



انتخاب می شد و نیز امکان تشخیص نسبتاً دقیق سطح زیر کشت در منطقه مورد مطالعه در دوره های مذکور بوجود می آمد از تصاویر ماهواره Landsat استفاده گردید. جزئیات بیشتری در باره تصاویر مورد استفاده در بخش مواد و روش ها آمده است.

هدف از این تحقیق آزمون روش استفاده از تصاویر ماهواره ای برای پایش خشکسالی کشاورزی است. البته شاخص های آماری مختلفی برای ارزیابی و پایش خشکسالی وجود دارند که عمدتاً بر محور ارزیابی خشکسالی های هواشناسی و هیدرولوژیکی است. استفاده از شاخص های گیاهی نیز در پایش خشکسالی های کشاورزی مورد توجه بوده است. پیشرفت فناوری سنجنش از دور برای پایش وضعیت پوشش گیاهی به صورت پیوسته در هر منطقه مورد مطالعه کمک شایانی به توسعه و تکامل شاخص های گیاهی برای این منظور کرده است. در این تحقیق شاخص مشهور NDVI مورد استفاده قرار گرفته و نسبت مقادیر آن به سطح کل اراضی زراعی نیز محاسبه شده و به عنوان شاخصی جدید معرفی شده است.

### بررسی منابع

کاربرد تصاویر ماهواره ای در زمینه پایش محصولات زراعی قدمتی به اندازه خود فن آوری سنجنش از دور دارد. در سال ۱۹۷۲ که اولین ماهواره مشاهده منابع زمینی به نام لندست توسط آمریکا به فضا پرتاب گردید از آن برای برآورد عملکرد محصول گندم کشورهای رقیب نظیر روسیه استفاده شد (۲). پس از آمریکا در اوایل دهه ۸۰ میلادی، محققان کانادایی کنار بر روی داده های ماهواره AVHRR را به منظور استخراج اطلاعات درباره شرایط محصول و پیش بینی عملکرد غلات در غرب کانادا آغاز نمودند (۷).

در مطالعه دیگری امکان کاربرد داده های سنجنده AVHRR در پایش خشکسالی منطقه ای در آفریقای جنوبی مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از مجموعه داده های نمایه گیاهی جهانی (GVI) در دوره سال های ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۴ که از ماهواره های شماره ۹ و ۱۱ NOAA به دست آمده، دو نمایه وضعیت گیاهی (VCI) و نمایه وضعیت دمای (TCI) با الگوهای

خشکسالی منطقه ای اخیر در آفریقای جنوبی بررسی گردید. در این مطالعه حتی محدوده و مرکز خشکسالی ها به وضوح تعیین و پهنه بندی شد (۱۱). نمایه GVI از تولیدات سازمان ملی جو و اقیانوس آمریکا می باشد. این نمایه بر اساس تصاویر حاصل از باندهای GH1 و GH2 سنجنده AVHRR ماهواره سری NOAA برای محاسبه تفاضل GH2 - GH1 و مقادیر NDVI در نظر گرفته شده است. البته این مجموعه تصاویر ویرایش اول تولید GVI را تشکیل داده و در ویرایش دوم، باندهای ۴ و ۵ نیز اضافه گردیده اند (۹).

در هند نیز پروژه ای تحت عنوان سیستم ملی پایش و ارزیابی خشکسالی زراعی (NADAMS) از سوی وزارت کشاورزی و وزارت امور فضایی و چندین سازمان دیگر به اجرا در آمده است. در این پروژه به ارزیابی وضعیت خشکسالی زراعی بر حسب گسترش، شدت نسبی و دوام آن در طول فصل پرداخته می شود. در این کشور از نمایه های ماهواره ای پوشش گیاهی که به تنش گیاهی حساس اند به عنوان معیار سنجنش وضعیت خشکسالی به صورت لحظه ای<sup>۱</sup> استفاده می گردد (۱۰).

