

YERNI MASOFADAN ZONDLASH MA'LUMOTLARIDAN SO'RILGAN FOTOSINTETIK FAOL NURLANISH (PSAR) ULUSHINI ANIQLASHNING SEZGIRLIK TAHLILI.

Hidirboev Sunnatulla¹, Akhmedova Dinorakxan²

*¹Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika
Universiteti Olmaliq Filiali, Kimyoviy Texnologiya Kafedrasida*

*¹Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika
Universiteti Olmaliq Filiali, Kimyoviy Texnologiya Kafedrasida*

Annotatsiya. So'rilgan fotosintetik faol nurlanishning ulushi (FPAR) o'simliklarning hosildorligini baholash, o'simliklarning o'sish holatini kuzatish va iqlim o'zgarishini tahlil qilish uchun asosiy biofizik o'zgaruvchidir. Ushbu tadqiqotning maqsadi masofaviy zondlash yordamida FPAR baholashga interferentsiya omillarining ta'sirini aniqlash va modelning aniqligini oshirish uchun FPAR o'zgarishiga hissa qo'shadigan omillar bo'yicha keng qamrovli sezgirlik tahlilini o'tkazishdan iborat. Tahlil birlashtirilgan barg-kanopi-atmosfera radiatsiyaviy uzatish modeli va global sezgirlikni tahlil qilish algoritmi asosida o'tkazildi. Diffuz FPAR ning FPAR o'zgarishiga ta'siri tufayli biz diffuz FPAR ning hal qiluvchi omillarini ham tahlil qildik. Natijalar shuni ko'rsatdiki, barg maydoni indeksi (LAI) va o'rtacha barg moyilligi burchagi (ALA), ayniqsa soyabonni yopishdan oldin, FPAR o'zgaruvchanligini aniqlaydigan ikkita muhim soyabon strukturaviy parametridir. FPAR, soyabon rivojlanishi bilan bu ikki o'zgaruvchiga turlicha ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Pastki LAI qiymatlarida (LAI b 1.0) soyabon fonining aks etishi FPARni baholashga katta ta'sir ko'rsatadi. Barglarning biokimyoviy o'zgaruvchilari ta'siri uchun barg xlorofill konsentratsiyasining (LCC) FPAR o'zgaruvchanligiga qo'shgan hissasi vegetativ o'sishning dastlabki bosqichida ahamiyatsiz bo'ladi, lekin o'sishning o'sish davridan boshlab dominant bo'lib, hissasi LAI bilan izchil ortib boradi. Tashqi omillar uchun quyosh zenit burchagi (SZA) va aerosol optik chuqurligi (AOD) optik yo'l uzunligini va diffuz fotosintetik faol nurlanish (PAR) nisbatini o'zgartirish orqali FPARga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan ikkita muhim harakatlantiruvchi omildir. SZA butun o'sish davrida FPAR va diffuzion FPAR ga ta'sir qiladi, shu bilan birga, AOD diffuz FPAR o'zgarishi uchun eng muhim hal qiluvchi omil hisoblanadi. LAI past bo'lsa, soyabon fonining diffuz FPARga ta'sirini e'tiborsiz qoldirib bo'lmaydi. Tahlil shuni ko'rsatdiki, diffuz FPAR o'zgarishi vegetatsiya hosildorligini baholashga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqot FPAR ning o'zgarishiga turli xil omillar ta'sir qilishini ko'rsatadi. Bu FPAR o'zgaruvchanligiga ta'sir qiluvchi omillarni, shu jumladan

diffuz FPARni to'liq tushunishni ta'minlaydi, bu masofadan zondlash ma'lumotlaridan FPAR qidirish algoritmini ishlab chiqishda foydali bo'lishi mumkin.

