

AEROKOSMİK MONİTORİNG VƏ ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASI

UOT: 62

DOI: 10.30546/EMNAA.2023.25.4.3

PEYK TƏSVİRİ ƏSASINDA VEGETASIYA İNDEKSLƏRİNDƏN İSTİFADƏ EDƏRƏK PAMBIQ SAHƏLƏRİNİN MONİTORİNGİ

Bədəlova A.N., Babashlı B.H.

Milli Aviasiya Akademiyası

Pambığın məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün müxtəlif məsafədən müşahidə üsulları geniş tətbiq edilir. Ənənəvi üsullarla müqayisədə, pambiq məhsuldarlığının qiymətləndirilməsində məsafədən müşahidə üsulları daha dəqiq və səmərəlidir. Məqalədə peyk təsviri və vegetasiya indekslərinə əsaslanaraq, pambiq sahələrinin biokütləsinin inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılıb. Beləliklə, məhsulun yığımından əvvəl, erkən böyümə mərhələlərində məhsulun dəqiq qiymətləndirilməsi fermerlər və tədqiqatçılar üçün sahə idarəçiliyini optimallaşdırmaq və məhsulun məhsuldarlığını qiymətləndirmək üçün çox vacib məsələdir. Bunları nəzərə almaqla peyk təsvirlərindən istifadə edərək pambiq bitkisinin inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Açar sözlər: *peyk təsviri, Azersky, vegetasiya indeksi, pambiq, məhsuldarlıq, biokütlə, azot, xlorofil.*

Giriş. Kənd təsərrüfatı global iqtisadiyyatda həlledici rol oynayır və dünya əhalisi artdıqca kənd təsərrüfatı məhsullarına daha çox ehtiyac yaranır. Pambiq əməkəmənci (Malvaceae) fəsiləsinin (GossypiumL) cinsinə daxildir [1]. Pambıqçılıq sahəsi əhalinin məşğulluğu baxımından və tekstil sənayesinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq böyük xalq təsərrüfatı əhəmiyyətinə malikdir. Pambiq dünyada ən çox əkilən bitkilər sırasına daxildir. Bu gün dünyanın ən inkişaf etmiş ölkələrində pambıqçılıq yüksək səviyyədə inkişaf etdirilir. ABŞ, İsrail, Türkiyə, Çin, Hindistan kimi ölkələr bu sahədən kifayət qədər böyük gəlir götürürlər. Dünyada pambiq istehsalına görə ilk üçlüyə Çin, Hindistan və ABŞ daxildir [2]. Pakistan, Özbəkistan və Türkiyədə pambıqçılıq yüksək tempdə inkişaf edir. Bu ölkələrdə pambıqçılığın inkişafı ilə yanaşı, toxuculuq sənayesi də genişlənir.

Məhsulun böyüməsi və məhsuldarlığı ətraf mühitdən, su, torpaq, azot və digər komponentlərin birgə təsirindən asılıdır. Bu təsirlər məhsulun qiymətləndirilməsini çətinləşdirir və çox vaxt qeyri-dəqiq olur. Pambiq bitkisinin məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi kənd təsərrüfatı üçün vacib rol oynayır. Şərti olaraq, pambığın məhsuldarlığı vahid sahədəki qozaların sayına əsasən qiymətləndirilir. Pambiq bitkisinin məhsuldarlığı tarlada suvarma və gübrələnməyə görə fərqlənir. Məhsuldarlığın qiymətləndirilməsinin dəqiqliyini artırmaq üçün tədqiqatçılar müxtəlif üsulların tətbiqini inkişaf etdirməyə çalışmışlar [3].

Bildiyimiz kimi, azot (N) bitkilərə birbaşa təsir edən əsas elementdir. Azotun çatışmazlığı və həm də artıq olması bitkinin inkişafına, məhsuldarlığına, lif keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Qeyri-kafi azot tədarüku tez-tez yarpaq sahəsinin kiçilməsinə, yarpaqların fotosintezinə və biokütlə istehsalına səbəb olur, nəticədə məhsuldarlığın azalmasına, qeyri-qənaətbəxş lif keyfiyyətinin yaranmasına səbəb olur [4]. Məhsuldarlığın qiymətləndirilməsində istifadə olunan bitki örtüyünün

vegetasiya indeksləri (VI), torpaq fonunun əks olunması və istiqamətləndirici kimi atmosferin təsiri qarışıq amilləri minimuma endirməklə yanaşı, bitki örtüyünün xüsusiyyətlərinə qarşı həssaslığı artırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur [5]. Ən çox bitki örtüyü üçün istifadə edilən indekslər qırmızı və yaxın infraqırmızı (NIR) diapazondan alınan məlumatlardan tapılır [6].