در زامبیا سیستمی با عنوان سیستم اطلاعات زراعی- هواشناسی زامبیا<sup>۲</sup> (ZAMIS) ایجاد گردیده است که از طریق محاسبه میزان بارش دریافتی به تعیین وضعیت خشکسالی می پردازد (۸) در این سیستم علاوه بر استفاده از ایستگاه های باران سنجی، از تصاویر ماهواره های Meteosat و NOAA نیز جهت تعیین وضعیت بارندگی استفاده می گردد.

در ایران هم، کبیری و آبکار (۱) با استفاده از یک مدل بارندگی و نمایه NDVI نقشه خشکسالی در سال ۱۹۹۳ و ۱۹۹۵ را برای کشور تهیه نمودند. در این مطالعه از داده های هواشناسی و تصاویر NDVI به دست آمده از تصاویر ماهواره NOAA استفاده گردیده است. در این تحقیق همچنین از داده های مربوط به کاربری اراضی و پوشش کل کشور نیز بهره گرفته اند.

### مواد و روش ها

در این تحقیق از دو تصویر ماهواره لندست ۵ و لندست ۷ که اولی در تاریخ یکم ماه مه سال ۱۹۸۷ و دومین تصویر در ۱۵ ماه

1) Global Vegetation Index

2) National Agricultural Drought Assessment and Monitoring System

3) Real-time

4) Zambian Agrometeorological Information System



شکل (۲) بخشی از تصویر NDVI از کل منطقه در سال ۱۹۸۷

NDVI مزارع را نشان می‌داد.

#### ۵- محاسبه و مقایسه مساحت‌ها

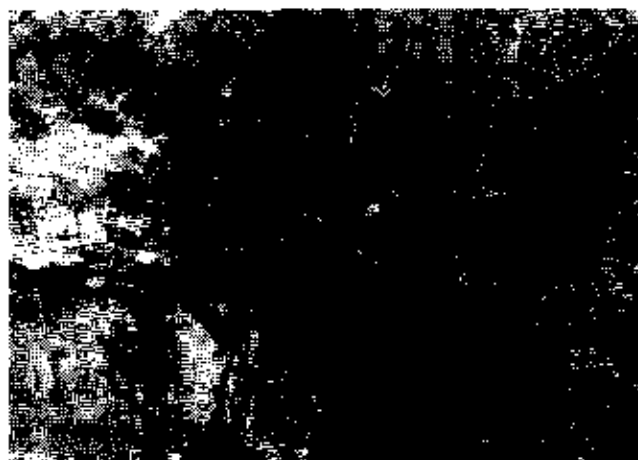
مقادیر NDVI در هر یک از تصاویر طبقه‌بندی شد. با توجه به اینکه مقادیر NDVI در تصاویر حاصل بین صفر و یک متغیر بود مقادیر NDVI با فواصل ۰٫۱ طبقه‌بندی شد. بدین ترتیب ده طبقه NDVI از مقدار ۰ تا ۱ حاصل گردید و آنگاه مساحت اراضی واقع در هر طبقه NDVI محاسبه گردیده و نسبت مقادیر هر طبقه به مساحتی که آن طبقه اشغال کرده است به دست آمد.

در ادامه دو تصویر از نمایه NDVI برای دو سال مذکور تهیه شد. آنگاه مقادیر این نمایه در هر تصویر به ده طبقه با فاصله ۰٫۱ تقسیم و مساحت هر طبقه تعیین گردید. سپس با تقسیم مساحت هر طبقه به کل مساحت اراضی زراعی در تصویر درصد مساحت

هر طبقه نمایه معلوم گردید.

علی‌رغم تغییر بارز مساحت زیر کشت اراضی با مقادیر NDVI مختلف، مسلماً این پارامتر نمی‌تواند به روشنی دلیل تأثیر خشکسالی باشد. زیرا با توجه به فاصله ۱۴ ساله دو تصویر، دلایلی از قبیل تغییر کاربری اراضی، گسترش و توسعه مساحت زیر کشت، مهاجرت روستائیان و غیره می‌توانند در تغییر مساحت‌ها موثر باشند. از اینرو باید پارامتر دیگری نیز جهت مقایسه دو تصویر برگزیده می‌شد.

