

E.O.İsgəndər, N.A.Sadıqova

BİTKİ EKOLOGİYASI

Ali məktəblər üçün dərslik



ELMAN OSMAN oğlu
İSGƏNDƏR



NƏRMINƏ ABEL qızı
SADIQOVA

B İ T K İ EKOLOGİYASI

Ali məktəblər üçün dərslik

*Bakı Dövlət Universiteti Rektorumun
14 iyun 2017-ci il tarixli, R-69 sayılı
əmrinə təsdiq edilmişdir.*

BAKİ – 2018

Elmi redaktor: *biologiya elmləri doktoru, professor*
Nəriman Məmməd oğlu İsmayilov

Rəyçilər:

- *Məmməd Əhəd oğlu Salmanov,*
AMEA-nın həqiqi üzvü, biologiya
elmləri doktoru, professor;
- *Afət Oktay qızı Məmmədova,*
biologiya elmləri doktoru, professor;
- *Şakir Nəbi oğlu Qasimov,*
biologiya elmləri doktoru, dosent

İsgəndər E.O., Sadıqova N.A. Bitki ekologiyası. Dərslik. Bakı:
«Bakı Universiteti Nəşriyyatı», 2018, 320 s.

Dərslik Bakı Dövlət Universitetində biologiya, ekologiya və torpaqsünüşük fakültələrində təhsil alan tələbələr üçün hazırlanmışdır. Kitab «Bioekologiya» kafedrasının «Bitki ekologiyası» fənni üzrə tədris proqramına uyğun olaraq yazılmışdır. Hazırlanmış dərslikdə son elmi məlumatlardan istifadə edilmişdir. Kitabda bitkilərin müxtəlif şəraitlərdə bioekoloji xüsusiyyətləri və fərqli ekoloji amillərə qarşı büruzə verdikləri əlamətlər öz əksini tapmışdır. Hazırlanmış dərslikdə həmçinin ekoloji anlayışlar, biotik və abiotik amillərin bitkilərin morfologiyasına və fizioloji proseslərinə təsiri, ətraf mühitlə bitkilər arasında qarşılıqlı əlaqə, bitkilərdə ekoloji həyat tsikli, ətraf mühitin mühafizəsi, bioloji məhsuldarlıq, ekoloji çirklənmə, kosmik tədqiqatların ekoloji problemlərin həllində rolu, Azərbaycanın nadir bitkiləri kimi mövzulara toxunularaq geniş oxucu kütləsinin nəzərinə çatdırılmağa çalışılmışdır.

Dərslikdə təhlil edilmiş nəzəri və əməli biliklərdən tədqiqatçılar, tələbələr, magistrlər, doktorantlar, dissertantlar, müəllimlər və bitki ekologiyası ilə maraqlanan şəxslər faydalana bilər.

ISBN 978-9952-453-31

$$S \frac{1906000000}{M - 658(07)} - 06 - 2018$$

© “Bakı Universiteti Nəşriyyatı”, 2018

GİRİŞ

Ekologiyanın predmeti, məqsəd və vəzifələri – Canlılar, özlərinə lazım olan maddə və enerjini təmin etmək üçün ətraf mühit ilə sıx əlaqədə olub, bu mühitdəki bütün canlı və cansız faktorların təsiri altındadırlar. Heç bir canlı təbiətdə tək yaşaya bilməz. Hər bir orqanizm öz nəsindən olan digər fərdlər və fərqli orqanizm qrupları ilə qarşılıqlı əlaqədə olaraq, həyatlarını davam etdirirlər. Orqanizmlərin öz qrup üzvləri və fərqli qruplardan olan fərdlərlə, onların yaşadıkları mühit arasındakı əlaqələri öyrənən ekologiya elmi, əsasən son zamanlarda böyük nüfuz qazanmışdır. Keçmişə nəzər salsaq, insanın yaşadığı mühit ilə sıx münasibətdə olduğunu görə bilərik. İnsan mühitdən müxtəlif yollarla öz xeyrinə faydalanma üsullarını öyrənmiş və bunu tətbiq etmişdir. Belə ki, insanların ocaq qalması, əkinlə məşğul olması, sığınacaq, qida və geyim kimi əsas ehtiyaclarını təmin etmək üçün göstərdiyi cəhətlərin ətraf mühitlə daima sıx əlaqəsi vardır.

Son illərdə insanların bütün sahələrdə inkişaf göstəriciləri ən yüksək həddə çatmışdır. Yer kürəsində əhəlinin say tərkibinin artması ilə əlaqədar insanları qida maddələri ilə təmin etmək üçün kənd təsərrüfatı və sənayenin digər sahələri də inkişaf etmiş və bu proses davam etməkdədir.

İnsanlar artmaqda olan ehtiyaclarını ödəmək üçün təbii ehtiyatlardan o cümlədən, bitkilərdən istifadə edir və bu baxımdan bitkilər aləmi zədə alır.

Əvvəllər ətraf mühiti öyrənən elə bir elm olmamışdır. Lakin sonradan biologiyanın bir hissəsi olan ekologiya elmi yaranmış və təbii elmdən humanitar elmə doğru qədəm qoymuşdur.

Bitki ekologiyası aşağıda qeyd olunan vəzifələri həyata keçirir. Xarici mühit faktorlarının bitkilərə təsiri, ekoloji faktor-

ların bitkilərə münasibətinin qiymətləndirilməsi, orqanizmlərin müxtəlif şəraitlərə uyğunlaşması, əlverişsiz amillərə qarşı mübarizə tədbirlərinin işlənilib hazırlanması və ətraf mühitin mühafizəsi kimi məsələlərin tədqiqi bu elm qarşısında duran əsas vəzifələrdəndir.

Ekologiya yunan sözləri olan *oikos* – ev və *logos* – elm kəlmələrindən yaranmış və orqanizmin ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini öyrənir. Ekologiya kəlməsini ilk Ernst Haeckel (Hekkel) 1868-ci ildə istifadə etmişdir. Y. Varminq 1895-ci ildə ekologiya kəlməsini bir elmi anlayış olaraq ilk dəfə botanika sahəsində istifadə etmişdir.

Ekologiyanın öyrənilmə tarixi – keçmiş zamanlarda insanlar başa düşürdülər ki, ətraf mühitdə baş verən hər hansı bir dəyişikliklərə orqanizmlər cavab reaksiyası verirlər və həm də bu dəyişikliklərlə iş birliyində olurlar.

Heraklit demişdir: «bizim bədənımız çay kimi axmaqdadır, materiya isə daim bizim bədənımızdə yenilənir». Bu fikirdən aydın olur ki, Heraklit hələ o zaman həyatın əsasını təşkil edən maddələr mübadiləsi haqqında müəyyən biliklərə malik olmuşdur. Məlumdur ki, canlılar fəlsəfi baxımdan açıq sistemlərə aiddir və bu orqanizmlər özlərini ətraf mühitdən alınan maddə və enerji sayəsində saxlayırlar.

Aristotel (e.ə. 384-322) 500 növə yaxın heyvanlar haqqında, onların davranışları ilə bağlı məlumat vermişdir. Aristotelin tələbəsi olan Teofrast (e.ə. 371-280) bitkilərin morfolojiyasının və inkişafının abiotik amillərdən asılı olduğunu qeyd etmişdir.

Buffon (1707-1788) 44 cildlik «Təbii tarix» adlı əsərini çap etdirmiş və əsərində növlərin dəyişməsinə səbəb iqlim şəraitinin olduğunu qeyd etmişdir. Alman alimi olan Humbolt (XVIII-XIX əsr) iqlim amillərinin bitkilərə təsirini tədqiq etməyə çalışmışdır. Ətraf mühitin bitkilərə təsirinin ümumi qanunauyğunluqlarını açmağa çalışmış və biocoğrafiya ilə bağlı

bir sıra mütərəqqi fikirlər irəli sürmüşdür.

Ətraf mühitin orqanizmlərə təsiri ilə bağlı fikirlər zaman keçdikcə artmağa başlamışdır. J.B. Lamark (XIX əsr) ətraf mühitin təsiri ilə növlərdən yeni formaların əmələ gəldiyini demişdir. Bu prosesin səbəbinin canlıların yaşadığı şəraitə uyğunlaşmaları ilə əlaqədar olduğunu söyləmişdir. XIX əsrdə Ç. Darvin növlərdən təbii seçmə yolu ilə yeni növlərin əmələ gəlməsini qeyd etmişdir. Darvinə görə növlərin ətraf mühitlə ziddiyyətli əlaqələrinə səbəb təbii seçmədir.

Canlıların yaşaması uğrunda mübarizədə Ç. Darvin üç istiqaməti əsas götürmüşdür. Birincisi, canlıların ətraf mühitlə əlaqəsi, ikincisi növdaxili, üçüncüsü isə növlərarası münasibətlərin olduğunu qeyd etmişdir. Darvin göstərmişdir ki, xarici mühit amillərinə uyğunlaşan növlər nəsil artırma qabiliyyətinə malikdirlər.

E. Hekkel Darvin nəzəriyyəsini müdafiə etmiş, təbii seçmə haqqında məlumatları genişləndirmiş və həyatın cansız maddələrdən əmələ gəldiyini fikrini irəli sürmüşdür. Həmçinin o, hər hansı fərdin inkişafında onun əcdadlarının inkişaf mərhələlərinin təkrar olunmasını özündə əks etdirən biogenetik qanunu da qeyd etmişdir. Yuxarıda qeyd edilənlərlə yanaşı Hekkel ekologiyanı biologiyanın bir hissəsi olduğunu demişdir. Hekkel ekologiyanın canlıların ətraf mühitə münasibətlərini öyrənən elm olduğunu qeyd etmişdir.

Alman alimi olan Mobius XIX əsrdə biosenoz, yəni təbii qruplaşmalarla bağlı fikirlər irəli sürmüşdür. Onun fikrinə görə biosenoz hər hansı bir yerdə canlı orqanizmlərin ətraf mühitlə asılı olan bir qruplaşma şəklində yaşamalarıdır. Biosenozlar ətraf mühit şəraitindən asılı olaraq uyğunlaşmaları ilə bir-birlərindən fərqlənirlər. Hər hansı bir biosenozda yaşayan orqanizmlər həmin biosenozdan kənarda yaşaya bilməzlər, çünki onların yaşamaları bir-birindən asılıdır.

XX əsrdə ekologiyanın yeni bir şaxəsi olan populyasiya

ekologiyası meydana gəldi. Bu şaxənin vəzifəsi populyasiyada baş verən prosesləri öyrənməkdir.

İngilis tədqiqatçısı Elton XIX əsrin axırları XX əsrin əvvəllərində populyasiyaya bir taksonomik vahid kimi baxırdı. Onun fikrinə görə populyasiyaların əsas problemi növ daxilində gedən bir sıra proseslərdir. Yəni fərdlərin say dinamikasının artmasıdır. Digər bir ingilis alimi olan Tensli XX əsrin əvvəllərində ekosistem haqqında məlumat vermişdir. Onun fikrinə görə ekosistem anlayışı ekologiyanın əsas anlayışlarından biridir.

M.V. Lomonosovun da ekologiya elminin inkişafında müəyyən rolu olmuşdur. Onun fəlsəfi fikirlərinə görə insanın müəyyən zaman içində gördüyü işlər, insanın təbiətdən istifadə etdiyi hər bir şey, təbiətin tarixi inkişafının məhsuludur.

Lomonosovun fikirləri ilə həmrəy olan V.V. Dokuçayev bitki növlərinin və bitki qruplaşmalarının yayılma qanunauyğunluqları haqqında müəyyən fikirlər irəli sürdü və bunun əsas olaraq iqlim faktorlarından asılı olduğunu göstərdi. Ekologiya elminin inkişafında bir sıra alimlərin A. Humbolt, A.N. Beketov, O.P. Dekondol, O. Drude, A.Şimper, K.A. Timiryazev, V.N. Sukaçev və s. böyük rolu olmuşdur [44, 50, 51].

Ekologiya sahəsində tanınmış alim V.İ.Vernadski biosfer haqqında təlimi irəli sürmüşdür. Onun fikrinə görə biosfer canlı orqanizmlərin yaşadığı yerdir. Burada canlı orqanizmlər yaşayır, həyat fəaliyyətlərini davam etdirir və qidalanırlar. Vernadskiyə görə biosferin fəaliyyəti çox mürəkkəb və nəhəng ekosistem prinsipi əsasında qurulmuş və bu səbəbdən orada yaşayan canlılar ekoloji qanunların təsiri altında həyat fəaliyyətlərini davam etdirirlər.

Daha sonralar Sovet alimi V.N. Sukaçev biogeosenoz haqqında təlimi irəli sürmüş və onun fikrinə görə biogeosenoz canlıların bir-biri və ətraf mühitlə əlaqələrini əks etdirən canlı qruplaşmadır.

Biogenoz özünü tənzimləyən dayanaqlı bir ekosistemdir. Burada canlı və cansız komponentlər bir-biri ilə möhkəm bağlarla bağlıdır. Onun fikrinə görə canlıların sıxlığı və çeşidliliyi başlıca zənginlikdir.

Ekologiya ilk öncə növlərin təbii tarixi kimi yaranmış və predmeti orqanizm ilə ətraf mühit arasında münasibətlər olmuşdur. Bu elm inkişaf mərhələləri keçərək canlı aləmin mürəkkəb bağlantılı bir sistem olduğu haqqında yeni fikirlər meydana gətirmişdir. XXI əsrin son illərində ekologiya bir elm səviyyəsini aşmış, insan toplumunun ideologiyasına çevrilmişdir.

Bitki ekologiyası, ekologiyanın digər qollarına nisbətən daha tez inkişaf edən şaxəsidir. Bunun əsas prinsipləri açıqlanarkən, bitkilər aləminin heyvanlarla qarşılıqlı əlaqəsinə də yer verilmişdir. Tədqiqatlarda istifadə edilən sözlərin çoxu botanika mənşəli olduğundan, bunlara zooloji və ümumi bioloji mənalar qazandırmaqda xeyli çətinliklərlə üz-üzə gəlinmişdir. Ümumi olaraq bitki ekologiyası, autekologiya və sinekologiya olmaqla 2 hissəyə ayrılır. Autekologiya, müəyyən bir növün və ya populyasiyanın ekologiyası ilə məşğul olur. Bitki ekologiyasının bu qolu müəyyən bir şəraitdə digər orqanizmlərlə ətraf mühit amillərinin fərdin həyat şəraitinə necə təsir etdiyini öyrənir. Sinekologiya isə bitki qruplaşmalarının ekologiyasıdır. Ekologiyanın bu qolu bitki qruplarının inkişafını, birgə yaşayışını və quruluşunu tədqiq edir. Sinekologiyanın daha yaxşı başa düşülməsi üçün ən azı bitki qruplaşmasında daha çox xarakterik və ya dominant növlərin autekologiyası haqqında müəyyən məlumata malik olmaq vacibdir.

Əgər şabalıdyarpaq palıd (*Quercus castaneifolia*) meşəsinin ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi öyrənilirsə, bu *autekologiyadır*.

Yox əgər, şabalıdyarpaq palıd meşəsində müxtəlif növlərdən əmələ gələn bir qruplaşma kimi tədqiq edilirsə, deməli, o zaman sinekologiyadan bəhs edilir.

Bir çox tədqiqatçı ekologiyanı bitki ekologiyası, meşə ekologiyası, otlaq ekologiyası şəklində hissələrə ayırsa da ekologiya elminin önəmli simalarından olan Odum, ekologiyanı aşağıdakı kimi müxtəlif alt bölümlərə ayıraraq siniflərə bölmüşdür [102] (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Ekologiya elminin təsnifatı [102]

Təşkil səviyyəsinə görə	Şəraitə görə	Tətbiq formaları və problemlərə görə
Ekosistem ekologiyası	Şirin su ekologiyası	Təbii ehtiyatlar ekologiyası
Populyasiya ekologiyası	Duzlu su ekologiyası	Pollusiya (çirklənmə) ekologiyası
Fərd ekologiyası	Torpaq ekologiyası	Kosmos ekologiyası

Bu kitabın sonrakı hissələrində ekologiyanın bəzi əsas prinsiplərinə toxunulduqdan sonra daha çox autekologiya mövzusu təqdim olunacaq və xüsusi ilə torpaq, istilik, işıq və suyun və digər amillərin bitkilərə təsiri izah ediləcəkdir.

FƏSİL 1

EKOLOGİYANIN BƏZİ ƏSAS ANLAYIŞLARI

Digər elmlərdə olduğu kimi ekologiyanın da bəzi əsas anlayışları vardır. Bunların öyrənilməsi mövzuların açıqlanmasına və mühüm nəticələrin daha asan əldə edilməsinə köməklik göstərəcəkdir.

1.1. Məhdudlaşdırıcı (limitləyici) faktorlar və toleranthq qanunları

1840-cı ildə ilk dəfə Libix (Liebig), kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafına H_2O , CO_2 kimi qeyri-üzvi maddələrin mənfi təsir etməyəcəyini qeyd etmişdir [93]. Torpaqda az miqdarda olan maddələr, bu məhdudlaşdırıcı təsirin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yəni bitkilərin böyümələri torpaqda çox az olan üzvi və qeyri-üzvi maddə miqdarından asılıdır. Bu qayda Libix (Liebig)-in minimum qanunu adlanır. Məsələn, ətirşah (*Geranium* L.) bitkisinin normal inkişafı üçün 100 ml H_2O , 1 qr K və 1 qr N-a ehtiyacı vardır. Bitkiyə 1000 ml H_2O , 100 mq CO_2 və N, P və K elementlərinin hər birindən 1 qr verilsə, o zaman bitki zəif böyüyəcəkdir. Bu minimum faktorun çox olması tərəfindən nəzarət edilən bir məhdudlaşdırma və ilk dəfə tarla bitkilərində müəyyən olunmuşdur. Bu proses bütün yabarı bitkilər üçün də keçərlidir.

Pigott və Taylor, gicitikan (*Urtica dioica* L.) bitkisinin böyüməsinə təsir edən fərqli dozada fosforlu birləşmələr verməklə bitkinin böyümə və inkişafında müsbət istiqamətdə nəticələr almışlar [109]. Belə ki, təcrübə sahəsində tədqiq olunan gicitikan bitkisinə fosforlu gübrələr əlavə edilməsi zamanı bitkilərin normal böyüməsində 5-40% nisbətində bir artım əldə

edilmişdir. Bu halda torpaqda az miqdarda olan fosforun məhdudlaşdırıcı amil olduğu aşkar edilmişdir.

Tədqiq olunan bitkilərə verilən qeyri-üzvi birləşmələrin və mineral elementlərin miqdarı 10 dəfə artırıldığı zaman bitkinin böyüməsində 10 dəfə artmanı müşahidə etmək mümkün deyil.

Blackman, bəzi maddələrin artıq dərəcədə çoxluğunun bitkilərin böyüməsinin məhdudlaşdığını göstərmişdir [55]. Blackmana görə optimum sərhədin altındakı minimum sıxlıq və sərhədin üstündəki maksimum sıxlıq, birlikdə nəzarət altında olur və hər iki sıxlığın ortasında optimum böyümə müşahidə edilir.

Canlıların ətraf mühit elementlərinə qarşı alt və üst tolerantlıq sərhədi vardır. Bu, Ş. V. Şelfordun tolerantlıq qanunu adlanır [114]. Qanunda olan qaydalar bunlardır:

- Müəyyən bir faktora qarşı geniş dözümlülüyü olan bir orqanizm digər bir faktora qarşı az dözümlülüyə malik olur.
- Bir çox amillərə qarşı dözümlüyü geniş olan orqanizmlər daha geniş sahələrdə yayılırlar.
- Bir növ üçün uyğun olmayan ekoloji amil digər amillərə qarşı da canlının dözümlülüyünü dəyişdirir. Məsələn, Penmana görə torpaqda olan azotun miqdarı azaldığı zaman ot bitkilərinin quraqlığa davamlığı da azalır [106, 107].

Məhdudlaşdırıcı amillər əsasən çoxalma prosesində güclü təsirə malik olur.

Tolerantlıq geniş və dar ola bilər. Əgər istilik əsas amildir-sə, o zaman istiliyin təsiri ilə stenotermal (dar istilik sərhədləri) və euritermal (geniş istilik sərhədləri) vəziyyətlər əsas diqqət mərkəzində olur, yəni növün istiliyə qarşı dözümlülüyü dar və ya geniş olur.

Bir orqanizmin tolerantlıq sərhədlərini müəyyən etməklə yanaşı, növün nə üçün tolerantlıq göstərdiyini də tədqiq etmək vacibdir.

1.2. Konvergensiya, divergensiya və növün yayılmasına təsir edən amillər

Dünyanın bəzi bölgələrində eyni iqlim şəraitinin olduğu məlumdur. Məsələn, Aralıq dənizi iqliminin xüsusi yaz quraqlığı və qış yağışları Koliforniya, Cənubi Afrika, Cənubi Avstraliya və Aralıq dənizi ətrafı ölkələrdə və Qafqazın bəzi bölgələrində müşahidə edilir. Aralıq dənizindən kənardakı bölgələrdə rast gəlinən bitkilər, bənzər iqlim xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq eyni morfoloji xüsusiyyətlər göstərir. Bunu konvergensiya olaraq xarakterizə etmək mümkündür. Belə ki, bu bölgələrdə növ baxımından fərqlilik olmasına baxmayaraq bitkilərin quruluşu və forması eynidir. Yəni bitkilər kol formalı olub, kserofit, aromatik və quraqlığa davamlıdırlar.

Konvergensiyanın əksi divergensiyadır. 1920-ci illərdə İsveçli ekoloq Turesson İsveç sahillərinin duzlu bataqlıqlarında bitən bağayarpağın (*Plantago maritima*) dik və qüvvətli bir bitki olaraq inkişaf etdiyini, sahil ətrafında isə sürünən olduğunu müşahidə etmişdir [129, 130]. Bu iki populyasiya fərqli şərait amillərinin təsiri nəticəsində dəyişik formalarda inkişaf etmişdir. Turesson böyümədəki bu fərqliliklərin mutasiya dəyişkənliyi və ya iqlim dəyişikliyi təsirindən əmələ gələ biləcəyini söyləmişdir. Tədqiqatçı fərqliliklərin genetik dəyişikliklər nəticəsində, yoxsa sadəcə ətraf mühit dəyişikliyi nəticəsində ortaya çıxdığını müəyyən etmək üçün populyasiyanın bəzi fərdlərini eyni sahədə yetişdirərək bunların inkişaflarını uzun zaman müşahidə etmişdir. Nəticədə həm sahilə, həm də yamaclarda yetişən nümunələrin morfoloji xüsusiyyətlərini qoruyub saxladıqlarını müəyyən etmişdir [131]. Beləliklə, aparılan təcrübələrin nəticəsi fərdlərin təbii seleksiyaya və genetik dəyişmələrə məruz qaldığını göstərdi. Turesson bu iki populyasiyalara, genetik olaraq fərqli olduqları üçün ekotip adını vermişdir. Eyni növün ekotipləri bir-birlərindən coğra-

fı, ekoloji və çoxalma baxımından təcrid olunmuş vəziyyətdə olur.

Clausen və b. boymadərən bitkisinin (*Achillea* L.) populyasiyaları ilə tədqiqat işləri aparmışdır [64]. Bu populyasiyalar Koliforniada dəniz səviyyəsindən 3350 m yüksəkliyə qədər olan bir bölgənin təbii populyasiyaları olmuşdur. Tədqiqatçılar təcrübə sahəsinin müxtəlif yerlərində olan fərqli populyasiyalardan aldıkları nümunələri eyni sahədə yetişdirərək onların böyümələrini, quru çəkirlərini və digər bir çox xüsusiyyətlərini qarşılaşdıraraq öyrənmişlər. Nəticədə yüksəkliyə bağlı olaraq populyasiyalarda fərdlərin böyümə prosesində fərqliliklərin meydana gəldiyini müşahidə etmişlər. Beləliklə, tədqiqatçılar bu populyasiyaların hər birinin bir ekotip və bunun populyasiyalarının ardıcılıqlarının da bir «ekoklin» əmələ gətirdiklərini müəyyən etdilər.

Son zamanlarda daha çox sayda bitki və heyvan növlərinin də ekotip populyasiyalarından əmələ gəldiyi qəbul edilir.

Nə üçün hər yerdə eyni növlərin yayıldığı müşahidə edilmir? Bunun üçün bir növün təkamülü zamanı məhdudlaşdırıcı amillərə qarşı dözümlülük həddini artırma biləcəyi fikri üzərində diqqətin artırılması vacibdir. Bununla da hər hansı bir növün yayılma arealı genişlənmə bilər. Əslində növlər çox da geniş olmayan konkret yayılma areallarına sahibdirlər.

Mayr müəyyən bir növün yayılma arealları üçün genetik bir şərh vermişdir [95, 96]. Tədqiqatçı bir növün olduğu şəraitə uyğunlaşmış kənar populyasiyaların, mərkəzi yayılma sahələrindəki populyasiyalardan gələn yad genlərin sızmasına məruz qaldığını müəyyən etmişdir. Tədqiqatçı bunun kənar bölgənin şərtlərinə adaptasiya olmuş bir gen kompleksinin təbii seçiciliyinin qarşısının alındığı fikrini söyləmişdir.

Növ sərhədləri genetik olaraq iki qarşılıqlı qüvvə arasında bir tarazlıq xətti olaraq anlaşılır. Bu qüvvələr mühitə uyğunlaşmaq üçün seçicilik və mərkəzi populyasiyalardan köç edən

fərdlər tərəfindən gələn gen qruplarının letal təsirləridir.

Əgər mərkəzi populyasiyalardan gen axını dayanarsa, növ coğrafi yayılma sahələrini genişləndirər.

1.3. Bitkilərin həyat formaları

«Bitkilərin həyat formaları» anlayışını ilk dəfə elmə 1884-cü ildə bitki ekologiyasının banilərindən olan Danimarka alimi E. Varminq gətirmişdir. Onun fikrinə görə bu forma müxtəlifliyi, yəni bitkinin vegetativ hissəsi onun yaşadığı ətraf mühitlə düz mütənasiblik təşkil edir. Bu fikri əksər müasir tədqiqatçı alimlər təsdiqləmişlər. A.P. Şennikovun fikrinə görə ətraf mühit bitkinin həyatı formalarını dəyişdirmə xüsusiyyətinə malikdir [16, 32]. V.V. Alexinə görə isə bitkilərin həyat forması onların yaşadığı mühitə uzun zaman içərisində uyğunlaşması nəticəsində əmələ gəlir və fenotip baxımdan formalaşır. Rusiyada bir sıra alimlər bitkilərin həyat formaları ilə bağlı öz sistemlərini yaratmışdılar [102].

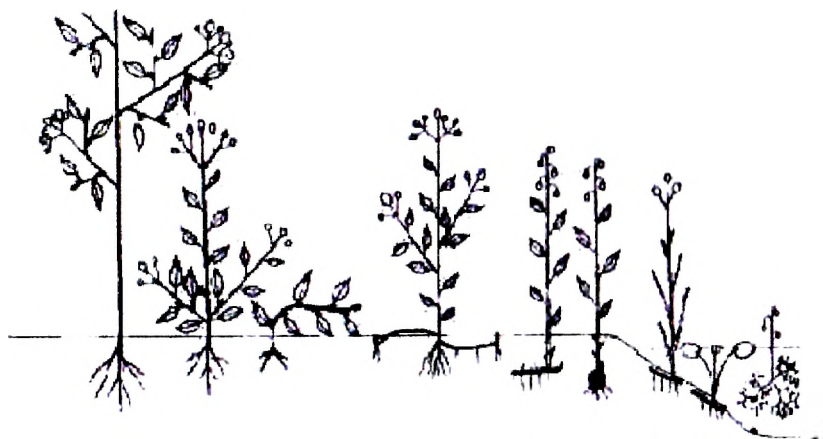
Bitkilərin həyat formalarını öyrənməkdə məqsəd florası öyrənilməyən hər hansı bir ərazidə bu sistemi tətbiq edərək, həmin yerin bitki örtüyünün quruluşunu aşkar etməkdir. Bununla yanaşı həmin ərazidə bitkilərin həyat formalarını öyrənməklə, bu bölgənin şəraiti haqqında müəyyən məlumata malik olmaq mümkündür. Raunkiaerin fikrinə görə müəyyən bir iqlim şəraitində bitkilərdə birdən çox həyat formasının olduğu kimi, müxtəlif bölgə və bitki örtüyündə də eyni həyat formalı orqanizmlər olur.

Raunkiaer, bitkiləri həyat formalarına görə təsnifatını vermədən öncə 4 böyük fitoiqlim bölgəsini əsas götürmüşdür:

- a) mülayim nəmli bölgələrin fanerofit iqlimi;
- b) yarpaq tökən və iynəyarpaqlı meşələri olan qurşaqların hemikriptofit iqlimi;
- c) tropik və subtropik yerlərin terofit iqlimi;

d) dəniz səviyyəsindən yüksək olan yerlərin amefit iqlimi.

Raunkiaerin bitki həyat formalarını fərqləndirməsi zamanı bitkilərin apikal tumurcuğunun torpaq səthindən olan hündürlüyünə əsaslanmışdır. Bu təsnifat aşağıda göstərilmişdir (şəkil 1).



Şəkil 1. Raunkiaerin bitkilərin həyat formaları

Fanerofitlər – Bu bitkilərdə tumurcuq daşıyan zoğlar torpaq səthindən çox yüksəkdə olur. Torpaq səthindən 0.5 m-dən çox hündürlükdə olan kollar, ağaclar, kaktuslar, tropikal otlar, sarmaşan bitkilər bu qrupa daxildir. Bu qrup öz daxilində 4 alt qrupa ayrılır:

1. *Nanofanerofitlər* – yerdən 0,5-2,0 m hündürlükdə olanlar;
2. *Mikrofanerofitlər* – yerdən 2,0-8,0 m hündürlükdə olanlar;
3. *Mezofanerofitlər* – yerdən 8,0-30,0 m hündürlükdə olanlar;
4. *Meqafanerofitlər* – yerdən 30,0 m-dən çox hündürlükdə olanlar.

Xamefitlər – Bunlar torpaq səthində olan ot və ya qısa gövdəli bitkilərdir. Bu bitkilərin çoxillik tumurcuqları torpaq üstündə olur. Bu qrupa quru yosunları, qabıqlı şibyələr, sürünənlər və yastıq əmələ gətirən bitkilər, taxıllar fəsiləsinin çoxillik nümayəndələri, yarım kollar və kolcuqlar daxildir.

Hemikriptofitlər – Bura çoxillik bitkilər daxildir. Bu bitkilərdə apikal tumurcuq torpaq səthinə yaxın olur. Bu qrupa kriptogamlar, talluslu quru yosunları, rozetli və ikiillik bitkilər daxildir.

Kriptofitlər – Bu qrupa daxil olan bitkilərin çoxillik orqanları, tumurcuqları və mitselləri torpaq altında qalır. Bütün quruluşu quruda torpaq altında qorunan bitkilərə «geofit», su altında, palçıq içində qorunanlara isə «helofit» deyilir. Geofitlər yumrulu, soğanaqlı və rizomlu bitkilərdir.

Terofitlər – Bu qrupa daxil olanlar birillik bitkilərdir. Bu bitkilərdə tumurcuqlar toxum içində mühafizə olunur.

Raunkiaerin bitkilərin həyatı formalarına görə sistematikasını əvvəlcə bu sahədə çalışan tədqiqatçıların əksəriyyəti dəstəklədilər. Lakin sonradan aparılmış tədqiqatlar əsasında bir sıra alimlər bu sistemdən istifadə edərək yeni sistemlər yaratdılar.

Bu yenilənmiş sistemlərdən biri Braun-Braunqet sistemidir. Ümumiyyətlə, bu günə qədər Raunkiaerin sistemi az dəyişikliklərə məruz qalmışdır. Raunkiaerin sistemində ən böyük dəyişikliyi Braun-Braunqet etmişdir [59]. Onun sistemi aşağıdakı kimidir.

I. Fitiplanktonlar

1. *Aeroplanktonlar (havada süzən)*
2. *Hidroplaktonlar (suda üzən)*
3. *Kriyoplanktonlar (qar və buzda yaşayan)*

II. Fitoedafonlar (mikroskopik torpaq florası)

1. *Aerofitobiontlar (aerobik torpaq florası)*
2. *Anaerofitobiontlar (anaerobik torpaq florası)*

III. Endofitlər

1. *Endolitofitlər (qaya çatlarında yaşayan mamur, şibyə və göbələklər)*
2. *Endoksilofitlər (bitkilər üzərində yaşayan parazitlər)*
3. *Endozoofitlər (heyvanlar üzərində patogen yaşayanlar)*

IV. Terofitlər (birillik bitkilər)

1. *Taloterofitlər (selikli göbələklər)*
2. *Bryoterofitlər (birillik mamurlar)*
3. *Pteridoterofitlər (birillik qıjılar)*
4. *Euterofitlər (birillik toxumlu bitkilər)*
 - a) *sürünən terofitlər*
 - b) *sarılan terofitlər*
 - c) *dikduran terofitlər*

V. Hidrofitlər (planktonlardan başqa bütün su bitkiləri)

1. *Suda sərbəst üzən bitkilər*
2. *Kökü torpaqda olan su bitkiləri*
3. *Köklü hidrofitlər*
 - a) *Hidrogeofitlər*
 - b) *Hidrohemikriptofitlər*
 - c) *Hidroterofitlər*

VI. Geofitlər

1. *Geofita mycetosa (geofit göbələkləri)*
 - a) *Kökyumrusu göbələkləri (frutifikasiya orqanları torpağın altındadır)*
 - b) *Areal göbələkləri (frutifikasiya orqanları torpağın üstündədir)*
2. *Geofita parazitica (kök parazitləri)*

3. *Eugeofitlər*

a) *Kök yumrulu geofitlər*

b) *Rizomlu geofitlər*

c) *Tumurcuqları kökün üstündə olan geofitlər*

VII. Hemikriptofitlər (tumurcuqları torpaq səthində olanlar)

1. *Hemikriptofita tallosa* (yapışqan taluslu bitkilər)

a) *Bir yerdə bitən şibyələr*

b) *Qabıqlı şibyələr*

c) *Talluslu bryofitlər*

2. *Hemikriptofita radicata* (köklü hemikriptofitlər)

a) *Hemikriptofita sisposita* (yumru əmələ gətirən hemikriptofitlər)

b) *Hemikriptofita rossulata* (rozet əmələ gətirən hemikriptofitlər)

c) *Hemikriptofita scabosa* (hündür ot bitkiləri)

d) *Hemikriptofita scantentia* (sərt oduncaqlı sarıanlar)

VIII. Xamefitlər

1. *Bryochamefita reptantia* (xalça şəkilli mamurlar)

2. *Chamefita likenosa* (frutifikasiyalı şibyələr)

3. *Chamefita reptantia* (sürünücü otlar)

4. *Chamefita sukkulenta* (ətli yarpaqlı bitkilər)

5. *Chamefita pulvinata* (yastıq əmələ gətirən bitkilər)

6. *Chamefita sphagnoida* (torf əmələ gətirən yosunlar)

7. *Chamefita graminidea* (sərt gövdəli taxıllar)

8. *Chamefita velantia* (sürünən kollar)

9. *Chamefita sufrutescentia* (kolcuqlar)

IX. Fanerofitlər

1) *Nanofanerofitlər* (apikal tumurcuğu yer səthindən 0,25-2m arasında olur)

2) *Makrofanerofitlər* (apikal tumurcuğu yer səthindən 2m-

dən artıq)

3) *Fanerofita sukklento* (ətli gövdəli fanerofitlər)

Winkler bu qrupu 5 alt qrupa ayırmışdır [134].

a) *Kaktus formasında olanlar*

b) *Çəllək şəklində gövdəyə malik olanlar*

c) *Ətli gövdəlilər*

d) *Əsl sukkulentlər*

e) *Fanerofita herbacea* (ot gövdəli bitkilər)

5. *Fanerofita scandentia* (sarmaşan bitkilər)

X. *Epifita arborescens* (ağac epifitləri)

Braun-Braunqetin təsnifatının ərazi işlərində tətbiqi çətin olduğu üçün bu sistemi dəstəkləməyən Richards 1952-ci ildə yeni bir təsnifat yaratmış və bu sistem aşağıda qeyd olunmuşdur [112].