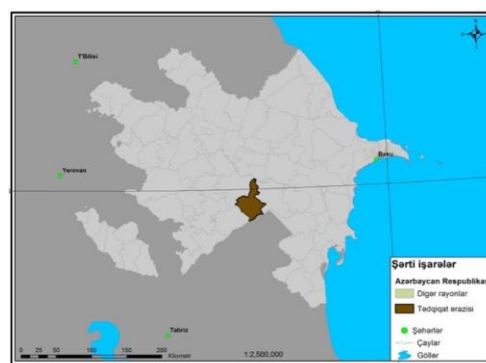
Azot Qidalanma İndeksi məhsuldakı azotun faizi ilə eyni səviyyəli məhsul biokütləsi üçün kritik azot konsentrasiyası arasındakı nisbətdir [7]. Azot Qidalanma İndeksi 1-ə bərabər olduqda, azotla qidalanma optimal hesab edilir, 1-dən böyük və ya kiçik olması isə müvafiq olaraq azotla qidalanmanın normadan çox və ya az olduğunu göstərir. Məsafədən müşahidə üsulu ilə bitki örtüyü indekslərindən istifadə etməklə Azot Qidalanma İndeksini müəyyən etmək mümkündür. Karolina Fabbrinə Modified Chlorophyll Absorption Reflectance Index (MCARI) və Təkmilləşdirilmiş Bitki Örtüyü İndeksindən (EVI2) istifadə edərək iki dəyişəni (biokütlə və azot konsentrasiyası) qiymətləndirib [8]. Bu iki indeks NIR, qırmızı, qırmızı kənar və yaşıl zolaqların birləşməsindən istifadə edir. Bir neçə tədqiqatçılar qırmızı kənar (Red Edge) bəndindən müxtəlif bitkilər üçün azot miqdarını müəyyən etmək üçün istifadəyə yararlığını göstərirlər [9,10]. Qırmızı kənar zolaq aqronomlara və fermerlərə məhsullarının azot statusu haqqında gündəlik yenilənmələri almağa imkan verir. Peyk müşahidə sistemləri bitkilərin sağlamlığı, gübrələnməsi və kimyəvi maddələr ilə bağlı xərclərin azaldılması və eyni zamanda əvvəlcədən məhsuldarlığı proqnozlaşdırmağa imkan verir [11].

Məqalədə, bir neçə bitki örtüyü indeksləri NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), CVI (Chlorophyll vegetation index), MCARI (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index), NDRE (Normalized Difference Red-Edge), CIRE (Chlorophyll RedEdge Index) və digərləri müqayisə olunmuşdur.

Tədqiqat işinin məqsədi peyk təsvirləri və vegetasiya indekslərindən (NDVI, CVI, MCARI, NDRE, Cirededge, EVI və s.) istifadə etməklə bitki örtüyünün inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsidir.