بدین منظور و برای سهولت مقایسه مقادیر NDVI در دو سال مورد نظر، تکنیک ساده و در عین حال مؤثری اتخاذ شد. بدین صورت که درصد مساحت هر دامنه از مقادیر NDVI به کل مساحت زیر کشت در منطقه در هر سال محاسبه گردید. این درصد



شکل (۳) بخشی از بانده ۳ تصویر ۱۹۸۷ که در آن اراضی زراعی به رنگ تیره‌تر از اطراف خود دیده می‌شوند



شکل (۲) نمودار میانگین ماهانه بارش منطقه در دو سال آبی ۱۳۶۵-۶۶ و ۱۳۷۹-۸۰

جدول (۱) مقادیر نمایه APVI در محدوده های مختلف NDVI در سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱

مقادیر NDVI	مقادیر APVI	
	سال ۱۹۸۷	سال ۲۰۰۱
۰/۲-۰/۱	۶/۷	۲۵/۰۴
۰/۳-۰/۲	۸/۳۲	۲۵/۶۴
۰/۴-۰/۳	۱۲/۰۷	۲۳/۸۵
۰/۵-۰/۴	۱۸/۹۸	۱۸/۱۹
۰/۶-۰/۵	۲۳/۶۰	۶/۹۲
۰/۷-۰/۶	۲۴/۲۸	۰/۳۶
۰/۸-۰/۷	۳/۰۰	۰/۰۰
۰/۹-۰/۸	۰/۰۰	۰/۰۰
۱/۰-۰/۹	۰/۰۰	۰/۰۰

شادابی محصول بوده و بر عکس هرچه مقادیر کمتر این نمایه در تصویر برتری داشته باشند دلالت بر بیشتر بودن میزان تنش و آرد بر محصولات دارد که با توجه به اینکه این نسبت برای کل منطقه در نظر گرفته شده است در واقع درصد منطقه تحت تاثیر تنش را نشان می دهد که عملاً می تواند ناظر به سطوح زیر کشتی باشد که از چاههای عمیق آبیاری نشده و تحت تاثیر خشکسالی قرار گرفته اند.

برای مشاهده ساده تر نتایج، بر اساس مقادیر جدول فوق نمودارهایی رسم شدند. شکل ۵ نمودار وضعیت نمایه APVI را در سال ۱۹۸۷ و شکل ۶ نمودار وضعیت این نمایه را در سال ۲۰۰۱ نشان می دهد.

مساحت که ما در اینجا آن را به نام درصد مساحت نمایه NDVI<sup>۱</sup> (APVI) خواهیم خواند - به خوبی نشان می دهد که هر دامنه از مقادیر NDVI در هر سال چه سهمی از کل اراضی زراعی را به خود اختصاص داده است.

#### ۶- آمار بارانسنجی

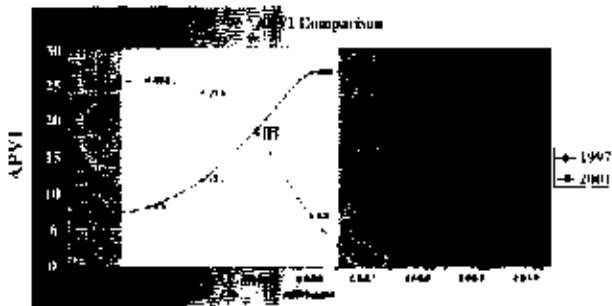
آمار به دست آمده از ۸ ایستگاه باران سنجی وابسته به وزارت نیرو که در سطح منطقه مورد مطالعه از پراکنش نسبی خوبی برخوردارند گردآوری و در دو سال مورد مطالعه مقایسه شدند. بر اساس این آمار باران سنجی مشخص شد که دو سال مورد بحث (سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱) از نظر مقدار بارش با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند.