I. Avtotrof

1. *Oduncaqlı bitkilər*

2. *İnkişaflarına ehtiyac olan bitkilər*

a) *Sarınanlar*

– *ağacların müəyyən təbəqələrində olan sarınanlar*

– *məşəaltı bitki örtüyündə olan sarınanlar*

b) *Epifitlər*

– *kölgədə yaşayan epifitlər*

– *işıqda yaşayan epifitlər*

II. Heterotroflar

– *parazit və saprofitlər*

İ.Q. Serebryakov bitkilərin həyat formalarını aşağıdakı kimi qeyd etmişdir

I. Oduncaqlı bitkilər

a) *ağac*

b) *kollar*

c) *kolcuqlar*

II. Yarım oduncaqlı bitkilər

a) *yarım kollar*

b) *yarım kolcuqlar*

III. Yerüstü ot bitkiləri

a) *polikarp ot bitkiləri*

– *milköklü polikarplar*

– *uzun milköklü polikarplar*

– *qısa milköklü polikarplar*

– *qısaköklü polikarplar*

– *kökümsovlü polikarplar*

– *stolon əmələ gətirən polikarplar*

– *sürünən polikarplar*

– *kökyumrusu əmələ gətirən polikarplar*

– *səğanaqlı polikarplar*

b) *monokarp ot bitkiləri*

– *efemer monokarplar*

– *yarpaqlı monokarplar*

– *yarıparazit monokarplar*

– *parazit monokarplar*

IV. Suda yaşayan ot bitkiləri

a) *Kökü torpaqda olan su bitkiləri*

b) *Üzən və sualtı ot bitkiləri*

Serebryakov həyat formalarına görə bitkiləri fərqləndirəndə növlərin yaşadığı şəraitdə, bütün ömürləri boyu qazandıqları uyğunlaşma əlamətlərini əsas götürmüşdür.

1.4. Bitki qrupları, rəqabət, suksessiya və növün ekoloji tolerantlığı

Bitki ekologiyasının əsas anlayışlarından biri də bitki qruplaşmasıdır (sinekologiya). Ekologiyanın bu sahəsi bitkilərin

qrup halında birgə yaşayış tərzini öyrənir. Bir bitki qrupu təsadüfi yayılmış bir qrup deyildir. Təbii bir bitki qrupu daxilində ətraf mühit ehtiyatlarından şərik olaraq istifadə edən bitkilər bir yerdə yaşayırlar. Buna suda yaşayan hidrofittləri misal göstərmək olar. Beləliklə, bir bitki qrupu yaşadığı bölgənin ətraf mühit şəraitinin xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən qrupdur.

Mühitdə müəyyən bir maddə lazım olan miqdarından az olduğu zaman bitki qrupundakı digər orqanizmlər bu maddəyə görə bir-birləri ilə rəqabət aparırlar. Hər hansı mühitdə təbii ehtiyatlardan ən effektiv şəkildə istifadə edə bilən bitki növləri, bu şəraitdə yaşamlarını davam etdirə bilirlər. Eyni növün fərqli fərdləri arasındakı rəqabətə növdaxili (intraspesifik), fərqli növlər arasındakı rəqabətə isə *növlərarası* (interspesifik) *rəqabət* deyilir.

Suksessiya – Bir bitki örtüyündəki bitki qrupları ətraf mühitdəki dəyişikliklərə paralel olaraq dəyişmə xüsusiyyətlərinə malikdirlər. Bitki örtüyü inkişaf etdikcə həmin bölgə fərqli bitki qrupları tərəfindən bir-birinin arxasınca tutulur. Bitki qruplarında olan bu cür fərqlilik növbəli dəyişmə (suksessiya) adlandırılır. Növbəli dəyişmə, bölgədə klimaks bitki örtüyü və ya stabil bitki qrupu deyilən bir qruplaşmaya qədər davam edir.

Xüsusiyyəti baxımından suksessiyalar birinci və ikinci suksessiyalara bölünür. Birinci suksessiyalarda olan canlıların fəaliyyətləri ilk növbədə heç bir dəyişikliyə uğramamış substratdan başlayır. Yəni ara qruplaşmalardan sonra müxtəlif yerlərdə biosenozlar formalaşır. Bu tip suksessiyalar kserik suksessiyalar adlanır. Kserik suksessiyaların əsas vəzifəsi bir sıra orqanizmlər tərəfindən torpaq əmələ gətirməkdir.

Hər hansı ekosistemi yaradan suksessiyalar canlı olmayan substratda formalaşırsa, o zaman bu suksessiya ekogenetik suksessiya adlandırılır. Daşlı-qayalı yerlərdə əmələ gələn bio-

senozlar buna misal ola bilər. Süksessiya ilk növbədə bura şibyələrin gəlməsi ilə başlayır və digər orqanizmlərin iştirakı ilə ilk torpağın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sonradan bura digər bitkilər və heyvanların gəlməsi ilə torpaqda gedən bir sıra proseslərin gedişi sürətlənir.

Qütb ərazilərində bitki qruplaşmalarının formalaşması əsasən mamırlardan başlayır və sonradan bura kolşəkilli bitkilər daxil olur. Müəyyən zamandan sonra bu əraziyə iynəyarpaqlı və enliyarpaqlı bir neçə ağac bitkisi gəlir. Burada bitki qruplaşmasının tam olaraq formalaşması təxminən bir əsrə yaxın davam edir.

Su süksessiyaları kiçik su hövzələrində və bataqlıq olan yerlərdə başlayır. Su bitkiləri (sfaqnum mamırı) hər hansı bir su hövzələrinin kənarlarından başlayaraq mərkəzə doğru irəliləməyə başlayır, nəticədə torfun yaranmasına və su hövzəsinin dayazlaşmasına səbəb olur.

Burada müxtəlif bitki növlərinin toplanması nəticəsində torpaq əmələ gəlir və suyun dayazlaşması ilə əlaqədar bu sahə bataqlığa çevrilir. Müəyyən bir zaman keçdikdən sonra bura oduncaqlı bitkilər gəlir, nəticədə bataqlıq quruyur və meşə əmələ gəlir. Eyni zamanda şəraitin dəyişməsinə uyğun heyvanların taksonomik tərkibi də dəyişir.

Bəzi su hövzələrinin sahillərində yaşayan sfaqnum mamırı və digər bataqlıq bitkilərin sıxlığı artır və nəticədə torpağın əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Hövzələrdə suyun dayazlaşması və üzən bitki örtüyünün sıxlaşması da bataqlığın əmələ gəlməsinə səbəb olur.

İkinci süksessiyalar öncə orqanizmlər toplusunun fəaliyyəti ilə dəyişilmiş substratda inkişaf edir. Belə süksessiyalar çox vaxt bərpa olunan (demutasiya) xarakteri daşıyır.

İkinci (törəmə) süksessiyalara yağından və meşələrdə ağac kəsimindən sonra bitki örtüyünün əmələ gəlməsini misal göstərmək olar.

Hər hansı meşə yangından və başdan-başa ağac kəsimindən sonra burada bir çox faktorların təsiri demək olar ki, kökündən dəyişir. Bu tip sahələrə ilk öncə işıq sevən pioner növ gəlir və müəyyən zamandan sonra belə sahələrin növ tərkibi zənginləşir. Sonradan bura işıqsevən ağac bitkiləri gəlir. Ot və kol bitkilərinin qruplaşması ilə yanaşı fauna da formalaşmağa başlayır. Burada bitən bir sıra meyvə və giləmeyvə əmələ gətirən bitki növləri buraya müxtəlif quş növlərinin gəlməsinə şərait yaradır.

Müəyyən zaman keçdikdən sonra işıqsevən alçaqboylu ağac növləri inkişaf etməyə başlayır. Belə şəraitdə inkişaf etmiş ağac bitkiləri işıqsevən ot bitkilərini və digər bitkiləri məhv edir. Belə ağac çətiri altında kölgəyə və rütubətə davamlı iynəyarpaqlı bitkilərdən olan *Abies* Mill. cinsinə aid növün cücərtisi inkişaf edir. İkinci yarusda yerləşən küknar cücərtiləri çəmən ot bitkisini sıxışdırıb sıradan çıxarır, onları mamırla əvəz edir.

Küknar bitkisi üçün şəraitin yaxşılaşması və intensiv inkişafı bir sıra işıqsevən ağac bitkilərinin yaşamasına maneçilik törədir və sonradan bu bitki növü birinci yarusda çıxaraq digər ağac növlərini məhv edir. Nəticədə bir sıra ağac-kol bitkiləri olan ərazidə küknar meşəsi formalaşır. Bu yerdəyişmə prosesi 200 ilə qədər davam edir.

Ətraf mühit amillərinin müəyyən etdiyi hədd daxilində bir növün böyüməsi üçün ən optimal xüsusiyyətləri o növün tolerantlığı adlanır.

Ekoloji tolerantlıq bir növün müəyyən bir yaşayış məskəni və ya qrupu daxilində olub və ya olmayacağının müəyyən edilməsində əsas rol oynayır. Belə ki, müəyyən bir yaşayış ərazisində olan bir növün mühit şəraitində dəyişikliklərə qarşı dözümlülük xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsində də ekoloji tolerantlığın təsiri böyükdür.

Təkamül baxımından bəzi növlər soyuq bölgələrə uyğunla-

şarkən, digərləri quraq bölgələrin, duzlu səhraların və s. şərtlərinə uyğunlaşmışdır.

Ümumiyyətlə, bitki nəsillərinin əksəriyyəti ekoloji tolerantlığı həddində meydana gəlmişdir. Nəslin meydana gəlməsinə səbəb olan amillər nəmin miqdarı, duz miqdarı və s. ola bilər.

Dəniz sahilindəki növlərin duza qarşı müxtəlif şəkildə göstərdikləri tolerantlıq, bitki örtüyündə fərqli bitki nəsillərinin meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. Məsələn, optimal tolerantlıqla yetişən bitkilərin yaxşı inkişaf etməsi və zəngin olmaları baxımından maksimum rəqabət gücünə malikdirlər. Halbuki ekoloji tolerantlıq həddi altında olan bitkilər digər bitkilərin güclü rəqabəti nəticəsində daha zəif olub, yaşayış mühitində də az sayda olurlar.

1.5. Növün qidalanması və ekoloji nailiyyəti

Növlər arasında yaşadıkları ərazinin ehtiyatlarından istifadə etməsi baxımından mühüm fərqliliklər müşahidə olunur. Növbəli dəyişmənin ilk dövrlərində əlverişli olmayan mühitlərdə böyüyən bir çox birillik növlər, çoxillik növlərdən daha yaxşı inkişaf edirlər. Çünki birillik bitkilərin ekoloji tolerantlığı və davamlılığı çox, mühitdən ehtiyacları isə az olur. Bitkilərin ərazi seçimləri onların digər xüsusiyyətləri kimi irsi xarakter daşıyır.

Bir növün müəyyən bir ərazidə yaxşı böyüməsi, bitkinin əsas ehtiyaclarının burada mövcud olduğunu, ərazinin ekoloji baxımdan optimum və taksonun mövcud mənbələrdən istifadə etməyə uyğunlaşmasını göstərir.

Hər hansı bir növün fiziki şəraitdə digər canlılar ilə böyümə prosesində rəqabət apara bilməsi, həmin növün ekoloji nailiyyəti adlanır.

Geniş bir yayılma sahəsinə, bolluğa, torpaq növünə və nəm baxımından geniş ekoloji tolerantlığa sahib olan növlər, eko-

loji olaraq çox nailiyyətli növlərdir.

Hər hansı bir növün ətraf mühit mənbələrindən ən yaxşı şəkildə istifadə etmək imkanı və güclü rəqabət apara bilməsi, onun nailiyyətini müəyyən edən amillərdəndir. Bu növdən olan bitkilər yüksək toxum məhsuldarlığına, toxumlarının yüksək cücərmə qabiliyyətinə, əlverişsiz şəraitə, ziyanverici və xəstəlik törədicilərə qarşı davamlı olurlar.

Bitkilərin müəyyən ərazini tutması və yeni sahənin xüsusiyyətləri bir çox növün ekoloji nailiyyətində vacib rol oynayır. Buna misal olaraq, duzlu torpaqlarda yaşayan halofitləri göstərmək olar. Hər hansı bir bölgəyə yeni taxıl növü və ya sortu gətirildiyi zaman bunların bioloji nəzarətində ekoloji nailiyyət şanslarının qiymətləndirilməsi çox vacibdir. Bu qiymətləndirmə zamanı onların ehtiyaclarını, ekoloji davamlılıqlarını və rəqabət güclərini öyrənmək lazımdır.

«Monoklin» üsulunun istifadəsi növlərin bir bölgəyə gətirilməsində əlverişlidir. Bu hadisə zamanı eyni qurşaqda oxşar iqlim şərtləri olan bölgələrdən gələn bitkilərin seçilməsidir. Bu üsulla bir bölgəyə böyük ehtimalla xəstəlik, parazit və rəqabətin məhdudlaşdırıcı təsirinə davamlı olan yeni növlərin əmələ gəlməsi təmin oluna bilər.

FƏSİL 2

ƏSAS STRESS FAKTORLARI VƏ ONLARIN BİTKİLƏRƏ TƏSİRİ (AUTEKOLOGİYA)

İlk tədqiqatçıların çalışmaları daha çox sinekologiya sahəsində olduğundan, «autekologiya» uzun zaman nəzərdiqqətdən uzaq qalmışdır. Ancaq daha sonrakı tədqiqatlar nəticəsində bir bitki qrupunun ekologiyası və bu qrupdakı önəmli bitki növlərinin ekoloji həyat tsiklinin öyrənilməsi məsələsi ortaya çıxmışdır. Salisbury, 1928-ci ildə Britaniya adalarının bioloji florasının tam olaraq ortaya qoyulmasının vacibliyini ifadə etmiş və autekoloji tədqiqatların bitkinin və bitki qruplaşmalarının müəyyən edilməsi baxımından lazım olduğunu göstərmişdir [113]. Tədqiqatçı bir qrupu əmələ gətirən bitkilərin biotik əlaqələri ilə həyat tsiklinin müəyyən edilməməsinin, bitki qruplarının tədqiq edilməsində böyük çətinliklər yaratdığını və ayrıca rəqabət prosesində yer alan müxtəlif amillərə aydınlıq gətirilməsi təzahürünü ortaya qoymuşdur. Tansley qeyd etmişdir ki, hər hansı bir bitkinin autekologiyasının öyrənilməsi həmin bitkinin ekoloji yerinin tam olaraq məlum olmasına şərait yaradır. Bəzi tədqiqatçılar, o cümlədən Duncan, xüsusilə meşəçilik, meşə ticarəti, torpaq qorunması, yabanı ot bitkilərinə nəzarət kimi tədqiqat sahələrinə və Daubenmire isə bitkiçilik sahəsinə dair tədqiqatların aparılmasının vacib olduğunu qeyd etmişlər [69, 70]. Autekologiya bütün bitki qruplarına tətbiq oluna bilər. Xüsusən iqtisadi dəyəri olan bitkilərin autekoloji baxımdan öyrənilməsi çox əhəmiyyətlidir. Bu yolla tətbiq olunacaq sahələrdə çox sayda problemlərin həll olunmasına yüksək dərəcədə köməklik göstərir.

Fərdlər haqqında əsas məlumatlar olmadan flora və bitki

örtüyü ilə bağlı tədqiqat işlərində bir irəliləyiş olacağını düşünmək çətinidir. Fərdlər makro mühitin dəyişməsinə (kəlgə, otarılma, torpaq turşuluğu, şaxta, quraqlıq və s.) qarşı müxtəlif reaksiya göstərərək, fərqli uyğunlaşma əlamətlərinə malik olurlar. Kənd təsərrüfatının inkişafı, bitki örtüyünün qorunması və s. kimi məsələlərin olduğu hər hansı bir yerdə növ müxtəlifliyinin araşdırılması çox vacibdir. Çünki bəzi növlər təbii və mədəni şəraitə görə tədqiq edilmədikcə, təcrübi olaraq heç bir iqtisadi əhəmiyyəti olmayan səhv nəticələr əldə edilir. Bitki qruplarını struktur xüsusiyyətləri xaricində, hər hansı bir istiqamətdə öyrənen tədqiqatçılar üçün növün fərdləri haqqında əldə etdikləri biliklər böyük əhəmiyyət kəsb edir. Növün fərdlərinin inkişafında ən güclü təsirə malik olan faktor ətraf mühitdir. Bir canlının inkişafını və həyatının davam etdirməsini təmin edən, eyni zamanda qarşılıqlı olaraq bir-birlərinə təsir göstərən daxili və xarici faktorların cəmi «mühit» adlanır. Bitkilərin kökü torpaq, yerüstü hissəsi isə bir çox orqanizm və atmosfer havası ilə daima təmasdadır. Fiziki mühiti əmələ gətirən bu faktorlar cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2. Fiziki mühit amilləri

Torpaq amili	İqlim amili	Biotik amil	Topoqrafik amil
Geoloji substrat	İşıq	Rəqabət	Çökəklik
Struktur (torpaqdakı fərqli böyüklükdəki hissəciklərin qum, lil, gil miqdarı)	İstilik	Parazitlik, parçalanma, simbioz və s.	Yüksəklik
Quruluş (torpaqdakı hissəciklərin tənzimlənməsi)	Nəm		Yerin cazibə qüvvəsi
Su	Yağış	Yanğın	
Qidalandırıcılar	Külək	Otarma və s.	
Qazlar		Başqa təsirlər	
pH			

Torpağa *edafik faktor* deyilir. Ekoloji amil olaraq torpaq bütün canlılar üçün çox vacibdir. Çünki torpaq bir tərəfdən su və mineral maddələrin anbarı, digər tərəfdən isə bitkiləri saxlayan bir amildir. Yağış, istilik, işıq, atmosfer şərtləri kimi amillər hər hansı bir bölgənin iqlimini əmələ gətirirlər. İqlim və edafik amillərdən başqa ətrafdakı digər bitkilər, kənardan gələn heyvanlar və parazitlər də bitkilərin inkişaflarına bu və ya digər dərəcədə təsir edir. Bitkilərə təsir edən canlı faktorların cəmi «biotik faktorlar» olaraq qəbul edilir.

İstilik, işıq, su və qazlar bitkilərə birbaşa, külək, torpaq və yağış isə dolayı təsir edən amillərdir. Belə ki, yüksəkliyin artması bir tərəfdən yağın yağışın miqdarını artırır, digər tərəfdən isə istiliyin azalmasına səbəb olur.

Fiziki mühitin hər bir amili 2 və ya bəzi hallarda (ışıqda olduğu kimi) 3 fazaya (şiddət, zaman və keyfiyyət) malikdir. Bitkilər ətraf mühit amillərinə qarşı özlərinə məxsus şəkildə cavab reaksiyası verirlər. Ümumiyyətlə, hər hansı bir reaksiyaya səbəb olan bir amili müəyyən etmək bir qədər çətinlik yaradır. Məsələn, buxarlanma faizi, istilik və atmosfer nəmindən asılı olan su ilə doyma (saturasiya) dərəcəsinə bağlıdır və bunlarda növbə ilə bölgədəki yağıntı və işıqdan asılıdır.

$$B_x = (P - p)\sqrt{w}.$$

Burada B_x – buxarlanma faizi; P – doymuş buxarın təzyiqi; p – əsas buxarın təzyiqi (mütləq nəm); w – küləyin sürətidir.

Hər bir şərait ətraf mühit amillərinin təsiri altındadır. Fərqli yaşayış bölgələrində ətraf mühit amilləri də fərqlidir. Məsələn, bir meşə və bir çəməndə işıq, istilik və nəmin miqdarı müxtəlifdir.

Bitkilərin real ehtiyacları işıq, su, istilik, qazlar və qidalandırıcı maddələr ilə ölçülür. Bütün bu amilləri bitkilərin yaşadıqları mühitdən əldə edə bilməsi vacibdir. Bu amillər olma-

dan bitkilər böyüyüb inkişaf edə bilməz. Növlər mövcud olan real amillərə qarşı ehtiyac səviyyələri baxımından bir-birlərindən fərqlənirlər və həmin taksonlar öz real ehtiyaclarını əldə edə bildikləri yerlərdə böyüyüb inkişaf edirlər. Məsələn, su mühitində hidrofətlər, quraq yerlərdə isə kserofətlər öz həyatlarını normal davam etdirirlər.

Mədəni bitkilərin ehtiyaclarının müəyyən edilməsi asan olduğu halda, yabanı bitkilərdə isə bu bir qədər çətinlikdir. Mədəni bitkilər əsasən uyğun aralıqlarla əkilir və təxminən taksonomik tərkibləri eyni olur. Yabanı bitkilər isə bir çox növün qarışığından əmələ gələn qruplarda böyüyüb inkişaf edirlər. Bu baxımdan fərdlərin ehtiyaclarının müəyyən edilməsi bir qədər çətinlik yaradır.

Hər hansı yaşayış mühitini əmələ gətirən edafik iqlim, biotik kimi faktorlar, növ və onun populyasiyalarının inkişaf və yayılmasına müəyyən bir şəkildə təsir edir. Lakin mühitin müxtəlif mövcud olan amillərini öyrənmədən, onun təsir mexanizmlərinin başa düşülməsi bir qədər çətinlikdir. Ona görə də bu amillərin ayrılıqda öyrənilməsi labüddür.

2.1. Torpaq amili

Litosferin səth dəyişikliklərinin əmələ gətirdiyi maksimum yüksəklik fərqləri diametrin təqribən 0,1%-i qədərdir. Quru olaraq hidrosferin üzərinə çıxan hissə su və havanın təsiri ilə parçalanır və torpağı əmələ gətirir.

Torpaq bitki köklərinin inkişaf etdiyi, bitkilərin bağlandığı, üzvi maddələrin qarışmış olduğu və su ilə qida maddələrinin əldə edildiyi torpaq örtüyünün üst parçalanmış səthidir. Torpaq ilə bitki kökləri arasında səthi olaraq sıx əlaqə vardır. Çünki bitki kökləri və əmici tellər bu mühitdə geniş şəkildə yayılmışdır. Bu sıx əlaqəyə görə bitki ilə torpaq bir-birinə təsir edir və bitkilərin böyüyüb inkişaf etməsi üçün torpaq xüsusi

siyyətlərinin əhəmiyyəti çox böyükdür.

Kənd təsərrüfatının inkişaf tarixinə nəzər salsaq aydın olur ki, insanlar müəyyən zaman ərzində taxıl bitkilərini qiymətləndirmək üçün ətraf mühit faktorlarını nəzarət altına almağa çalışmışlar, lakin iqlim faktorlarının dəyişdirilməsinin heç mümkün olmayacağı qənaətinə gəlmişlər. Buna görə də onlar torpağın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində işlərin həyata keçirilməsinin labüdlüyünü qeyd etmişlər.

Torpaq hər hansı bir bitkinin toxumun cücərmə keyfiyyəti-ni, hündürlüyünü, dik durmasını, vegetativ orqanların inkişafını, gövdənin odunlaşmasını, köklərin uzunluğunu, saçaqlanma dərəcəsini, parazitlərə, şaxta və quraqlığa davamlılığını çiçək sayını və çiçəklənmə müddətini və s. kimi xüsusiyyətlərini dəyişdirə bilər.

Yuxarıda qeyd edilənlər 1945-ci ildə Marsden-Jones və Turrill tərəfindən təcrübi olaraq müəyyən edilmişdir [94]. Su bitkiləri üçün torpaq mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Çünki həmin bitkilərin inkişafı və yayılmasında substratın xüsusiyyətlərindəki dəyişikliklərin təsiri böyükdür. Willams [136] bitkiləri torpaq faktoruna görə aşağıdakı ekoloji qruplara ayırmışdır:

Oksilofit bitkilər – (turş torpaqlarda bitənlər);

Halofit bitkilər – (duzlu torpaqlarda bitənlər);

Psammofit bitkilər – (qumlu torpaqlarda bitənlər);

Litofit bitkilər – (qayalarda bitənlər);

Kasmofit bitkilər – (qaya çatlarında bitənlər).

Torpaq ilə bitki münasibətlərini başa düşmək üçün ilk öncə torpağın xüsusiyyətlərini öyrənmək vacibdir. Ümumi olaraq torpaq elmi pedologiya və edafologiya elmi kimi iki qola ayrılır. Pedologiya (*pedon* – torpaq, *logos* – elm) torpağı təbii bir kütlə halında tədqiq edilməsinə xidmət edir. Lakin pedologiya, torpağın qiymətləndirilməsi məsələsi üzərində dayanır.

Ana süxurdan torpağın əmələgəlmə prosesinə *pedogenez* deyilir. Edafologiya isə (*edaphos* – torpaq, *logos* – elm) torpağın bitki ilə əlaqələrini öyrənir və bitkilərin inkişafı üçün müxtəlif tip torpağın xüsusiyyətlərini tədqiq edir.

Ana süxurdan əmələ gələn torpaq, qeyri-üzvi və məhv olmuş orqanizmlərin parçalanmasından əmələ gələn üzvi maddələri, hava və su ilə zəngin torpaq dənəcikləri arasındakı boşluqları, nematod, bakteriya və göbələklər kimi kiçik orqanizmləri, ən əsası isə bitkiləri öz üzərində saxlayır. Ekoloji olaraq edafik faktor olan torpağı aşağıdakı şəkildə izah edilməyə çalışılacaqdır.

2.1.1. Ana süxur (maddə)

Süxurların mövsümi parçalanması nəticəsində əmələ gələn mineral maddələr ana maddə olaraq tanınır. Torpağın ana maddəsi qranit, bazalt kimi vulkanik, qumdaşı, əhəngdaşı, çöküntü və mərmər kimi metamorfik süxurlardan əmələ gəlir. Bu süxurlar müxtəlif fiziki və kimyəvi qüvvələrin təsiri ilə parçalanır. Fiziki qüvvələrin təsiri ilə gedən parçalanmaya fiziki, kimyəvi qüvvələrin təsiri ilə parçalanmaya isə *kimyəvi parçalanma* deyilir.

Fiziki parçalanmanın səbəbləri aşağıdakılardan ibarətdir:

a – süxurların çoxu fərqli minerallardan əmələ gəlir. Bu mineralların hamısı müxtəlif genişlənmə xüsusiyyətinə malikdirlər. Buna görə də temperatur dəyişmələri nəticəsində fərqli minerallar müxtəlif nisbətlərdə genişləndiyindən süxurlar parçalanırlar.

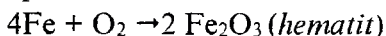
b – inkişaf edən köklər, rizoidlər və suyun donması ilə də süxurlar parçalanır.

c – axar sular, külək, qar (qar uçqunu) süxurların aşınmasına, bilavasitə dənələrin daşınmasına səbəb olur.

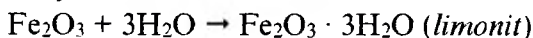
Kimyəvi parçalanmanın səbəbləri – kimyəvi parçalanmada

oksidləşmə, hidratlaşma, hidroliz və karbonlaşma kimi hadisələrin əhəmiyyətli dərəcədə rolu vardır. Oksidləşmə prosesində əsas amillər oksigen, hidratlaşma, hidrolizdə su, karbonlaşmada isə karbondioksiddir. Bu parçalanmalar aşağıdakı şəkillərdə həyata keçir:

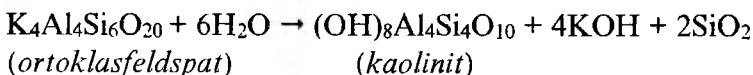
a – Oksidləşmə prosesi



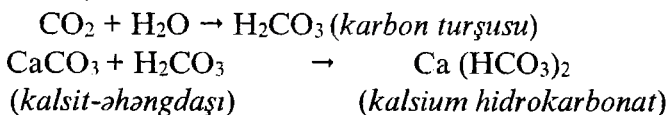
b – Hidratlaşma



c – Hidroliz



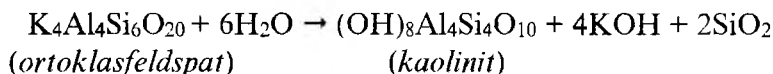
d – Karbonlaşma



Üzvi maddələrin parçalanması ilə meydana gələn üzvi turşular da süxurların parçalanmasına səbəb olur. Bu kimyəvi prosesə kömək edən amillər arasında süxurlarda yaşayan bakteriyalar, şibyələr, yosunlar, mamırlar və ali bitkilər xüsusi yer tutur. Bu orqanizmlərin tənəffüsü nəticəsində əmələ gələn karbondioksid su ilə birləşərək karbon turşusu əmələ gətirir və beləliklə, süxurların parçalanması prosesi baş verir.

Parçalanmalar nəticəsində azotdan başqa bütün bitki qidalı maye halına, az həll olan birləşmələr isə yumşaq bir kütlə halına keçir və yumşaq kütləni bitki kökləri, tarazlı bir şəkildə istifadə edirlər. Nəticədə Yer kürəsinin 78%-ni əmələ gətirən qələvi metallar (Na, K və s.) və ya torpaq qələvilər (Ca, Mg və

s.) misal üçün ortoklasfeldspat ($K_4Al_4Si_6O_{20}$), dəmir silikat və ya alüminium silikat parçalanaraq, gili əmələ gətirir.



Ana süxurun təsnifatı. Ana süxur əsrlər boyu təbii yerində qala bilər, ya da təbiətin mexaniki təsirləri ilə parçalanaraq yeni yerlərə daşınır. Buna görə 2 tip – *sabit* və *daşınmış ana süxur* vardır.

Daşınmış ana süxur daşınma şəkillərinə görə aşağıdakı siniflərə bölünür:

a – Əmələ gətirdiyi yerdə qalmış – qalıcı (residual)

b – Daşınmış:

– Cazibə qüvvəsi ilə daşınma – kulluviyel

– Buzlaqlar ilə daşınma – glasiyel

– Külək ilə daşınma – aeolien

– Su ilə daşınan – alluviyel

c – Digər tiplər:

– Okeanlarda toplanan material – marin

– Göllərdə toplanan material – lakustrin

– Vulkanların ətrafında toplanmış püskürülən material – vulkanik

Qalıcı torpaqlar ana süxurun mineraloji xüsusiyyətini daşıyır [79]. Halbuki daşınmış torpaqlar fərqli süxurlardan daşınan materialların qarışığından əmələ gəlir.

Buna görə də bu torpaqlarda, qida maddələrinin optimal balansının pozulması müşahidə edilir.

Daşınmış torpaqlarda bitki kökləri fərqli ekoloji xüsusiyyətlərə sahib təbəqələrdə yayılır. Buna görə də bu tip torpaqlardakı torpaq-bitki əlaqələri qalıcı torpaqdakına nisbətən daha qarışıqdır.

2.1.2. Torpağın strukturu

Torpaqdakı müxtəlif ölçüdə dənəciklərin bir-birinə nisbətinə «*torpaq strukturu*» deyilir.

Bir torpaqda qum kimi sərt strukturlu dənəciklərin miqdarı çoxdursa, bu torpaqlara «yüngül torpaq», gil və s. kimi incə strukturlu dənəciklərin miqdarı çox olarsa buna «*ağır torpaq*» deyilir.

Struktura görə torpaqlar qumlu, gilli-qumlu və gilli olmaq üzrə üç qrupa ayrılır. Torpaqda 70%-dən daha çox qum varsa, bu torpaqlar qumlu torpaqlar adlanır [106].

–Çınqıllı torpaqlar: Bunlar qum, gil və lil dənəciklərindən əmələ gələn torpaqlardır. Bu torpaqlar həm yüngül, həm də ağır torpaqların xüsusiyyətlərini daşıyır. Çınqıllı torpaqlarda dənəciklərin yarısını qum, yarısını da lil və gil təşkil edir [135].

–Bu torpaqların 6 tipi vardır: qumlu-gilli-lilli, qumlu-gilli, çınqıllı, lilli-qumlu, lilli-gilli-qumlu, gilli-qumlu.

Əgər torpaqda 35-40% -dən daha çox gil varsa bu torpaqlara *gilli torpaqlar* deyilir. Gilli torpaqlar 3 yerə (gilli, qumlu-gilli, lilli-gilli) ayrılır.

Sərt strukturlu torpaqlardan incə strukturlu torpaqlara keçid həyata keçir.

Torpaq dənəcikləri aşağıdakı cədvəldə verilmiş şəkildə sistemləşdirilir (cədvəl 3).

Cədvəl 3. Torpaq dənəciklərinin təsnifatı

Torpaq dənəcikləri	Ölçüsü (mm)	Ölçüsü (μ)
Daşlar (parçalanmış)	2-dən böyük	2000
İri qum	2.0-0.20	2000-200
Kiçik qum	0.20-0.02	200-20
Lil	0.01-0.002	20-2
Gil	0.002-dən kiçik	2-dən kiçik

Torpağın daxilində hava və su tərəfindən doldurulan hissələrə *torpaq boşluqları* deyilir. Bunların makro və mikro boşluqlar olmaqla iki tipi vardır.

Torpaqdakı makro boşluqlarda hava və su daha sürətli hərəkət edir, bunun əksinə olaraq, mikro boşluqlarda hava və suyun hərəkəti isə çox yavaş həyata keçir. Qumlu torpaqlarda isə ümumi boşluğun az olmasına baxmayaraq hava və su daha tez hərəkət edir.

Çünki bu torpaqlarda makro boşluqlar daha çoxdur. Kiçik strukturlu torpaqların ümumi boşluğu çox yüksəkdir. lakin bu boşluqlarda hava və su çox yavaş hərəkət edir. Çünki mikro boşluqların sayı çoxdur.

Buradan aydın olur ki, bütün boşluqların ümumi həcmnin yerinə, bir boşluğun həcmi daha vacibdir. Kiçik strukturlu torpaqlarda dənəvərləşmə prosesi havalandırmanı artırır. Bunun səbəbi isə ümumi boşluq həcmnin azalması ilə makro boşluqların əmələ gəlməsidir.