1. Kirish

0,4-0,7 mkm spektral diapazonda yashil soyabon tomonidan so'rilgan fotosintetik faol nurlanishning (PAR) ulushi sifatida aniqlangan so'rilgan fotosintetik faol nurlanish (FPAR) ulushi energiya, massa va energiyani tavsiflashda muhim biofizik o'zgaruvchi sifatida yaxshi ma'lum. va fitosfera va atmosfera o'rtasidagi impuls almashinuvi [1]. Bu o'simliklarning hosildorligini baholash uchun yorug'likdan foydalanish samaradorligi nazariyasiga asoslangan ko'pgina joriy hosildorlik samaradorligi modellarida (PEM) asosiy kirish parametridir (masalan, sof birlamchi mahsuldorlik (AES) va yalpi birlamchi mahsuldorlik (GPP)) [2-5]; u ekinlarning o'sish holatini, qurg'oqchilik sharoitlarini, erdan foydalanishning o'zgarishini va o'simliklar dinamikasini (masalan, fenologiya) kuzatish uchun keng qo'llaniladi [6] Uning ahamiyati tufayli FPAR global er yuzini kuzatish tizimi (GTOS) va global iqlimni kuzatish tizimi (GCOS) [1] tomonidan asosiy muhim iqlim o'zgaruvchilardan biri (ECV) sifatida aniqlangan. Sun'iy yo'ldosh orqali kuzatish mintaqaviy yoki global miqyosda fazoviy-vaqtinchalik o'zgarishi bilan FPARni olishning yagona usuli sifatida tan olingan. Optik masofadan zondlash asosida ko'plab usullar ishlab chiqilgan va tasdiqlangan bo'lib, ularni o'simlik ko'rsatkichlariga asoslangan empirik yondashuvlar va soyabon aks ettiruvchi model inversiyasidan foydalangan holda jismoniy yondashuvlarga ajratish mumkin [7]. Empirik yondashuv ko'pchilik mintaqaviy miqyosdagi tadqiqotlarda keng qo'llaniladi, chunki o'simlik ko'rsatkichlari ko'p o'sish bosqichlarida FPAR proksi sifatida ko'rib chiqiladi. Kanopi aks ettirish modeli soyabon va yorug'likning yutilishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniq tushuntira olganligi sababli, jismoniy model global miqyosda FPAR ni baholash uchun mustahkam. Natijalar shuni ko'rsatdiki, landshaftning ta'siri landshaft miqyosidagi barglar maydoni indeksiga (LAI) qaraganda FPARga sezilarliroq bo'lgan, LAI esa soyabon shkalasidagi barglar biokimyoviy o'zgaruvchilarga qaraganda FPARda muhimroq rol o'ynagan. Li va boshqalar. [16] PROSAIL modeli asosida FPAR sezuvchanlik tahlilini o'tkazdi va FPAR va FPARdif erta o'sish bosqichida barg burchagi taqsimoti (LAD), LAI va quyosh zenit burchagi (SZA) ta'siridan boshqalariga qaraganda ko'proq ta'sir qilishini aniqladi. O'sish bosqichlari. Qi [20] va Cristiano va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar. [21] soyabon strukturasi (masalan, LAD) FPAR o'zgarishiga soyabon aks ettirish modeli va dala o'lchovlariga asoslangan ta'sirini ta'kidladi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, planofil (gorizontal) LADli soyabondan jami aks ettirilgan PAR har doim erektofil (vertikal) LADli soyabonga qaraganda yuqori bo'lgan; shuning uchun planofil

soyabondagi FPAR erektofil soyabonnikidan kamroq edi. Gao va boshqalar. [22] barg shkalasidagi FPAR o'zgarishida barg xlorofill tarkibi (LCC) eng muhim rol o'ynaganini ta'kidladi. Bu natijalarning barchasi FPAR ning fizik xususiyatlarini qo'shimcha tushunish va FPAR ni baholash aniqligini oshirish uchun algoritmlarni ishlab chiqish uchun foydalidir. Biroq, ushbu FPAR sezuvchanlik tahlillarida ikkita cheklov mavjud. Birinchidan, ko'pchilik tadqiqotlar soyabon tuzilishi (masalan, LAI va LAD) va fiziologik o'zgaruvchilar (masalan, LCC) FPAR o'zgarishiga ta'siriga qaratilgan va atmosfera sharoitlarining ta'sirini e'tiborsiz qoldirgan; ikkinchidan, sezgirlikni tahlil qilish uchun qo'llaniladigan usullarda cheklash mavjud bo'lib, bu tahlil natijalarida ba'zi noaniqliklarga olib keladi. Ko'pgina FPAR sezgirlik tahlillari oddiy va samarali usul bo'lgan mahalliy sezgirlik usuli bilan o'tkazildi. Biroq, mahalliy sezgirlik usuli kirishlardan biri o'zgarib turadi, boshqa kirishlar esa o'zgarmas degan taxminga asoslanadi. Kirish o'zgaruvchilari o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarning maqsadli o'zgaruvchiga ta'sirini aniqlash qiyin. Ushbu cheklovni bartaraf etish uchun global sezgirlikni tahlil qilish usullari ishlab chiqildi va ekologik modelning sezgirligini tahlil qilishda mashhur bo'ldi. Ushbu yondashuvning asosiy xususiyati shundaki, barcha kirishlar bir vaqtning o'zida butun kirish maydoni bo'ylab o'zgaradi va individual kirishlar va kirishlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar natijalariga hissa qo'shadi [23].