#### نتایج و بحث

نمودار میانگین ماهانه بارش بین ایستگاه ها در دو سال مورد نظر ترسیم شد تا میزان متوسط اختلاف بارش بین دو سال در کل منطقه مشخص گردد (شکل ۴). بدین ترتیب بر اساس این ارقام و نمودار مذکور می توان فهمید که وضعیت بارش در سال ۲۰۰۱ دارای افت قابل توجهی نسبت به سال ۱۹۸۷ داشته است. بر این مبنا انتظار می رود که پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۱ دارای شادابی و در واقع سبزینه و توان کمتری نسبت به سال ۱۹۸۷ به ویژه در اردیبهشت ماه بوده باشد.

مقادیر APVI که در جدول ۱ آمده است، با توجه به نحوه محاسبه این ضریب که در بخش مواد و روش ها توضیح داده شد چنانچه مقادیر بالاتر این نمایه در تصویر غالب باشند نشان دهنده

1) Areal Percentage NDVI

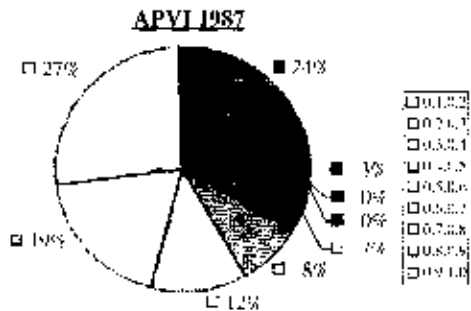


شکل (۷) نمودار مقایسه مقادیر نمایه APVI بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱

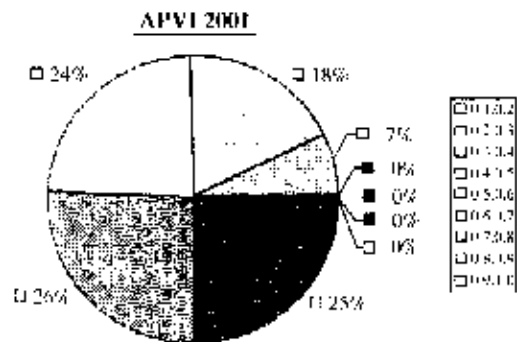
NDVI بین ۰/۷ و ۰/۸ در سال ۱۹۸۷ در حدود ۳٪ بوده که این مقدار در سال ۲۰۰۱ به صفر رسیده است.

نکته ای که باید مدنظر داشت این است که تنش وارد بر محصول می‌تواند ناشی از عواملی غیر از آب نظیر آفات و امراض و به طور کلی تنش‌های غیر آبی نیز باشد لیکن با توجه به وسعت منطقه مورد مطالعه این امر نمی‌تواند تأثیر قابل توجهی در نتیجه حاصل شده داشته باشد و مسلماً مهمترین و اصلی‌ترین عامل تنش در این سال کم باران عامل خشکسالی بوده است.

روش مورد استفاده در این تحقیق علاوه بر ساده بودن، سریع و مؤثر نیز می‌باشد. با استفاده از این روش می‌توان درباره تأثیر خشکسالی بر محصولات زراعی یک منطقه در هر سال مورد نظر بررسی‌های مقدماتی را صورت داد. در صورت نیاز می‌توان با استفاده از آمار جانبی مطمئن به بررسی‌های کمی دقیق‌تر نیز پرداخت. با امکاناتی که GIS در اختیار قرار می‌دهد ترکیب چنین اطلاعاتی با داده‌های دیگر نظیر اطلاعات مربوط به اراضی دیم و آبی، توزیع چاه‌های آب، توزیع روستاها، مراکز فروش محصولات زراعی و غیره می‌تواند در انجام تصمیم‌گیری‌های مختلف در مورد مقابله با خشکسالی زراعی بسیار مفید و راهگشا باشد. یکی از زمینه‌هایی که نیاز بسیار به مطالعه و بررسی دارد ارائه محدوده‌های منطقی برای نمایه NDVI یا نمایه‌های نظیر آن است که بیانگر شدت‌های مختلف خشکسالی باشد. این کار می‌تواند براساس تناظر نمایه NDVI با نمایه دیگری نظیر پالمیر صورت گیرد.