Yüksək miqdarda gil və lil olan torpaqlar əsasən bitki köklərinin yaxşı inkişaf etməsinə mane olur. Bu hal quraqlıq dövrü uzun olan bölgələrdə əhəmiyyətlidir. Bu bölgələrdə torpaq səthinin üst hissəsi yumşaqdırsa, o zaman bitki tınglərinin yaşama faizi yüksək olur. Nəmli dövrlərdə bitki cücərtilərinin kökləri torpağın üst səthindən torpağın dərinliyinə doğru gədirsə, ilk quraq dövründə cücərtilər qısa zaman içərisində məhv olurlar. İri strukturlu torpaqlarda yağışla gələn su dərhal sorulur. Ağır torpaqlarda yağışın çox hissəsi axıb getdiyi üçün su az miqdarda sorulur. Digər tərəfdən bir torpaqdakı suyun hərəkət sürəti torpağın strukturu ilə tərs mütənasibdir. Bu hal qısa köklü bitkilər üçün uyğunsuz şərait yaradır. Qumlu torpaqlarda yetişən çoxillik bitkilərin müvəffəqiyyətli bir şəkildə həyatlarına davam etmələri onların kök sisteminin yaxşı inkişaf etməsi ilə əlaqədardır. Yağışın az olduğu yerlərdə bitkilərin inkişafı kapillyar güc ilə torpaqdan ala biləcəkləri

suyun miqdarına bağlıdır. Burada torpaq qumcludursa, o zaman bitki uzun kök sistemi əmələ gətirir və torpağın dərinliyindən özünə lazım olan suyu sorur. Torpaq gilli və ya gilli palçıqlıdursa, o zaman su torpağın üst səthində qalacaq və köklərin torpağın dərinliyə doğru inkişaf etməsinə ehtiyac qalmayacaqdır.

Kiçik strukturlu torpaqlar nə qədər yüksək miqdarda özündə su saxlaya bilsə də, bu suyun böyük bir qismi torpağın üst təbəqələrində olur, buna görə də torpaq tez quruyur. Bununla yanaşı yağış zamanı suyun əksər hissəsi axıb getdiyi üçün bitki kökləri bu sudan istifadə edə bilmir və bitki kökləri torpağın dərinliyinə doğru inkişaf etmir. Beləliklə, torpağın üst səthində olan köklərin quraqlığa qarşı həssaslığı daha yüksək olur. Əkinçilik məqsədi ilə qumlu torpaqlardan istifadə edən zaman çox və mütəmadi olaraq gübrələmə zərurəti ortaya çıxır. Bu tip torpaqlarda suvarma zamanı damla üsulu ilə suvarma seçilməlidir. Əgər həddindən artıq suvarma həyata keçərsə, o zaman torpaqda olan qida maddələri azalacaq və torpağın məhsuldarlığı aşağı düşəcəkdir. Bu hal yağışlı bölgələrdə daha çox müşahidə edilir.

Qumlu torpaqlar məhsuldar deyildir. Bu tipdə olan torpaqlara gil əlavə olunarsa, o zaman vahid həcmdə olan torpağın üst səthi genişlənər və qum kolloidal xüsusiyyət qazanar. Gil kapillyar güc nəticəsində özünə çox su çəkərək, torpağın dənəvləşməsinə səbəb olur. Bu tip torpaqlara humus verməklə də onun məhsuldarlığını və su saxlama qabiliyyətini artırmaq olar.

Böyük və kiçik strukturlu bir torpaq qarışığı, hər iki strukturlu torpaqların müsbət xüsusiyyətlərini birləşdirdiyindən belə torpaqlar bitki böyüməsi baxımından ən yaxşı torpaqlar hesab olunur. Torpaq strukturunun bitki üçün əhəmiyyəti cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4. Bitkilər üçün torpaq strukturunun əhəmiyyəti

Xüsusiyyət	Sərt torpaq (yüngül)	İncə torpaq (ağır)	İncə və yaxşı kümülanmış torpaq
Ümumi boşluq	aşağı	yüksək	orta
Makro boşluq	çox	yavaş	orta
Mikro boşluq	az	sürətli	orta
Kök sisteminə müqavimət	çox az	sürətli	kiçik
Suyun süzülməsi	sürətli	yavaş	orta
Suyun hərəkəti	sürətli	yavaş	orta
Su tutma gücü	aşağı	yüksək	yüksək
Kation dəyişmə müddəti	aşağı	yüksək	yüksək
Torpağın quruluşu	zəif	çox yaxşı	yaxşı
Torpağın havalanması	yaxşı	zəif	yaxşı
İstiliyin çatdırılması	yaxşı	zəif	orta

Torpaqdakı qum, lil, gil dənəciklərinin təşkil və qruplaşmasına *torpağın quruluşu* deyilir. 7 tip torpaq vardır. Bu 7 tip torpaq 4 böyük qrupda birləşir (cədvəl 5).

Cədvəl 5. Torpaq quruluşunun təsnifatı [88].

Torpaq qrupları	Torpaq tipləri	Torpaq profilindəki yeri
Lövə	Lövə	Profilin hər yerində rast gəlinir
Prizma (dm 15 sm)	Prizma	İncə, horizontal və lövhə şəklində olub torpağın alt təbəqələrində olur
	Kolon	Quraq və yarı quraq bölgələrin torpaqlarında olur
Blok (dm 7-10 sm)	Blok	Torpağın alt təbəqələrində olur
	Subangular (kiçik küncü)	Nəmli bölgələrin ağır torpaqlarında olur
Kürəvi (dm 1,5 sm)	Dənəcikli	Torpaq səthində olur
	Qırıntı şəklində	Bu torpaqlar davamlı dəyişikliyə məruz qalırlar

Bu tip torpaqların yayılmasına diqqət yetirsək eyni profil daxilində 2 və ya çox torpaq tipini görə bilərik.

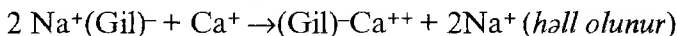
Nəmli, mülayim bölgə torpaqlarının üst hissələrində dənəikli kümələr, alt hissələrində isə qabartılı ləkəyə bənzər qismən küncü və ya lövhə şəklindəki kümələr olur.

Quraq ərazilərin torpaqlarında üst təbəqələrdə dənəikli, alt təbəqələrdə isə prizma şəklindəki kümələr olur.

Torpaq quruluşunun əmələ gəlməsində rol oynayan əhəmiyyətli faktorlar gil, humus kimi qeyri-üzvi və üzvi kolloidlərdir (yunanca *kolloid* – kola-yapışdırıcı).

Gilin tərkibi – Torpaq quruluşuna təsir edən əsas faktorlardan biri torpaqda olan gilin miqdarı, vəziyyəti və udmuş olduğu kation növləridir. Böyük miqdarda Na^+ kationları udmuş olan gil dənəcikləri, məhlul halında olarkən bir-birilərini dəf edirlər. Bunun səbəb də mənfi yüklərinin tam olaraq doyurulmuş olmasıdır (bilindiyi kimi Na^+ ən asan udulan iondur). Dənəciklərin bir-birindən ayrı və yavaş-yavaş çökmələri də bu səbəbdən meydana gəlir. Bu tip torpaq məhluluna deflokule (çökməyən xırda dənəciklər), yəni kümələşməmiş suspenziya adı verilir. Belə suspenziyada gil kolloidlərinin səthlərində dənəcikləri bir-birinə yaxınlaşdıramayacaq qədər mənfi yük olur.

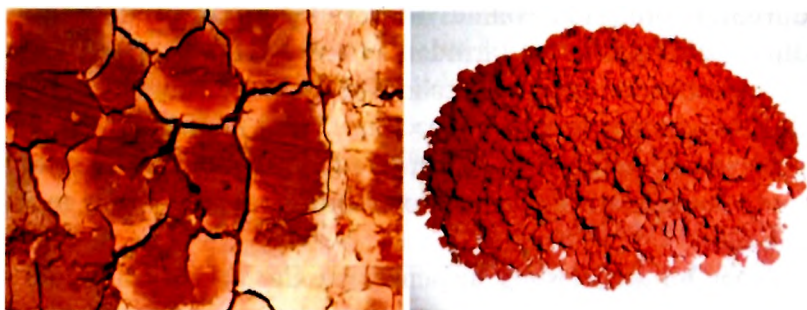
Əgər bu kümələşmiş suspenziyaya Ca^{++} əlavə edilsə, Ca^{++} kolloidlərin səthindən Na^+ -u uzaqlaşdıraraq onun həll olmasını təmin edir. Ca^{++} olduqca möhkəm bir şəkildə birləşən bir kation olduğundan gil kolloidlərinin mənfi yükləri tam mənası ilə doymuş olur. Beləliklə, dənəciklər bir-birinə sıx bir şəkildə birləşərək kümə (yumru, flokul) əmələ gətirirlər.



Bu tip suspenziyaya *kümələşmiş* (flokul) *suspenziya* deyilir. Kümələr çox sürətli bir şəkildə çöküntü verərək sərbəst təbəqə-

lər əmələ gətirirlər. Bu kümələr qurudulduqda suda stabil xüsusiyyətləri olan qırıntılar əmələ gəlir. Kümələrin əmələ gəlməsində gil çox vacib bir faktordur. Gil dənəcikləri 3-D-li bir tor şəklindədir və bunlar sərt dənəcikləri tam bir şəkildə örtür. Belə halda bir torpaqda nə qədər çox gil varsa, deməli torpağın quruluşunun bir o qədər yaxşı olacağı anlamına gəlir. Kation dəyişmə gücünün çox olması da torpağın daha məhsuldar olmasına səbəb olur.

Gil dənəcikləri 2μ -dən daha kiçik olub, kolloidal bir quruluşa sahibdir. Lakin bütün gil dənəcikləri kolloidal bir quruluşa malik deyildir. Mineral kolloidal dənəciyin maksimum böyüklüyü 1μ -dən azdır. Buna əksinə olaraq torpaqdakı kolloidal dənəciyin maksimum böyüklüyü 2μ -dən azdır. Ümumiyyətlə, 2 tip gil vardır (şəkil 2).



Şəkil 2. Gil və onun dənəciyinin sxematik görüntüsü

Silikat gilləri – Gil dənəcikləri müxtəlif forma və böyüklükdə təbəqələr şəklindədir. Dənəciklər kiçik olmasına baxmayaraq vahid həcmə görə tutduqları sahə genişdir. 1 qr kolloidal gilin xarici səth sahəsi, 1 qr sərt quma nisbətən 1000 dəfə daha böyükdür. Bəzi gil minerallarında xarici səth ilə yanaşı daxili səth də vardır. Bu daxili səthlər dənəciyi əmələ gətirən boşqababənzər kristallar əmələ gətirir.

Silikat gilin kiçik kolloidal dənəciklərinə *misel* və ya *mikro-sel* deyilir. Bu misellər mənfi elektrik yükü daşıyırlar. Minlərcə müsbət yüklü ion (kationlar) bu kolloidlərə asanlıqla birləşirlər (şəkil 2). Kationların belə səthi bağlanmalarına udulma «*adsorbsiya*» deyilir. Bu bağlar sərbəst olduğundan gil dənəciklərinin səthləri üzərində olan kationlar, torpaq suyunda həll olmuş kationlarla asanlıqla yerini dəyişdirə bilirlər. Bu hadisəyə «*kation dəyişmə reaksiyası*» deyilir.

Bütün silikat gillərin kiçik kolloidal dənəcikləri arasında su molekulları olur.

X-şüaları və elektron mikroskop tədqiqatları ilə gil dənəciklərinin kiçik olmalarına baxmayaraq onların kristallik bir quruluşa malik olduqları məlum olmuşdur. Kristalların xüsusiyyətlərinə görə silikat gillər 3 (kaolinit, montmorillonit, illit) qrupa ayrılır.

Kaolinit qrupu (kaolin) – bu qrupda kristallar val şəklində olub düz, yastı birləşmədən əmələ gəlmişdir. Bu birləşmə silisium və alüminium oksidin bir-birini ardıcıl əvəz etməsi ilə meydana gəlmişdir. Hər bir birləşmə tipik olaraq 1 silisium, 1 alüminium oksid təbəqəsindən ibarətdir. Bu səbəbdən bunlara 1:1 tipli kristal qəfəs gil qrupu deyilir. Bu birləşmələr bir-birinə çox sıx bağlı olduğu üçün qəfəs sabit qalır və aralarına su daxil olduğu zaman bu birləşmə arasında genişlənmə baş verir. Silikat gilin kiçik kolloidal dənəcikləri arasında su və kationlar girə bilməz. Buna görə kaolinitin effektivlik səthi xarici səthidir. Bu da aşağı adsorbsiya gücünə səbəb olur.

Ümumiyyətlə, kaolinitin $[(OH)_8Al_4Si_4O_{10}]$ kristalları 6 künclüdür və kənarları itidir. Bu tip gillər yaxşı kolloidal xüsusiyyətlərə malik deyildir.

Montmorillonit qrupu – bu qrupun dənəcikləri də kristallardan əmələ gəlmişdir. Hər bir kristalda 2 silisium təbəqəsi arasında bir alüminium oksid təbəqəsi yerləşir. Buna görə də bunlara 2:1 tipli kristal qəfəsli gil qrupu da deyilir. Kristallar

arasında rabitə sərbəstdir və buna görə də kristal qəfəs asanlıqla genişlənmə xüsusiyyətinə malikdir. Kationlar və su molekulları asanlıqla kristallar arasına girə bilər. Montmorillonit ($\text{OH}_{12}\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{16}\text{H}_2\text{O}$) yüksək həll olma, yapışma və ya birləşmə xüsusiyyətinə malikdir. Montmorillonit quruduqda da çox yaxşı bir şəkildə dönmə və büzülmə qabiliyyətinə malikdir [105].

İllit qrupu – bunlar da 2:1 tipi kristal qəfəsli gil qrupuna daxil olur və ümumi xüsusiyyətləri baxımından montmorillonitə oxşayırlar. Lakin bunların dənəcikləri normal olaraq daha böyükdür və silisium təbəqələrində 15% alüminium oksid olur. Burada silisium 4, alüminium isə 3 valentlik göstərir. Bu səbəbə görə də 3 valentli alüminium, 4 valentli silisiumun yerini tutduğu zaman bəzi boş rabitələr açıqda qalır və bunlara K^+ birləşir. Kristallar arasında K^+ ionları daxil olduğu zaman kristal qəfəsdə stabil bir vəziyyət əmələ gətirir. Bunun nəticəsində illit kristalları montmorillonit kristallarına nisbətən daha az genişlənilir. Ayrıca hidratlaşma, kationların adsorbsiyası, şişmə, büzülmə, həllolma s. kimi xüsusiyyətlər illit qrupunda montmorillonit qrupuna nisbətən daha az, kaolinitə nisbətən isə daha çoxdur. Əgər gübrəsiz torpaqlarda K^+ -un miqdarı çox yüksəkdirsə, bu zaman torpaqların böyük bir qisminin illit gil mineralından ($\text{K}_{0.75}(\text{H}_3\text{O})_{0.25}\text{Al}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{H}_2\text{O})_{0.75}(\text{OH})_{0.25}$)₂ əmələ gəldiyini demək olar.

Bəzi tədqiqatçılara görə illit və montmorillonit quraq və soyuq bölgələrdəki torpaqların başlıca silikat gilləridir. Kaolinit isə isti mülayim bölgə torpaqlarında əsas yer tutur. Kaolinit bu səbəbdən montmorillonit və illit gil minerallarına nisbətən daha artıq parçalanma xüsusiyyətinə malikdir. Yuxarıda qeyd olunan gillərin müqayisəsi cədvəl 5-də verilmişdir. Cədvəl 6-ya nəzər yetirdikdə məlum olur ki, ən yaxşı xüsusiyyətə malik olan montmorillonit gil qrupudur. Bunun ardınca isə illit və koalinit qrupu gəlir. Əsasən Aralıq dənizi fitocoğrafi

bölgəsinə məxsus terra-rossa torpaqlarda kaolinit və illitin miqdarı yüksək olur, montmorillonitin miqdarı isə çox aşağıdır. Son zamanlarda aparılan bəzi tədqiqat işlərində yuxarıda verilən gil qruplarına vermikulit, klorit, muskovit və pirofillit kimi qruplar da əlavə edilmişdir.

Cədvəl 6. Müxtəlif gil qruplarının xüsusiyyətlərinin müqayisəsi

Xüsusiyyətləri	Kaolinit	İllit	Montmorillont
Böyüklük	0,2-2	01-2	0,01-1
Forması	6 küncü	nizamsız dənəciklər	eyni
Səth sahəsi (m ² /qr)	5-20 (qr)	100-120 (qr)	700-800 (qr)
Xarici səth	az	orta	çox
Daxili səth	yox	orta	çox yüksək
Koheziya, (yumşaq)	az	orta	çox
Şişmə gücü	az	orta	çox
Kation dəyişmə gücü m.e/ 100 qr	3-15	15-40	80-100

Hidroksid gilləri – Hidroksid gilləri tropik və subtropik bölgələrdəki torpaqların əsas bir hissəsini təşkil edir. Buna misal olaraq qıbsit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) və limoniti ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) göstərmək olar. Bunların quruluşlarının kristal olması kimi bəzi xüsusiyyətləri, silikat gillərinə bənzəyir. Bu gillərin kiçik koloidal dənəcikləri, yəni miselləri mənfi yüklüdür, lakin kiçik kolloid dənəciklər üzərindəki mənfi yüklərin sayı çox az olduğundan bunların kation adsorbsiya gücü kaolinitlərdən bir qədər aşağıdır. Ayrıca bunlar silikat gillər qədər yapışqan, həllolma və birləşdirici xüsusiyyətə malik deyildir. Buna görə də hidroksid gilləri baxımından zəngin olan torpaqlar daha uyğun fiziki şəraitə malikdir.

Üzvi maddə – Üzvi maddələrin parçalanması ilə əmələ gələn humus da koloidal xüsusiyyətlər göstərir və bu baxımdan torpağın quruluşunu yaxşılaşdırır. Eyni zamanda üzvi maddənin parçalanması nəticəsində əmələ gələn yapışqan, yağ və

mum kimi maddələr də torpağın quruluşunu yaxşılaşdırır. Gilin meydana gətirdiyi suda stabil vəziyyətdə olan hissəciklər hamadırlar. Bununla yanaşı humusun meydana gətirdiyi dənəciklər isə dənəvər olub, çox asanlıqla dağılır. Bu halda humus kobud strukturlu torpaqların quruluşunu yaxşılaşdırdığı kimi gilli torpaqları da yumşaldaraq daha böyük dənəvər halına gətirir. Bu dənəciklər asanlıqla qırıntılar halına keçirlər.

Bundan başqa torpaqdakı makro və mikro orqanizmlər torpaq dənəciklərinin dənəvərləşməsində əsas rol oynayırlar. Bunun səbəbi də torpaqda olan orqanizmlərin ifraz etdiyi selikli maddələrdir.

Bitki kökləri isə torpaq dənəciklərinin bir yerdə saxlanmasına kömək olur. Bu hadisədə köklər üzərindəki mikroorqanizmlərin də rolu vardır. Çəmənlərdə və meşələrdə torpağın quruluşu, mədəni sahələrə nisbətən daha yaxşıdır. Meşələrdə üzvi maddə gec parçalandığından torpağın alt təbəqəsi, üst təbəqəyə nisbətən daha yaxşı bir struktura malikdir.

Ümumiyyətlə, yaxşı bir quruluşa malik olan torpaqlar kökün böyüməsinə daha az müqavimət göstərir, suyun asan sızmasını təmin edir və suyun torpaq səthindən axmasını azaldır. Bununla yanaşı, torpaq normal havalanır, istiliyin torpaqdan ayrılması asanlaşır və dənəciklər ağır və stabil (sabit) olduqlarından su və külək eroziyasının qarşısı alınır.

2.1.3. Torpağın havalanması

Torpaqda olan bütün orqanizmlər və bitki kökləri tənəffüs zamanı torpaqda olan boşluqlardakı O_2 -ni alır CO_2 -i sərbəst buraxırlar. Bu proses nəticəsində torpaqda CO_2 miqdarı yüksək və O_2 miqdarı isə az olur. Bu hadisə zamanı sərbəst atmosfer havası ilə torpaqda olan hava arasında bir diffuziya fərqi meydana gəlmiş olur. Ümumiyyətlə, qazlar torpaqda çox yavaş hərəkət edirlər, bir çox torpaqlarda əvvəlcə CO_2 yüksək

miqdarda, O_2 isə aşağı miqdarda olur. Bu göstəricilər cədvəl 7-də qeyd edilmişdir.

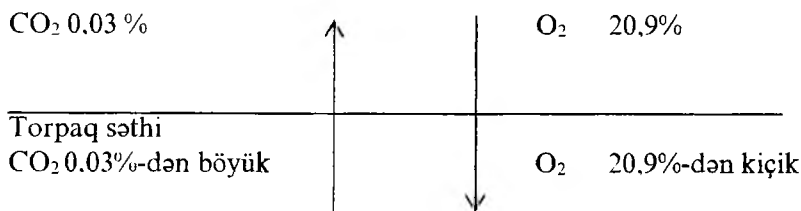
Cədvəl 7. Torpaqdakı sərbəst havanın, torpaq suyu və atmosfer havası ilə faizlə müqayisəsi [115].

Qaz	Torpaq havası	Torpaq suyu	Atmosfer havası
O_2	16,8	3,6	20,9
CO_2	3,2	12,2	0,03
H_2S	0	0,26	0

Süzmə xüsusiyyəti yüksək olan bir torpağa müəyyən miqdarda su daxil olan zaman eyni miqdarda hava birləşməsi kənarlaşır və torpağa təzə hava daxil olur. Burada buxarlanma, quttasiya və suyun sorulması kimi hadisələr əsas rol oynayır. Bir torpaqda suyun süzülmə qabiliyyəti yüksəkdirsə, belə torpaqları suvarma ilə onun havalanmasına kömək etmək olar.

Bu prosesdə istilik, küləyin sürəti və təzyiq kimi amillər də müəyyən təsirə malikdir. Ancaq bəzən bu hadisədə diffuziyanı tək həlledici bir faktor olaraq qəbul edir [54]. Torpaq havasındakı CO_2 -nin miqdarı sabit qalmağa meyllidir. Lakin O_2 -nin miqdarı isə çox dəyişkəndir. Torpağa O_2 -nin daxil olması və torpaqdan CO_2 -nin kənarlaşması şəklindəki bəsit diffuziya ilə istiqamətləndirilən bu iki hadisə torpaq havalanması adlanır.

Torpaq havasında CO_2 -nin miqdarı 10%-a çatarsa, bitkilərə və digər canlılara öldürücü təsir edir və canlılar arasında 30-50% arasında ölüm meydana gəlmiş olur.



Gilli-qumlu torpaqlı tarlada bitkilərin kök sahəsindəki O_2 -nin miqdarı 19 %-dir. Lakin yağışlar oksigenin bu miqdarını daha da aşağı salır [105]. Torpaq havasındakı O_2 -nin faizlə miqdarının aşağı düşməsinə səbəb olan faktorlar aşağıdakılardır:

a) *Torpaqdakı bioloji proseslərin sürəti*: Hər hansı bir torpaqda orqanizmlərin yaşaması üçün uyğun substrat və digər şərait varsa, o zaman belə torpaqda O_2 -nin miqdarı aşağı. CO_2 -nin miqdarı isə yüksək olacaqdır. Bəzi tədqiqatçılar bu fikirdən faydalanaraq bir torpaqda CO_2 -nin əmələgəlmə və parçalanma sürətinin bir ölçüsü olaraq bunu qəbul edirlər[136].Sürətli böyümə prosesində bitki kökləri mikroorqanizmlərdən daha çox CO_2 istehsal edirlər.

b) *Torpaqda olan məsamələrin miqdarı*: Ağır torpaqlarda məsamələrin sahəsi yüngül torpaqlara nisbətən daha çoxdur. Belə ki, bu nisbət ağır torpaqda 60% olarkən, yüngül torpaqlarda isə 40%-ə qədər olur. Ancaq ağır torpaqların su saxlama qabiliyyəti çox olduğundan diffuziya prosesi qaçılmaz olur və nəticədə torpaq pis havalanır. Kolloidlərin şişməsi də bu prosesə kömək edir. Canlı orqanizmlərin torpaqda hərəkəti və köklərin inkişafı torpağın dənəvərləşməsinə və havalanmasına kömək edir. Belə ki, mədəni ərazilərin əkilməsi torpağın havalanmasına kömək edir və mikroorqanizmlərin fəaliyyətini artırır. Nəticədə torpaqda üzvi maddələrin miqdarı artır.

c) *Məsamələrin böyüklüyü*: İri qumda ümumi məsamənin 55% -i kiçik qumda isə 38%-ə qədər olduğu müəyyən edilmişdir [69]. İri qum məsamələri kiçik qum məsamələrinə nisbətən atmosfer havasını daha çox keçirir. Bunun səbəbi torpaq hissəcikləri arasında olan böyük boşluqlardır. Su daxil ola bilməyən böyük məsamələr hər zaman hava ilə dolu olur. Bu boşluqlara *kapillyar olmayan məsamələr* deyilir. Lakin bu boşluqların ümumi həcmi qısamüddətli yağış və suvarma olmadıqda, torpağın minimum hava gücünə malik olur. Kiçik boş-

luqlar isə hər zaman su ilə dolu olur. Bunlara *kapillyar boşluqlar* deyilir. Bunlar çox vacibdir və bir torpağın tuta biləcəyi maksimum su bununla ifadə olunur. Əgər torpaqda kiçik boşluqlar çoxdursa, o zaman torpaqda kapillyar su çox olacaq və deməli bu torpaq su ilə doymuşdur. Normal bir torpaqda iri və kiçik boşluqların, yəni kapillyar və kapillyar olmayan boşluqların nisbəti bərabər olmalıdır.

d) *Drenaj*: Əgər torpaqda drenaj pisdirsə, boşluqların böyüklüyü və saylarının çox olmasına baxmayaraq torpaq yaxşı havalanmır. Çünki torpaq dənəcikləri arasındakı boşluqlar tamamilən su ilə dolu olur. Əgər bir torpaq profilində mavi-boz təbəqələr üzərində pasə bənzər qəhvəyi rəng görünürsə, deməli, həmin torpaq pis havalanır. Bunun səbəbi valentliyi azaldılmış ikivalentli dəmir elementidir. Əgər dəmir üçvalentli olsaydı havalanma yaxşı olardı. Torpaqda olan havanın bitkilərə təsirinə gəldikdə isə məlumdur ki, bitki növlərinin atmosfer havasına ehtiyacları çox dəyişkəndir. Məsələn, mezofit və kserofit bitkilərə uyğun olmayan şəraitdə hidrofrit bitkilərin toxumları çox asanlıqla cücərmə imkanına malikdirlər. Hər bir bitki növü üçün torpağın optimal atmosfer havası ilə təmin olunması müəyyən edilmişdir. Bu sərhədin üstündə və altında funksional tərəfdən bir çox dəyişikliklər mümkündür [91]. Bu dəyişikliklər aşağıdakı şəkildə izah edilir [69].

Morfoloji dəyişikliklər:

- Köklərdə hüceyrə divarları anormal şəkildə nazikləşir.
- Kök tellərinin əmələ gəlməsi azalır.
- Köklər sayca çoxalır və ya azalır. Boyları qısala bilər ki, buna bağlı olaraq da quru çəkiliəri dəyişir.
- Suda qalan orqanlarda boşluqlu toxumaların inkişafı ilə əlaqədar şişmə olur və ya incə lifli görünüş qazanan bu orqanlar yerləşdiyi sahədə daha çox udma prosesi həyata keçirirlər.
- Gövdədəki hüceyrə qrupları şüalı simmetriya istiqamətinə

də böyüyə bilir.

–Yarpağın sahəsində və xloroplast sayında bir azalma ola bilər.

Fizioloji dəyişikliklər:

–Köklər aerob tənəffüsdən anaerob tənəffüsə keçir. Beləliklə, zəhərli əlavə məhsullar toplanır (cədvəl 8).

Cədvəl 8. Torpaqda bəzi əsas elementlərin oksidləşmiş və reduksiya olunmuş formaları

Element	Yaxşı oksidləşmiş torpaqlarda oksidləşmiş halda	Pis oksidləşmiş torpaqlarda reduksiya edilmiş halda
C	CO ₂	CH ₄
N	NO ₃ ⁻	N ₂ və NH ₄ ⁺
S	SO ₄ ⁻	H ₂ S və S ⁻
Fe	Fe ⁺⁺	Fe ⁺⁺
Mn	Mn ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺

CO₂-nin yüksək O₂-in aşağı miqdarda olduğu hallarda H₂S, Mn və Fe⁺⁺-in bikarbonatları əmələ gəlir. Bunların çoxluğu zəhərli təsir göstərə biləcək dərəcədə arta bilər. Normal olaraq köklər H₂CO₃ ifraz edir, lakin O₂-nin olmadığı hallarda qarışıq, sirkə, oksalat və digər zəhərli turşular ifraz edilir. Oxşar zəhərli metabolik məhsullar anaerob şəraitdə yaşamaya məcbur olan mikroorqanizmlər əmələ gəlir. Normal olmayan havalanmanın bir nəticəsi olaraq bataqlıq və ya torflaşma əmələ gəlir. Burada zəhərli maddələrin ikinci dəfə əmələ gəlməsi prosesi baş verir. Digər tərəfdən Ca, Mn və Fe birləşmələrini anaerob şəraitdə bitkilər ala bilmir və qida maddələrinin azlığı ortaya çıxır. Eyni şəraitdə kükürd, sulfat yerinə sulfid və azot, nitrat yerinə ammonium şəklinə çevrilir. O₂ kritik səviyyədən aşağıya düşdüğü zaman nitratlar, bəzi bakteriyalar tərəfindən nitritə çevrilir. Beləliklə, N azlığı başlayır və nəticədə CO₂-nin artması halında pH azalır. Atmosfer havasındakı O₂-nin miqdarı quru bitkilərin torpaq üstü hissələrinin ən

aşağı ehtiyacından çox olub, ekoloji tərəfdən əhəmiyyətsizdir. Lakin torpaq altındakı oksigen toxum, kök və orqanizmlərin metabolik prosesləri üçün çox əhəmiyyətlidir.

Clostridium kimi bəzi mikroorqanizmlər oksigenin miqdarının artıq olması zamanı tamamilə təsirsiz vəziyyətdə qalır. Hidrofitlərin bir çoxu suya doymuş torpaqlarda, normal torpaqlara nisbətən daha yaxşı inkişaf edirlər. Halbuki eyni şəraitdə mezofit və kserofitlər mənfi təsirə məruz qalırlar. Torpaq atmosferindəki oksigenin miqdarı 5-10% səviyyəsinə düşmədikcə, köklərdə zərər görmə əlamətləri müşahidə edilmir. Drenaj edilmiş gilli torpaqlarda O_2 -nin miqdarı 10-21% nisbətində dəyişir. Quru bitkilərinin kökləri torpağın üst səthlərində daha çox yayılmışdır. Torpaq havasında müəyyən miqdarda azalma olduğu zaman kök sistemi buna uyğunlaşır və bitki bu yeni şəraitdə həyatını davam etdirir. *Typha angustifolia*, *Salix babylonica*, *Taxodium distichum* və s. kimi su sevən bitkilərə torpaq havası bu və ya digər dərəcədə təsir etmir. Çünki həmin bitkilər davamlı olaraq köklərini qırt suyu səviyyəsinin üzərində saxlayırlar. Bəzi bitkilər suda bitir və ya müəyyən mövsümlərdə suda olur. Bitkilərdə olan bu proses növlərin xüsusiyyətinə görə dəyişir və bəzi növlərdə müəyyən əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, mərcanı (*Vaccinium* L.) cinsində torpağın həddindən artıq su ilə doyması bitkini həşərat zərərvericilərdən qoruyur. Yeni bitki hüceyrələrində plazmatik membranın keçiriciliyi azalır, bitki şirəsində pH-ın miqdarı aşağı düşür, su və qida maddələrinin mənimsənilməsi artır, tənəffüs prosesi sürətlənir, karbohidratın miqdarı dəyişir və bitkinin yaşıl hissələrinin rəngi dəyişir.

Bitkilərin az atmosfer havası ilə təmin olunmuş torpaqlara uyğunlaşmaları, zəif kök sistemlərin olması, xüsusi havalandırılmış toxumaların əmələ gəlməsi, hava köklərinin inkişafı və ya zəif oksigen ehtiyacını ödəmək üçün xüsusi anaerob tənəffüs etmə xüsusiyyəti kimi fizioloji proseslər baş verir. Tallo-

fitlər suda yaşadıqlarından hava köklərinə sahib deyillər [116]. Bu bitkilərin bütün hüceyrələrində xlorofil vardır. Su şəraitində yaşayan hidrofittlər də bu mühitə xüsusi uyğunlaşma əlamətləri göstərilir. Quruda yaşayan bitkilərin meristematik toxumalarında əvvəlcə hüceyrələrarası boşluqlar olmur, sonradan inkişaf zamanı hava boşluqları əmələ gəlir və sonra böyümə sürəti artır. Ötürücü toxumalı bitkilərin əksəriyyətində bir-biri ilə əlaqəli olan hüceyrələr arasında hava boşluqları olur. Bu boşluqlar parenxima toxumalarından keçərək ağızcığ və lentisellər (mərci) ilə xarici mühitə çıxırlar. Ancaq *Daucus carota* (yerkökü), *Raphanus sativus* (turp), *Brassica oleraceae* (kələm) kimi bitkilər hava köklərinə sahib olduqlarına görə su ilə doymuş torpaqlarda yetişmirlər. Çünki bunlarda daxili qaz mübadiləsi baş vermir. Bu halda bitkilərdə hava köklərinin olması vacibdir. Bitki orqanizmində olan qida maddələri minerallaşma nəticəsində torpağa keçir. Lakin bu parçalanma zamanı şərait hər zaman əlverişli olmaya bilər. Minerallaşma və parçalanma funksiyasını yerinə yetirən orqanizmlər üçün optimal şərait torpağın turş mühitli, isti, nəmli və ya havalanmış olmasıdır. Xarici mühit amillərindən birinin mikroorqanizmlərə təsir etməsi halında qida zəncirində bir qırılma olur və qarışıq üzvi birləşmələrin əsas elementləri öz funksiyalarını itirir. Buna ən yaxşı misal torfun əmələgəlmə prosesidir. Torf 22°C-dən aşağı temperaturda əmələ gəlir. Bu istilikdə bakteriyaların təsiri çox olur. Mənfi temperatur nə qədər aşağı olarsa, torpaqdakı humusun miqdarı da bir o qədər yüksək olur.