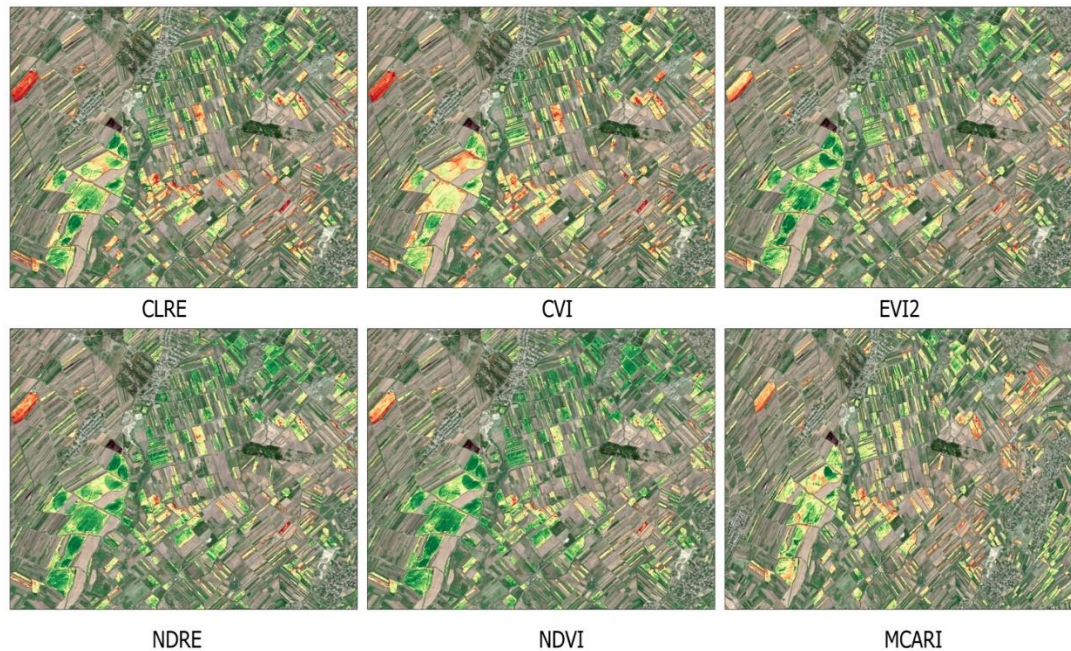
Tədqiqat obyekti olaraq Beyləqan rayonu (şəkil 1) ərazisində yerləşən pambıq sahələri seçilmişdir.

Peyk təsvirlərinin idarə olunan sinifləndirmə alqoritmi əsasında Azersky/SPOT-7 (Satellite Pour l'Observation de la Terre-7) peyk məlumatlarından istifadə edərək ərazidə pambıq sahələri müəyyən olunmuşdur [12,13]. İstifadə olunan kosmik təsvirdə pambıq bitkisinin vegetasiya dövründə inkişaf mərhələsi əks olunmuşdur.



Təsnifatlaşma əsasında pambıq sahələrini müəyyən edildikdən sonra biokütləni müəyyən

etmək məqsədi ilə tədqiqat ərazisinin 2018-2022-ci illər ərzində çəkilmiş peyk təsvirlərindən istifadə etməklə müxtəlif vegetasiya indeksləri hesablanmışdır (şəkil 2).



Şəkil 2. Tədqiqat ərazisinin hesablanmış vegetasiya indeksləri

Məlum olduğu kimi, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) sağlam bitki örtüyündə yaşıl yarpaqların sıx olduğu yerlərdə ona düşən günəş şüalarının görünən hissəsinin çoxu udulur, lakin yaxın infraqırmızı diapazonda (NIR) isə bitkilər tərəfindən əsasən əks olunur [14]. Yaşıl yarpaqların az və ya heç olmadığı qeyri-sağlam bitki örtüyündə görünən işığın çox hissəsi əks olunur, daha çox NIR işığı udulur [15]. NDVI ölçmələri ilə bitkinin biokütləsi, ümumi yaşıl sahə, sünbülsüz yaşıl sahə və yerüstü azot tərkibi arasında mürəkkəb korrelyasiya müşahidə edilir. NDVI-nin hesablanma qaydası aşağıdakı kimidir:

$$(NIR-RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

Yarpaq örtüyündəki xlorofilin tərkibi artan həssaslığa CVI (Chlorophyll vegetation index) malikdir [16]. O, yarpaq səthinin əks modelindən istifadə etməklə əldə edilmiş böyük bir məlumat toplusunu təhlil edərək geniş torpaq və əkin şəraiti üçün məhsulun böyümə dövrünün əvvəlindən axırına qədər istifadə olunur. İndeksin yarpaqdakı xlorofil konsentrasiyasına artan həssaslığı qırmızı və yaşıl rənglərin tətbiqi ilə əldə edilən müxtəlif Leaf area index (LAI) dəyərlərinin effektiv normallaşması ilə əlaqədardır.