Ushbu tadqiqotda o'rtacha aniqlikdagi atmosfera uzatish (MODTRAN) modeli [24], o'zboshimchalik bilan moyil barglar modeli (SAIL) [25] va barglarning optik xususiyatlari spektri (PROSPECT) [25] asosidagi birlashtirilgan atmosfera-kanopli radiatsiya uzatish modeli [25]. FPAR ni hisoblash va soyabon tepasi (TOC) aks etishini taqlid qilish uchun ishlatilgan. Ushbu tadqiqotning maqsadi FPAR va FPARdif ning o'zgaruvchilarga javoblarini har xil atmosfera muhiti sharoitlarida, mos ravishda soyabon strukturaviy va barg biokimyoviy o'zgaruvchilari ostida birlashtirilgan modelga asoslangan holda invertatsiya qilishdir.

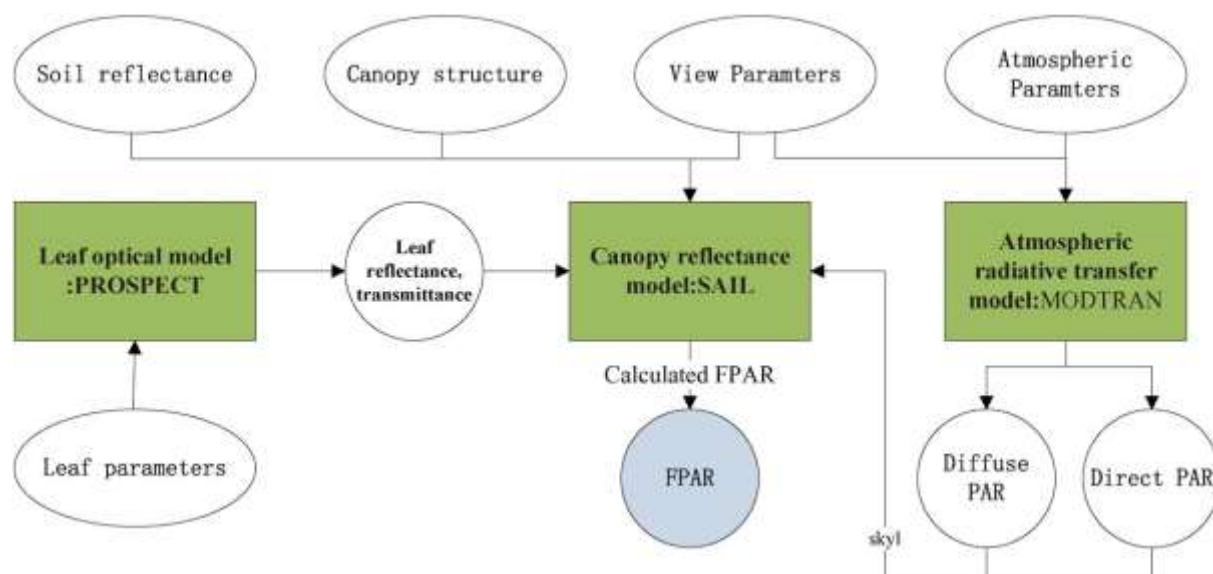
1. Model va usullar

Birlashtirilgan barg-kanopiya-atmosfera radiatsion uzatish modeli .