Oksigenin miqdarı az olan torpaqlarda parçalanma, oksigenin miqdarı yaxşı olan torpaqlara nisbətən daha dəyişkən bir xüsusiyyət göstərir. Bunlarda kimyəvi yolla parçalanma, birləşməyə nisbətən daha çox olur. Əmələ gələn aldehid, üzvi turşu, vanelin və s. kimi məhsullar bir çox bitkilərə zəhərli təsir göstərə bilər. Atmosfer havası ilə təmin olunmuş torpaq-

larda toxumaların parçalanması nəticəsində əmələ gələn məhsullar bitkilər üçün zəhərli ola bilər. Bu əmələ gələn məhsullar da mikroorqanizmlərin növündən asılıdır. Bir çox kök toxumaları zəhərli maddələr ifraz edirlər. Məsələn, *Linum*-un (kətan) bir növü *Fusarium*-un meydana gətirdiyi xəstəlikdən özünü qorumaq üçün rizosfer ətrafında HCN ifraz edir. Bəzi hallarda torpaqda CO₂-nin miqdarının artıqlığı mikroorqanizmlər üçün zəhərli təsir göstərəcək həddə çatır. Bir mikroorqanizmin ifraz etdiyi zəhərli maddə digər mikroorqanizmlər üçün təsirli ola bilər. Buna «antibioz» deyilir. Məsələn, *Pencilin* antibiotik kimi heyvan toxumalarında parazit bakteriyaların inkişafını dayandırmaq üçün istifadə edilir. Bir çox yosunlar ətrafındakı mikroorqanizmlərə təsir etmək üçün zəhərli maddələr ifraz edirlər.

Bir çox heterotrofik torpaq orqanizmləri böyüməni sürətləndirən hormonlar (İTT) ifraz edirlər. Bakteriyalardan bir çoxları, məsələn, oksigenli torpaqlarda yaşayan *azot bakteriyaları*, havasız torpaqlarda yaşayan *Clostridium*, paxlılıların kökündə yaşayan *Rizobium* və göy yaşıl yosunların bir çoxu özünə azotu birləşdirərək qida zəncirinə daxil olurlar. Torpaqda azot nitrifikasiya edən orqanizmlərin sayı torpaq məhsuldarlığı ilə birbaşa bağlıdır. Azotun nitrifikasiya edilməsi, yəni azotdan istifadə etmək mənasındadır. Ammonium duzlarının nitritə və daha sonra nitratlara qədər oksidləşməsi nitrifikasiyanın mənasını ifadə edir. Hidrofit bitkilərdə bu proses çox inkişaf etmişdir. Sulu və ya nəmli şəraitdə yaşamaq məcburiyyətində qalan mezofitlərdə də bu proses inkişaf etməkdədir. Bitkilərin suda olan hissələrində hüceyrələr kiçik olarsa, bu zaman həmin hissələrin toxumalarında məsamələr olmaya bilər. Bitki orqanları su səthinə yaxın olduqları zaman da yenə məsamələr olmaya bilər. Bəzi hidrofitlərdə kök sistemləri su səthinə çıxır. Belə kök sistemlərinə «*nematoforlar*» deyilir. Bunlarda qaz mübadiləsi kök ilə stomalar arasındakı hüceyrə-

lərarası hava boşluqları ilə həyata keçirilir [101]. *Taxodium*-da (bataqlıq sərvə) olduğu kimi piramida şəklində su səthinin üzərinə çıxan kök sistemləri «diz»adını alan quruluş əmələ gətirirlər. Zəif oksigenli havasız tənəffüs edilən şəraitlərdə zəhərli təsirə malik olan etil spirti əmələ gəlir. *Oryza* (düyü) ilə *İris* (süsən) kimi bitkilər isə etil spirti, alma və trihidroksimono-karbonat turşuları əmələ gətirirlər. Beləliklə, həmin bitkilər yaşadıkları şəraitə görə fizioloji bir uyğunlaşma göstərirlər. Daha sonra *Oryza* (düyü) və *Molinia* (mavi taxıl) kimi bitkilərin köklərindəki O_2 -nin miqdarının torpaq havası və ya suyunda olan O_2 -nin miqdarından daha çox olduğu müəyyən edilmişdir [115]. Düyü yetişdirilən torpaqlarda taxıl bitkisi gövdəsi ilə aldığı havanı kökü ilə torpağa verir və torpağı havalandırır. Bu tip torpaqlarda oksigenin diffuziya sürəti və oksidləşmə potensialı aşağı olur (cədvəl 9).

Su ilə doydurulmuş torpaqlarda bitki kökləri Fe_2O_3 rəngini alır.

Cədvəl 9. Müxtəlif şəkildə təsir edilərək əkilən düyünün 5 sm torpaq dərinlikdəki oksigenin oksidləşmə potensialı və diffuziya sürəti [115].

Təsir edilən	Eh (mV)	ODR ($9 \cdot 10^{-8} O_2/sm^2/dk$)
Drenajlı torpaq (məhsuldar)	+ 285.1	6.80
Su ilə doydurulmuş düyü əkilmiş torpaq	+ 206.9	2.28
Su ilə doydurulmuş adi məhsuldar olmayan torpaq	- 105.5	1.00

2.1.4. Torpağın temperaturu və üzvi maddələri

İri strukturlu və yaxşı dənəvərləşmiş ağır torpaqların hava boşluqları torpaq ilə atmosfer arasındakı istilik tarazlığını qorumaq üçün əsasdır. Bir torpaq nə qədər nəmlidirsə, buna uyğun olaraq istiliyin dəyişməsində azalma müşahidə olunur.

Yüngül torpaqlar sərbəst qaz mübadiləsi və aşağı miqdarda nəmi cəzbetmə səbəbi ilə tez islanırlar. Buna görə də bitkilər ağır torpaqlara nisbətən belə torpaqlarda daha tez böyüyür. Bu hal iqtisadi tərəfdən böyük əhəmiyyətə malikdir. Belə ki, yüngül torpaqlarda yetişdirilən məhsul istifadə üçün daha tez hazır olur və burada olan bitkilərin kökləri qışda zərər görür. Ağır torpaqlarda isə qışda köklər daha az zərər görür. Bunun əsas səbəbi torpaq istiliyinin daha çox qorunmasıdır.

Torpağın üzvi maddəsini müxtəlif növ və müxtəlif ölçüdə bitki və heyvan qalıqları əmələ gətirir. Əslində ölmüş canlılar normal olaraq heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Lakin bakteriya, nematod, göbələklər, böcəklər və s. kimi orqanizmlərin təsiri ilə parçalanaraq əvvəlcə humus sonra isə mineral maddələrə çevriləndə əhəmiyyətli olur. Məsələn, soxulcanlar meşə torpağında olan üzvi maddələri parçalayaraq, bunları torpağa qarışdırırlar. Bakteriyalar isə parçalanan maddələri (zülal) daha sadə quruluşlu maddələrə (amin turşularına, nitrit və nitratlara) parçalayırlar.

Bu zaman mikroorqanizmlər karbohidratlardan istifadə edərək, CO_2 -ni torpaq atmosferinə buraxırlar.

Orqanizmlərin üzvi maddələri parçalamaları nəticəsində enerji əmələ gəlir. Müxtəlif qida zəncirlərinin olmasına rəğmən, hansı kimyəvi proses gedirsə-getsin parçalanma nəticəsində CO_2 , H_2O və mineral maddələr əmələ gəlir.

Torpaq orqanizmləri torpaqda hər zaman olur və bunlar həmişə torpaqda gedən bir sıra dəyişmələrin təsiri altındadırlar. Bu səbəbdən bəzi tədqiqatçılara görə torpaq canlı sistemdir.

Cədvəl 10-da göründüyü kimi torpağın üstünə tökülən bitki qalıqlarına töküntü də deyilir (O_1).

Töküntü təbəqəsinin altında yarı çürümüş bitki qalıqları və ya O_2 təbəqəsi olur. Bu təbəqələrdə orta dərəcədə bir parçalanma müşahidə edilir və bunun altında isə yaxşı parçalanmış

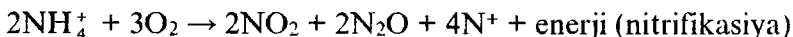
Cədvəl 10. Torpaq profilinin üst təbəqələrinin (töküntü) ümumi sxemi

Çəmən torpaqlarında bu təbəqələr yoxdur	Parçalanma yox	OO ₁	(Materialın şəkli, mənşəyi görülür)
	Qismən parçalanmış	OO ₂	(Töküntü şəklini itirmişdir)
	Tamamilə parçalanmış	OO ₃	Humus (tünd rəngli)

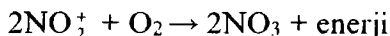
tünd qəhvə rəngində bir təbəqə olur. Buna humus təbəqəsi (O₃) deyilir və bu təbəqə mineral maddələrlə çox zəngin olub, torpağa tünd rəng verir. Humus təbəqəsi parçalanaraq karbon qazı, su və mineral maddələr əmələ gətirir. Parçalanmanın bu son mərhələsinə *mineralizasiya* və ya *minerallaşma* deyilir. Bu hadisələri aşağıdakı şəkildə görə bilərik.



1-ci mərhələ:



2-ci mərhələ:



Bitki toxumalarında olan maddələr parçalanma dərəcələrinə görə aşağıdakı kimi sıralanır*.

Şəkarlər, nişastalar və sadə zülallar
 Mürəkkəb zülallar
 Hemiselülozalar
 Sellülozalar
 ↓ Lignin, yağ və mumlar

Təbiətdə üzvi maddələr davamlı olaraq artır və parçalanır.

* (Ox işarəsi sadə parçalanmadan mürəkkəb parçalanmaya doğru gedişi göstərir)

Ancaq bunun quruluşu kimyəvi birləşmələr kimi təyin edilmişdir. Məsələn, *Pinus* (şam) yarpaqlarının tərkibində turşu əmələ gətirən birləşmələr və qətran vardır. Eyni zamanda isə bunlarda Ca, Mn və K-un miqdarı çox aşağıdır. Bu kimyəvi elementlərin miqdarı *Thuja* (səlb) ilə *Juniperus* (ardıc) da fərqlidir. Yarpağını tökən ağacların yarpaqlarında yüksək miqdarda mineral maddə, aşağı miqdarda isə turşu əmələ gətirən maddələr vardır. Bu hal *Quercus* (palıd) bitkisinə istisnalıq təşkil edir. Palıd bitkisinin yarpaqlarında mineral elementlərin miqdarı aşağıdır. Bir ildə əmələ gələn və parçalanan üzvi maddələrin miqdarı bəzən eyni ola bilər. Əgər bir ildə əmələ gələn üzvi maddənin miqdarı az, parçalanma sürəti yüksək olarsa, o zaman torpaqdakı üzvi maddə miqdarı az olacaqdır. Mədəni sahələrdə üzvi maddələrin miqdarı az olur. Bu səbəbdən belə sahələrin gübrələnməsinə ehtiyac duyulur. Drenaj edilmiş mülayim bölgələrin meşə və çəmən torpaqlarında üzvi maddənin miqdarı bəzi hallarda 10%-i keçir. Tropik şəraitdə isə bu miqdar bir qədər az olur. Aşağı temperaturalarda və atmosfer havası az olan torş torpaqlarda üzvi maddələrin parçalanma sürəti zəifləyir. Bu səbəbdən soyuq və mülayim bölgələrin torpaqları bitki töküntüləri ilə zəngindir. Məsələn, Azərbaycanın dağlıq bölgələrində aşağı temperaturda mikroorqanizmlərin təsirli olmaması səbəbi ilə humus sürətli olaraq daha sadə birləşmələrə çevrilə bilmir. Halbuki Aran zonalarında bu hal tamamilə tərsinədir. Meşə torpaqlarında humusun miqdarı 50 t/1000 m², otlaqlarda isə bu miqdar 600 t/1000 m²-dir.

Üzvi maddəyə görə torpağın təsnifatı – Mineral maddələrlə zəngin olan torpağa *mineral torpaq* deyilir. Nəmli sahələrdə əmələ gəlmiş üzvi torpağa torf torpağı deyilir. Torf torpaqları əmələ gəldikləri bitki qruplarına görə adlanır. Məsələn, mamır torfu, odun torfu, qamış torfu kimi adlara rast gəlinir. Torpaq bitkilər üçün vacib olan qida maddələri ilə zəngin deyilsə, belə torpaqlara yumşaq torf torpağı deyilir. Əgər qida maddələri

zəngindir, belə torpaqlar sərt torf torpağı adlanır.

Məşə torpağında toplanan maddələr struktur xüsusiyyətləri və tərkibindəki orqanizmlərə görə 2-ə ayrılır. Bunlardan birincisi qalın olub, parçalanmamış üzvi maddələrdən əmələ gəlir və bunda mineral maddələrin miqdarı aşağı olur. Belə yerlərdə olan torpaqlarda soxulcan olmur və bu torpaqlar boz torpaq və ya xam humus adlanır. Digər torpaqlar isə məsaməli, çox boşluqlu olub tərkibində eyni miqdarda üzvi və qeyri-üzvi maddələr vardır. Belə torpaqlarda kifayət qədər torpaq soxulcanları olub və mull (humus tipi) torpaqlar adlanır. Xüsusən paxlalılar və N fiksə edən bakteriyalar ikinci tip torpaqlarda olur. Mull torpaqların pH-ı neytraldır. Bura da həll olan N-un miqdarı yüksək olur. Boz torpaqlarda isə pH 4,5-dən aşağı olur və bu torpaqlarda N həll olan şəkildə deyildir.

Torpaqdakı üzvi maddələrin bitkilər üçün əhəmiyyəti – Üzvi maddələr qida mənbəyi, zəhərli maddə və mexaniki dəstək olaraq bitkilər üçün əhəmiyyətlidir.

Bitkilər tərəfindən torpaqdan alınan qida maddələri bitkilərin məhv olması nəticəsində selüloza, nişasta, şəkər, yağ və zülallara çevrilərək təkrar torpağa qayır. Bununla yanaşı heyvan orqanizmlərinin ölməsi nəticəsində parçalanmış birləşmələr torpağa keçir. Beləliklə, ölmüş orqanizmlər parçalanması və qida maddələrinin əmələ gəlməsi baxımından çox əhəmiyyətlidir. Parçalanma prosesi zəif gedərsə, torpaqda olan üzvi maddənin miqdarı yüksək olur. Bu halda parçalanma halında olan qida maddələri sərbəst qalır. Humusda yüksək miqdarda azot (N) kimyəvi birləşmə şəklində olur. Torpaqdakı humus bəzi qida maddələrini parçalana biləcək şəkildə saxlayır. Torpağın tərkibində fosforun 1/2-i ilə 2/3-i üzvi birləşmələr (fitinlər, nuklein turşuları və bunların digər məhsulları) şəklində vardır və bunlar asanlıqla bitkilər tərəfindən qəbul edilir. Bu şəkildə fosforun, həll olmayan Fe və Al fosfatlar halında çökmələrinin qarşısını almaq mümkündür.

Qələvi torpaqlardakı üzvi maddələr də Fe, B, Mn və digər mikroelementlər istifadə edə biləcək şəkildə olurlar.

Humus eyni zamanda torpaqdakı orqanizmlər üçün qida mənbəyidir. Yüksək enerjili birləşmələr torpağa qarışıqdan sonra bura torpaqda olan mikroorqanizmlər daxil olur. Bitkilər üçün qeyri-üzvi kolloidlər ilə birlikdə humusun kolloidal xüsusiyyətləri çox böyük əhəmiyyət daşıyır. Gil və humus kolloidləri torpaqda bir kolloidal kompleks meydana gətirir. Humus kolloidləri mənfi yüklü olduqlarına görə müsbət yüklü kationlar (Ca^{++} , K^{+} , Na^{+} , Mg^{++} , NH_4^{+}) asanlıqla udulur və kation dəyişməsi prosesində bunlar həll olunur və bitkilər tərəfindən qəbul edilir. Humus mitselləri suyu udaraq torpağın su tutma qabiliyyətini artırır. Eyni zamanda humus torpaq dənəciklərini bir-birinə çox yaxşı birləşdirir və nəticədə torpağın strukturunu yaxşılaşır. Bu səbəbdən kationların, suyun adsorbsiyası və torpaq quruluşuna təsiri ilə əlaqədar gili az olan torpaqlarda humus böyük əhəmiyyət daşıyır.

Torpağın zəhərli maddələr mənbəyi kimi də əhəmiyyəti vardır. Torpaqda olan bəzi üzvi maddələr parçalanaraq bəzi zəhərli maddələr əmələ gətirir. Əmələ gələn bu zəhərli maddələr mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanaraq təsirsiz hala gətirilir. Lakin bu məsələnin izahında kifayət qədər məlumat yoxdur [29, 34, 38]. Qoz, Buxur kolu və günəbaxan kimi bitkilərin tərkibində bəzi maddələrin olması baxımından həmin bitkilər olan torpaqlarda bir sıra bitki növlərinin bitmədiyi müəyyən edilmişdir.

Bildiyimiz kimi torpağın mexaniki əhəmiyyəti də vardır. Torpağın üst təbəqəsində olan qalın üzvi maddələr bitkilərə bəzi mexaniki təsirlər göstərir. Bu təsirlər faydalı və ya zərərli ola bilər. Belə ki, yeni cücərmiş toxumları qorumaq baxımından faydalı, suyun sızmasının qarşısının alınmaması baxımından isə zərərli olur.

Üzvi maddənin parçalanmasına təsir edən faktorlar – Tor-

paqdakı parçalayıcı funksiyasını yerinə yetirən orqanizmlərin fəaliyyətlərinə təsir edən amillər üzvi maddənin parçalanma sürətinə də təsir edir.

Temperaturun artması üzvi maddələrin parçalanma sürətinə müsbət təsir edir. Aşağı temperaturda isə bu sürət azalır. İstilik artdıqca parçalanma sürətində bir artım müşahidə edilir. Bu səbəbdən soyuq və mülayim bölgələrdə üzvi maddələrin parçalanma sürəti yavaş, isti bölgələrdə isə daha sürətli olur. Tropik bölgələrdə torpağa düşmüş bitki və heyvan qalıqları tez parçalandığı üçün bu bölgələrdəki torpaqlar tünd rəngli olur.

Məlumdur ki, torpaqda olan üzvi maddələrin parçalanması üçün su lazımdır. Bitkilərin inkişafı üçün lazım olan miqdardakı su, üzvi maddələrin parçalanması üçün kifayətdir. Suyun miqdarının çox olması halında torpaqda olan havanın miqdarı azalır. Bu şərait üzvi maddənin parçalanma sürətinə mənfi təsir göstərir və nəticədə torf əmələ gəlir.

Torpağın pH-ı 4,5-dən aşağıdırsa, bu zaman üzvi maddənin parçalanması tamamilə dayanır. Neytral və ya zəif qələvi torpaqlarda parçalanma sürəti isə yüksəkdir.

Ərazinin bitki örtüyü tipi istilik və nəmli şəraitin göstərici qədər üzvi maddənin parçalanma sürətinə də bir o qədər təsir edir. Belə ki, çəmənlik ərazilərdə humus əmələgəlmə prosesi (humifikasiya) sürətli olur, minerallaşma sürəti isə az olur. Bu sahələrdə torpağın üst təbəqəsi (A_1) humusun təsiri ilə tünd rəng alır. Bunun əksi olaraq meşələrdə humifikasiya sürəti az olub, minerallaşma prosesi isə sürətli gedir. Meşə torpaqlarında humus təbəqəsi nazik olur və az parçalanmış bu təbəqə parçalanmamış humus ilə töküntü arasında müşahidə edilir.

Humus C, H, O-dən əmələ gələn və kolloidal xüsusiyyətlərə malik olan mitsellərdən meydana gəlmişdir. Humusun kation udma gücü montmorillonitdən (gilli mineral) çoxdur. Humus

mitselləri kristal quruluşa malik deyildir və müəyyən forması yoxdur. Bu səbəbdən humus daha dinamik bir quruluş göstərir və gilə nisbətən daha tez birləşir və ya ayrılır. Aparılan tədqiqat işləri humusun müəyyən bir quruluş göstərən xüsusi bir birləşmə olmadığını göstərmişdir. Humusun turşu və qələvilərdə həll olmasına görə 3 tərkibdən əmələ gəlmiş müəyyən edilmişdir [76].

Fulvik turşusu həm turşularda, həm qələvilərdə həll olur. Molekul çəkisi az olub, rəngi çox açıqdır.

Humik turşusu qələvilərdə həll olur, lakin turşularda isə həll olmayandır. Molekul çəkisi yüksək olub, tünd rənglidir.

Humin qələvi və turşularda həll olmur, molekul çəkisi yüksək olub rəngi çox tündür.

Humusun yuxarıda qeyd edilən tərkib hissəsi kation udma və su birləşdirmə baxımından eyni xüsusiyyətə malikdir.

2.1.5. Torpaqda yaşayan orqanizmlər

Torpaqdakı canlı hissə aşağıdakı şəkildə sistemləşdirilir (cədvəl 11).

Cədvəl 11. Torpaqda yaşayan orqanizmlər

Bitkilər	Heyvanlar
Bakteriyalar	Tək hüceyrəlilər
Yosunlar	Bəzi hələ qəvi qurdlar
Göbələklər	Həşəratlar
Torpaq altı orqanlar	Soxulcanlar
	Digər orqanizmlər (tarla siçanı, köstəbək)

Yuxarıda qeyd edilən bütün canlıların çoxu üzvi maddə ilə qidalanırlar. Digər bir hissəsi isə başqa orqanizmlərin parçalayıcılarıdır. Bu orqanizmlərin sayı və ölçüləri müxtəlifdir. Belə ki, bir meşənin 1 m² torpaq sahəsində olan canlıların sayı

100.000 olduğu halda, 1 qr torpaqda 1 milyona yaxın *Protozoa* olur. Bakteriyaların sayı isə bundan da çoxdur. Qeyd edilən bu saylar təbii torpaqlarda dəyişik mövsümlərdə sabit qaldığı halda, mədəni torpaqlarda isə müntəzəm olaraq dəyişir. Bir çox saprofit orqanizmlər bitki kökləri ilə sıx əlaqəlidir. Köklərin ətrafındakı əmələ gələn belə bir halqaya rizosfer deyilir. Orqanizmlərin çoxu hərəkətlidir və mövsümlə bağlı olaraq torpaqdakı yerlərini dəyişdirirlər. Məsələn, soxulcanlar isti və soyuq mövsümlərdə torpağın dərinliyində olurlar. Digər tərəfdən, meşələrin turş torpaqlarında dominant orqanizmlər qrupu göbələklərdir. Bunun əksinə, çəmənlərin neytral torpaqlarında isə bakteriyalar çoxluq təşkil edir. Quraq bölgələrin düzlu torpaqlarında isə ən çox bakteriyalar (*Streptomyces*) olur.

Torpaq orqanizmlərinin üzvi maddələrin parçalanması və birləşmələrin sadə şəkllə çevrilməsində əhəmiyyətli rolları vardır. Göbələklər, buğumayaqlılar torpağa düşmüş tullantıları kiçik hissələrə ayırırlar. Bundan sonrakı mərhələlərdə parçalanmanın hər mərhələsi üçün ayrı bir qrup orqanizmə ehtiyac duyulur. Təzə tullantılarda azota nisbətən karbonun miqdarı 20-70 dəfə çoxdur. Lakin humufikasiya (humusun əmələ gəlməsi) zamanı şəkər və nişastanın oksidləşməsi bu miqdarı aşağı salır. Sellülozanı parçalayan bakteriyalar, hər hüceyrə bölünməsi zamanı yeni protoplazmanı əmələ gətirməsi üçün azota ehtiyacı vardır. Bu bakteriyalar zülalın parçalanması zamanı əmələ gələn azotu bitki köklərindən daha tez istifadə edirlər. Nəticədə, köklər və mikroorqanizmlər arasındakı rəqabət, yüksək məhsuldar olan toxunulmamış torpaqlarda nitrat baxımından mənfi nəticələr verir. C/N nisbəti 20/1 olduğu zaman mikrobların azota ehtiyacları azalır və bu miqdarın çox hissəsini bitkilər qəbul edir. Bu nisbət 12/1-ə endiyi zaman tarazlıq bərabərləşir. Torpaqların azot çatışmazlığı aşağı azotlu, lakin yüksək sellülozalü üzvi maddələrin əlavə edilməsi ilə aradan qaldırıla bilər. Çünki belə şəraitdə zülal parçalanma-

sında rolu olan bakteriyalar, təsirlərini ən çox karbohidrat parçalanmasına yönəldirlər.

Beləliklə, karbonun azota olan nisbəti artır və birləşmiş azotun sərbəst qalma sürəti azalır. Çoxlu miqdarda karbohidratı olan torpaqlarda alınan N-un miqdarı aşağı düşür. Bu da, humusun parçalanmasını məhdudlaşdıran amildir. Nəticədə belə torpaqlarda yetişən bitkilər N çatışmazlığından əziyyət çəkirlər. Əkinçilik işlərində tarazlıqsız C/N miqdarını, azotlu maddələrin (yaşıl gübrə) verilməsi ilə əlaqədar normaya salınır. Əgər karbohidrat baxımından zəngin maddələr torpaqdan təmizlənsə, meşələrdə azot baxımından kasıb olan tullantılar və az çürümüş töküntünün yığılması ilə ağacların böyüməsi zəifləyər, nəticədə bir çox növlər məhv olar. Daha böyük ölçüyə malik torpaq orqanizmləri torpağın parçalanması və qarışmasında mühüm rol oynayırlar. Bitki kökləri və bitkilərin digər torpaqaltı orqanları qayalarda çatlar əmələ gətirir və nəticədə onun parçalanmasına səbəb olurlar.

Deməli, bu orqanizmlərin torpaq əmələgəlmə prosesində müəyyən rolları vardır. Köstəbək, tarla siçanı və torpaq soxulcanları torpağın qarışmasında mühüm əhəmiyyətə malik orqanizmlərdir. Belə ki, torpaq soxulcanları 1 ildə 1 hektar sahədə 25 ton torpağı bədənlərindən keçirirlər və bu torpaq 65 ildə 20 sm qalınlığa çataraq məhsuldar bir torpağa çevirirlər.

Torpaqda yaşayan orqanizmlər torpağın havalanmasına müsbət təsir edir və suyun sızması prosesini sürətləndirirlər. Bundan əlavə ifraz etdikləri selikli maddələr ilə torpağın dənəvləşməsinə də səbəb olur. Torpaq orqanizmlərinin faydalı tərəfləri ilə bərabər bəzi zərərləri də vardır. Bəzi həşərat sürfələri bitkilərin torpaqaltı orqanlarını yeyərək onları məhv edir. Patogen göbəklər və nematodlar hər il milyonlarla manat miqdarında maddi zərər vururlar.

2.1.6. Torpaqda olan su

Su bütün orqanizmlər üçün çox əhəmiyyətli bir amildir. Quruda bitən bitkilər su ehtiyacını torpaqdan alırlar. Bitkilərin torpaqdan aldığı suyun miqdarı əsasən inkişaf etdikləri yerin bitki örtüyü, onun quruluşu, taksonomik tərkibi və vəziyyətindən asılıdır. Torpaq suyunun mənbəyini yağış suyu yaradır. Məli yamaclarda yağış suyunun böyük bir hissəsi axıb getdiyi üçün eroziya baş verir.

Torpağın strukturu suyun keçməsinə, sorulmasına və yayılmasına təsir edir. Torpaq keçiriciliyi suyun hərəkətini təmin edən bir xüsusiyyətdir. Suyun sorulması torpaq səthindən suyun aşağıya doğru hərəkətidir. Suyun torpaqda hərəkəti torpağın nəmliyi ilə müəyyən olunur. Yer in cazibə qüvvəsinin təsiri ilə su torpağın aşağılarına doğru hərəkət edir. Bu suyun bir qismi torpaq dənəcikləri tərəfindən udulduğu halda, digər qismi isə mikrobların fəaliyyəti nəticəsində kapillyar güc vasitəsilə torpağın üst hissəsinə doğru hərəkət edir.

Torpaqda olan kolloidal xüsusiyyətli gil və humus dənəcikləri isə suyu torpağın cəzətmə qüvvəsi ilə özündə saxlayır. Bu səbəbdən bir torpaqda gil və humus kimi kiçik dənəciklərin miqdarı torpağın su saxlama gücünü göstərir. Qumlu torpaqlarda böyük dənəciklər olduğundan torpaq çox məsaməlidir. Bu tip torpaqlarda qum dənəcikləri arasındakı boşluqlarda su sürətli olaraq hərəkət edir. Bunun əksinə gil, lil və qum qarışığı olan torpaqlarda kifayət qədər hava və su vardır.

Bu tip torpaqlarda mezofit bitkilər yaxşı inkişaf edirlər. Qumun və ya gilin çox olduğu torpaqlarda isə struktur və fizioloji olaraq bu şəraitə uyğunlaşmış növlər yaşayırlar.

Torpaqda olan boşluqlar hava və ya su ilə doludur. Bu boşluqlardakı su torpaq suyudur və içində müxtəlif maddələr həll olmuşdur. Buna görə də əslində bu bir məhluldur və 3 formada olur:

- Torpaq dənəciklərinin səthində incə bir təbəqə halında
- Torpaq dənəcikləri arasında, künclərdə
- Kolloidlər tərəfindən udulmuş halda

İri strukturlu torpağa nisbətən kiçik strukturlu torpaq vahid həcmə görə daha yüksək su tutma gücünə malikdir. Çünki kiçik strukturlu torpaqlarda kolloidlər daha çox olub, çox bucaq və səthi vardır.

Torpaq suyunun əsas mənbəyini yağış və qar suları yaradır. Torpağa suyun daxil olması, torpaqda olan suyun miqdarı və hərəkəti torpaq ilə su arasında olan ən sıx əlaqə formalarıdır.

Suyun torpağa daxil olması – Suyun torpaq suyu halına çevrilməsi üçün su torpağa hökmən daxil olmalıdır. Suyun torpağa daxil olması aşağıdakı şərtlərdən asılıdır.

Torpaqda olan nəmin miqdarı suyun torpağa daxil olmasına təsir edən önəmli amillərdən biridir. Əgər torpaq qurudursa, o zaman su torpaq tərəfindən daha sürətli sorulur. Bunun səbəbi ondan ibarətdir ki, torpaqda olan məsamələr su ilə doludur və kolloidlər su ilə şişmiş bir vəziyyətdədir.

Torpaq istiliyi suyun torpaq tərəfindən udulması üçün xüsusi önəm daşıyır. Əgər torpağın üst səthi donmuşdursa, bu zaman su torpağa daxil ola bilmir. Soyuq iqlim şəraitində yaz aylarında torpaq profili açılırsa, bu zaman yağışın çox olmasına baxmayaraq, su torpağın üst səthi altında quru torpaqla qarşılaşır, əgər torpaq donmamışdırsa, o zaman torpaq istiliyi suyun daxil olmasına çox az təsir göstərir.

Torpağın strukturu sərt quruluşludursa, torpaqda aktiv boşluqların çox sayda əmələgəlmə səbəbi ilə su torpağa daha sürətlə daxil olur. Bunun əksinə incə quruluşlu torpaqlarda isə aktiv boşluqlar az olduğundan suyun torpağa daxil olması zəif olur. Digər tərəfdən yaxşı dənəvərləşmiş incə quruluşlu torpaqlarda suyun daxil olması normal şəkildə həyata keçir.

Torpağın meylliyi və torpaq səthinin hamarlığı suyun torpağa daxil olmasına bu və ya digər dərəcədə təsir edən amil-

lərdəndir. Belə ki, düz sahələrdə suyun torpağa daxil olması sürəti zəif olur. Çünki belə sahələrdə su sürətli bir şəkildə aşağı meyilli sahələrə axıb gedir. Əgər sahə kələ-kötürdürsə, suyun axması azalır və torpağa daxil olması prosesi çoxalır. Bənzər halı maili ərazilərdə görmək mümkündür. Dik yamaclarda suyun torpağa daxil olması yox deyiləcək qədər azdır. Belə yamaclarda eroziyanın və suyun sürətli axmasının qarşısını almaq üçün ağac əkməklə torpaqların bərkidilməsi məqsədə uyğundur.

Torpaqda suyun mövcudluğu – Su torpaq daxilində aşağıdakı hallarda mövcud olur.

Yerin cazibə qüvvəsi ilə torpaq dənəciklərinə bağlanan su kristal su adlanır. Bu su torpaq dənəcikləri və ya qruplar arasındakı böyük məsamələrdə (makropor) olan sudur. Su əsasən cazibə qüvvəsinin təsiri ilə aşağıya doğru hərəkət edir. Ancaq çox yağışlı sahələrdə bu su bitkilər üçün mənimsənilə bilir. Lakin bu zaman fizioloji quraqlıq da ortaya çıxa bilər. Mütəmadi olaraq torpaq tərəfindən doymuş və dərinədə olan suya yeraltı su da deyilir. Bunun ən üst səthi qrunut su olaraq adlandırılır. Müvəqqəti olaraq yüksələn yeraltı sularının əmələ gətirdikləri suya müvəqqəti qrunut suyu deyilir. Həqiqi qrunut suyu isə təxminən 1500 m-ə qədər dərinlikdə hər hansı bir səviyyədə olur.

Qum, gil və lil kimi torpaq dənəcikləri arasındakı kiçik boşluqlarda udulan su kapillyar su adlanır. Bu su torpaqda çox yavaş hərəkət edir və bitkilər üçün əsas su mənbəyidir. Heç bir zaman yerin cazibə qüvvəsi bunun hərəkətinə təsir etmir. 31 atmosfer təzyiqi altında torpaq dənəciklərinə bağlı olan su hiqroskopik su adlanır. Bu su nazik bir təbəqə şəklində olur. Əgər bu təbəqə qalındırsa, bitki kökləri tərəfindən su asanlıqla sorula bilir. Su təbəqəsi əgər nazikdirsə, bu zaman su torpaq dənəciklərinə yüksək təzyiq altında birləşir və su fiziki xüsusiyyətini, kimyəvi və ya bioloji təsirini itirir. Ümumiyyətlə, bu

su atmosfer təzyiqi ilə tarazlıq vəziyyətində olur. Nisbi nəmin miqdarı 200%-ə çatdığı zaman su maksimum qalınlığa (hiqroskopik əmsalına) çatır və bu bəzi bitkilər üçün əhəmiyyətə malikdir.

Bəzən su torpaqda olan kimyəvi birləşmələrin tərkibində hidratlaşmış su şəklində və ya kolloidlərə birləşmiş halda olur və buna kristallaşma suyu deyilir. Bu su Fe, Al, Si kimi elementlərin hidrokksidlərinə birləşir və bitkilər tərəfindən istifadə olunma bilmir.

Torpaq şəraitindən fərqli olaraq su, atmosferdə buxar şəklində olur və buna buxar suyu deyilir. Həmin su bitkilər tərəfindən istifadə olunmadığı üçün müəyyən əhəmiyyətə malik deyildir.

Torpaq 105°C-ə qədər qızdığı zaman, hiqroskopik və kapillyar sular torpaqdan buxarlanır. Torpaq 105°C-dən daha çox qızdığı zaman kristal su da torpaqdan buxarlanır. Bitki və torpaq münasibətləri baxımından hiqroskopik su, su buxarı və bağlı su xüsusi əhəmiyyətə malik deyildir. Lakin torpaqda olan üzvi maddələri təyin edərkən, bu suların torpaqda olması qeyri-dəqiq nəticələrin alınmasına səbəb olur. Buna görə də bu tip tədqiqatlar zamanı bu cür sular torpaqdan kənar edilməlidir.