$$(NIR * RED) / (GREEN * GREEN) \quad (2)$$

Bitkilərdə xlorofilin tərkibindəki dəyişiklikləri MCARI indeksi nəzərə alır (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index). MCARI yarpaq sahəsi indeksində, xlorofil konsentrasiyasındakı dəyişikliklərə çox həssasdır [17]. MCARI dəyərlərinə işıqlandırma şəraiti, torpaqdan və müşahidə edilən digər materiallardan fon əks etdirmə təsir göstərmir.

$$MCARI = [(RE - RED) - 0.2 * (RE - Green) * (RE / RED)] \quad (3)$$

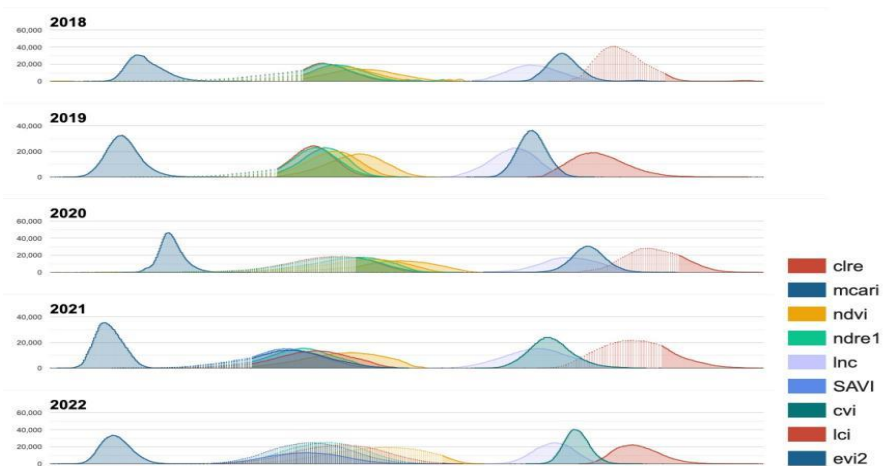
NDRE (Normalized Difference Red-Edge) bəndindən istifadə edərək, yarpaqların ən üst təbəqələri tərəfindən güclü şəkildə udulmayan bir ölçmə ilə sonrakı mərhələdə bitkilər haqqında daha yaxşı məlumat əldə etməyə imkan verir [18]. Bunlara zəif suvarma, xəstəlik, düzgün olmayan gübrə istifadəsi və ya zərərvericiləri müəyyən etmək daxildir. NDRE əsasən yetişmə mərhələsinə çatmış məhsulların monitorinqi üçün istifadə olunur.

$$(NIR-RE) / (NIR + RE) \quad (4)$$

CIrededge (Chlorophyll Index RedEdge) indeksi yaxın infraqırmızı (NIR) və qırmızı kənar zolaqlarda əks etdirmə nisbətindən istifadə edərək yarpaqların xlorofil tərkibini qiymətləndirmək üçün hazırlanmışdır [19]. Xlorofil bitkinin istehsal potensialının yaxşı göstəricisidir. O, həmçinin bitkinin qida vəziyyətini, su stresini, xəstəliyin yayılmasını və s. anlamaq üçün istifadə edilə bilər.

$$(NIR - RE) / 1 \quad (5)$$

Xlorofilin miqdarı bitki örtüyünün məhsuldarlıq səviyyəsinin proqnozunda əsas faktor hesab edildiyindən, məqalədə bir neçə indekslərin müqayisəsi aparılmışdır. Hazırda bitkinin məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi əsasən peyk vasitəsi ilə məsafədən müşahidə məlumatları əsasında həyata keçirilir. Azersky peykində xlorofilin miqdarının ölçülməsi üçün qırmızı kənar (RedEdge) bəndi olmadığından digər peyk təsviri (Sentinel) istifadə olunmuşdur.