PROSAIL modeli [25], PROSPECT barglarning optik xususiyatlari modeli va 4SAIL kanopi ikki tomonlama aks ettirish modelining kombinatsiyasi bir qator biokimyoviy va biofizikaviy o'zgaruvchilar uchun soyabon refleksiya simulyatsiya qilish uchun keng qo'llaniladi. Allen va boshqalarning umumlashtirilgan plastinka modeli asosida ishlab chiqilgan PROSPECT modeli. [27], 400 dan 2500 nm gacha bo'lgan spektral diapazonda barg spektral reflektorligi va o'tkazuvchanligini taqlid qilish uchun oddiy, ammo samarali barg nurlanishini uzatish modelidir [25, 26]. PROSPECT (PROS-PECT-5) [26] ning eng so'nggi versiyasida oltita parametr talab qilinadi, shu jumladan barg mezofilli tuzilishi parametri (Ns), bargning xlorofill a va b tarkibi (Cab), barg ekvivalenti

suv qalinligi (C_w), quruq moddalar tarkibi (C_m), barglarning jigarrang pigment tarkibi (C_{br}) va karotenoid tarkibi (Avtomobil). 4SAIL modeli radiatsiya uzatish tenglamasining to'rtta oqimli yaqinlashuviga asoslangan soyabonni aks ettirish simulyatsiyasi uchun 1D loyqa muhit modelidir [25,28]. Hotspot effekti Kuusk [29] tomonidan qayta ko'rib chiqilgan modelda (SAILH) ko'rib chiqilgan va moslashtirilgan. 4SAIL modelida TOCning ikki tomonlama aks etishi soyabon parametrlari va tashqi parametrlarning funktsiyasi sifatida simulyatsiya qilinadi. Kanop parametrlari uchun ular mos ravishda LAI, o'rtacha barg burchagi (ALA), faol nuqta parametri (hotspot) va tuproq yorqinligi parametri (psoil). Tashqi parametrlar uchun ular tarqalgan kiruvchi quyosh nurlanishining ulushi (skyl) va geometriya parametrlari, shu jumladan quyosh zenit burchagi (SZA), sensorning zenit burchaklari (VZA) va quyosh va sensor o'rtasidagi azimut burchagi (θ) RAA), mos ravishda. Skyl atmosfera holatiga bog'liq bo'lgan ekologik parametr bo'lib, diffuz va umumiy kiruvchi nurlanish o'rtasidagi nisbat sifatida hisoblanadi. Yorqinlikni MODTRAN kabi atmosfera radiatsiya uzatish modellari bilan muvaffaqiyatli simulyatsiya qilish mumkin. MODTRAN LOW rezolyutsiyasi TRANsmittance 7 (LOWTRAN 7) modeli [24] asosida ishlab chiqilgan. U turli xil sharoitlarda tarqalish va yutilish effektini modellashtirish bilan mashhur. Yuqori aniqlik va yuqori spektral o'lchamlari yuqori bo'lgan mosferik stsenariylar 1 sm–1 gacha va atmosferani to'g'irlash va radiatsiya simulyatsiyasi uchun sensorli nurlanishda muvaffaqiyatli qo'llanilgan [24].

1-rasmda ulangan atmosfera-kanop modelining oqim sxemasi ko'rsatilgan. Skyl PROSAIL va MODTRAN modellarini birlashtirish uchun ulanish omilidir. Birinchi bosqichda barg spektrining aks etishi va o'tkazuvchanligi PROSPECT-5 tomonidan bir qator barg parametrlari, jumladan Cab, C_w , C_m va N_s uchun simulyatsiya qilinadi. Ikkinchidan, umumiy radiatsiya va diffuz nurlanish MODTRAN tomonidan bir qator atmosfera parametrlari, shu jumladan AOD, yog'ingarchilik suvi (PW) va ozon (O_3) va geometriya parametrlari (masalan, quyosh zenit burchagi (SZA), ko'rish zenit burchagi uchun hisoblab chiqiladi. (VZA) va nisbiy azimut burchagi (RAA)). Ikki tomonlama soyabon reflekti, FPAR va FPARdif nihoyat 4SAIL tomonidan barg spektral aks ettirish va o'tkazuvchanlik, skyl, LAI, ALA, tuproq reflektatsiyasi va geometriya parametrlari bilan simulyatsiya qilinadi.



1-rasm. FPAR simulyatsiyasi jarayonini tavsiflash uchun bog'langan atmosfera-kanop modelining oqim sxemasi; PROSPECT - Barglarning optik xususiyatlari spektri modeli, SAIL - o'zboshimchalik bilan moyil bo'lgan barglarning tarqalishi modeli, MODTRAN - o'rtacha ruxsatli atmosfera uzatish modeli, PAR - fotosintetik faol nurlanish va FPAR - so'rilgan fotosintetik faol nurlanishning ulushi.