Torpaq suyunun digər bir təsnifat sistemi də mövcuddur. Bu sistem torpağın su tutma gücünə əsaslanır, həm də bitki köklərinin torpaqdan su udma gücünü özündə əks etdirir. 0,2-14 atmosfer arasındakı torpaq-su cazibəsi altında olan su bütün quru bitkiləri üçün istifadə edilə bilər. 15 atmosferlik torpaq-su cazibə qüvvəsində isə bitkinin bitdiyi şəraitdə atmosfer nəmliyi yüksəlmədikcə bitki yarpaqları plazmoliz vəziyyətə düşürlər. Bu cazibə vahidinə solma faizi deyilir. Bu torpaq-su cazibəsində bitkilər inkişaf edə bilmir və torpaq quruyur. Torpaq suyunun digər bir faydalı ifadə şəkli pF-dir, yəni nəm səviyyələrinin 0-7 arasında birləşdirilmiş şkaladakı sərbəst enerji ya da kapillyar gücün loqarifmasıdır (cədvəl 12).

Cədvəl 12. Su tərkibi fərqli olan torpaqlardakı pF dəyərləri.

pF dəyəri	Torpaq şəraiti
0	Doymuş torpaq
2.7	Nəmli torpaq
4.2	Davamlı solma %-də olan torpaq
5.5	Havada qurudulmuş torpaq
7.7	Peçdə qurudulmuş torpaq

Eyni pF dəyərli gildə nəmin miqdarı quma nisbətən daha yüksəkdir. Aşağıya doğru sorulan yerin cazibə qüvvəsinin təsiri ilə ana süxura çatan su qrunt suyu adlanır. Kapilyar su da aşağıya doğru və lateral olaraq hərəkət edir. Əsasən kapilyar su isə aşağı və yana doğru hərəkət edir.

Torpaqda suyun hərəkəti – Yeraltı suyun aşağıya doğru hərəkəti yerin cazibə qüvvəsinin fəaliyyəti ilə bağlıdır. Müəyyən bir torpaqda suyun miqdarı az olduğu zaman burada qravitasiya (sərbəst) suyu olmadığı üçün makroforlar (böyük boşluqlar) boş olurlar. Buna görə də qravitasiya suyunun hərəkəti çox zəif və ya tamamilə hərəkətsiz olur. Bu proses torpağın su saxlama xüsusiyyəti ilə əlaqədardır.

Torpaqda olan makroforların sayı, böyüklüyü və davamlığı qravitasiya suyunun hərəkətinə bu və ya digər dərəcədə təsir edir. İri strukturlu torpaqlarda qravitasiya suyu (sərbəst) sürətli olaraq qrunt sularına qarışır. Bunun əksinə olaraq incə strukturlu torpaqlarda bu suyun hərəkəti zəifləyir. Əgər qrunt suyu torpağın üst hissəsinə yaxındırsa, o zaman qravitasiya suyu makroforlarda (böyük boşluqlar) qalır və hərəkət edə bilmir. Qrunt suyu torpağın aşağı hissəsində olan zaman isə bu su torpaqda hərəkət edir. Başqa sözlə suyun hərəkəti qrunt suyunun torpaq səthinə olan məsafəsi ilə düz mütənasibdir.

Qrunt suyunun dərinədə olması aşağıda qeyd edilən xüsusiyyətlərdən asılıdır. Qrunt suyunun torpağın dərinliyində olması bitki örtüyündən çox asılıdır. Belə ki, ağac bitkilərində

transpirasiya prosesinin çox olması, qrunut sularının aşağı düşməsinə müsbət təsir edir. Əgər ağac bitkiləri bataqlıq yerlərdə əkilərsə, bu zaman qrunut suyu səviyyəsini aşağı salmaq mümkündür. Digər tərəfdən, müəyyən bir sahədə mövsümlə bağlı olan yağış, qrunut suyu səviyyəsinə müəyyən qədər təsir edir. Topoqrafiya da qrunut suyu səviyyəsi üçün təsirli olan digər bir amildir.

Qrunut suyu səviyyəsinin aşağı salınması üçün yaşıllaşdırma ilə yanaşı drenaj kanalları və sondaj quyularından da istifadə etmək mümkündür.

Kapillyar suyun hərəkəti torpağın strukturuna, quruluşuna, istiliyinə və torpaq dənəciklərini əhatə edən su təbəqəsinin qalınlığına bağlıdır.

İri strukturlu torpaqda kiçik boşluqlar çox az olduğundan kapillyar su az olur. Bununla əlaqədar olaraq kapillyar suyun hərəkəti də zəif olur. Bunun tam əksini isə kiçik strukturlu torpaqlarda görmək mümkündür. Burada torpağın quruluşu əsas rol oynayır. Kiçik boşluqlar çox incə keçidlərlə bir-birinə bağlı olduqlarından, bu hərəkətə keçidlərin ölçüsü təsir edir. Torpaq dənəcikləri və su təbəqəsinin qalınlığı da kapillyar suyun hərəkətinə təsir edir.

Su təbəqəsi nə qədər qalındırsa, kapillyar suyun hərəkəti də bir o qədər sürətli olacaqdır. Kapillyar suyun yana doğru hərəkəti çox zəifdir. Bunun üçün sulama, bitkilərdə həmişə gövdələrin dib hissələrinə yaxın sahələrdə olmalıdır. Ümumiyyətlə, kapillyar suyun yuxarıya doğru hərəkəti çox vacibdir və bu proses qrunut suyunun yaxınında baş verir. Qrunut suyunun üst hissəsində kapillyar bölgədə su ilə dolu iri boşluqlar vardır. Su buraya qrunut suyundan kapillyar hərəkət nəticəsində daxil olur. Yaxşı drenaj edilmiş torpaqlarda olan boşluqlar hava ilə dolu olur. Quraq bölgələrdəki çoxillik bitkilər üçün kapillyar su çox əhəmiyyətlidir. Bu səbəbdən bunlara alt hissədən su alan «freatofit»lər də deyilir. Bu bitkilərin kökləri kapillyar

suya çatmadıqca səthi olaraq suya ehtiyac duyurlar. Ancaq köklər bu bölgəyə çatdığı zaman torpağın üst səviyyədəki suya ehtiyacı olmur. Kapillyar bölgədəki torpağın su miqdarı qrunut suyundan uzaqlaşdıqca azalmağa başlayır.

Gilli torpağa nisbətən gilli-qumlu torpaqlarda kapillyar yolla su çox yayılır, lakin yavaş sürətlə həyata keçir. Çünki bu torpaqlardakı boşluqlar kiçik olub, bir-birləri ilə əlaqəlidir. Bildiyimiz kimi kapillyar damarın diametri nə qədər kiçikdirsə, suyun yüksəlişi də o qədər çox olur. Bunu aşağıdakı formül ilə göstərmək olar:

$$h = \frac{2T}{rdg}$$

burada h – kapillyar suyun yüksəlişi, d – suyun qatılığı, T – səthi gərginlik amili, g – cazibə qüvvəsi, r – radius.

Qumlu torpaqlarda suyun yuxarıya doğru hərəkəti sürətli olduğu üçün səviyyə aşağı olur. Çünki kapillyar olmayan boşluqlar çoxdur. Kiçik strukturlu torpaqda isə qrunut suyundan kapillyar damarlarla suyun qalxması sürəti zəif olur. Bunun əksinə olaraq iri strukturlu torpaqda isə suyun qalxması sürətlidir. Lakin kapillyar borularla suyun çatdığı hündürlük kiçik strukturlu torpaqda çox, iri strukturlu torpaqda isə az olur.

Hiqroskopik su ilə birləşmiş su hərəkət etmir. Çünki bu sular torpaq dənəcikləri ilə sıx bir şəkildə birləşmişdir. Su buxarı torpaqda sıxlığı çox olan təbəqələrdən sıxlığı daha az, sıx təbəqələrə doğru buxarlanma sürəti ilə hərəkət edir.

Torpaq nəm sabitləri – Torpağın nəm tərkibi bir çox faktordan asılıdır. Torpağın tuta biləcəyi kapillyar və ya hiqroskopik suyun maksimum miqdarı torpaq dənəciklərinin müxtəlifliyi və ölçüsü ilə əlaqəlidir. Bu səbəbdən yuxarıda qeyd edilənlər hər torpaq üçün sabitdir.

Torpaq nəmi, ümumiyyətlə, faiz şəklində göstərilir. Bu qiymətləndirmə torpağın quruducu şkafta quruma ağırlığına görə müəyyən olunan suyun faizlə ifadəsi ilə ölçülür. Bu zaman yaş torpaq nümunəsi çəkilir, 24 saat ərzində 105°C-də quruducu şkafta saxlanılır və təkrar çəkilir. Bu iki çəkilmiş nümunə arasındakı fərq buxarlanmış suyun miqdarını verir. Bu miqdar %-lə ifadə edilir və bu torpağın su tutumu adlanır.

Yaş torpaqdakı suyun miqdarı torpağın yapışmasını təmin edəcək qədərdirsə, torpaqda olan nəmin faizlə miqdarı suyun yapışma (birləşmə) nöqtəsi adlanır. Fərqli torpaqların fərqli birləşmə (adeziya) faizi vardır.

Tam olaraq su ilə doymuş bir torpağın incə membran halında tutduğu nəm tutma faizi *sututma gücü* adlanır. Torpağın nəm tərkibini öyrənmək üçün aşağı hissəsi dəşik olan kiçik dairəvi qutular torpaqla doldurulur. Qutulardakı torpağın suyu altdan çəkməsi üçün onlar su ilə dolu qabın içərisinə yerləşdirilir. Sonra torpaq ilə dolmuş qutu götürülərək orada olan torpağın nəm tərkibi təyin olunur.

Bol sulanma və ya güclü yağışdan sonra suyun torpağın aşağı hissəsinə doğru hərəkəti tam olaraq dayandıqdan sonra, yəni qravitasiya suyunun böyük bir hissəsi sorulduqdan sonra suyun qalan miqdarı tarla tutumu adlanır. Suyun tarla tutumu quruducu şkafta qurudulmuş torpağın faizlə miqdarı olaraq müəyyən edilir. Belə su torpağın kapillyar damarlarında olan və bitki tərəfindən istifadə edilə bilən sudur. Suyun tarla tutumunda bir torpağın saxladığı nəm 5-40% arasında dəyişə bilər. Bu miqdar torpaq dənəciklərinin ölçüsünə və üzvi maddələrin tərkibinə görə dəyişir. Torpaq profilinin müxtəlif xüsusiyyətləri drenajda çox əhəmiyyətli olduğundan, tarla tutumunu birbaşa torpaq nümunələrdən təyin etmək bir az çətin-dir.

Torpağın hər hansı bir nöqtəsində kapillyar suyun kiçikliyi elə bir səviyyəyə gəlir ki, kapillyar güc (koheziya) yapışma

gücünə (adheziya) bərabər olur və su tamamilə hərəkətsiz qalır. Hər hansı bir torpaqda tarla tutumundan çox su yoxdursa, o zaman bu torpağın səthi hər zaman nəmli olur. Çünki buxarlanma zamanı itən su, kapillyar güclər tərəfindən müntəzəm olaraq təmin olunur. Nəm miqdarı tarla tutumundan aşağı olduğu zaman kök sisteminin suyun olduğu yerə çatma bilməsi üçün inkişaf etməsi vacibdir. Məsələn, torpaqda hərəkətsiz nazik su təbəqəsi olan zaman çovdar bitkisi köklərinin inkişafı sahəsində, bir gündə təxminən 4-5 km-lik bir artım göstərir. Torpaqda nəmin miqdarı tarla tutumundan aşağı olduğu zaman bitkinin kök sistemi nəmli torpaqlara nisbətən daha çox yan köklər əmələ gətirir.

Tarla tutumunun ekoloji əhəmiyyəti böyükdür. Çünki bu torpağın maksimum su saxlama gücünü göstərir. Bu miqdarı təyin etməklə, köklərin getdiyi sahələrə qədər olan torpaq hissəsinin sulanmasında lazım olan suyun miqdarı hesablanı bilər. Bir sıra tədqiqatlarda tarla tutumundan çox suyun verilməsi zamanı bu suyun drenajla yox olduğu məlum olur. Bu səbəbdən sulama zamanı istifadə olunan suyun tarla tutumunu keçməməsi məsləhət görülür. Lakin torpaqda nəmi eyni səviyyədə saxlamaq çətindir.

1000 qr-lıq bir qüvvəyə ekvivalent gücdəki sentrifuga qüvvəsinə məruz qalan su ilə doymuş torpaqdakı nəm miqdarı, nəm ekvivalenti adlanır. Bu miqdar, torpaq dənəciklərinin böyüklüyündən və torpağın tərkibindəki üzvi maddələrdən asılıdır. Qumun nəm ekvivalenti 6%, qumsal torpağın 30%, gilin isə 40%-ə bərabər olduğu müəyyən edilmişdir. Üzvi maddəsi çox olan gilli torpaqların nəm ekvivalenti isə daha yüksək olur. Nəm ekvivalenti ilə tarla tutumu bir-birinə çox yaxındır.

Bir bitkinin kökləri artıq sulamadan sonra nəmli bir torpaqda qalarsa, bu bitki sorma və buxarlama yolu ilə torpaqdakı kapillyar suyun nisbətini müəyyən qədər aşağı salır. Kapillyar nəmin azaldığı vaxtdan sonra bitki hüceyrələri su itirməyə

başlayır və bitkinin yarpaqları büzülür. Torpaqda nəmin miqdarı azalan zaman torpağın sututma gücü artır. Torpağın su saxlama gücü 15-20 atm. təzyiqi olana qədər davam edir. Bu andan sonra bitkilərin su almasında zəifləmə olur və nəticədə bitkilər solmağa başlayır. Sonra bitkilərdə buxarlanma azalır, osmos təzyiqi yüksəlməklə bərabər, torpağın nəm təzyiqi (fiziki təzyiq + torpaq suyunun osmos təzyiqi) artır. Əmələ gələn diffuziya təzyiqi çatışmazlığından bitki kökləri suyu ala bilmirlər. Ümumiyyətlə, yaşlı torpaqlarda bu əlamətlərə daha çox rast gəlinir. Çünki bu torpaqların osmos təzyiqi gənc torpaqlara nisbətən daha azdır. Torpaq quraqlığı nəticəsində yaranan bu hal daimi solma adlanır. Bunun əksinə atmosfer quraqlığının meydana gətirdiyi buna bənzər digər bir hal isə keçici solma adlanır.

Tam nəmli atmosfer şəraitində solmuş mezofit bir bitki yarpaqları, turqor halını artırma bilmirsə, bu andakı nəm miqdarı «daimi solma» və ya «solma əmsalı» adlanır. Bu miqdar sabit olub 1-15% arasında dəyişir və torpağın strukturuna bağlı olur. Belə ki, yüngül torpaqların daimi solma nöqtələri ağır torpaqlara nisbətən daha aşağıdır, yəni bütün hiqroskopik su ilə daxili kapillyar suyun bir hissəsi bura daxildir.

Bu dəyərləndirmə quruducu şkafta qurudulmuş torpağın faizlə miqdarı ilə ifadə edilir. Duzlu torpaqların daimi solma nöqtəsini təyin etmək üçün halofit bir bitkidən istifadə edilir. Ekoloji olaraq alına bilən və ya böyümə suyundan kasıb olan bir torpaq, nəm faizindən asılı olmayaraq quru torpaq adlanır.

Bitki kökləri əsasən torpaq səthinə yaxın olan yerdə çox və aktiv olur. Belə sahələrdə buxarlanma ilə bağlı torpaqdan ən çox su itkisi olur. Torpağın quruması perpendikulyar istiqamətdə torpaq tipi və yağışın miqdarından asılıdır.

Bunu quraqlıq və yarı quraq sahələrdə bitən bitkilərdə müşahidə etmək mümkündür. Mamırlar torpağın ən üst hissə-

sində yaşadıkları üçün ilk növbədə onlar qurumağa başlayırlar. Bundan sonra isə kökü zəif inkişaf edən bitkilər quruyur. Ən sonda isə uzun kökləri olan bitkilər məhv olur. Beləliklə, belə nəticəyə gəlmək olar ki, böyümə prosesinin dayanması, torpaqda nəmin azalması və kök sisteminin yaxşı inkişaf etməsi ilə əlaqədardır.

Çoxillik bitkilərin yay aylarında quraqlığa qarşı sakitlik halına «aestivasiya» deyilir. Yağışlı dövrdə həyat tsiklini tamamlayan bitkilər üçün bu hal keçərli deyildir. Sukkulent bitkilərdə solma hadisəsi uzun zaman müşahidə edilmir. Məsələn, *Tradescantia zebrina* bitkisi laboratoriya şəraitində iki il susuz qala bilir. Həmçinin bir çox torpaq da yaşayan yosunlar quraqlıq şəraitində 50 ilə yaxın yaşaya bildikləri haqda məlumatlar vardır. Aparılan bir çox tədqiqatlar, daimi solma faizinin bitkidən çox bir torpaqdan asılı olduğunu göstərmişdir.

Daimi solmaya aşağıdakı faktorlar bu və ya digər dərəcədə təsir edir:

- Kök sisteminin şaxələnməsi,
- Bitkinin quruluşu,
- Havanın buxarlanma gücü,
- Torpaqda olan duzların osmos təsiri,
- İstilik (istilik aşağı düşdüyü anda daimi solma faizi artır).

Torpaq-su-bitki əlaqələrinin təcrübi olaraq qiymətləndirilməsi son dərəcə çətin bir prosesdir.

Torpaq nəmi sabitləri arasında əlaqələr – Torpaq nəm sabitləri arasında iki cür əlaqə məlumdur. Birincisi, tarla tutumu = $2.62 + (\text{nəm ekvivalenti} \times 0.865)$, ikincisi tarla tutumu, daimi solma faizi ilə alınan su bir-birləri ilə sıx əlaqədirlər.

Bitkilər tərəfindən alınan suyun üst və alt sərhədləri olaraq qəbul edilən torpaq nəm sabitləri, Tt (tarla tutumu) və Dsf. (daimi solma faizi)dir. Alına bilən su (As)=Tt-Dsf şəklində ifadə edilir (cədvəl 13).

Cədvəl 13. Müxtəlif torpaq növlərində tarla tutumu (Tt), daimi solma faizi (Dsf) və alınan su (AS) müqayisəsi [13].

Torpaq	Tt	Dsf	As
Qum	4.8	3.2	1.6
Qumlu-gilli-lilli	11.1	3.1	8.0
Lilli-gilli	23.4	6.1	17.3
Gil	30.4	16.0	14.4

Məsələn, iri strukturlu torpaqlar alınan su baxımından, kiçik strukturlu torpaqlara nisbətən zəifdir. Bitkilər alınan suyun hamısını asanlıqla istifadə edirlər və bu suyu qurtarana qədər mütəmadi olaraq buxarlandırırlar.

Bəzi tədqiqatçılara görə nəm tərkibi tarla tutumu miqdarının aşağı düşdüyü an buxarlanma stomaların qapanması səbəbi ilə pilləli olaraq azalır, Dsf-i torpaq xüsusiyyətlərindən çox, bitkinin osmos xüsusiyyətləri ilə müəyyən ediləcəyini göstərmişdir [117].

Yəni torpağın daimi solma faizi (Dsf) bir-birindən fərqli osmos təzyiqi göstərən bitkilərdə təyin edildiyi zaman göstəriciləri müxtəlif olur. Son tədqiqatlara görə, xüsusən bir-birlərinə bənzəyən mezofit bitkilərdə daimi solma faizi, alınan suyun ən aşağı sərhədini göstərən bir göstəricidir.

Torpaq nəm təzyiqi – Torpaq nəm təzyiqi (gərginliyi), torpağın tutduğu suyun sorma qüvvəsi və ya torpaqdan suyu almaq üçün istifadə olunan qüvvədir. Torpaq dənəcikləri suyu 2 tip qüvvə ilə özünə birləşdirir. Bunlar adheziya və koheziya qüvvələridir. Torpaq dənəciklərinin səthləri ilə su molekullarını çəkməsi prosesi adheziya adlanır. Su molekullarının bir-birini çəkməsi isə koheziya adlanır.

Adheziya ilə torpaq dənəcikləri su molekullarını torpaq-su birləşməsi sahəsində bir-birlərinə möhkəm bağlayır. Bu molekullar koheziya qüvvəsi ilə torpaq səthindən aralı olan su molekullarını tutur. Beləliklə, adheziya və koheziya birlikdə torpaq dənəcikləri tərəfindən suyun tutulmasını, hərəkətini və

sorulmasını təmin edir. Torpaqda olan su təbəqəsi nə qədər dərindirsə, suyun tutulub saxlandığı gərginlik bir o qədər az olur. Əgər su təbəqəsi nazıkdırsa, o zaman suyun tutulma gərginliyi bir o qədər artır.

Suyun tarla tutumunda gərginlik 0.1-0.5 atmosfer, yəni orta hesabla $1/3$ və ya 0.3 atmosfərə bərabər olur. Bitkilərdə qut-tasiya və yarpaq səthindən buxarlanma zamanı su itdikcə suyun tutulma gərginliyi getdikcə artır. Daimi solma faizində, bu artımın miqdarı 15 atmosfərə çatır. Su təbəqələrinin qalınlığı pilləli olaraq azaldıqca gərginlik 10 min atmosferlik bir ölçüyə qədər yüksələ bilər. Quru torpaqda olan az miqdardakı su çox yüksək bir gərginliklə tutulub saxlanılır.

Kiçik strukturlu torpaqlar öz səthlərində daha çox su tutur-lar. Çünki bu torpaqların kolloidliyi çox, məsaməliyi yüksək, kation bağlama səth sahəsi isə böyük olur.

Torpaq quruduğu zaman su öncə iri məsamələrdən yavaş-yavaş təzyiqin artması ilə kiçik məsamələrdə yox olur. Nəmli sahələrin torpaqlarında isə su aşağı bir təzyiqlə itir. Lakin çox quru olan torpaqlarda isə suyun itməsi üçün daha çox gərgin-liyə ehtiyac vardır.

Torpaq nəminin bitkilər üçün əhəmiyyəti – Torpaq nəmi to-xum cücərmə dövründən əvvəl təsirli olur [13].

Söyüd toxumu kimi bir çox bitki toxumunun yetkinləşən kimi bir neçə gün ərzində nəmli torpaqda əkilməsi vacibdir. Quruda bitən bitkilərin bir çoxunda köklər torpağın nəm olan hissəsinə qədər inkişaf edə bilmir. Qrunt suyu səviyyəsi yüksək olan zaman bitkilərdə sıx və ya qısa bir kök sistemi əmələ gəlir.

Torpaq kifayət qədər sulanmadığı zaman bitkilərin kökləri torpaq səthində inkişaf edir. Torpaq çox sulanan zaman isə yenə köklər torpağın aşağı hissəsində O_2 azlığı səbəbindən onun üst hissəsində yayılır. Mövsümdən asılı olaraq torpağın quruması zamanı isə yay sükunəti (aestivasiya) keçirən bitkilər belə şəraitdə inkişaf edə bilirlər (şəkil 3).



Şəkil 3. Quru torpaqlarda
aestivasiya (yay sükunəti)
göstərən razyana bitkisi

Qısa köklü bitkilər üçün güclü küləklər, torpağın quraqlığı, şaxtaya davamlılıq və torpağın aşağı təbəqələrində olan qida maddələrindən yararlanma bilməməsi, bu bitkilərə mənfi təsir edən əsas amillər hesab edilir. Bir çox bitkilər, o cümlədən *Poaceae* fəsiləsinə aid bəzi növlər aşağı nəm olan şəraitdə sadəcə toxumları ilə çoxala bilirlər. Bunun əksinə olaraq taxıl bitkiləri çox nəmli şəraitdə rizomları ilə vegetativ yolla çoxalırlar. Təbiətdə hər hansı bir torpaq nə qədər qurudursa, bu şəraitdə bitən bitki bir o qədər tez inkişaf edir. Digər tərəfdən daimi solma bitkinin buxarlanmasını sürətləndirir, morfo-anotomik quruluşunda dəyişikliklər yaradır və orqanların ölçüsünü azaldır. Böyümə zamanı azca quraqlıq ilə qarşılaşan bitkilər daha sonrakı quraqlıq və şaxtalara qarşı davamlılıq qazanırlar. Meyvə ağaclarında bu xüsusiyyət çiçək və toxumların sayında artıma səbəb olur.

Fərqli bitkilərdə optimum torpağın nəm vəziyyəti fərqlidir və tam olaraq müəyyən edilməmişdir. Bir çox növlərdə daimi solma faizi ilə tarla tutumu arasındakı əlaqələrə bağlı optimal böyümə müşahidə edilir.

Bitkilərin daimi solma faizinə çatması onlar üçün təhlükəli hal yaradır. Belə ki, mövsümi olaraq ani quraqlıq zamanı torpaqdakı nəmin miqdarı bitkilərin istifadəsi baxımından təhlükə

kəli bir sərhədə çatır. Bu zaman bitkilər suvarılsa da müsbət nəticə almaq mümkün olmur. Nəmli bölgələrdə suyun miqdarı tarlada torpaq tərəfindən udularsa, gözlənilmədən yağan yağış taxıl bitkilərinin məhsuldarlığına mənfi təsir edir. Növlərin dözə bildikləri maksimum nəm miqdarı çox fərqlidir. Ancaq burada məhdudlaşdırıcı faktor, torpağın az havalandırılmasıdır.

Çünki bəzi istisna hallardan başqa bitkilərə həddindən çox su verildikdə bəzən bu onlara zərər vermir. Məsələn, kartof, şəkər çuğunduru, kök kimi bəzi bitkilərin kök yumruları və gövdələri quraqlıqdan sonra çox sulanarsa, bu zaman bu yumrular çatlayırlar.

Torpaq nəmi bəzi bitkilərdə torpaqdan yaranan xəstəliklər yarada bilər. Çünki bir çox torpaq orqanizmləri müəyyən nəm səviyyələrində parazitik xüsusiyyəti qazanır.

2.1.7. Torpaqda həll olmuş maddələr və onun reaksiyası (pH)

Torpaqda olan suyun tərkibindəki həll olmuş qatı maddələr, mayələr və qazlar hamısı birlikdə torpaq məhlulları adlanır. Bitki qidalanması üçün vacib olan 15-dən artıq elementi C, H, və O xaric olmaq şərti ilə torpaqdan alır. Köklər tərəfindən alınan bütün maddələr torpaq məhlulunda mövcuddur.

Torpaqda turşular, qələvilər, duzlar, üzvi zəhərli maddələr, hətta gübrələr zəhərli təsirə malik olarsa, bu zaman burada bitkilər yaşaya bilməzlər. Yuxarıda qeyd olunan maddələrə bağlı olaraq torpaq məhsuldarlığı, növlərə və bitki qruplarına görə dəyişir.

Azotdan başqa normal bir bitkinin ehtiyacı olan qida maddələrinin əsas mənbəyi torpaqda olan minerallardır. Bunlar kimyəvi parçalanma nəticəsində əmələ gəlirlər.

Digər qida maddələri isə yağış və uzun illər nəticəsində toplanan humusdur. Az yağışlı sahələrdəki bitki qalıqlarının

miqdarı, yağışlı sahələrə nisbətən 25% daha çox olur.

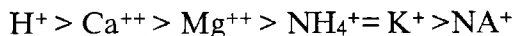
Yağışlı bölgələrdə qida maddələrinin bir hissəsi torpaqdan süzülmə ilə aşağıya doğru hərəkət edir. Digər bir hissəsi isə torpaq orqanizmləri və köklər tərəfindən dərhal udulur və ya kolloidal mitsellər tərəfindən sorulmuş halda saxlanılır.

Gil və humus mitsellərinin səthlərində çox sayda mənfi yüklü hissəciklər vardır. Bu yüklər kationları adsorbsiya edirlər. Bu səbəbdən su ilə yuyulub gedəcək olan kationlar, torpaq hissəcikləri tərəfindən adsorbsiya ilə tutulurlar və beləliklə, bitki qida maddələrinin əhəmiyyətli bir mənbəyini əmələ gətirir [52].

Kationlar dəyişmə xüsusiyyətinə malik olduqlarından torpaqda kation dəyişmə hadisəsi həmişə olur. Məsələn: K^+ , torpağa gübrə (KCl) halında verildiyində aşağıdakı şəkildə bir kation dəyişməsi meydana gəlir. Beləliklə, K^+ yuyulub gedərək torpaq hissəcikləri ilə birləşir.

Kation dəyişmə prosesi həmişə olan bir hadisədir. Bu dəyişmənin tarazlanması məhlul və kolloid sistemdə kationların çoxluğuna və dəyişə bilmə təsirinə bağlıdır.

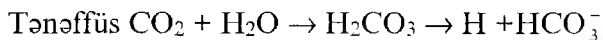
Əgər kationlar eyni saydadırsa, kation dəyişməsi aşağıdakı şəkildə olacaqdır.



Yüksək ← dəyişə bilmə effektivliyi → aşağı

Yaxşı sorulur ← asan dəyişə bilir → zəif sorulur

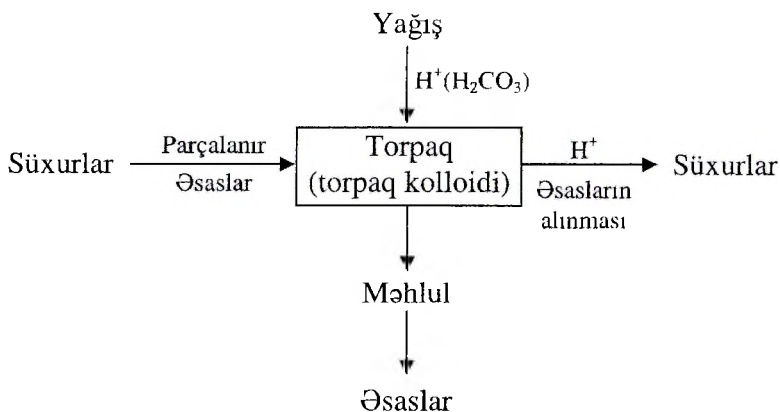
Adsorbsiya olan kationlar isə köklər tərəfindən asanlıqla udulur. Köklərin tənəffüsü nəticəsində H^+ ionları torpaq məhluluna keçir. Kationlar, Na^+ , Ca^+ və s. ilə dəyişir və bitkilər tərəfindən alınır. Qatılığın bərabər olması halında sərbəst rəbitəsi olan Na^+ başqaları ilə asanlıqla yerini dəyişə bilir.



Na^+ -un qatılığı çox olarsa, zəif adsorbsiya gücünə malik olmasına baxmayaraq H^+ ionlarını mitsellərdən qoparır və onun yerinə keçir. Tənəffüs nəticəsində meydana gələn H^+ -nin miqdarı torpaqda artarsa, o zaman torpaq turş olur.

Lakin təbiətdə bunun qarşısını almaq üçün üzvi maddənin parçalanması nəticəsində meydana gələn qələvilər tarazlığı saxlayır. Bu hadisə aşağıdakı şəkildə həyata keçir.

Adsorbsiyaya görə torpaq məhlulundakı qələvilərin miqdarı, kolloidlərə bağlanmış qələvilərin miqdarına nisbətən aşağıdır və bu şəkildə drenaj nəticəsində olan itki də azalır.



Tərkibində yüksək miqdarda gil və üzvi maddə olan neytral torpaqda dəyişə bilən qələvilərin miqdarı yüksəkdir. Buna görə də bu torpaqlar məhsuldardır. Lakin kolloid miqdarı az olan torpaqlarda dəyişə bilən qələvilərin miqdarı az olur. Turş torpaqlarda kolloidlərin mənfi yükləri əksərən H^+ ionları ilə doymuş olub, bu torpaqlar əsasən məhsuldar deyildir (qumlu-qumsal torpaqlar, çox kation adsorbsiya etdiklərinə görə

qumlu torpaqlardan daha məhsuldardırlar).

Kation dəyişmə qüvvəsi torpaqda olan gil miqdarının bir funksiyası olub, qatı torpaq maddəsinin 100 qr-da adsorbsiya edilən dəyişə bilən kationların miqdarı (m.e./100 qr. torpaq) qədərdir [57].

Bir çox elementlər torpaqda anionlar şəklində olur. Bunların torpaqda hansı şəkildə olması haqqında məlumatımız məhduddur. Hər halda kolloidlərin ikitərəfli qarşılıqlı xüsusiyyətləri üçün anionlar sorulur və ehtiyatda saxlanılır. Bunların rabitələri kationlara nisbətən daha sərbəstdir. Bitkilər bəzi məhlulları sərbəst ionlar şəklində ala bilirlər. Bəzi ionlar isə sərbəst məhlula keçmədən, torpaq hissəcikləri ilə bitkilər arasında birbaşa dəyişə bilirlər. Ümumilikdə enerji əlaqələrinə görə protoplast eyni anda bir ionunu sərbəst buraxmazsa, o zaman başqa bir ion alına bilmir. Torpaq ilə bitki arasındakı müntəzəm olan ion mübadiləsi, köklərin ifraz etdikləri karbon turşusunun əmələ gəlməsinə səbəb olur. Çünki bu turşu təbiətdə hər zaman kifayət qədər olur və həm mənfi həm də müsbət yüklü ionlar verir.

Mədəni şəraitdə torpaqlarda azot, fosfor və kalium elementləri müəyyən miqdarda olur. Bu səbəbdən bunlar mineral gübrələrin əsas elementlərini əmələ gətirir. Nəmli bölgələrdə Ca^{++} -un süzülüb getməsi baxımından bu ionun əvvəlkilərdən sonrakı sıranı tutmasına səbəb olur. Əgər belə torpaqda kaliumun miqdarı yetərli deyilsə, o zaman torpağa əhəng qarışdırılması ilə bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq olar. Bundan sonra isə digər elementlər (S, Mg, Cu, B, Zn, Mo, Mn) bu sıranı davam etdirir.

Bəzi bitkilər bir sıra elementlərin çatışmazlığına baxmayaraq bitdiyi sahələrdə inkişafını davam etdirirlər. Məsələn, bəzi mamırlar azot baxımından çox kasıb olan təzə vulkanik kül üzərində yaşayırlar. Bu ilk tip torpaq sahəsinə gələn pionerlər bu sahənin daha məhsuldar hala gəlməsində əhəmiyyətli rol

oynayırlar. Ümumi olaraq bitki örtüyü hərtərəfli məhsuldar olan torpaqlarda bir sıra qida maddələrinin çatışmazlığına səbəb olur. Torpaqda olan bir sıra elementlərin çoxluğu da bitki örtüyünün inkişafına mənfi təsir göstərdiyi üçün bitki örtüyünün sonradan kasıblaşmasına səbəb olur. Torpağın qida maddələrinin az olduğu sahələrində, bitkilərin yan kökləri zəif inkişaf edir. Torpaqda olan qida maddələrin azlığı daha çox torpaq üstü orqanlara təsir göstərir. Bir çox bitki növləri isə qida maddələrinin azlığı zamanı bəzən daha çox meyvə verir. Xüsusi ana süxur tiplərindən əmələ gələn torpaqların əksəriyyətində davamsız və seyrək bir bitki örtüyü əmələ gəlir. Bunun səbəbi fizioloji əhəmiyyəti olan bəzi elementlərin aşağı kritik səviyyələrdə olması və ya bəzi elementlərin zəhərləyici təsir edəcək qədər çox olmasıdır. Bu tip ana süxurlara əhəng daşı (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$), maqnezit (MgCO_3), serpantin (Ni və Co baxımından kasıb, hidratlaşmış Mg silikatları), gips (hidratlaşmış Ca_2CO_3) və kalamit (hidratlaşmış Zn silikat) misaldır. Bu tip süxurlarda yaşayan bitkilərin yayılması və ya burada olan kimyəvi birləşmələrin tədqiqi bir sıra filiz mənbələrin tapılmasına kömək edir. Torpaq məhlulunun ən önəmli xüsusiyyəti torpaq reaksiyasıdır. Əgər torpaqda OH^- ionlarına nisbətən H^+ ionları çoxdursa, torpaq məhlulu turşdur. Yox, əgər H^+ ionlarına nisbətən OH^- çoxdursa, məhlul əsas və qələvi mühitlidir. Əgər yuxarıda qeyd edilən ionların ikisi də eyni qatılıqdadırsa, o zaman məhlul neytraldır. Reaksiya bir pH şkalası ilə göstərilir. pH dəyəri isə H^+ ionlarının qatılığının loqarifmasıdır $\left(\text{pH} = \log \frac{1}{\text{OH}} \right)$.