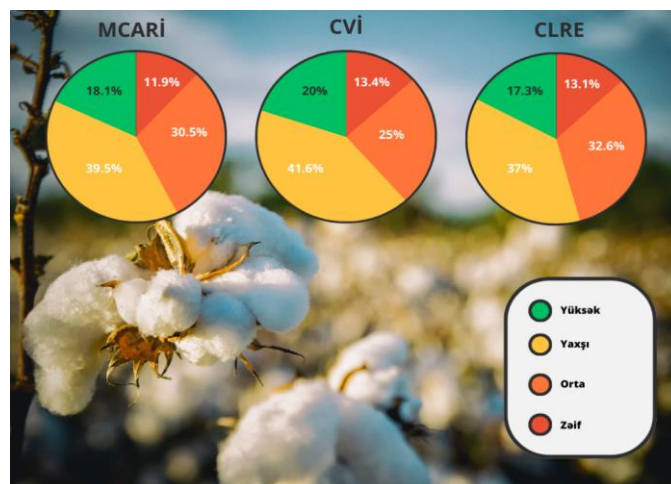


Şəkil 3. Vegetasiya indekslərinin (MCARI, CVI, CIrededge) pambıq sahələri üzrə dinamikası

İlk təcrübəmiz pambıq məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi üçün hansı peyk məlumatlarının və VI-lərin ən vacib olduğunu araşdırmaq olmuşdur. Qrafikdən aydın görünür ki, MCARI, CVI və CIrededge indeksləri vegetasiya dövründə daha çox təsir faktoruna malikdirlər (şəkil 3). Əldə edilən

indekslərin dəyərlərindən istifadə olunaraq nəticələr müqayisə olunmuşdur.

Bu indekslər digərlərindən pambığın inkişafında müəyyənləşdirilməsində daha effektiv hesab edilmişdir [20]. CLRE aşağı bitki örtüyü, arid və yarımquraq ərazilərdə bitki örtüyünün dəyişməsinin monitorinqində istifadə olunurlar. NDRE sıx bitki örtüyünün dərinliyini müəyyən etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur və bu, onların əklimi sıklığının (qəhvə, qarğıdalı, pambıq, üzüm, günəbaxan və digər bitkilərin) monitorinqi üçün ideal vasitədir. CVI bitki sağlamlığının monitorinqi və onların qidalanması səviyyəsinin aşkar edilməsində tətbiq olunur. MCARI yarpaq xlorofil konsentrasiyasına və yerin əks olunmasına cavab verir. Ümumiyyətlə yüksək MCARI dəyərləri aşağı yarpaq xlorofil tərkibini göstərir. MCARI aşağı xlorofil konsentrasiyalarını proqnozlaşdırmaqda zəiflik göstərir, xüsusən də torpaq signalının təsiri onun funksionallığını məhdudlaşdırır. NDVI sahədəki bitki örtüyünün sıklığını və yaşıllığını ölçməyə qadirdir. Düzgün şəraitdə və mövsümün müəyyən vaxtında sıx yaşıl bitki örtüyü məhsulun sağlamlığının yaxşı ümumi göstəricisidir. Tədqiqatçılar NDVI-nin qarğıdalı, düyü və soya məhsuldarlığını qiymətləndirmək üçün təsirli olduğunu aşkar ediblər [21, 22]. Lakin pambıq xüsusi bitki olduğundan məhsuldarlığın hesablanmasında fərqli nəticələr verir. NDVI əsasən bitkilərdə fotosintezin səviyyəsinin müəyyən edilməsi üçün istifadə edilir. Belə ki, əgər bitki toxumaları nə qədər sağlam və sıxdırsa, o qədər də çox enerji qəbul edirlər və həmçinin NİR spektrini o qədər də çox əks edirlər. Bitki örtükləri biokütlənin indekslərinin 0.3-0.8 qiymətlərində yüksək və sıx olurlar.



Şəkil 4. Vegetasiya indekslərin 5 ilin pambıq sahələrində baş verən anomaliyaların analiz nəticələri

Azot, bitkilərin böyüməsini sürətləndirmək və yüksək məhsuldarlığı təmin etmək üçün vacib amildir və yarpaqlarda optimal fotosintezin istehsalını təmin edir. Azot zülal istehsalının tərkib hissəsidir, pambığın sağlam böyüməsi və onun fizioloji inkişafı üçün vacibdir [23]. Azotun miqdarına uyğun olaraq son 5 ilin pambıq sahələrində baş verən anomaliyaları analiz edərkən fərqli nəticələr müşahidə olunmuşdur. Standartlaşdırılmış bitki örtüyü indeksi təhlil edilən illərlə müqayisədə bitki örtüyünün nisbi vəziyyəti haqqında məlumat verir. Bitki örtüyü indeksi təxmin edilən bitki örtüyünün vəziyyətini göstərən müxtəlif vegetasiya indekslərinə əsaslanır. Bitki İndeksleri əsasən bitkilərin sağlamlığını və ya stresini, eləcə də bitki böyüməsinin sıklığını müəyyən etmək üçün görünən qırmızı və yaxın infraqırmızı dalğa zolağında yayılan əks etdirmə fərqi araşdırır. Sinifləndirmə nəticəsində daha çox təsir faktoruna malik MCARI, CVI və CLRE indekslərinin hər biri üçün illər üzrə

