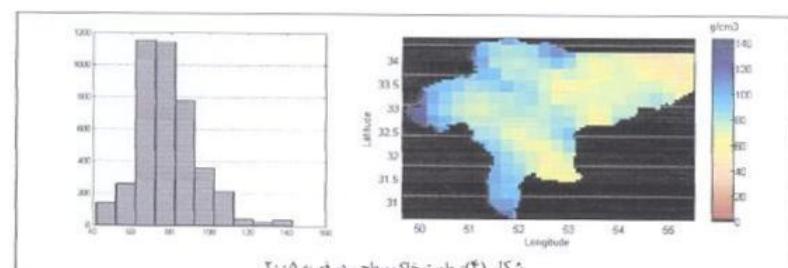
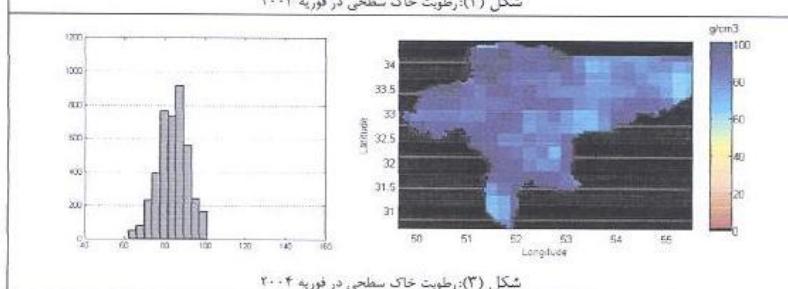
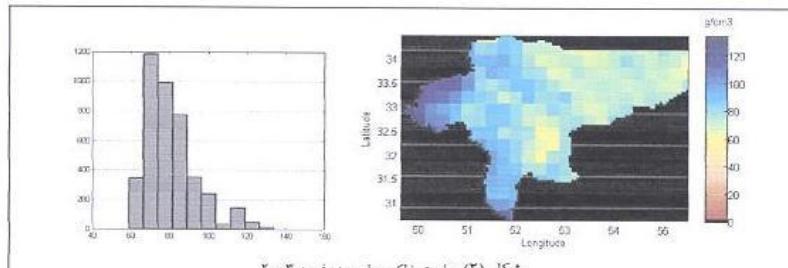
12-Earth Observing System

13- National Aeronautics and Space Administration

14- ascending

15- Descending

ماه های فوریه سال های مورد مطالعه نشان داده شده است. برای نمایش بهتر پراکندگی رطوبت سطحی، هیستوگرام داده ها نیز نشان داده شده است.



به منظور صحت‌سنجی رطوبت خاک سطحی به دست آمده از داده‌های ماکروویو، همبستگی بارندگی ایستگاه‌های همدید اصفهان و نظر با مقادیر رطوبت خاک سطحی به دست آمده در بخش قبل، در دو مقیاس ۸ روزه و ماهانه بررسی شده است. جداول (۱) و (۲) نتایج به دست آمده را نشان می‌دهند.

جدول (۱) همبستگی بارندگی با رطوبت خاک سطحی در مقیاس ۸ روزه

ایستگاه نظر			ایستگاه اصفهان			سال
معنی دار در سطح %۹۵	معنی دار در سطح %۹۰	ضریب همبستگی	معنی دار در سطح %۹۵	معنی دار در سطح %۹۰	ضریب همبستگی	
+	+	۰/۵۱۷	+	+	۰/۳۶۳	۲۰۰۳
-	-	۰/۲۰۴	+	+	۰/۴۶۰	۲۰۰۴
+	+	۰/۳۳۰	+	+	۰/۵۰۹	۲۰۰۵
+	+	۰/۲۹۶	+	+	۰/۳۳۰	۲۰۰۶
+	+	۰/۴۳۱	+	+	۰/۶۸۸	۲۰۰۷

جدول (۲) همبستگی بارندگی با رطوبت خاک سطحی در مقیاس ماهانه

ایستگاه نظر			ایستگاه اصفهان			سال
معنی دار در سطح %۹۵	معنی دار در سطح %۹۰	ضریب همبستگی	معنی دار در سطح %۹۵	معنی دار در سطح %۹۰	ضریب همبستگی	
+	+	۰/۷۳۸	+	+	۰/۶۰۶	۲۰۰۳
+	+	۰/۷۸۰	+	+	۰/۸۲۱	۲۰۰۴
+	+	۰/۷۴۴	+	+	۰/۵۶۱	۲۰۰۵
-	-	۰/۴۱۹	+	+	۰/۷۳۴	۲۰۰۶
+	+	۰/۷۴۶	-	+	۰/۵۱۰	۲۰۰۷