شکل (۵) نمودار وضعیت نمایه APVI در منطقه زیر کشت در سال ۱۹۸۷



شکل (۶) نمودار وضعیت نمایه APVI در منطقه زیر کشت در سال ۲۰۰۱

چنانکه در شکل ۵ دیده می‌شود مقادیر غالب APVI در محدوده ۰/۴ تا ۰/۷ می‌باشد که نشان دهنده وضعیت مطلوب محصولات در سال ۱۹۸۷ می‌باشد. اما وضعیت در سال ۲۰۰۱ (شکل ۶) به گونه دیگری است. در این سال محدوده وسیعی از اراضی زراعی دارای APVI از ۰/۱ تا ۰/۵ می‌باشند که مبین این است که محصولات کشاورزی منطقه مورد مطالعه در این سال تحت تنش بوده و شادابی سال قبل را ندارند.

شکل ۷ تصویر روشنی‌تری از تغییرات APVI به دست می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر APVI در سال ۱۹۸۷ به سوی شادابی بیشتر گیاه تمایل دارد. حال آنکه در سال ۲۰۰۱ این مقادیر به سمت تنش آبی بیشتر گیاه متمایل می‌شوند. در سال ۱۹۸۷، ۲۷٪ اراضی دارای NDVI بین ۰/۵ تا ۰/۶ و ۲۴٪ اراضی دارای NDVI بین ۰/۶ تا ۰/۷ بوده‌اند. این مقادیر در سال ۲۰۰۱ به ترتیب به ۷٪ و ۴٪ تقلیل یافته‌اند. محدوده

- ۱- کبیری، کیوان و علی اکبر آبکار، ۱۳۸۰، مونیورینگ خشکسالی در ایران با استفاده از مدل بارندگی. Kerr et al. (۱۹۸۹) و اندیس گیاهی NDVI
2. Kogan, Felix N., Global Drought And Flood-Watch From NOAA Polar-Orbiting Satellites, Adv. Space Res., Vol. 21. No. 3, pp 477- 480, 1998
3. McNairn, H. and R. J. Brown, Remote Sensing In Support Of Crop Management, United Nations/China/Eurospace Space Agency Conference on Space Application for Promoting Sustainable Agriculture, Beijing, China, 1999
4. Nawa, Kawana, Drought Monitoring in Zambia using Meteosat and NOAA AVHRR Data, The 21<sup>st</sup> Asian Conference on Remote Sensing, Taiwan, 2000
5. Rao, D. P., 1999, Disaster Management, <http://www.gisdevelopment.net/>
6. Unganai, L. S. and F. N. Kogan, Southern Africa's Recent Droughts From Space, Advance Space Research, Vol. 21. No. 3, pp 507- 511, 1998
7. DI L., RUNDQUIST D. C., and HARN L., 1994 , Modelling relationships between NDVI and precipitation during vegetative growth cycles. International Journal of Remote Sensing, 15, 2121- 2136.
8. JUSTICE C. O., DUGDALE G., TOWNSHEND J. R. G., NARRACOTT A. S., and KUMAR M., (1991b), Synergism between NOAA-AVHRR and Meteosat data for studying vegetation development in semi-arid West Africa. International Journal of Remote Sensing, 12, 1349-1368.
9. NORWINE J. and GREGOR D. H. (1983) Vegetation Classification based on Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) satellite imagery. Remote sensing of the environment, 13, 69-87.
10. FAO, (1997), Overview of FAO Remote Sensing, Geographic Information Systems and Agrometeorological activities, FAO Rome, available on <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTDEV/Eidirect/gis/Ef/gis...htm>
11. Kogan, F.N., (1995), "Droughts of the late s in the United States as derived from NOAA polar orbiting satellite data", Bulletin of the American Meteorological Society, Vol 76, pp
12. Kogan, F.N., (1997), "Global Drought Watch from Space", Bulletin of the American Meteorological Society, vol 78, pp 727 636

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