Suyun həlledici olduğu bir məhlulda H^+ və OH^- ionları qatılığının cəmi təxminən 10^{-7} -dir. Neytral halında $\text{pH}=7$, qələvi halında $\text{pH}=7-1$, turş halında isə $\text{pH}=1-7$ arasında olur. Torpaq məhlulu reaksiyası olduqca sabit tutan kolloidə bufer

məhlul deyilir. Bir torpaqda qələvilər əmələ gələrsə və ya bu torpağa qələvilər qatışdırılırsa, bufer reaksiyanı tarazlıqda saxlamaq üçün çox miqdarda H^+ ionları kənara çıxarılır. Bunun əksinə olaraq turşular qatışdırılırsa, OH^- ionları bu zaman sərbəst qalır. Yaxşı buferləşmiş torpaq bitki inkişafı üçün çox əlverişlidir. Bitkilər də buferlər kimi xüsusiyyət göstərilir. Məsələn, torpaq məhlulundakı turş və qələvi birləşmələri eyni səviyyədə olmazsa, bu zaman bitki kökləri ilə H_2CO_3 ifraz edir və passiv olan digər birləşmələr meydana gətirirlər. Bu birləşmələr lazımi miqdarda turş və ya qələvi maddələri mühitə buraxırlar. Ümumiliklə, bitkilər torpaq ilə kök arasındakı ion dəyişməsi ilə pH-ı növün optimum sərhədinə qədər meydana gətirir.

2.1.8. Torpaqda olan turşu və qələvilər

Turşuların mənbəyi – Müxtəlif orqanizmlər torpaqda metabolizm məhsulları olaraq okzalin, laktin, asetin, nitrin və sulfirin kimi turşular meydana gətirir. Köklərin tənəffüsü ilə əlaqədar karbonlu turşular əmələ gəlir. Bəzi bitkilərin tullantılarının parçalanması ilə turş maddələr meydana gəlir. Məsələn: *Pinaceae*, *Ericaceae* və s. fəsilələrə aid bitki növləri, bitdiyi torpağın pH-nı həddindən çox dərəcədə azaldır.

Sularda olan qələvilər torpaq tərəfindən sorulduğundan torpağın turşuluğu artır. Nəmli bölgələrdə tənəffüs nəticəsində ortaya çıxan CO_2 -ə görə pH gecə azalır, gündüz isə bu reaksiya tərsinə olur.

Əgər açıq rəngli maqmatik süxurların tərkibindəki Si ilə Na və K oksidləri varsa, o zaman turş maddə əmələ gəlir.

Qələvilərin mənbəyi – Bir sıra duzların hidrolizi nəticəsində əmələ gələn qələvilər qələvi torpaq reaksiyasını meydana gətirirlər.

Nəmli bölgələrdə bu istiqamətdə əhəmiyyətli olan duz

CaCO_3 -dür. Quru ərazilərdə isə həm Na_2CO_3 , həm də CaCO_3 birləşmələridir. Bu duzların iki şəkildə mənbəyi vardır: Birincisi, əhəngdaşları parçalanaraq CaCO_3 meydana gətirir. Silisium baxımından kasıb olan, lakin Ca, Mg, Fe oksidləri ilə zəngin olan tünd rəngli maqmat süxurlar parçalanan zaman qələvi birləşmələr əmələ gətirirlər.

İkincisi, drenaj suları qələvi duzları yuyaraq aparır. Burada su buxarlanan zaman karbonatlar çoxalır.

Torpağın pH-ı şəraitdən asılı olaraq dəyişə bilər. Çünki belə şəraitlərdə bir tərəfdən turşu xüsusiyyətinə malik üzvi maddələr, digər tərəfdən isə qələvilər vardır. İsti və quru iqlimi olan ərazilərdə torpaqlar ya çox qələvi, ya da neytral xüsusiyyətə malik olur. Ona görə ki, qələvilərin yuyulması üçün yağışın miqdarı azdır və parçalanmış üzvi maddələr çox aşağı miqdarda turş mühitli maddələr əmələ gətirir. Bunun əksinə olaraq soyuq və nəmli iqlimlərdə torpaqlar zəif və ya çox turş ola bilər. Eyni torpaq mövsümlərə görə də fərqli pH göstərir. Məsələn, biotik amillərin çox az təsir etdiyi qış və yaz aylarında qələvilik yüksək olur. Yayda isə mikroorqanizmlər və bitkilər turşu əmələ gətirdikləri üçün pH aşağı olur. Ancaq bufer maddələrin olması torpaqdakı mövsümi dəyişməni tarazlayır. Torpağın üst hissəsi alt qatdakı torpaqlara nisbətən daha turşudur.

Drenajı yaxşı olan bir torpaqda olan Ca, pH ilə çox yaxın əlaqəlidir. Xüsusən pH-ı 8,5-dən yuxarı olan torpaqda Ca^{++} sərbəst olaraq mövcud olur. 6-8,5 arasındakı pH, torpağın qələvilər ilə doymasını göstərir. Kation güclərinin yarısı qələvilər, yarısı H^+ ionları tərəfindən doymuş torpaqlarda pH 5-ə yaxındır. 5,5-dən aşağı miqdarda kolloidlər tamamilə H^+ tərəfindən doymuş olur. Belə yerlərdə sadəcə Ca^{++} çatışmazlığına davamlı bitkilər bitir. Torpaq kimyasında H^+ və Ca^{++} bir-birilə qarışmış olduqları zaman bunların bioloji təsiri daha böyükdür. Məsələn, sadəcə Ca^{++} baxımından zəngin, yəni tər-

kibində sərbəst CaCO_3 olan və ya neytrala yaxın olan pH-a sahib, kolloidlərdə Ca-u saxlayan torpaqlarda yayılmış nəmli bölgə bitkilərinə kalsifit deyilir. Bunun əksinə tərkibində aşağı Ca^{++} olan torpaqlarda yetişən bitkilərə isə *oksalofit* deyilir. Bu torpaqlar qələvi torpaqlardan Fe-un həll olmayan halda olması ilə fərqlənir. Bütün bitkilərin az da olsa, metabolizm prosesində istifadəsi üçün Ca^{++} -a ehtiyacları vardır. Ancaq bitki növləri bu iona qarşı ehtiyacı və davamlılıqları baxımından bir-birlərindən çox fərqlənirlər. Xüsusən mülayim bölgələrin soyuq mövsümlərində yayılmış bitki örtüyü bir sıra əlamətləri ilə fərqlənir. Buradakı torpaqlarda əhəng, turş mühitli ana süxurdan əmələ gəldiyi üçün turşdur. Digər tərəfdən, maraqlıdır ki, əhəng daşından əmələ gələn dayaz torpaqlar üzərində inkişaf edən turş mühitdə bitən bitkilərə də rast gəlinir. Ancaq belə ərazilər dəqiq tədqiq edildikdə bu bitkilərin köklərinin üst səthinin turş təbəqə ilə təmasda olduğu müşahidə edilir.

Torpaqda 6,5-ə yaxın pH-da təxminən bütün minerallar bitkinin ehtiyacını qarşılayacaq qədər olur. Bu miqdardan aşağıda və ya yuxarıda isə qida maddələrinin həll olması azalır. Aşağı pH-larda Al, Fe, Mn, Zn, Cu kimi elementlər zəhərli təsir göstərə bilər. Hətta pH-ı 4-dən aşağı və ya 9-dan yuxarı olan miqdarlarda H^+ və OH^- ionları birbaşa zərərli hala keçə bilər.

Torpaqdan keçən bitki xəstəliklərində pH-ın rolu mühüm əhəmiyyətə malikdir. Xüsusən bu tip xəstəliklərdə bitki ilə parazitə pH-a davamlılığı fərqlidirsə, o zaman xəstəlik asan nəzarət altına alınır. Məsələn, aşağı pH ilə *Streptomyces scabies*, *Phymatotrichum omnivorum* ilə *Thielavea basicola* tərəfindən əmələ gələn kartof çürüməsi, tütün və pambıqdakı kök çürüməsi nəzarət altına alınır. Yüksək pH ilə isə *Rhizoctonia solani*, *Plasmidiophora brassicae* tərəfindən kartof ilə kələmlərdə əmələ gələn xəstəliklərin qarşısını almaq mümkündür.

Dənəvərləşmiş torpaqlarda pH aşağı olur. Torpaqda Ca^{++} və Mg^{++} -un miqdarı kifayət qədər deyilsə, H^+ müsbət yüklü olmasına baxmayaraq, üzvi kolloidlər eyni işi görür. Bunun əksinə olaraq yüksək pH-lı torpaqlarda Na^+ və ya K^+ -un adsorbsiyası çox olduğundan, torpağın dənəvərləşməsi zəifləyir. Əgər torpaqda dənəvərləşmə olmazsa, kolloidal mitsellər torpağın üst səthindən dərinlərə doğru gedir.

Meşələrin turş torpaqlarında parçalayıcı əsas orqanizmlər turşuluğa davamlı göbələklərdir. Bakteriya və soxulcanlar isə turşuluğa həssas olduqlarından, sadəcə neytrala yaxın pH-a sahib olan torpaqlarda yaşayırlar. Belə halda aşağı pH-lı torpaqlarda nitrifikasiya prosesi zəiflədiyinə görə yarı parçalanmış maddələr toplanır. Bu toplanan maddələr artdıqca bəzən zəhərləyici təsir də göstərə bilər. Burada pH kimi tək bir amilin vermiş olduğu ekoloji məlumatlar digər amillərin verəcəyi məlumatdan çox və qiymətlidir. Əkin sahələrində turş torpaqları normallaşdırmaq üçün üyüdülmüş əhəngdaşı tozunun verilməsi vacibdir. Bunun əksinə olaraq qələvi torpaqlara isə S, SO_4 , torf, meşə çürüntüsü və şam bitkisinin iynəyarpaqları əlavə edilir.

2.1.9. Torpağın duzluluğu

Torpağın fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinin ekoloji tərəfdən hansının əhəmiyyətli olduğu uzun zaman müzakirə mövzusu olunmuşdur. Ancaq 1910-cu ildə Gola tərəfindən ortaya atılan «edafizmin osmotik teoremi» ilə bu müzakirəyə son verilmişdir. Bu teorem hər iki xüsusiyyətin nizamlayıcı təsirə malik olduğunu ortaya qoymuşdur. Bu tədqiqat işinə görə bir torpaqda həll ola bilən duzların (ağırlığına bağlı olaraq) miqdarı 0,5% və ya daha çoxdursa, ekoloji tərəfdən kimyəvi xüsusiyyətlər daha əhəmiyyət kəsb edir. Əks təqdirdə fiziki xüsusiyyətlər daha çox əhəmiyyətli olur. Şəkər çuğunduru,

badam və ya yonca kimi iqtisadi yöndən əhəmiyyətli olan bitkilər bu gün duzlu torpaqlarda yetişdirilə bilər. Bu tip bitkilər əsl halofitlərdən (duzsevən bitkilər) fərqli olub, fakültativ (seçimli) halofitlərdir. Çox az bitki növü duzlu sahələrdəki şəraitə uyğun fizioloji proseslərini uyğunlaşdırmışlar. Dəniz sahilindən uzaqlaşdıqca, torpaqda olan NaCl-un miqdarı gedərək azalır və bu da halofit bitkilərin arealının sərhədinin müəyyən edilməsində önəmlidir [14]. Burada duzluluq ilə birlikdə torpağın pis havalanması da əsas rol oynayan amillərdəndir. Əgər bir torpaqda keçiricilik 4 mmho/cm-dən aşağıdırsa, o zaman duzluluq burada bitən bitkilər üçün təhlükəli deyildir. Lakin bu miqdar 4-15 arasındadırsa, bu zaman belə torpaqlarda çox az sayda bitki yaşaya bilər. Əgər torpağın keçiriciliyi 15-dən yuxarıdırsa, o zaman belə torpaqlarda sadəcə halofitlər yaşaya bilər. Bu miqdarı biz 0,36-ya vursaq təxmini osmotik təzyiqi əldə edə bilərik.

Süxurların, demək olar ki, hamısı aşınma nəticəsində böyük miqdarda həll olan duzları əmələ gətirir. Yağışlı bölgələrdə bu duzlar çaylar vasitəsilə axıb gedir, əgər buxarlanma yağışa nisbətən çoxdursa, o zaman duzlar yüksək qatılıqlarda toplanırlar. Süxurların mineral birləşmələrinin buxarlanması nəticəsində toplanan ionlar Ca, Mg, Na, SO₄, K, HCO₃, CO₃ və NO₃-dur. Bir il ərzində belə duzluluğun dərəcəsi şaquli olaraq dəyişə bilər. Kök sisteminin ətrafında ən az duzlu olan hissənin bitki üçün çox əhəmiyyətli olduğu məlumdur. Quraq bölgələrin çoxunda suvarma nəticəsində duzluluq problemi ortaya çıxır. Çünki istifadə etdiyimiz yeraltı su, təmiz su olsa da buxarlanmanın çox olması nəticəsində bura duz birləşmələri qarışacaqdır. Daha öncə torpaq altında müəyyən bir səviyyədə toplanmış olan kristal duzlar sulama nəticəsində həll olmuş hala keçir və buxarlanma yolu ilə torpağın üst hissəsinə doğru çıxır. Bu səbəbdən sulanan duzlu sahələrdə əkin üçün ən əhəmiyyətli proses suyun üfüqi və şaquli olaraq hərəkəti və duzla-

rın toplanmasına şərait yaratmamaqdır. Ümumi olaraq duzlu torpaqlar çox qələvilik xüsusiyyəti göstərmirlər. Bunların keçiriciliyi 4 mmho/cm-dir. Lakin adsorbsiya edilən kationların 15%-ə qədərini Na kationları təşkil edir və pH-ları 8,5-dən aşağı olur. Belə torpaqlardakı kolloidlər yaxşı dənəvərləşmiş olub, normal havalanırlar. Əgər duzlar torpaq səthində ağ bir örtük yaradırlarsa, bu torpaqlara duzlu torpaqlar deyilir. Qələvi torpaqlarda isə glikofitlərin (*Lagerstroemia speciosa* L.) inkişafı üçün zərərli miqdarda Na və K olur (bura 15%-dən çox adsorbsiya olmuş kationlar daxildir). Belə torpaqlarda kolloidlər dənəvər olmur, drenaj və havalanma zəif olur. Bu tip torpaqlarda gillər yuyulma yolu ilə torpağın aşağı hissəsində bir təbəqə şəklində toplanır. Na miqdarının yüksəkliyi torpaqda pH-ı 8,5-dən yuxarı çıxarır. Hidroliz nəticəsində yaranan NaOH, köklərin ətrafında canlı toxumaları zədələyir və humusun tərkibini dəyişdirir. Quru mövsümlərdə həll olmuş humus buxarlanma yolu ilə torpağın üst səthinə çıxır, qara və qırmızımtıl bir örtük yaradır ki, buna solonet torpaqlar deyilir. Duzlu qələvili torpaqlarda, bitkilərə mənfi təsir edən həll olmuş bir sıra maddələr (Na və b.) vardır. Həll olmuş duzların bitkilərə olan təsirləri ionlara görə fiziki və kimyəvi ola bilər. Normal olaraq turqoru təmin etmək üçün protoplazmadakı osmotik təzyiq maddələrin qatılığında olan sudan çox olmalıdır. Əgər bir torpaq məhlulunun osmotik təzyiqi 2 atm-dən çox olarsa, o zaman əksər qlifikofitlərin böyüməsi dayanır. Bu miqdarın 47 atm-ə çatdığında duza dözümlü olan bitkilər inkişaf etmirlər. Lakin halofitlər daxili osmotik təzyiqi artıraraq duzluluğu çox olan yerlərdə yaşaya bilirlər. Belə bitkilərin toxumalarının dadına baxılan zaman duzlu bir dadın olduğu hiss edilir. Halofit olan *Glaux maritima* kimi bəzi bitkilər toxumaları ilə çox olan duzlarını xaricə ifraz edirlər. Bir çox bitki növlərinin yarpaqlarının yaşıl hissələri üzərində isə duzlar görülmə bilər. Dəvəayağı (*Limonium lati-*

folium), yulğun (*Tamarix* L.) cinsinə aid növlərdə olduğu kimi bəzi bitkilərdə kutikula yolu ilə duzları birbaşa ifraz edirlər.

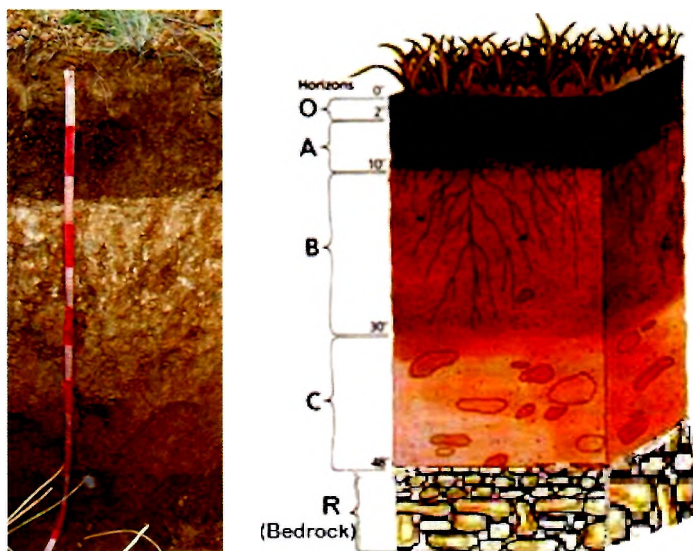
Taxıl bitkiləri duzlu torpaqlarda yetişdirildiyində bitkinin kökləri qısılır, su alması ilə bağlı transpirasiya azalır və müəyyən miqdar karbohidrat ehtiyatı üçün daha az su istifadə olunur. Çünki duzlar qlikofitlərdə (duza az davamlı olan bitkilərdə) su alınmasına mənfi təsir edir. Məsələn, buynuzlu şanagüllə (*Lotus corniculatus*) və üçyarpaq yonca (*Trifolium fragiferum*) kimi növlərdə, gövdə kökə nisbətən daha az inkişaf etmişdir [14]. Bu bitkilər üçün duzlu torpaqlar fiziki olaraq nəmli, fizioloji baxımdan isə qurudur. Əvvəllər halofitlər üçün bu sahələrin fizioloji baxımdan quraq olduqları düşünülürdü. Lakin bu gün vəziyyət bir az fərqlidir. Çünki bunlar xüsusi ekoloji qrup olub, suyu asanlıqla udaraq yüksək dərəcədə transpirasiya edirlər. Bu bitkilərin osmotik təzyiqi su mənbəyinin duzluluğu ilə birbaşa əlaqədardır. Duzlu torpaqlardakı bitkilər əsasən yağışlı mövsümlərdə inkişaf edir. Çünki duzlar yağış sularının təsiri ilə kök sistemindən torpağın aşağı hissəsinə doğru hərəkət edir. Bu torpaqların əsasən su ilə doymuş halda olmaları ilə əlaqədar halofitlərin çoxunda kök sistemləri yaxşı inkişaf etməmişdir. Bu tip sahələrdə bitkilərdə solma prosesi baş verərsə, osmos təzyiqinin təxminən 200 atmosfərə çatdığını təxmin edilə bilər. Bundan əlavə bir çox halofitlər sukulentlərə bənzər bir struktura malikdirlər. Başqa sözlə bir və ya birdən çox parenxima toxumasının böyüməsi və hüceyrələrarası sahələrin azalması ilə əlaqədar yumşaq və qalın orqanlarda çox su ehtiyatı toplanır. Bu hadisə «sukkulentləşmə» adlanır. Belə ki, *Salicornia prostrata* növündə olduğu kimi bu proses halofitlərdə çox müşahidə edilən hadisədir. Bəzən *Trifolium fragiferum* və *Lotus corniculatus*-da olduğu kimi NaCl-un qatılığı artdıqca yarpaqların sukkulentlik xüsusiyyətini göstərdiyi müşahidə edilmişdir [14]. Torpaq məhlulundakı həll olmuş duzlar, xüsusən NaCl bir çox qlikofitin (*Lagerstroemia*

speciosa və b.) orqanlarının ətli struktur qazanmasına səbəb olur. Məsələn, duzadavamlı quşqonmaz (*Asparagus* sp.) bu sahələrdə yetişdiyi zaman ətli olduqları halda, duzlu olmayan torpaqlarda bu hal müşahidə edilmir. Önala görə sukulent halofitlərə Na-dan daha çox Cl mənfi təsir göstərir. Bu hadisə zamanı K ionunun azaldığı müəyyən edilmişdir [14]. Bir çox bitki növlərinin toxumlarının cücərməsinə duzluluq dərəcəsi mənfi təsir göstərir. Bəzi bitki növlərində toxumun cücərməsində az duza ehtiyacı olduğu halda, digər növlərdə eyni duz miqdarı toxumun cücərməsini ləngidir. *Lotus corniculatus* növlərində və *Trifolium fragiferum*-da 0,5% ilə 0,3% miqdarda olan duz toxumun cücərmə prosesində 50% nisbətində bir azalma yaradır. Müəyyən edilmişdir ki, halofitlərin cücərmələri üçün ən uyğun mövsüm duzların ən qatı olduğu zamandır. Yonca və ya digər duzadavamlı bitkilər duzlu torpaqlarda yetişdirildiyində həmin bitkilər cücərmə dövrlərində suya ehtiyac duyurlar. Bir çox bitkidə bu səbəblə «vivipari-doğan» hadisəsi müşahidə edilir. Rizofora (*Rhizophora* L.) növlərində olduğu kimi meyvələr ana bitkidən ayrılmadan öncə toxum cücərməsi baş verir.

Duzluluq hadisəsində əsas rol oynayan duzların hər birinin bitkilər üzərində müxtəlif təsir effektləri vardır. Bunlar arasında Cl və B digərlərinə nisbətən daha təhlükəlidir. Bitkilər CaSO_4 baxımından doymuş məhlullarda dözümlü olduqları halda, CuSO_4 -ın durulaşdırılmış məhlullarından zəhərlənirlər. Bitki növləri müəyyən zaman daxilində bu vəziyyətə fizioloji uyğunlaşmalar göstərir. Burada diqqəti cəlb edən proses ionların bir-birlərinə zəhərli təsir göstərmələridir. Belə ki, CaSO_4 az miqdarda olduğu zaman yonca, MnSO_4 -ə görə 300 dəfədən çox davamlı ola bilər. Əgər Ca elementi olmazsa, bu davamlılıq müşahidə edilməz.

2.1.10. Torpağın inkişafı

Ana süxurlar parçalanaraq torpaq əmələ gətirir. Parçalanma hadisəsinə mövzunun əvvəlində toxunulmuşdur. Müəyyən yerdə əsas süxur uzun müddət parçalandıqda torpaq təbəqəsi əmələ gəlir və bu hadisələrin bir-birini təqib etməsi nəticəsində yetişmə dərəcəsindən asılı olaraq müxtəlif hissələrdən əmələ gələn bir torpaq təbəqəsi yaranır. Belə bir sahədə torpağın üst hissəsindən ana süxura qədər olan kəsilmə torpaq profili deyilir. Müxtəlif təbəqələr sadəcə bunları əmələ gətirən dənəciklər tərəfindən deyil, daha çox rəng müxtəlifliyi baxımından da fərqlənirlər. Bir torpaq profilində müxtəlif təbəqələr yuxarıdan aşağıya doğru A, B, C şəklində adlandırılır (şəkil 4).



Şəkil 4. Torpaq profili

Bəzi tədqiqatçılar buna D təbəqəsini də əlavə edirlər. Ana süxurun parçalanma məhsulu olan həqiqi torpağa «solum»

deyilir. Bu A ilə B təbəqələrini əhatə edir. Tökülmüş yarpaqlar və budaqcıqlardan əmələ gələn ya da bunların qırılmaları nəticəsində meydana çıxan təbəqəyə O_1 təbəqəsi deyilir. Bunun altında parçalanmış hissələrdən əmələ gələn təbəqə isə O_2 adlandırılır. O_3 təbəqəsinin humusu isə tamamilə parçalanmış üzvi maddə tərkibli, rəngi tünd, mineral birləşmələrdən ibarətdir. A_1 bol humuslu, A_2 və A_3 təbəqələrində isə humusun miqdarı az, rəngləri olduqca açıqdır. İsti nəmli tropik torpaqlarda sürətli humifikasiya və minerallaşma ilə sürətli bioloji fəaliyyət üçün, A təbəqəsini alt təbəqələrdən ayırmaq çox çətindir.

B təbəqəsi B_1 , B_2 , B_3 hissələrinə ayrılır. Bu ayrılma torpağın yetişmə dərəcəsinə bağlıdır. C təbəqəsində ana süxur görünür. Yağıntı suyunun süzülməsi və kapillyar güclə yuxarıya hərəkəti, aktiv bir şəkildə buxarlanma olan yerlərdə bir sıra maddələri aşağıya doğru aparır və bir çoxunu isə yuxarıya doğru çıxarır. Bu şəkildə profilər, fərqli təbəqələr, müxtəlif rəng və kimyəvi xüsusiyyət göstərilir. Beləliklə, süxurun xüsusiyyətləri ilə iqlim dəyişiklikləri müxtəlif növ profil və üst torpaqlar əmələ gətirir.

Torpağın yaranmasında iqlim, bitki örtüyü, eroziya və toplantı, drenaj, zaman və ana süxur kimi amillərin təsiri vardır. Bu faktorların arasında insanın da rolu çox böyükdür.

İqlim – Fərqli iqlim şəraitində torpağın inkişafı aşağıdakı kimi qeyd olunur:

lateritləşmə-podzollaşma-əhəngləşmə-qleyləşmə.

Lateritləşmə – əsasən tropik və subtropikada isti və nəmli bölgələrdə müşahidə edilir. Bu bölgələrdəki torpaqlar əksərən qırmızımtıl-qəhvəyi rəngdə olur. Bunun səbəbi Fe və Al oksidləridir. Si isə daha alt təbəqələrə süzülərək keçir. Lakin bəzi lateritik torpaqlar silisiumla daha zəngin olub, ümumiyyətlə,

çox az məhsuldar olur. Üzvi maddələrin miqdarı parçalanmanın çox sürətli olması səbəbindən az olur. Laterit kəlməsi latın mənşəli olub böyük parçalara ayıra bilən arsen və germanium oksidləri (sesquiksidlər) baxımından zəngin və quruyan zaman sərt, dayanıqlı olan torpaq mənasını kəsb edir.

«Podzollaşma» ən çox rast gəlinən bir torpaq formasiyası olub, soyuq və nəmli iqlimlərdə meşəaltı bitki örtüyündə olur. Çünki burada göbələklərin təsiri ilə tökülmüş yarpaqlar və üzvi maddələrin parçalanması zəif olur. Torpağın aşağı qatlarına doğru süzülən su özü ilə karbonatlar, sulfatlar, dəmir və alüminium birləşmələrini aparır və torpağın üst hissəsində turş mühit yaradır. Turşularda həll olan bir çox minerallar B horizontuna keçir. Bunun əksinə isə silisium birləşmələri torpağın üst hissəsində qalır. Belə süzülmə nəticəsində torpaq səthi qonur kül rəngini alır və podzol ifadəsi buradan meydana gəlir. Podzol rusca külün altında mənasını verir (*pod* – altında, *zolle* – kül). Soyuk bölgələrdə dominant olan iynəyarpaqlı meşələrin töküntüləri parçalanan zaman podzol torpaqlarının üst hissəsinin PH-ı turş mühit olur. Podzol torpaqlar qonur-qəhvəyi rəngi podzol və qırmızı-sarı podzol torpaqlar kimi qruplara ayrılır. Əhəngləşmə – hadisəsində $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ şəklində olan kalsium suda həll olur və quru dənəvərləşmiş halda adsorbə olmadan 1,5-3 m torpaq dərinliyinə qədər süzülərək orada sərt bir təbəqə halında toplanır. Əsasən kalsium burada düyün şəklində olur. Bu çökmə prosesi yağıntının miqdarından və sızma dərinliyindən asılıdır. Bu proses mərhələli olaraq torpaq məhsuldarlığını azaldır. Bəzi ölkələrdə, xüsusən də tropik bölgələrdə bu düyünlərdən əhəng istehsalı və yolların salınmasında istifadə edilir. Belə ki, çernozem olaraq tanınan və qara torpaqlar 8-11 m qalınlığında olub, çox məhsuldar və qaramtıl-qəhvəyi rəngdədir. Belə torpaqlar üzərində çox zəngin bitki örtüyü vardır.

Qleyləşmə hadisəsi – qrunut suyu səviyyəsinin yüksək olduğu

və eyni zamanda drenajı düzgün olmayan sahələrdə müşahidə edilir. Qrunt suyu səviyyəsinin yüksək olduğu sahələrdə oksigenin miqdarı az və ya heç olmur. Bu səbəbdən dəmir birləşmələri reduksiya olunur və torpaqda mavi, boz və yaşılımtıl rənglər əmələ gəlir. Qrunt suyu səviyyəsinin aşağı düşməsi ilə oksidləşmə prosesi sürətlənir və sarı qaramtıl və ya qırmızımtıl rənglər əmələ gəlir. Oksidləşmə hadisəsi eyni zamanda oksigenin torpağa daxil olmasını təmin edən çatlar ilə çürümüş kök kanallarının ətrafında da müşahidə edilir. Nəticədə, grunt suyu olan şəraitdə rəng ləkələrindən əmələ gəlmiş bir zona meydana çıxır. Buna *gli* zonası, bu hadisəyə isə *qleyləşmə* hadisəsi deyilir.

Ümumiyyətlə, belə torpaqlar buzlarla örtülü olan arktik bölgələrdə çox yayılmışdır. Tundra torpaqları bu tip torpaqlara misal göstərilə bilər.

Bitki örtüyü – Torpaq profilinin inkişafı üzərində iqlim və bitki örtüyünün təsirinin tədqiqi çox çətindir. Çünki mikroiqlim, bitki örtüyü və torpaq çox dinamik bir birləşmə əmələ gətirir. Bu qarışımın bir üzvi dəyişdiyi zaman digərləri də bundan təsirlənir və yeni bir tarazlıq əmələ gətirir. Bitki örtüyü bir tipdən digərinə keçdiyi zaman istər mikroiqlim və istərsə də üzvi maddənin kimyəvi birləşmələri dəyişir. Müxtəlif tip bitkilərin inkişafı ilə torpağın xüsusiyyətləri də dəyişir. Bu məsələnin meşəçilikdə böyük əhəmiyyəti vardır. Məsələn, məhsuldar olmayan podzol torpaqlarda yayılmış şam bitkisi yavaş böyüyür. Əgər burada bitən bitkilər seyrəkləşdirilsə, mikroiqlim və bitki örtüyü dəyişəcəkdir. Bundan sonra bura ikiləpəli bitkilər əkilsə, daha yaxşı məhsul əldə etmək olar. Quru bölgələrdə bir çox kol bitkiləri, xüsusən K, Na və ya Mg duzlarını yaşıl hissələrində toplayırlar. Nəticədə bol qələvili töküntülər əmələ gəlir.

Eroziya və akkumulyasiya – Təbii şəraitdə yer səthinin mərhələli olaraq aşınmasına eroziya deyilir. İnsan tərəfindən

bitki örtüyü və ya torpaq şəraitinin dəyişdirilməsi ilə əmələ gələn eroziyaya sürətləndirilmiş eroziya deyilir. Dik yamaqlarda və təpəciklərdə torpaq profilindəki A bölgəsində sürətli bir aşınma müşahidə edilir. Bu hallarda bəzən B bölgəsi üst səthə çıxıa bilər. Eroziya nəticəsində aşınan torpaq başqa yerlərdə toplanır (akkumulyasiya). Belə yerlərdə əmələ gələn torpaq profili normadan artıq dərin olur.

Drenaj – Drenajı zəif olan yaşayış yerlərində torpaq və bitki örtüyünün inkişafı iqlimdən çox, zəif drenajdan asılıdır. Quraq və yarı quraq bölgələrdə bu şəraitdə yaranan torpaqlara «halomorfik», nəmli iqlim bölgələrində yaranan torpaqlara isə «hidromorfik» torpaqlar deyilir.

Halomorfik torpaqlara intrazonal (duzlu torpaq) və solonnet (allivüal horizontda Na-un toplanması), hidromorfiklərə isə dəniz səviyyəsindən yüksək olan yerlərdəki bataqlıq torpaqlarını nümunə göstərmək olar.

Mülayim iqlimlərdə isə daxili drenaj sərt B təbəqəsi tərəfindən əngəllənsə, bu zaman belə yerlərdə yaranan torpaqlara «Planosol» (intrazonal, yuyulmuş və yapışmış) torpaqlar deyilir.

Zaman – Torpaq əmələgəlmə prosesi zəif sürətlə baş verir. Bu səbəbdən inkişaf etmiş profilləri tapmaq bir az çətindir. Lakin inkişaf etməmiş profillər hər yerdə müşahidə edilir. Parçalanmamış təbəqələrdə yaranmış belə ana süxurlar azonal olaraq tanınır.

Əgər bu torpaqlarda ana süxurlar çox dayaz və daşlıdırsa, «litosol», dərin, daşsız və yüngül profil görüntüsü verirsə «regosol» adlanır.

Ana süxur – Kifayət qədər drenaj olmamış və həddindən artıq eroziyaya və ya akkumulyasiyaya məruz qalmış əsas maddələr xaric, bir bölgədəki bütün əsas maddələr eyni ümumi torpaq yaranma prosesində iştirak edirlər. Lakin heç bir zaman əsas maddələr üzərindəki profillər bir-birinə bənzəmir.

2.1.11. Torpaqların təsnifatı

Dünya ölkələrində olan torpaqlar göstərdikləri xüsusiyyətlərdən asılı olaraq bir çox tədqiqatçılara görə müxtəlif şəkillərdə sistemləşdirilmişdir (şəkil 4). Bunlardan ən çox istifadə olunanı aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir (cədvəl 14).