hesabladıqdan sonra standart kənarlaşmadan istifadə edərək hər indeks üçün 5 il üzrə orta dəyər hesablanmışdır. Bu dəyərlər əsasında hər il üçün zəif, orta, yaxşı və yüksək fəaliyyət göstərən sahələr müəyyən edilmişdir (şəkil 4). Bu indekslər arasında MCARİ indeksindən istifadə olunan zaman ən zəif sahələr (11.9%) , CVİ indeksindən istifadə zamanı orta və yaxşı sıxlıqlı sahələr (25%) və CLRE indeksindən istifadə zamanı isə yüksək (37% və 17.3%) sıxlıqlı sahəli ərazilər aşkarlanır.

Ümumilikdə yaxşı sahələr (37-42%) bütün indekslər üzrə digər sahələrdən daha çox paya malikdir.

NDVİ indeksi bitki sağlamlığına dair məlumatın əldə olunmasında geniş istifadə edilməsinə baxmayaraq, əkin növlərində məhsuldarlığın hesablanmasında verdiyi nəticələr fərqli ola bilər. Pambığın inkişaf dövründə NDVİ dəyərlərinin yüksək olması heç də məhsuldarlığın yüksək olması demək deyildir [24]. Suvarma vaxtında aparılmayan sahələrdə bitkinin inkişafına öz təsirini göstərir. Həmin bitkilər sonradan yeraltı su vasitəsi ilə qidalansa da bu yalnız yarpaqların inkişafına təsir göstərir. Pambıq bitkisi bu dövrdə inkişafdan qalır. Nəticədə NDVİ dəyərlərini qiymətləndirərək məhsuldarlığın proqnozlaşdırılması çətinləşir. Belə ki, yarpaqların daha çox inkişaf etməsi hər zaman qozaların inkişaf etməsinə səbəb deyil. Pambıq sahələrində zəif və yaxşı məhsuldarlığa malik sahələrdə yaxın dəyərlər müşahidə olunur ki, bu da məhsuldarlığın hesablanmasında fərqli nəticələr verir. Bu səbəbdən məhsuldarlığın hesablanmasında NDVİ-dən başqa digər indekslər də istifadə olunmuşdur.

Nəticə. Bu tədqiqatda məhsul yığımından əvvəl pambığın inkişafını izləmək və qiymətləndirmək üçün peyk təsvirləri və vegetasiya indeksləri istifadə edilmişdir. Azot bitkilərin inkişafında mühüm faktor olduğundan spektrin Red, NIR və Red Edge zolaqlarında məsafədən müşahidə məlumatları əsasında pambıq bitkisinin inkişaf dinamikası və məhsuldarlığı üçün müxtəlif vegetasiya indeksləri müqayisə edilmiş və ən çox təsir faktoru olan indekslər istifadə edilərək pambıq bitkisinin 5 il üzrə inkişaf durumu hesablanmışdır. Aydın olunmuşdur ki, MCARİ, CVİ və CLrededge indeksləri vegetasiya dövründə daha çox təsir faktoruna malikdirlər. Aparılan müşahidələr nəticəsində MCARİ indeksinin pambıq sahələri üçün daha effektiv olması müşahidə olunmuşdur. CVİ və CLRE pambıq sahələrin monitorinqində əhəmiyyətli təsirə malikdir. NDVİ, NDRE, EVİ və digər indekslər təxminən yaxın dəyərlərə malikdir. CLRE indeksi orta məhsuldarlıqlı sahələrlə müqayisədə üstün olması ilə fərqlənsə də, CVİ indeksi zəif, yaxşı və yüksək məhsuldar sahələrin çox olmasını göstərir. Əldə edilən təsvirlərdən istifadədə indekslər bitkinin cücərməsinin, inkişafının, anomaliyaların, yanğınların monitorinqi, gübrələnmə və kimyəvi maddələrin tətbiqi üçün istifadə oluna bilər. Bu da bizə peyk müşahidələri ilə praktiki və iqtisadi həllər əldə etmək mümkün olduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. H.J. Kim, B.A.Triplett. "Cotton fiber growth in planta and in vitro. Models for plant cell elongation and cell wall biogenesis," *Plant Physiol*, 2002, DOI: 10.1104/pp.127.4.1361.
2. S. Aytaç, S. Basbag, F. Arslanoğlu, R. Ekinci, and A.K. Ayan, "Lif bitkiləri üretiminde mevcut durum ve gelecek," *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*. p. 463, 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/338864115>
3. D.L. Corwin, S.M. Lesch, P.J. Shouse, R. Soppe, and J.E. Ayars, "Identifying soil properties that influence cotton yield using soil sampling directed by apparent soil electrical conductivity," *Agronomy Journal*, vol. 95, no. 2. pp. 352–364, 2003. doi: 10.2134/agronj 2003.0352.