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، همبستگی بارندگی ایستگاه‌های همدید اصفهان و نظر با مقادیر رطوبت خاک سطحی به دست آمده از سنجنده AMSR-E، در مقیاس ۸ روزه و ماهانه بررسی شده است. نتایج نشان دهنده وجود همبستگی معنی دار میان رطوبت خاک سطحی ماهواره‌ای و ایستگاهی در سطوح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪ هستند. ضریب همبستگی در مقیاس ۸ روزه، تنها در ایستگاه نظر در سال ۲۰۰۴ معنی دار نبوده و ضریب همبستگی در مقیاس ماهانه، در ایستگاه نظر در سال ۲۰۰۶ و در ایستگاه اصفهان در سال ۲۰۰۷ در سطح ۹۵٪ معنی دار نیست. این میزان همبستگی میان داده‌های رطوبت خاک سطحی ماهواره‌ای و ایستگاهی، یانگر دقت کافی این داده‌ها و مؤبد سودمندی استفاده از چنین داده‌هایی با پوشش مکانی گستردۀ در تحقیقات آب و خاک است.

قدرتانی

این مقاله، بخشی از نتایج پژوهه «توسعه نمایه کمبود رطوبت خاک توسط داده‌های ماهواره‌ای بازتابی و حرارتی در ایران» است که در پژوهشکده هواشناسی انجام شده است. از این رو، جا دارد از حمایت‌های مسؤولان و دست

اندر کاران این پژوهشکده و همچنین، سازمان هواشناسی کشور که امکانات لازم در جهت انجام این پروژه را فراهم کردند، تشکر و قدردانی شود.

منابع

- بایبوردی، محمد (۱۳۸۰). اصول مهندسی آبیاری، روابط آب و خاک، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۹ ص.
- بداق جمالی، جواد؛ احمدیان، ج؛ جوانمرد، سهیلا؛ گلمنانی، ت؛ ملک زاده، ص. (۱۳۷۷). «ضرورت پایش وضعیت رطوبت خاک در افزایش بهره‌وری آب کشاورزی»، یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۳۷۶-۳۹۰.
- نوروزی اقدم، ا؛ بهبهانی، م.ر؛ رحیمی خوب، ع؛ عقیقی، ح. (۱۳۸۷). «مدل رطوبتی لایه سطحی خاک با استفاده از شاخص NDVI (مطالعه موردی: مراتع استان خراسان رضوی)»، مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، ش ۴۸، زمستان ۸۷-۱۲۷.
- نوروزی اقدم، ا؛ کرمی، و. (۱۳۸۸). «بکارگیری فن آوری سنجش از دور در پایش و ارزیابی شبکه‌های آبیاری و زهکشی در حال بهره‌برداری»، مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها، دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، اسفندماه.
- 5- Draper, C., Walker, J., Steinle, P., de Jeu, R. and Holmes, T. 2009. An evaluation of AMSR-E derived soil moisture over Australia. *Remote Sensing of Environment*, 113 (4), 703-710.
- 6- Gruhier, C., de Rosnay, P., Richaume, P., Kerr, Y., Rudiger, C., Walker, J.P., Mougin, E., Ceschia, E. and Calvet, J. C. 2007. Large scale evaluation of AMSR soil moisture products based on ground soil moisture network measurements. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 9, 07725.
- 7- Kogan, F. N. 1997. Global drought watch from space. *Meteorological society*, 78, 621-636.
- 8- Obasi, G. O. P. 1994. WMO's Role in the international decade for natural disaster reduction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 75, 1655-1661.
- 9- Rao, S. Sharma, V. Garg and Venkataraman, G. 2006. Soil Moisture Mapping over India using Aqua AMSR-E derived Soil Moisutre Product. *Proceedings of the IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Denver, USA, 31 July – 4 August 2006, 2999-3002.
- 10- Shengli, W. and Xiaoxiang, Z. 2010. Using AMSR-E land product to monitor the drought process in China. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2010 IEEE International, 3894 – 3897.
- 11- Walker, J. P. and Houser, P.R. 2004. Requirements of a global near-surface soil moisture mission: accuracy, repeat time, and spatial resolution. *Advances in Water Resources*, 27, 785-801.
- 12- Wigneron, J. P., Schmugge, T., Chanzy, A., Calvet, J. C. and KERR, Y. 1998. Use of passive microwave remote sensing to monitor soil moisture a review. *Agronomie: Agriculture and Environment* 18:27-43.
- 13- Willhite, D. A. 1986. Drought poling in U.S and Australia, A comparative analysis. *Water resources Bulletin*, 22, 425-438.
- 14- Willhite, D. A. 1987. The role of government in planning for drought: Where do we go from here, in D. A.

- 15- Willhite and W. E. Easterling (eds), Planning for Drought: Toward a Reduction of Societal Vulnerability, Boulder, Co: Westview press.
- 16- <http://aqua.nasa.gov/>
- 17- <http://en.wikipedia.org/wiki/>
- 18- <https://wist.echo.nasa.gov/api/>