Cədvəl 14. Dünyadakı böyük torpaq qrupları

Sıra və kateqoriyalar	Alt sıra	Böyük torpaq qrupları
Zonal torpaqlar	soyuq bölgə torpaqları	tundra torpaqları
	quraq bölgələrin açıq rəngli torpaqları	səhra torpaqları
		qırmızı səhra torpaqları
		sierozem
		qəhvəyi torpaqlar
	yarı-quraq, yarı yağışlı çəmən ərazilərinin tünd rəngli torpaqları	qırmızımtıl-qəhvəyi torpaqlar
		şabalıdı torpaqlar
		qırmızımtıl-şabalıdı torpaqlar
		çernozem torpaqlar
		prairie (brunizem) torpaqlar
	meşə-çəmən sahələrin keçid torpaqları	pozulmuş çernozem torpaqlar
		əhəngsiz qəhvəyi torpaqlar
	meşə sahələrinin açıq rəngli podzollaşmış torpaqları	podzol torpaqlar
		boz meşə və boz podzol torpaqlar
		qəhvəyi podzol torpaqlar
		boz qəhvəyi podzol torpaqlar
		qırmızı-sarı podzol torpaqlar
İnterzonal torpaqlar	meşə, isti mülayim və tropik bölgələrin laterit torpaqları	qırmızımtıl-qəhvəyi laterit (gilli) torpaqlar
		sarımtıl-qəhvəyi laterit torpaqlar
		laterit torpaqlar
		qırmızı, qırmızı-qəhvəyi aralıq dənizi torpaqları
	halomorf (duzlu və qələvi torpaqlar)	soloncaq (duzlu torpaqlar)
		solonetz (qələvi torpaqlar)
		soloncaq – solonetz (duzlu-qələvi torpaqlar)
	hidromorf torpaqlar	soloth torpaqlar (verimsiz)
		humuslu yapışqan torpaqlar, vişen boden, alp çəmən torpaqları, nəm torf torpaqları, yarı nəm torf torpaqları, az humuslu qley torpaqlar, planosollər, qırmızı sulu podzol torpaqlar, qırmızı sulu laterit torpaqlar
	Kalsimorfik	qəhvəyi meşə torpaqları
		çimli karbonatlı (rendzina) torpaqlar
		qırmızı (vertisol)
Azonal torpaqlar		Lithosol
		reçosol (quru qumlarla daxil)
		alüvial torpaqlar

Bu sistemdə torpaqlar zonal, intrazonal və azonal olmaqla 3 qrupa, hər qrup da yarımqruplara, hər yarımqrup isə böyük torpaq qruplarına ayrılmışdır.

2.2. İqlim faktorları

Bitkinin kök sistemini torpaq, torpaq üstü orqanları isə ətraf mühit amilləri formalaşdırır. İqlim faktorlarından ən əhəmiyyətli olanları işıq, istilik, su və küləkdir.

2.2.1. Işıq amili

Əvvəlcə maddə və enerjinin qarşılıqlı olaraq dəyişə bilməsi köhnə fikirlərin yenilənməsinə yol açmışdır. Bu Eynşteynin $E=mc^2$ qanunu ilə (E – enerji, m – kütlə, c – işıq sürəti) ifadə olunur.

Maddəni yaradan bu atomlar böyük bir enerji anbarıdır. Bu hissəciklər sərbəst olduğu halda kosmosdan işıq enerjisi şəklində keçir.

Bu zaman atomun nüvəsi parçalandığı an maddənin bir hissəsi enerjiyə çevrilir. Əgər işıq enerjisi ilə atom toqquşduğu zaman udularsa, o zaman atomların düzülüş nizamı pozular və enerjinin bir hissəsi maddəyə çevrilər. Bu prosesin gedişi Günəş və digər ulduzlarda, Yer kürəsinə nisbətən daha aktivdir. Yer üzərində canlı orqanizmlər tərəfindən istifadə edilən enerjinin böyük bir hissəsini işıq təşkil edir. Məsələn, günəşi maddəni enerjiyə çevirən böyük bir maşın kimi təsəvvür etmək olar. Günəş parlaq bir cisim olub, səth istiliyi 6000°C , daxili istiliyi $20.000.000^{\circ}\text{C}$ -dir. Hər saniyədə 564.000.000 ton hidrogen, 560.000.000 ton helium və eyni zamanda 4.000.000 tonluq kütlə də enerjiyə çevrilir. Bu enerji kosmosda milyardlarla at gücü ilə yayılır. Bu enerjinin yarısı yer səthinə çatır. Ulduzlarda da eyni şəkildə işıq enerjisi yaranır. Hətta yerə

çatan kosmik şüalar, o cümlədən proton, mezon, pozitron, elektron və foton kimi yüksək enerjili hissəciklərin ulduzlardan gəldiyi ehtimal olunur. Parlaq cisimlər olan planetlər ay və günəş işığını udaraq, əks etdirirlər. Təkrar əks etdirilən, uzun dalğalı infraqırmızı olan bu şüalar görünür.

Bitkilərin çoxaldılması üçün olduqca əhəmiyyətli olan işıq faktoru, elektromaqnit dalğalar şəklində yerə çatır və bunun dalğa uzunluqları 2.900°A ilə 50.000°A və ya 290μ ilə 5000μ arasında dəyişir ($10^{\circ}\text{A} = 1\text{ m}\mu$ və ya $1/1.000.000\text{ mm}$). Görünən işığın sərhədi isə $400\text{-}700\text{ nm}$ -ə qədər olur. Görünən işıq assimilyasiya prosesində xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Elektromaqnit dalğaları – dövrü olaraq dəyişən elektrik və maqnit sahələrinin fəzada yayılmasıdır. Elektromaqnit dalğasında elektrik sahəsinin intensivlik vektoru (E) və maqnit induksiya vektoru (B) bir-birinə, həm də dalğanın yayılma istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə rəqs edir, yəni eninə dalğadır.

Elektromaqnit dalğalarının yayılma sürəti – sonludur və işıq sürətinə bərabərdir, $c=300\ 000\text{ km/san}=3\cdot10^8\text{ m/san}$. Vakuumdən mühitə keçdikdə dalğanın tezliyi dəyişmir. Sürəti və dalğa uzunluğu azalır. *Görünən işıq* – dalğa uzunluğu $0,4\text{ mk} \div 0,76\text{ mk}$ ($1\text{ mk}=10^{-6}\text{ m}$) intervalında olan elektromaqnit dalğalarıdır.

Ultrabənövşəyi şüalar – dalğa uzunluğu $4\cdot10^{-7} \div 4\cdot10^{-9}\text{ m}$ intervalında yerləşən elektromaqnit dalğalarıdır.

Rentgen şüaları – dalğa uzunluğu $2\cdot10^{-9} \div 6\cdot10^{-10}\text{ m}$ intervalında yerləşən elektromaqnit dalğalarıdır.

γ (qamma) şüalanma – dalğa uzunluğu $10^{-11} \div 10^{-13}\text{ m}$ intervalında olan elektromaqnit dalğalarıdır. γ -şüaları güclü ionlaşdırıcı təsirə malik olduğuna görə canlı orqanizmlər üçün təhlükəlidir və hətta qısa müddətdə qəbul edilən yüksək doza ölümə nəticələnə bilər.

İnfraqırmızı şüalar – dalğa uzunluğu qırmızı işığın dalğa uzunluğundan böyük olub $5\cdot10^{-4} \div 7,6\cdot10^{-7}\text{ m}$ intervalında yer-

ləşən elektromaqnit dalğalarıdır.

Radio dalğaları – dalğa uzunluğu $3000\text{m} \div 5 \cdot 10^{-5}\text{m}$ intervalında olan dalğalardır. Elektromaqnit dalğaları şüalananda və udulanda özünü zərrəciklər (fotonlar) seli kimi aparır, yəni ikili təbiətə malikdir. Radio dalğaların dalğa uzunluğu radio-texnikada aşağıdakı kimi qruplaşdırılır:

Uzun dalğalar – dalğa uzunluğu 30000-3000 m olan dalğalardır.

Orta dalğalar – dalğa uzunluğu 3000-200 m olan dalğalardır.

Qısa dalğalar – dalğa uzunluğu 200-10 m olan dalğalardır.

Ultraqısa dalğalar – dalğa uzunluğu 10-0,1 mm olan dalğalardır.

İşıq günəş şüasının görünən hissəsi olub, təxmini olaraq onun 50%-ni təşkil edir. Gecə işığının mənbəyi ay və ulduzlardan gələn şualardan ibarətdir. Ay işığı, əsasən uzun dalğa uzunluğuna malik olub, faizi daha yüksəkdir. Ümumi olaraq, ulduzların işıq spektri ay işığı ilə eynidir.

İnfraqırmızı şüalar kimyəvi baxımından çox da əhəmiyyətli olmayıb, ekoloji olaraq istilik əmələ gətirirlər. Xüsusən də bu şüalar bitkilərin böyüməsi və toxumların cücərmə prosesində təsirli olur. Ultrabənövşəyi şüalar bəzi ibtidai bitkilərin fizioloji funksiyalarında da əhəmiyyətlidir. Ali bitkilərdə isə antosianin yaranmasında, fototrofik proseslərdə və böyümə hormonları ilə gövdənin uzanmasının qarşısının alınmasında əsas rol oynayır.

Bütün təbii spektrlərdə işığın xüsusiyyətini və keyfiyyətini öz təsiri altında saxlayan 2 fotoreseptor (ışıq alıcı) olur (şəkil 5).

İşığın xüsusiyyətini 2 və ya daha çox dalğa uzunluğunda udan 1 və ya 2 fotoreseptor müəyyən edir. Bu hadisə fitoxromlar tərəfindən həyata keçirilir. Mavi işığı qəbul edən və ultrabənövşəyi şüaları udan, lakin geri dönüşü olmayan bir sistem mövcuddur. Ancaq atmosferdə ozonun olması səbə-

bindən bu sistemin funksiyası azalır. Buna görə də mavi işıq qəbul edən fotoreseptor sadəcə işığın xüsusiyyətini təyin edir. Məlumdur ki, işığın 3 fazası vardır. Bunlar işığın xüsusiyyəti, intensivliyi və zamanıdır. Işıq xüsusiyyətindəki dəyişikliklər ekoloji olaraq əhəmiyyətsizdir.



Şəkil 5. Işıq spektrinin ümumi vəziyyəti

Çünki ekoloji sahələrdə dalğa uzunluqlarının təhlil edilməsi bir az mürəkkəb prosesidir. Işıq xüsusiyyətinin təsiri ayrı-ayrı bitki növlərində dəyişir. Təbii şəraitdə quruda bitən bitkilərdə işıq xüsusiyyətinin dəyişməsinə kritik bir amil hesab etmək düzgün deyildir. Lakin işığın şiddəti və zamanın dəyişməsinin ekoloji əhəmiyyəti böyükdür.

Işıq bir növ enerji olduğundan digər enerji növünə, yəni istiliyə çevrilir. Hər hansı vahid sahəyə, müəyyən zaman daxilində gələn işığın miqdarı, qr/kal olaraq müəyyən edilir. Kiçik bir enerji ehtiyatı, yəni 1 qr/kal 4.18 Coul və ya 41.8 milyon erg-ə bərabərdir.

Işıq enerjisi xüsusiyyətlərinin ölçülməsi, yəni Coul radio-metrliyi ifadə edir. Bu enerjinin elektromaqnit dalğalar şəklində hərəkət sürəti işıq gücü adlanır və vahidi Watt-dır. McCree bitkilər üzərində aparılan tədqiqatlarda işıq ifadəsi yerinə foton ifadəsinin işlədilməsini daha məqsədəuyğun olduğunu qeyd edir [117]. Işığın intensivliyi və ya parlaqlığı işıq

gücü olaraq fotometrlə ölçülür. Bir işıq gücündən 33 sm-lik uzunluqdakı işıq intensivliyi fut işıq, 1m uzaqlıqdakı işıq intensivliyi isə lüks adlanır. Bir fut 10.76 lüksə bərabərdir. Işıq gəldikcə parçalanır və intensivliyi gəldiyi uzaqlığın kvadratı ilə tərs mütənasib olaraq azalır. Ancaq lüks Dybingnin qeyd etdiyi kimi bu gün bir ölçmə vahidi olaraq daha çox istifadə olunur [75]. Işığın intensivliyi meşə altında dəyişkən xüsusiyyətə malik olur. Belə ərazidə ən uyğun üsul kölgə və günəşdə eyni anda ölçmələr aparmaq və kölgə intensivliyini gün işığının faizi olaraq ifadə etməkdir. Avtotrof bitkilərin inkişafı işığının intensivliyindən asılıdır. Işığın intensivliyi, bitkilərin yaşamaq uğrunda mübarizə etdikləri mühitin ən təsirli amilidir. Lakin müxtəlif ərazilərin torpaq sahələrində bu amilin təsiri bir az fərqlidir. Belə ki, günəşli yerlərdə bitən bitkilər, kölgəli yerlərdə bitən bitkilərə nisbətən yüksək işığın intensivliyini daha çox assimilyasiya etmə xüsusiyyətinə sahibdirlər.

2.2.1.1. Işıq şiddətindəki dəyişikliklər

Atmosfer, su, havadakı hissəciklər, bitki örtüyü və bir sıra dəyişikliklər işığın xüsusiyyəti, şiddəti və zamanına təsir edən ən mühüm amillərdir.

Atmosferin təsiri – Atmosfer havasında olan qazlar, o cümlədən N və O₂, işığın qısa dalğa uzunluqlarının bir hissəsini udaraq əks etdirirlər. Dəniz səviyyəsindən yüksək yerlərdə hava təbəqəsi seyrəlir. Belə ki, dağın zirvəsində işığın şiddəti 129.000 lüks olduğu halda, dəniz səviyyəsində bu intensivlik 107.000 lüks olur. Lakin bulud və dumanın az olduğu hallarda, yüksəkliyə bağlı olan işığın şiddətinin təsiri bir o qədər dəyişmir və bitkilər üçün o qədər də faydalı olmur. Qazların tam əksinə olaraq atmosferdəki su buxarı, işığın qarşısını alan (pərdə rolu) bir xüsusiyyətə malikdir. Belə ki, buludlu havada infraqırmızı və digər uzun dalğalı şüalar havadakı su buxarları

tərəfindən udulur. Havadakı rütubət, ultrabənövşəyi və digər qısa dalğalı şüalara təsir etmir. Bu şəkildə qazlar və su buxarı normal işıq şiddətinin 4%-ə qədər azalmasına səbəb olur. Qaz molekulları və su damlları tərəfindən yayılan işığa geniş yayılmış işıq deyilir.

Müəyyən bir sahədə yerə düşən günəş işığının düşmə bucağının da əhəmiyyəti var. Eyni zamanda günəşin yüksəlməsi ilə işıq şiddətində baş verən dəyişikliklər də çox əhəmiyyətlidir. Ekvator bölgəsində işıq daha şiddətlidir. Qütblərə doğru getdikcə isə bu şiddət azalır. Ekvatordan qütblərə doğru baş verən dəyişikliklərə nəzər salsaq məlum olur ki, ekvatorda işığın şiddəti yüksək, günün uzunluğu isə həm yay, həm də qış vaxtlarında 12 saat olur. Tropik qurşaqlarda işıq intensivliyi yüksək, günün uzunluğu normal, mülayim qurşaqlarda isə yayda işığın intensivliyi tropik bölgələrdən aşağı, günlər isə uzun olur. Qış aylarında isə tropik qurşaqlarda işığın intensivliyi aşağı, günlər isə qısa olur. Qütb bölgəsində işığın intensivliyi çox aşağı olur. Belə yerlərdə müntəzəm olaraq günəş olduğu zaman belə işığın intensivliyi istənilən həddə çatmır.

10°C-dən yuxarı yüksələn günəş enerjisində, 400-800 nanometr arasındakı ümumi işıq tarazlıqlı bir spektr göstərir və bunlar birbaşa və meyilli işıqdan, yəni gün işığından ibarətdir. 10°C-dən aşağı günəş enerjisində atmosferdə baş verən hadisələr işıq spektrində müəyyən dəyişikliklər əmələ gətirirlər. Bu prosesə ala-qaranlıq və ya toran deyilir.

Suyun təsiri – Işıq suda olan bitkilərə quru bitkilərinə nisbətən daha az düşür. Çünki işığın bir hissəsi suyun səthində əks olunur, qalan hissəsi isə udulur. Sulu mühitin yaşılmıtlı və ya mavi rəngdə olmasının səbəbi, şüaların dalğa uzunluqlarının 420-550 nm arasında əks olunmasıdır. Hətta çox təmiz su səthinə düşən işığın 50 %-i suyun 18 m dərinliyinə qədər gedə bilər. Assimilyasiya üçün lazım olan işıq, suyun 50 m-dən artıq dərinliyinə çatmır. Bunun əksinə olaraq dağın zirvəsindəki qar

örtüyü, işığın böyük bir hissəsinin keçməsinə imkan verir. Buna səbəb qarın 40 sm aşağı hissəsində bitkilərin assimilyasiya qabiliyyətinə malik olmasıdır.

Havadaki hissəciklərin təsiri – Havada yayılan (toz, duman) və ya suda olan bərk hissəciklər (gil, lil, plankton və s.) işığın qarşısını alırlar. Böyük şəhərlərin mərkəzlərində olan toz dumanı, işığın 90%-nin qarşısını alır. Bu duman hissəciklərinin böyük bir qismi bitki səthinə düşən zaman yarpaqların ağzıqlarını qapayır. Nəticədə bitkinin lətli hissəsinə (mezofil) düşən işığın miqdarı azalır. Bu zaman həmişəyaşıl və yapışqanlı, tüklü yarpaqlara sahib olan bitkilər daha çox zərər görür.

Rütubətli yerlərdə suyun bulanıqlı olması, xüsusilə eroziya ilə gələn gil dənəcikləri, su altında olan bitkilərin işıqdan yararlanmalarına maneçilik törədir.

Atmosferdə olan ozon, oksigen və su molekulaları tərəfindən udulan işıq, mavi işıq baxımından zəngin olan meylli işığı əmələ gətirir. Gündüz vaxtlarında duman və toz mavi işığın nisbətini azaldıb, qırmızı işığın nisbətini artırır. Alaqaranlıq olan yerlərdə isə infraqırmızı və mavi işıq çox, narıncı-qırmızı işıq isə az olur. Bu halda mövsüm, atmosferdəki su, toz ilə bağlı olaraq paralellərə görə dəyişir.

Bitki örtüyünün təsiri – Yarpaqlar bitki üzərinə düşən işığın 10%-nə qədərini keçirirlər. Bitkinin yaşıl hissələri arasından keçən işığın böyük bir hissəsi meylli işıq olaraq keçir. Xüsusilə işığın xüsusiyyəti bitki örtüyünə bağlı olaraq dəyişir. Belə ki, həmişəyaşıl şam meşəsində işığın xüsusiyyəti dəyişmədiyi halda, qışda yarpağını tökən meşələrdə inkişaf dövründə düşən işıqda qırmızı şüanın faizlə miqdarı yüksək, bənövşəyi və mavi işığın miqdarı isə aşağı olur. Ancaq bu iki bitki örtüyünün altında işığın xüsusiyyətində böyük bir fərq nəzərə çarpmır. Qarışıq bitki qruplarında olan növlərdə işıqlanma fərqli olur. Hündür ağaclarda işıqlanma daha çox olduğu halda, qısa

boyu ağaclarda işıqlanma zəif olur. Sıx meşələrdə günəş işığının 1%-i ağacların çətir hissəsində yerləşən yarpaqlar tərəfindən udulur. Belə bitki növlərinin altında avtotrof taksonların inkişafı olduqca çətinidir. Bitki örtüyü tərəfindən azaldılan işığın faizlə miqdarı 20%-ə çatarsa, bu ekoloji tərəfdən əhəmiyyətli hesab edilir. İşığın azalması külək, rütubət və temperaturun dəyişməsinə təsir göstərir. Buna görə də işıq faktorunun təsirlərini tək izah etmək bir qədər çətinlik yaradır.

Bitki qruplaşması altında olan işıq bitki örtüyünün kölgə işığı adlanır və iki hissədən ibarətdir. Bunlardan biri bitki örtüyü arasından süzülmədən keçən işıq, digəri isə süzülüb keçən işıqdır. Burada bitki örtüyünün quruluş və sıxlığının təsiri böyükdür. Goodfellow və Barkham tərəfindən aparılan tədqiqatda fıstıq meşəsində bitkilərin çətri seyrəkləşdikcə və əmələ gələn boşluqlar çoxaldıqca meşənin içindəki işıq spektrində mavi işıq dalğalarının çoxaldığı müəyyən edilmişdir [81]. Buludlu günlərdə isə mavi işığın miqdarının azalması müşahidə edilmişdir. Qapalı bitki örtüyü altındakı spektr dəyişmələri qırmızı və infraqırmızı şüalar şəklində müəyyən edilir. Bu şüaların miqdarı yarpaqlarını tökən meşələrdə iynəyarpaqlı meşələrə nisbətən daha aşağı olur. Lakin bu hal mövsümlərə görə dəyişir. Bu, işığın xüsusi bir forması olub, bitki boşluqları arasından sızan və birbaşa gələn günəş işığıdır. Belə işığa «*günəş ləkəsi*» deyilir.

Sulu mühitdə işıq şüaları əks olunur və udulur. Burada suyun dərinliyi və bulanıqlığı mühüm rol oynayır. Məsələn, təmiz suda infraqırmızı işıq azalır, mavi işıq isə çoxalır. Əgər hər hansı bir mühitdə üzvü maddə və digər birləşmələr olarsa, o zaman mavi dalğa uzunluqlu işıqda azalma müşahidə ediləcəkdir.

Əgər həmin şəraitdə bitən yosun və ya digər bitkilər olarsa, mavi işıqda azalma bir az da artacaqdır. Bu prosesə əsasən yosunların koloniya və ya hüceyrə ölçüləri, onların pigmenti-

nin miqdarı və mövsüm təsir edir. Yosun olan göllərdə, qırmızı dalğa uzunluqlu işıq nisbətən, mavi dalğa uzunluqlu işıq daha azdır. Stavy və başqalarına görə bitkilərdə mavi işıq udan qəbuledicilər olur. Bu qəbuledicilər karotenoidlər, flavin və flavin-sitokrom qarışığı ola bilər [118]. Lakin bu prosesdə ən çox flavin iştirak edir.

Topoqrafiyanın təsiri – Şimal yarımkürəsində yerləşən cənuba baxan bir yamacda, yay aylarında şimala baxan yamacdan daha çox işıqlanma baş verir. Bu halda şimal yamacı, cənuba daha kiçik bucaqla baxır və daha az şüa alır. Şimal yarımkürəsinin cənuba baxan yamaclarında yüksək temperatur və işıqdan asılı olaraq, güclü buxarlanma müşahidə edilir və bunun nəticəsində də belə yamaclarda bitki örtüyü növ müxtəlifliyi baxımından az olur.

Gün növbələşmələrinin təsiri – Qışda günün batması və çıxması zamanı işıq intensivliyi zəif olur. Çünki işıq atmosferdə uzun məsafədən gəldiyi üçün çox miqdarı udulur. Bu səbəbdən işıq intensivliyi günorta zamanı maksimum, gün doğması və batması zamanı isə minimum olur. Günorta vaxtı günəş şüaları udulan enerjinin 8,3%-ni verir. Ancaq ekvatorda isə gün işığı yay və qış aylarında 12 saat udulur. Qütblərdə isə yayda günün uzunluğu 12 saatdan artıq olur, qışda isə azalır. Ay işığının bir çox toxumun cücərməsi, yarpaqlarda nişasta hidrolizinin sürətləndirilməsi, paxlalılarda yarpaq hərəkəti kimi hadisələrdə mühüm rol oynadığı məlumdur.

Quercus macrantera və *Pinus eldarica* olan bitki qruplaşmalarında kölgə və günəşli yerlərdə fərqli yüksəkliklər üçün işıq şiddətləri ölçüldüyündə bu fərqlər daha dəqiq nəzərə çarpır. *Quercus macrantera* ən yüksək işıq şiddəti kölgədə və günəşdə, 200 sm yüksəklikdə günorta saatlarında müəyyən edilmişdir. Kölgə ilə günəşli yerlərdə ən yüksək işıq intensivliyində olan fərq çox azdır. *Pinus eldarica*-da isə yenə kölgə və günəşdəki ən yüksək işıq intensivliyi *Quercus macrantera*-da olduğu kimi

müəyyən edilmişdir. Ümumiyyətlə, kölgədə işıqın intensivliyi daha zəif olur.

2.2.1.2. Işıq bitkilərin böyümə və inkişafına təsiri

Işıq bitkilərin həyatına müxtəlif yollarla təsir göstərərək onları nizamlayır. Işıqın bitkilərə ən əhəmiyyətli təsiri fotosintez prosesidir. Xlorofilli toxumalar işıq enerjisindən istifadə edərək sadə, aşağı enerjiyə malik qeyri-üzvü birləşmələrdən daha çox enerjili, mürəkkəb üzvi birləşmələri əmələ gətirirlər. Işıq yerə çox miqdarda gəlir, lakin bu enerjinin sadəcə 2-3 %-i fotosintez üçün istifadə edilir. Buna rəğmən işıq, ağacların kölgəsində və ya suyun altında məhdudlaşdırıcı təsire malikdir. Bu təsir altında olan şərait assimilyasiya və bitkinin inkişafı üçün əlverişli deyildir. Bitkilər işığa görə iki qrupa ayrılırlar (cədvəl 15).

Cədvəl 15. Işığa görə bitkilərin qruplaşdırılması

Işıq	Işıqsevən bitkilər (heliolit)	Obliqat (kölgədə çox çətin böyüyənlər)
		Fakültativ (kölgədə yaxşı böyüyənlər)
	Kölgəsevən bitkilər (siyolit)	Obliqat (ışıqda çox çətin böyüyənlər)
		Fakültativ (ışıqda yaxşı böyüyənlər)

Bitkilərdə assimilyasiya prosesində tənəffüs üçün lazım olan işıqın şiddəti, kompensasiya nöqtəsidir. Verilən istiqamətdə energetik işıq şiddəti 1/683 W/sr olan 540-1012 Hz tezlikli monoxromatik şüa buraxan mənbənin bu istiqamətdəki işıq şiddətidir. Assimilyasiya sürətinin tənəffüs sürətinə bərabər olduğu andakı işıq şiddəti kompensasiya nöqtəsi adlanır. Bu işıq şiddətində CO₂-nin alınması, onun xaric olmasına bərabər olur. Bitkilərin böyüməsi, ancaq kompensasiya nöqtəsini keçə bilən, işıq şiddəti zamanı müşahidə edilir. Buna görə də kompensasiya nöqtəsi bitkilərin böyüməsində mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bu nöqtədə bitkilərin quru çəkisi artmur.

Bitkiləri müxtəlif işıqlı şəraitlərdə məhdudlaşdıran səbəblər müxtəlifdir. Məsələn, bunlar günəşli şərait, bəzi hallarda yüksək istilik ehtiyacını ödəmək, çiçəklənməni sürətləndirmək, azot azlığını aradan qaldırmaq (kölgədə, parçalanma yavaş olduğu üçün azot birləşmiş halda qalır), ağızciq hüceyrələrini açmaq və s. xüsusiyyətlərdir.

İşıqsevən bitkiləri kölgədə yetişdirən zaman onun kölgə bitkilərinə xas olan yeni əlamətlər qazandığı müşahidə edilir. Belə bitki növlərindən olan *Atriplex triangularis*-i istər işıqlı, istərsə də kölgəli yerlərdə əkmək mümkündür. Yüksək işıq şiddətində bu bitkinin yarpaqlarında fotosintez prosesi sürətlə gedir. Işıq şiddəti azaldıqca fotosintez prosesinin sürəti də zəifləyir. Ancaq həqiqi kölgə bitkilərinin kompensasiya nöqtələri daha da aşağı olur. Bütün işıqsevən bitkilərin fotosintez prosesi zamanı işığa az və ya çox uyğunlaşması müəyyən edilmişdir. *Sorghum bicolor*, *Amaranthus retroflexus* kimi C₄ tipi bitkilərin Singh və b., C₃ tipi günəş bitkilərinə oxşadıqları göstərilmişdir [119, 120]. Kölgə bitkiləri fotosintez üçün lazım olan işıq şiddəti aşağı miqdarda olduğundan, yüksək işıq intensivliyi onlara mənfi təsir göstərir. Çünki bu bitkilərdə fotosintez üçün yüksək işıq şiddətindən istifadə etməsi və riboza-1,5-difosfat karboksilazanın səviyyəsini artırması zəifdir. Quşüzümü bitkisinin işıq şiddətinin artmasına paralel olaraq həm zülal sintezində, həm də riboza-1,5-difosfat karboksilaza miqdarında artım müşahidə edilir. Bunun əksinə olaraq bu cinsin kölgəsevən növlərində belə bir artım müşahidə edilmir. Digər tərəfdən, çiylək bitkisinde işığın şiddətinin artması fotosintez prosesinin sürətlənməsinə səbəb olur. Dəniz səviyyəsindən çox yüksək olan yerlərdə isə bu artım müşahidə edilmir. Mavi və qırmızı dalğa uzunluqlarında xlorofilin miqdarındakı artım ilə birlikdə işığın udulma miqdarında da artım (2-3%) olur. Lakin yaşıl və infraqırmızı dalğa uzunluqlarında belə bir artım müşahidə edilmir. Məsələn, 1m²-də 250 mq xlo-

rofilili olan açıq yaşıl bir yarpaq, 550 nanometr dalğa uzunluğunda gələn işığın 60%-ni udduğu halda, 1m²-də 750 mq xlorofilili olan tünd yaşıl bir yarpaq, eyni dalğa uzunluğunda gələn işığın 82%-ni udur. Açıq və tünd yaşıl yarpaqlar, 400-700 nanometr dalğa uzunluqları arasında olan işığın, 73% və 87%-ni udurlar. Tüklü yarpaqlar isə işığın udulma prosesinə mənfi təsir göstərir. Belə ki, qatırquyruğu cinsinə aid olan növlərin tüklü yarpaqları, eyni dalğa uzunluqlarında, tüksüz yarpağa nisbətən 50%-ə qədər az işıq udur.

İşıqsevən bitkilərdə (heliofit) xlorofilin miqdarı sabit qalmağa meyllidir. Lakin kölgədə, xüsusən gənc yarpaqlarda xlorofilin miqdarında əhəmiyyətli dərəcədə azalma baş verir. Kölgəsevən bitkilərdə (siyofit) xlorofilin miqdarı, yüksək işıq şiddətində heliofitlərinki qədər olur. Xlorofilin yüksək miqdarı isə tropik meşələrdəki həmişəyaşıl kölgəsevən bitkilərdə müşahidə edilmişdir. Siyofitlərdə xlorofilin miqdarının yüksək olması, xloroplastlarda daha çox qranların olması ilə əlaqədardır. Kölgəsevən bitkilərdə sarmaşan və dırmaşan bitkilərdə olduğu kimi çox işıqlı yerlərdə xlorofil miqdarında bir azalma, fotosintez prosesinin gedişində isə bir uyğunsuzluq əmələ gəlir.

Kölgədə yaşayan bitkinin məhsuldarlığına təsir edən ən mühüm faktorlardan biri bütün yarpaq sahəsinin işığa doğru yönəlməsidir.

İşıqsevən və kölgəsevən bitki növlərində fotosintez prosesi zamanı baş verən dəyişikliklər, həmin bitkilər arasında mühüm fərq yaratmır. Burada iştirak edən əsas amil, assimilyasiya zamanı aktiv olan yarpaqların faizlə miqdarının çoxluğudur. Şəkər və nişasta kimi assimilyasiya məhsullarının azalması hər hansı bitki növündə yarpaq sahəsinin 20% artmasına səbəb ola bilər. Bu zaman ötürücü toxuma, hüceyrə divarları və epidermisdə bir sıra dəyişikliklər meydana gəlir.

Kölgəli yerlərdə mexaniki güc və suyun hərəkət sürəti zəif-

dir. Kölgənin təsiri ilə ümumi quru maddə artımı meydana gəlmə prosesi aktivləşir. Lakin evkalipt bitkisiində bu proses baş vermir. Ancaq bu vəziyyəti bütün bitki növlərinə aid etmək olmaz. Belə ki, kölgəyə davamlı qırmızı ağcaqayın və az davamlı olan qırmızı palıd növlərində işıq şiddətindəki azalmaya paralel olaraq, yarpaq sahəsində bir artım müşahidə edilir [92]. Işıqsevən günəbaxan bitkisi kölgənin təsiri altında olanda onun yarpaq səthi kiçilir. Günəbaxan bitkisiində 22% işıqlanma zamanı bitkinin yarpaqlarının kütləsi artır, lakin 5 % işıqlanma zamanı isə yarpaqların kütləsində 75%-ə qədər azalma müşahidə edilir.

Eyni bir növün fərdləri, məsələn, pambıqda olduğu kimi müxtəlif işığın təsiri altında olanda həmin bitki fərdlərində xlorofil miqdarında və fotosintez prosesində dəyişikliklər əmələ gəlir [104]. Lakin ümumi olaraq işıqsevən bitkilərdə assimilyasiya zamanı yarpaqlar arasında müşahidə edilən fərqlər xlorofilin miqdarı ilə əlaqədardır.

İşığın şiddəti yarpağın quruluşuna da təsir göstərir. Belə ki, yarpağın ümumi çəkisi artır, epidermis, ötürücü toxuma və parenxima daha da yaxşı inkişaf edir. C₃ tipli bir bitkinin işıq düşən yarpağının mezofilində yaxşı inkişaf etmiş sütunvari parenxima yerləşir və onun içində uzun sütunşəkilli çoxlu hüceyrələr olur. Bunun əksinə olaraq tipik kölgə bitkilərinin yarpaqlarında mezofil hüceyrələri dairəvi və ya nizamsız şəklində yerləşir və yarpaqda olan ümumi hüceyrələrin sayı işıqsevən bitkilərin yarpağındakı sayə nisbətən daha azdır. Bəzi bitki növlərində assimilyasiya ilə xüsusi yarpaq çəkisi, böyümə prosesində günlük şüa axını ilə birlikdə, xətti bir artım göstərir. Bəzi növlərdə bu təsir mexanizmi eyni olduğu halda, bəzilərində isə assimilyasiya prosesinə işıq şüaları daha çox təsir edir. Çiyələk və soya bitkilərində yarpaq çəkisinin artmasına paralel olaraq assimilyasiya zamanı artım müşahidə edilməmişdir. Əksinə, yüksək işıqlanma zamanı assimilyasiyada

azalma müşahidə edilmişdir. Bu prosesin kölgəsevən bitkilər üçün əhəmiyyəti vardır. Yarpaq mezofilinin qalınlığının artmasına paralel olaraq, hüceyrənin ölçüsü və forması dəyişməzsə, o zaman mezofilin həcmi və yarpaq sahəsinin ölçüsündə bir artım müşahidə ediləcəkdir.

Yarpağın inkişafı zamanı mezofilin qalınlığının artması, işığın şiddətinin artmasına paraleldirsə, o zaman mezofilin üst hissələrindəki hüceyrələrin uzanması və hüceyrə sayının artması müşahidə ediləcəkdir. Bu hüceyrələrin uzanması C₃ bitkilərinin assimilyasiya yarpaqlarına xas olan sütunvari parenximanın yaranmasına səbəb olacaq və bu bitkilərdə hüceyrəarası boşluqların nisbəti aşağı olacaqdır. Xardal bitkisiində işıq şiddətinin artmasına paralel olaraq assimilyasiya yarpaqlarındakı hüceyrənin ölçüsü, kölgə yarpaqlarındakılara nisbətən daha böyük olur.