To'g'ridan-to'g'ri va diffuz yo'nalishli o'tkazuvchanlik va aks ettirish mos ravishda PROSAIL tomonidan hisoblab chiqiladi. Hisoblashda, shuningdek, soyabon qatlami va fon tuproq o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladigan ko'p sochilish effektlari ham hisobga olinadi. FPAR ham, FPARdif ham quyidagi tenglamalar yordamida hisoblanadi

Hisoblash samaradorligi va Sobolning kirishlarning butun o'zgaruvchanlik diapazonini hisobga olish qobiliyati [31,32]. Yakuniy sezgirlik tahlili natijasida ikkita indeks, birinchi tartib indeksi va umumiy tartib indeksi taqdim etiladi. Shaxsiy kirish o'zgaruvchisining umumiy tartib indeksi faqat shu o'zgaruvchining hissasini ham, ushbu o'zgaruvchi va boshqa o'zgaruvchilar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarning hissasini ham o'z ichiga oladi. Birinchi tartib indeks o'zgaruvchining boshqa o'zgaruvchilar bilan o'zaro ta'sirini hisobga olmagan holda uning hissasini ifodalaydi. EFAST bo'yicha batafsil ma'lumotni adabiyotlarda topish mumkin [23,31].

FPAR va FPARdif o'zgarishiga kiritilgan ma'lumotlarning hissasini baholash uchun LAI 0,25 dan 7,5 gacha, o'sish bosqichi 0,5 bo'lgan 16 darajaga bo'lingan va standart og'ish har bir LAI darajasida 0,76 da o'rnatildi. Buning sababi shundaki, har bir kirishning FPARga ta'siri o'simlik qoplami turli qismlarida (FCover) farq qiladi. SZA 25,0 dan 49,5 gacha [33] oralig'ida tanlangan va VZA va RAA ham nolga o'rnatildi.

MODTRAN uchun AOD MODIS atmosfera mahsuloti (MODIS/ Terra aerosol bulutli suv bug'i ozon oylik L3 global 1 daraja CM, MOD08_M3) statistik ma'lumotlariga ko'ra 0,025 dan 0,710 gacha bo'lgan diapazon bilan 11 yil

davomida tanlandi (2000–2010).

Sezuvchanlik tahlili

Kengaytirilgan Furye amplituda sezuvchanlik testi (EFAST), Furye amplitudasi sezgirligi testi (FAST) va Sobolning sezgirlik o'lchovi [23,31], ushbu tadqiqotda FPAR o'zgarishidagi o'zgaruvchilarning sezgirligini baholash uchun qo'llaniladi. . EFAST - bu FAST afzalliklaridan foydalanadigan farqlarga asoslangan global sezgirlikni tahlil qilish usuli. Boshqa atmosfera parametrlarini o'rnatish avvalgi tadqiqotga muvofiq o'rnatildi [33]. Parametr sozlamalari, jumladan diapazon va taqsimot haqida batafsil ma'lumot 1-jadvalda ko'rsatilgan. Har bir LAI darajasida SimLab 2.3 tomonidan taqdim etilgan Monte-Karlo usulidan foydalanib, jami 4830 ta namuna tasodifiy tarzda yaratilgan. Har bir darajadagi FPAR va FPARdif simulyatsiyalari mos ravishda yaratilgan namunalar asosida birlashtirilgan modeldan olingan. FPAR va FPARdif bo'yicha umumiy buyurtma indeksi (hissa (%)) SimLab 2.3 tomonidan yana o'tkazildi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mecke, I. Lee, J.R. Baker jr., M.M. Banaszak Holl, B.G. Orr, Eur. Phys. J. E **14**, 7 (2004)
2. M. Ben Rabha, M.F. Boujmil, M. Saadoun, B. Bessaïs, Eur. Phys. J. Appl. Phys. (to be published)
3. F. De Lillo, F. Cecconi, G. Lacorata, A. Vulpiani, EPL, **84** (2008)

Книга

4. L. T. De Luca, *Propulsion physics* (EDP Sciences, Les Ulis, 2009)

Конференция

1. G. Plancque, D. You, E. Blanchard, V. Mertens, C. Lamouroux, *Role of chemistry in the phenomena occurring in nuclear power plants circuits*, in Proceedings of the International Congress on Advances in Nuclear power Plants, ICAPP, 2-5 May 2011, Nice, France (2011)