4. Lassaletta L., Billen G., Grizzetti B., Anglade J., Garnier J., “50_year_trends_in_nitrogen_use_efficiency_of_world.pdf,” *Environmental Research Letters*, 2014, DOI: 10.1088/1748-9326/9/10/105011.
5. Y. Liu, Q., Li, X., Liu, G., Huang, C., & Guo, “Cotton Area and Yield Estimation at Zhanhua County of China Using HJ-1 EVI Time Series.pdf,” in *ITM Web of Conferences*, 2016. doi: 10.1051/itmconf/20160709001.
6. J.L. Fridgen and J.J. Varco, “Dependency of Cotton Leaf Nitrogen, Chlorophyll, and Reflectance on Nitrogen and Potassium Availability,” *Agronomy Journal*, vol. 96, no. 1. pp. 63-69, 2004. doi: 10.2134/agronj 2004.0063.
7. F. Gastal, G. Lemaire, J.L. Durand, and G. Louarn, “Quantifying crop responses to nitrogen and avenues to improve nitrogen-use efficiency,” *Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy: Second Edition*, pp. 161-206, Jan. 2015, doi: 10.1016/B978-0-12-417104-6.00008-X.
8. C. Fabbri, M. Mancini, A. dalla Marta, S. Orlandini, and M. Napoli, “Integrating satellite data with a Nitrogen Nutrition Curve for precision top-dress fertilization of durum wheat,” *European Journal of Agronomy*, vol. 120, p. 126148, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.EJA.2020.126148.
9. J. G. P. W. Clevers and A.A. Gitelson, “Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and -3,” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 23, no. 1, pp. 344-351, Aug. 2013, doi: 10.1016/J.JAG.2012.10.008.
10. W. Feng *et al.*, “Remote estimation of above ground nitrogen uptake during vegetative growth in winter wheat using hyperspectral red-edge ratio data,” *Field Crops Res*, vol. 180, pp. 197-206, Aug. 2015, doi: 10.1016/J.FCR.2015.05.020.
11. L. Karthikeyan, I. Chawla, and A.K. Mishra, “A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses,” *J Hydrol (Amst)*, vol. 586, p. 124905, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.JHYDROL.2020.124905.
12. N. Simarmata, Z.A. Nadzir, and L.K. Agustina, “Application of Spot6/7 Satellite Imagery for Rice Field Mapping Based on Transformative Vegetation Indices,” *Jurnal Geografi*, vol. 14, no. 1. p. 69, 2022. doi: 10.24114/jg.v14i1.29036.
13. A.J.W. De Wit and J. G. P. W. Clevers, “Efficiency and accuracy of per-field classification for operational crop mapping,” *International Journal of Remote Sensing*, vol. 25, no. 20. pp. 4091–4112, 2004. doi: 10.1080/01431160310001619580.
14. B. Zheng, S.W. Myint, P.S. Thenkabail, and R.M. Aggarwal, “A support vector machine to identify irrigated crop types using time-series Landsat NDVI data,” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 34, no. 1, pp. 103–112, Feb. 2015, doi: 10.1016/J.JAG.2014.07.002.
15. N. Pettorelli., “The Normalized Difference Vegetation Index.” 2013. doi: 10.1093/acprof:osobl/9780199693160.001.0001.
16. P. Vincini, M., Frazzi, E., & D’Alessio, “Comparison of narrow-band and broad-band vegetation indices for canopy chlorophyll density estimation in sugar beet,” *Precis Agric*, 2007.
17. C.S.T. Daughtry, C.L. Walthall, M.S. Kim, E.B. De Colstoun, and J.E. McMurtrey, “Estimating Corn Leaf Chlorophyll Concentration from Leaf and Canopy Reflectance,” *Remote Sens Environ*, vol. 74, no. 2, pp. 229-239, Nov. 2000, doi: 10.1016/S0034-4257(00)00113-9.
18. E. M. Barnes *et al.*, “Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density

- using ground based multispectral data,” *Proc. 5th Int. Conf. Precis Agric.* 2000.
19. A.A. Gitelson, A.Viña, V. Ciganda, D.C. Rundquist, and T.J. Arkebauer, “Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops,” *Geophysical Research Letters*, vol. 32, no. 8. pp. 1-4, 2005. doi: 10.1029/2005GL022688.
 20. Z. Ji, Y. Pan, X. Zhu, D. Zhang, and J. Wang, “A generalized model to predict large-scale crop yields integrating satellite-based vegetation index time series and phenology metrics,” *Ecol Indic*, vol. 137, p. 108759, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.ECOLIND.2022.108759.
 21. M.J. Lambert, P. C. S. Traoré, X. Blaes, P. Baret, and P. Defourny, “Estimating smallholder crops production at village level from Sentinel-2 time series in Mali’s cotton belt,” *Remote Sens Environ*, vol. 216, pp. 647-657, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.RSE.2018.06.036.
 22. K. Zhang *et al.*, “Predicting Rice Grain Yield Based on Dynamic Changes in Vegetation Indexes during Early to Mid-Growth Stages,” *Remote Sens (Basel)*, vol. 11, no. 4, 2019, doi: 10.3390/rs11040387.
 23. A. Iqbal *et al.*, “Growth and nitrogen metabolism are associated with nitrogen-use efficiency in cotton genotypes,” *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 149, pp. 61-74, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.PLAPHY.2020.02.002.
 24. D. Zhao, K.R. Reddy, V.G. Kakani, J.J. Read, and S. Koti, “Canopy reflectance in cotton for growth assessment and lint yield prediction,” *European Journal of Agronomy*, vol. 26, no. 3, pp. 335-344, Apr. 2007, doi: 10.1016/J.EJA.2006.12.001

MONITORING OF COTTON CROPS BASED ON VEGETATION INDICES USING SATELLITE IMAGERY

Badalova A.N., Babashli B.H.
National Aviation Academy

Numerous remote sensing methodologies are extensively employed for the purpose of estimating and predicting cotton yield. Remote sensing technologies have been found to exhibit more efficiency and effectiveness in calculating cotton production when compared to the most conventional approaches. The research examines the measurement of the development level of cotton field biomass using satellite imagery and vegetation indices. Hence, the precise evaluation of crops during their initial growth phases before harvesting holds significant importance for both farmers and researchers in order to enhance field management practices and estimate crop yields effectively. Considering these factors, the article evaluates the developmental stage of the cotton plant using satellite images.

Considering these factors, the article evaluated the developmental stage of the cotton plant by utilising satellite imagery.

Keywords: satellite imagery, Azersky, vegetation index, cotton, productivity, biomass, nitrogen, Chlorophyl.

Rəyçi: t.f.d., dos. Ramazanov K.Ş.

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Bədəlova Aytac Nəzif qızı	Milli Aviasiya Akademiyası	“Ətraf mühitin aerokosmik monitorinqi” kafedrasının müdiri, t.e.d., prof.	badalova-aytac60@rambler.ru mob: (+994) 50 623 42 90
Babaşlı Bəxtiyar Hüseyn oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Ətraf mühitin aerokosmik monitorinqi” kafedrasının doktorantı	bakhtiyar.babashli@gmail.com mob: (+994) 70 366 04 20