Bu vəziyyəti daha aydın şəkildə birhüceyrəli yosun olan *Scenedesmus*-da müşahidə etmək mümkündür. Bu yosunda orta hüceyrə böyüklüyündə işıq şiddətinin artmasına paralel olaraq hüceyrə böyüklüyü 50 %-ə qədər arta bilər.

Yüksək işıqlanma zamanı quruda bitən bitkilərdə boy artımının zəifləməsi və xlorofilin itkisi baş verir. Belə bir halı suya həssas kölgəsevən bitkilərdə müşahidə etmək olar. Quruda kölgəsevən bitkilərin də yarpağın üst hissəsində olan sütunvari hüceyrələrdə xlorofil itkisi müəyyən edilmişdir. Əgər hər hansı bir bitki aşağı temperaturda və yüksək işıq intensivliyində qalarsa, bu zaman assimilyasiya prosesində müəyyən çatışmazlıq müşahidə ediləcəkdir. Pawles və Thorne-yə görə paxlalı bitkilərin tam günlük işıq şiddətinin 4 % təsiri altında olarsa, o zaman 5-10 dəqiqə ərzində assimilyasiya prosesində müəyyən azalma olacaqdır [108]. Zəif işıqda inkişaf edən yarpaqlar anidən qüvvətli işıq altına keçirilsə, bu zaman işıq ilə əlaqəli proseslərdə dəyişiklik baş verir. Təbiətdə böyük ehtimalla yüksək işıq şiddətinin və ya güclü süanın təsirindən yar-

paqların qorunması üçün qəbul edilən enerji parçalanır. Həmçinin bu prosesə digər çevrilmələr də təsir edir. Günəş və kölgəli mühitdə işıq intensivliyi əsas faktordur. Lakin burada suyun da müəyyən rolu vardır. Işıqlı yerdə kifayət qədər su olduğu zaman burada olan kölgəsevən bitkilərdə işıqlanma prosesində zəifləmə müşahidə edilmir. Lakin kök sisteminin ətrafında rütubətin miqdarı azalarsa, o zaman işıqlanma prosesi zəifləyir. Bitkilər assimilyasiya prosesi zamanı işığa ehtiyac duyduqlarından kölgə həmin bitkilərin böyümə və inkişafı üçün uyğun bir şərait deyildir.

İşıqsevən bitkilər kölgəli yerlərdə aşağıda qeyd edilən uyğunlaşma əlamətləri göstərilir.

Kölgəsevən bitkilər zəif işıq şiddətində xlorofil miqdarını artırmaq xüsusiyyətinə malikdirlər. Bu bitkilərinin günəş altında zəif inkişaf etmələrinin səbəbi həmin bitkilərdə olan bir sıra pigmentlərin zədələnmələri ilə əlaqədardır. Həmin bitkilər günəş altında daxili su tarazlığını tənzimləyir, ağzıqlarının ağzını bağlayır və fotosintez prosesini zəiflədirlər. Işığın şiddəti zəif olduğu zaman bitkilərin yarpaqların ölçüsü artır, onlar daha incə və iri səthə malik olurlar. Həmçinin bu bitkilərin yarpaq hüceyrələrində olan antosian pigmenti, yarpaqların səthinə düşən günəş şüalarını udmayıb, onları əks etdirir.

İşıqsevən bitkilərdə assimilyasiya miqdarının yarpaq sahəsinin böyüklüyündən daha əhəmiyyətli olduğu müəyyən edilmişdir. Bir bitkinin quru kütləsindəki artımını aşağıdakı kimi qeyd etmək olar.

$$\text{Quru çəki artımı} = \frac{\text{təmiz assimilyasiya miqdarı}}{\text{vahid yarpaq sahəsi}} \times \frac{\text{ümumi yarpaq sahəsi}}{\text{bitkinin ümumi sahəsi}}$$

Kölgəsevən bitkilərində yarpaq sahəsinin artması zəif assimilyasiya miqdarını tənzimləyir. Hər hansı bir kölgəsevən bitki günəş düşən işıqlı yerlərdə az da olsa optimum bir quru çəki yığa bilir.

Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, kölgəsevən bitkilərdə yarpaqlar tez əmələ gəlir. Ağac bitkilərinin kölgəsində bitən ot növlərinin yarpaqları, ağacların yarpaqlarından əvvəl meydana gəlir. Ağac altında olan bu ot bitkiləri həyat tsikllərinin ayrı-ayrı mərhələlərini qısa zaman daxilində tamamlamağa çalışırlar. Bu prosesdə suyun da böyük təsiri vardır. Bəzən *Cannabis sativa* və s. bitkilər üzərində qış aylarında yarpaqların olduğu müşahidə edilmişdir [115].

İşıq amili bitki örtüyündə, həmin bitkilərin yarpaq düzülüşündə, rütubətli bölgələrdə isə bitkilərin təbəqələşməsində mühüm rol oynayır. Belə bitki qruplarında edifikator növlər daha çox yer tuturlar və onlar işıqdan maksimum dərəcədə istifadə edirlər.

Tropik meşələrin birləşməsi, təbəqələşməsi, həyat formaları, işıq şiddətinə görə tənzimlənir. Belə meşələrdə böyük ağaclar daha çox, kiçik olan ağaclar isə daha az işıq alırlar. Belə bitki qruplarında olan taksonlar işığın şiddətinə görə uyğunlaşma əlamətləri qazanmışdılar. Lianlar işıq ehtiyaclarını ödəmək məqsədilə bitkinin üst hissələrinə qalxır. Çoxyaruslu meşələrin alt yaruslarında sadəcə işığın miqdarı zəif olmayıb, işığın xüsusiyyəti də dəyişir. Çünki yarpaq örtüyü arasından sadəcə müəyyən dalğa uzunluqlu işıqlar keçir və bunlardan bəziləri seçilib udulur. Zəif işıq şiddəti, temperaturdakı dəyişmələr və küləyin sürəti, metabolik proseslərə böyük təsir edir. Su şəraitdə işıq şiddətinin səbəb olduğu təbəqələşmə prosesi diqqəti daha çox cəlb edir. İşığın şiddəti suyun dərinliyindən asılı olaraq sürətli şəkildə azalır. Göllər, su anbarları və hovuzlarda bitkilər işıq amilinə görə nizamlanır. Bitkilərin işıq şiddətinin dəyişmələrinə görə həyat formalarının ekoloji

uyğunlaşmaları sulu mühitdə diqqəti cəlb edir. Belə ki. bataqlıq yerlərdə bitən qamuş, suyun dayaz yerlərində olan suya batmış növlər, bir az dərinədə üzən növlər, yarpaqlı, kökü olan növlər və dərinədə yaşayıb sərbəst su üstündə olan növlər işıq şiddətinə görə uyğunlaşma əlamətləri qazanmışlar. Suda yaşayan fitoplanktonlar suda yuxarıdan aşağıya doğru hərəkət edir və gün ərzində işıq şiddətinə görə öz yerlərini nizamlayırlar. Sənaye bölgələrində ya da dumanın çox olduğu sahələrdə işığın şiddəti aşağı düşür. Atmosferdəki duman və toz hissəcikləri bitkilərin yarpaqlarının səthini örtərək, onlara təsir göstərir. Işıq, ağızcıqların açılıb bağlanmasına təsir edir və bu yolla bitkilərlə atmosfer arasında CO_2 və O_2 balansını tənzimləyir. Işığın təsiri ilə bitkinin ümumi məhsuldarlığından asılı olan maddələr mübadiləsi tənzimlənir. Bununla yanaşı olaraq ağızcıqların açılıb bağlanması və quttasiya prosesi də nizamlanır. Yuxarıda da qeyd edildiyi kimi təbii şəraitdə işığın şiddəti (xüsusən tropik bölgələrdə), bitkilərin optimal ehtiyaclarından daha önəmlidir. Buna görə də kölgədəki bir ağacın alt yarpaqları assimilyasiya prosesini yüksək aktivliklə aparır. Lakin yüksək işıq şiddəti bir çox bitki növü üçün zərərlidir. Yüksək günəş altında sütunvari toxuma hüceyrələrində xloroplastlar şaquli olaraq divar boyunca düzülmüşdür. Buna görə də xloroplastlar yüksək işıq şiddətindən qorunurlar. Çünki işıq həmin xloroplastlara müəyyən bucaq altında bir tərəfdən düşür. Fitoplanktonlar və ya mikroskopik su bitkiləri günəşin çox yüksək şüalarından qorunmaq üçün suyun aşağı hissəsinə doğru hərəkət edirlər. Çünki birbaşa təsir edən günəş şüaları bitkilərin qızmasına səbəb olur ki, bu da bitkilərin həyatına mənfi təsir edir. Bitkilər təbii şəraitdə işıq enerjisinin yalnız 2%-ini istifadə edir. Bu zaman digər amillər limitləyici hala keçir. Işıqsevən bitkilər bəzi ümumi morfoloji, anatomik və fizioloji xüsusiyyətlərə malikdirlər. Belə bitkilərdə, gövdələr daha alçaq və sərt gövdəli, çox budaqlı, buğumlararası çox

qısa, yarpaqlar kiçik və incə olub, bir-birinə yaxın düzülmüşdür. Belə bitkilərdə ağzıqlar kiçik olur.

Bundan əlavə işıq amili toxumun cücərməsi, yarpağın tökülməsi, çiçəklənmənin başlaması kimi bir çox bitki funksiyalarını tənzimləyir. Məsələn, bəzi bitkilərin toxumları qaranlıqda, bəzilərinin işıqda, bəzilərinin isə həm qaranlıqda, həm də işıqda cücərir. Işıqsevən bitkilər bir sıra xüsusiyyətlərə malikdir.

Morfoloji xüsusiyyətlər – Belə bitkilərin kök sistemi uzun olub, yan köklərinin sayı çoxdur. Belə bitkilər zəif inkişaf etmiş ksilemaya və digər toxumalardan ibarət olan yoğun gövdəyə malikdirlər. Bu bitkilərdə gövdə çox budaqlanmış və buğumlararası sahə qısa olur. Işıqsevən bitkilərdə yarpaqlar sadə və kiçik olub, yarpaq damarları nazikdir. Bu bitkilərin yarpaqlarında olan ağzıqlar bir-birinə yaxın olub kiçikdirlər.

Xloroplastlar kiçik ölçüdədir və sayları çox olur. Yarpağın üst hissəsində olan, mezofili əmələ gətirən toxuma (polizat) yaxşı, yarpağın alt hissəsində olan seyrək hüceyrəli xlorofili az süngər toxuma isə zəif inkişaf etmişdir. Belə bitkilərin hüceyrə divarları və kutikula təbəqəsi qalın, mezofil hüceyrə divarları isə bəzən az qıvrılmış olur. Paxlalı bitkilərin kök yumrucuqları iri olub, çox saydadır.

Fizioloji xüsusiyyətlər – Işıqsevən bitkilərdə xlorofilin miqdarı az, karotenoidlər çox, yarpaqlar yaşılmtıl sarı rəngdə olur. Bu bitkilərdə assimilyasiya sürəti zəif, tənəffüs sürəti isə yüksək olur.

Quru çəkisinə görə suyun faizlə miqdarı az, quttasiya miqdarı yüksəkdir. Belə bitkilərdə məhsuldarlıq, osmotik təzyiq, şəkərin miqdarı, karbohidratın azota olan nisbəti, çiçəkləmə və meyvə vermə, istiliyə və quraqlığa davamlılıq yüksək, hüceyrə möhtəviyyatının pH-ı və kaliumun miqdarı isə az olur.

Yuxarıda qeyd edilən bitkilərin morfoloji və fizioloji xüsusiyyətləri eyni şəraitdə bitən kölgə və işıqsevən bitkilərin fərqi

ləndirilməsində mühüm əhəmiyyətə malikdir. Əmələ gələn bu fərqliliklər helioplast və heliomorf olaraq adlanır.

2.2.1.3. Fotoperiodizm və fotomorfogenez

Gecə və gündüzün uzunluğu, bitkilərdə yarpaq tökmə və çiçəkləmə proseslərini tənzimləyir. Bundan başqa günün uzunluğu vegetativ orqanların anatomik quruluşu və böyüklüyünə, budaqlanma, yarpaq parçalanması, parazitlərə qarşı həssaslıq, piqmentləşmə, cücərmə, qida ehtiyacı kimi proseslərə də təsir edir. Bu hadisəyə *fotoperiodizm* deyilir. Çiçəkləmə ilə əlaqədar olaraq fotoperiodik davranış göstərən bitkilər, qısa gün və uzun gün bitkiləri olmaqla iki yerə ayrılır. Bir gün ərzində işıq və qaranlıq müddətinin uzunluğuna qarşı eyni fenoloji davranış göstərən bitkilərə neytral bitkilər deyilir. Fotoperiodizm ya da gün uzunluğu mövsümlərə görə dəyişir və bu dəyişmənin dərəcəsi paralellər ilə əlaqədardır. Ekvatordan şimala ya da cənuba doğru getdikcə, yay günləri 12 saatdan uzun, gecələr isə qısa olur. Qış fəslində isə bu proses tam əksinə olur. Çiçəkləmə prosesinin fotoperiodik səviyyəsinin, əsasən gecə uzunluğu tərəfindən nəzarət edildiyi müəyyən edilmişdir. Burada günün uzunluğunun elə bir təsiri yoxdur. Lakin bu fikrə baxmayaraq fotoperiodizm ifadəsi istifadə olunur. Müxtəlif növlərin fərqli kritik fotoperiodları vardır və bu taksonların əksəriyyətində gün uzunluğunun müddəti 11-14 saat, qaranlıq müddəti isə 10-13 saat arasında olur. Fotoperiodizm də kritik fotoperiod açar kimidir. Işıqlanma prosesi 12 saatdan çox olduqda bəzi bitki növlərində çiçəkləmə prosesi gec başlayır və ya heç başlamır, belə bitkilərə qısa gün bitkiləri deyilir. Belə bitki növləri günün qaranlıq mərhələsində çiçəkləyirlər. Bu növ bitkilərdə qaranlıq mərhələsinin vaxtı lazım olduğundan az olarsa, o zaman çiçəkləmə prosesi baş vermir. Bu zaman vegetativ orqanlar yaxşı inkişaf edir. Digər halda, yəni işıq-

lanma 12 saatdan az olan zaman bəzi bitki növlərində çiçəkləmə prosesi gec baş verir və ya baş vermir, belə bitki növlərinə uzun gün bitkiləri deyilir. Bitki növləri gün uzunluğunun kritik vəziyyətdən üstə və ya altı olduğu zaman çiçəkləyir. Bitki taksonları üçün 12 saatlıq müddət əhəmiyyətli deyildir.

Müxtəlif coğrafi bölgələrdə yayılmış olan bitkilər özlərinin təkamül tarixləri boyunca yaşadıkları yerin işıq müddətinə görə ekoloji olaraq uyğunlaşmışlar. Hətta bir növ daxilində, məsələn, bağayarpağı (*Plantago lanceolata* L.) və s. növlərdə olduğu kimi fotoperiodik olaraq ekoloji irqlər yaranmışdır. Müxtəlif şəraitlərdə işığın təsirlərinə qarşı bitkilərin verdiyi cavab reaksiyalarının ekoloji baxımdan tədqiq edilməsi, təcrübə işlərdə mühüm əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, noxud bitkisinin (*Piper betle* L.) yarpaq məhsulunu süni yolla yaradılmış kölgəli yerlərdə alırlar. Bu şəraitdə olan noxud bitkisinin yarpaq ayası böyüyür və xlorofilin miqdarı azalır. Bitkilərin günün uzunluğuna qarşı göstərdiyi reaksiyaların tədqiqinin nəticələrindən bir sıra praktiki işlərdə istifadə olunur və müsbət nəticələr əldə edilir. Dəniz səviyyəsindən çox yüksək olan yerlərdə bitən bəzi dekorativ ot bitkiləri mədəni şəraitdə yetişdirilir. Çünki bu mövsümdə bitkinin çiçəkləməyə başlaması üçün qaranlıq mərhələnin müddətini lazım olan qədər uzatmaq mümkündür. Qısagün bitkisi olan şəkər qamışında karbohidrat almaq üçün vegetativ orqanların inkişafı önəmli olduğundan, qaranlıq mərhələ bir neçə dəqiqəlik işıq mərhələsi ilə əvəz olunarsa, o zaman bitkidə çiçəkləmə prosesi dayana bilər. Eyni vəziyyəti bütün bitkisiində də müşahidə etmək mümkündür. Qısagün bitkiləri olan soğan və çuğundur 12 saatdan artıq gün uzunluğunda yetişdirilən zaman daha iri yeraltı orqanları əmələ gəlir. Bu halı kartof bitkisiində də müşahidə etmək mümkündür. Quru mühitdə ən yüksək infraqırmızı şüa gün işığında olur. Floresans işığı tam gün işığı deyildir. Elektrik lampaların işığı isə zəif kölgə işığı ilə eynilik təşkil

edir. Praktiki şəraitdə floresans maddələr yanında közərən işıqdan istifadə edilməsi zamanı yaxşı nəticələr əldə etmək mümkündür [46]. Lobyə və günəbaxan bitkilərinə 8 saat ağ işıq verdikdən sonra, 5 dəqiqə infraqırmızı işıq verildiyi zaman həmin bitkilərdə buğumlararası sahə 400%-ə qədər uzanır. Həmin bitkilərə sonra 5 dəqiqə qırmızı işıq verilərsə, o zaman böyümə dayanır. Təbii şəraitdə bitkilərin kölgələnməsi zamanındakı işığın təsiri, gün batması zamanındakı infraqırmızı işığın təsiri ilə eynidir. Lakin Morgan və Smith-ə görə yuxarıda qeyd edilən bitkilərdə buğumlararası sahənin uzanmasının 80%-i 16 saatlıq fotoperiod zamanı təsir edən gündüz işığından asılıdır [99]. 15 dəqiqəlik qırmızı və infraqırmızı işığın təsiri bitkilərin gövdələrinin uzanması üçün ekoloji baxımdan xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Lakin istilik və rütubətin dəyişməsi, bitkilərin işığa verdiyi cavab reaksiyalarını dəyişdirir. Bu prosesdə bitkinin yaşı da mühüm rol oynayır. Qırmızı və infraqırmızı işıqda 5 günlük bir tingin yarpaq saplağı böyüdüüyü halda, 35 günlük bitkilərdə isə belə bir hal müşahidə edilmir. Beş həftəlik pomidor bitkisi qırmızı işıq altında 15 dəqiqə qalarsa, o zaman morfoloji orqanlarının inkişafında müsbət dəyişikliklər müşahidə ediləcəkdir. Kölgəsevən bitkilərinin çoxu apikal tumurcuğun inkişafı ilə əlaqədar boy atırlar. Bunun əksinə olaraq, açıq sahələrdə olan bitkilər isə daha çox yanlara doğru budaqlanırlar. Bu prosesdə qırmızı və infraqırmızı şüalar mühüm rol oynayır. Belə ki, gün batdıqda tütün və ya pomidor bitkiləri qırmızı və ya adi elektrik lampaları altında qısa müddətdə qalarsa, o zaman qoltuqaltı tumurcuqların böyüməsi bir az çətinləşir. Süni yaradılmış kölgəli mühitdə apikal tumurcuğun boyatma prosesində əsas rolu ilə bağlı bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır. Bu prosesdə işığın intensivliyinin mühüm rolu olmadığı qeyd olunmuşdur [99]. Kölgəli yerlərdə qoltuqaltı tumurcuqlar zəif inkişaf edərsə, o zaman ehtiyat qida maddələrinin böyük bir hissəsi gövdənin böyümə-

sində istifadə olunacaqdır. Floresans işıq bitkinin təpə tumurcuğunun inkişafına mənfi təsir göstərmədiyi halda, adi elektrik lampalarının közərmis işığı apikal tumurcuğun inkişafına mənfi təsir edir. Lakin bu hal, ancaq ilin müəyyən mövsümlərində mümkündür və bunun ekoloji əhəmiyyəti böyükdür. Su bitkilərin bəziləri (*Marsilia vestita*) infraqırmızı işıqdan sonra ağ işıq altında qaldıqda bitkinin vegetativ orqanlarının havada qalan hissəsi sürətli inkişaf edir. Bodkin və b. isə infraqırmızı işığın bəzi bitki növlərində heterofilya prosesinə təsir etdiyini müəyyən etmişdir [58].

Xlorofil və fitoxrom yaşıl bitkilərdə mavi işığı absorbsiya edirlər. Əgər bitki uzun zaman qısa dalğa uzunluqlu işıq altında qalarsa, o zaman buğumlararası sahənin inkişafı qırmızı və mavi işıqdan asılı olur. Son zamanlarda yerinə yetirilən tədqiqat işlərində cavan xiyar şitillərində bir-birindən fərqli olan iki işıq qəbuledicisi müəyyən edilmişdir. Həssaslıq sahələri fərqli olan mavi və qırmızı işıq qəbulediciləri xiyar bitkisinin şitillərində hipokotilin böyüməsinə mənfi təsir edir. Buna bənzər tədqiqatlar kəh və pomidor bitkilərinin şitilləri üzərində də aparılmışdır. Günəbaxan bitkisinin fototropizm hadisəsində, mavi işığın sarı rəngli pigmenti olan flavinin əsas rol oynadığı müəyyən edilmişdir. Ancaq ekoloji tərəfdən bu hadisə tam olaraq izah edilməmişdir. Bir çox bitkilərdə ağ işıqla yanaşı, infraqırmızı işıq da verildiyi zaman çiçəklənmə müddətinin qısaldığı müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda ağızcıqların açılması, xloroplastların yerləşmə şəkilləri və bitkinin sakitlik (dormansi) prosesində işığın rolu olduğu qeyd edilir. Hələlik bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri yetərli deyildir.

2.2.2. Fitosenozda istilik faktoru

Günəşdən gələn infraqırmızı şüalar torpaq səthinə çatdıqdan sonra, qırılaraq əks olunur və istilik enerjisinə çevrilir.

Geriyə əks olunan bu dalğalar qızdırıcı təsirə malikdir. Buna görə də torpağa yaxın olan hava mülayim, daha yuxarı hissələr isə sərin olur. İstilik kalori ilə ölçülür. 1 qr suyun temperaturunun 1°C yüksəldilməsi üçün lazım olan istilik bir kaloriyə bərabərdir. Yay və qış mövsümlərində istiliyin ritmik dəyişməsi müşahidə edilir. Əsasən bitkilər üçün əhəmiyyətli olan və ekoloqları maraqlandıran, bitkilərin yetişmə yerindəki istilik miqdarı deyil, onun xüsusiyyətidir. Temperaturun dəyişməsinə səbəb olan amillərdən biri torpağın strukturu və rəngidir. Açıq rəngli, cılpaq torpaqlar istiliyi çox qüvvətli bir şəkildə əks etdirir, halbuki tünd rəngli torpaqlar və bitki örtüyü istiliyi daha çox udduğu üçün burada temperatur yüksək olur. Bunun kimi çınqıllı və ya bərk torpaqlar, infraqırmızı şüaları, yumşaq torpaqlara nisbətən daha yaxşı əks etdirirlər. Rütubətli torpaqlarda və bataqlıqlarda hava boşluğu az olduğu üçün, belə yerlərdə yay mövsümündə torpaqlar nisbətən sərin olur. Yay aylarında mülayim iqlimi olan bölgədə birbaşa yerə çatan günəş şüalarının miqdarı $36,5 \text{ kkal/sm}^2$ -ə bərabərdir. Bir günlük günəş şüalarının miqdarı isə orta hesabla 300 kal-ə bərabər olur. Torpağın istilik keçirməsi, onun quruluşu və orada olan suyun miqdarından asılı olaraq dəyişir. Qurumuş yarpaqlar və quru yosunları ilə örtülü meşələrdə temperatur yüksək olduğu üçün meşə altında olan bitkilər tez çiçək açır. Məsələn, əsmə (*Anemone* L.), qaymaqçıçəyi (*Ranunculus* L.) cinslərinə aid olan bəzi növlər tez çiçək açırlar. Bitki örtüyünə günəş şüaları fərqli intensivlik və xüsusiyyətilə təsir edir. Bir metr yüksəkliyində bitki örtüyü olan sahə ilə bitkisiz bir sahəni istilik baxımından müqayisə etdikdə, bitki örtüyünə düşən günəş şüalarının 50 sm yüksəkliyə qədər zəifləmədiyi müəyyən edilmişdir. Buna görə də bitki örtüyü olmayan torpaq səthindəki istiliyin təsiri bitki örtüyü olan torpaq səthindən fərqlənir. Bitkilərin boyu uzandıqca istiliyin maksimum təsiri bitkinin təpə hissəsində olur. Bitki ilə istilik əlaqələri tacın ən üst hissə-

sində müşahidə olunur. Gecə ilə gündüz arasında istiliyin paylanması fərqlilik mövcuddur. Gecə vaxtı bitki örtüyündə ən çox istilik itirən hissə onun üst təbəqəsi olur. Çünki soyuq hava isti havadan ağır olduğu üçün aşağıya doğru enir və torpaq səthinə yaxın hissədə ən az istilik müşahidə edilir. Bitki örtüyü seyrək olduğu zaman işıq şüaları öz şiddətini itirmədən torpağa qədər çatır. Meşə sahələrində isə istiliyin paylanması bir qədər mürəkkəbdir. Gündüz zamanı meşədə ağacların çətinin üst hissəsi günəş şüalarının təsirindən qızır və bu hissə ən aktiv bölgə olaraq qəbul edilir.

İynəyarpaqlı meşədə yay aylarında günlük istilik dəyişmələri 3-4°C olarsa, enliyarpaq meşələrdə isə istilik dəyişmələr 5-6°C arasında olur. Ümumiyyətlə, meşə sahələrində istilik dəyişmələri bitki qruplaşmalarına bağlı olaraq dəyişir. Yəni bitki örtüyü sıx olanda istilik dəyişmələri azalır, bitki örtüyü seyrək olan zaman isə istilik dəyişmələri artır.

2.2.2.1. İstiliyin bitki örtüyünə təsiri və termoperiodizm

Bir sıra bitki növləri müxtəlif temperaturdakı istiliyə uyğunlaşma xüsusiyyətləri qazanmışdır. Hər hansı bir növ üçün uyğun olan istilik digər bir növ üçün uyğun olmaya bilər. Belə ki, nisbətən soyuq olmayan bölgələrdə qısa müddətli şaxta pomidor, kartof və s. bitkiləri məhv edir. İsti və soyuq havalar, torpaqda olan yüksək istilik bir sıra bitkilərə zərər verir. Bəzi bitki növləri belə əlverişli olmayan amillərə qarşı uyğunlaşma əlamətləri qazanmışlar. Şaxtalı havalarda bir sıra bitki növləri sükunət (dormansi) halına keçir və onlarda metabolizm prosesi zəifləyir. Temperaturun aşağı düşməsi inkişafda olan tumurcuqlara mənfi təsir göstərir. Lakin həddindən artıq soyuğa uyğunlaşmış bitkilərdə hüceyrə şirəsi qatılaşdığı halda, həmin bitkilər məhv olurlar. Mülayim iqlimi olan yerlərdə qış aylarında su mühitində olan bəzi bitkilərin kök yumruları

və zoğları sükunət halında olur. Yazda isə temperaturun artması ilə əlaqədar həmin bitkilərdə bioloji proseslər aktiv hala keçir. Uzunmüddətli şaxtalı günlərdə bir sıra bitki növlərində zülalların quruluşunda dəyişiklik baş verir və protoplazmanın su itirməsi nəticəsində bitki məhv olur.

İynəyarpaqlı bitkilərdə donma -4°C temperaturda baş verir. Bitkiləri şaxtadan mühafizə etmək üçün onların tez-tez sulanması məsləhətdir. Bu proses növün genetik quruluşu və fizioloji yaşına görə də dəyişir. Bitkilərin tədricən soyuğa davamlılığını artırmaq mümkündür.

Bir-birindən fərqlənən bitki növləri aşağı temperaturlarda müxtəlif davamlılıq xüsusiyyətinə malikdirlər. «Fizioloji donma davamlılığını» təyin etmək üçün aparılan müqayisəli tədqiqatlarda bitkilər 0°C -dən aşağı temperaturda 1,5 saat saxlanılır. Təcrübə bitkilərinin 50 %-nin həyatda qalmasına səbəb olan istilik, fizioloji donma davamlılığı istiliyi kimi qəbul edilir [14]. Bu temperatur bitkilərdə sabit olmayıb, mövsümlərə görə dəyişir. Bitkilər qışda daha aşağı temperaturlara davamlı olduqları halda, yazda tədricən yüksələn istilik şəraitinə uyğunlaşdıqları üçün şaxtaya qarşı davamlılıq azalır. Bitkilərin qışda heç bir zərər görmədən yaşadıkları temperatur dərəcəsi, yazda onlara öldürücü təsir göstərir. Payız aylarında temperatur aşağı düşdükcə bitkilərin donmaya qarşı müqaviməti artır. Bundan başqa, eyni bitkidə onun çox su saxlayan orqanları (gənc) yaşlı orqanlara nisbətən soyuğa daha az davamlıdır. İstilik bitkilərin böyümə prosesinə çox təsir edir. Heyvanlardan fərqli olaraq bitki orqanlarındakı istilik, ətraf mühit tərəfindən tənzimlənir. Temperaturun yüksəlməsi havanın buxar şəklində nəm tutma gücünü artırır. Bu da transpirasiya sürətinin artmasına səbəb olur. Bundan başqa, istilik bir çox fizioloji prosesləri nizamlayan fermentlərin fəaliyyətinə də təsir edir. Kimyəvi reaksiyalarda olduğu kimi istiliyin artması, bitkilərdəki biokimyəvi reaksiyaların sürətini də artırır. 10°C -

lik temperaturda reaksiya sürətinin miqdarı istilik faktoru (Q_{10}) adlanır. Fizioloji proseslərin maksimum aktivliyində olan istilik optimum istilik adlanır. Minimum, optimum və maksimum istiliklərə kardinal istiliklər deyilir. Bu istiliklər bitkinin növündən, orqanlarından və yaşından asılı olaraq dəyişir. Belə ki, qarpız, darı kimi bitkilər $13-17^{\circ}\text{C}$, lobyə, noxud kimi bitki növləri isə $3-6^{\circ}\text{C}$ temperatur arasındakı istiliyə ehtiyac duyurlar. Bəzi Arktik bölgə yosunları və ya quruda yaşayan yosunlar vegetasiya dövrlərini 0°C -dən yuxarı temperaturda davam etdirirlər. Bunun əksinə olaraq, bəzi termofil yosunlar isə 77°C -ə qədər olan isti sularda yaşayırlar. Bitkilərin əksəriyyəti isə ən yaxşı inkişaf və böyümə prosesini optimum 20°C -dən yuxarı temperaturda aparırlar. Bitki orqanlarının temperaturu ətraf mühitlə çox yaxın əlaqədədir. Hər hansı bir bitkinin kökləri ilə gövdəsi arasında diqqətə cəlb edən istilik fərqi müəyyən etmək mümkündür. Bitki köklərinin temperaturu onun bitdiyi torpaqla eyni dərəcədə olduğu qəbul edilir. Lakin bitkinin torpaq üstü hissələrində olan temperatur isə fərqli olur. Ot bitkilərində radiasiya, quttasiya və transpirasiya nəticəsində temperatur dəyişir.

Bitki yarpaqları üzərinə düşən günəş şüalarının təxminən 8-20 %-i əks olunmaqla itir. Digər hissəsi yarpaq tərəfindən udulur və istilik yaranır. Beləliklə, bitki ilə ətraf mühit arasında istilik mübadiləsi başlayır. Əgər günəş şüası intensivliyi yüksək, buxarlanma isə az olarsa, bitkilər ilə ətraf mühit arasında istilik mübadiləsi olmadığından, bitkinin səthi çox qızır. Bitki yarpaqlarının fərqli morfoloji quruluşa malik olması yarpağın qızma prosesinə təsir edir. Nazik yarpaqlar az, qalın yarpaqlar isə daha çox istiliyi qəbul edir. Ən yüksək temperatur sukkulent bitkilərdə olduğu müəyyən edilmişdir. Aparılan tədqiqatlarda dovşan kələmi (*Sedum* L.) cinsinə aid növlərin yarpaqlarında 50°C temperaturun olduğu müəyyən edilmişdir.

Bitkilər temperatura olan tələbatına görə 4 qrupa bölünür.

nürlər:

1. Hekistoterm qrupuna aid bitkilər buz və ya qarda yaşayırlar. Belə bitkilərə *Glodonium pascheri* yosununu misal göstərmək olar.

2. Mikroterm qrupuna isə soyuğa uyğunlaşmış bitkilər daxildir. Bu orqanizmlər 0-15°C temperatur arasında yaşayırlar. Mamırlar bu bitki qrupuna daxildir.

3. Mezoterm bitkilər 15-20°C arasında olan temperaturda yaşayırlar. *Quercus* L. cinsinə aid növlər bu qrupa daxildir.

4. Megaterm qrupuna daxil olanlar isə 20°C-dən yuxarı temperaturda yaşayırlar. *Hevea brasiliensis* (kauçuk) növü bu qrupa daxil olan bitkilərdəndir.

Eyni zamanda daha geniş temperatur sərhədləri daxilində yaşayan bitkilər *Euriterm* və çox dar istilik sərhədləri daxilində yaşayan bitkilər isə *Stenoterm* adlanır. Euriterm bitkilərə misal olaraq murdarçanı, gəndalaşı, stenoterm bitkilərə isə kauçuk ağacını misal göstərmək olar.

Günəşin çıxması və batması mühit amillərində bir sıra qarışıq və ritmik dəyişmələrin yaranmasına səbəb olur. Gündüz nisbi rütubət azalır, temperatur istilik və işıq artır, gecə isə bu proses tam tərsinə olur. Gün ərzində istənilən bir yerin temperaturu mütəmadi olaraq dəyişir. Bir çox bitkilərdə fenoloji proseslər, istilik dəyişmələrinin günlük ritminə uyğunlaşma əlaməti qazanmışdır. Bu kimi məlumatlar tətbiqi botanika sahəsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu səbəblə bütün bitkilər üçün mövsümi inkişaf ritminin tədqiqatçılar tərəfindən tədqiq edilməsi vacibdir. Bu prosesi öyrənmək üçün vegetasiya dövründə bitkilərdə gedən inkişaf və dəyişkənlik proseslərinin müəyyən edilməsi əhəmiyyətli bir məsələdir. Mövsümdən asılı olaraq bitkilərdə baş verən dəyişkənliklər aşağıdakılardan ibarətdir.

Bitkilərdə tumurcuğun şişməsi, tumurcuğun açılması, qönçələmə, çiçəklənmənin başlanması, yarpaqlama, meyvənin tutması, meyvənin yetişməsi, yetişmiş meyvələrin tökülməsi, yarpaq-

ların rənglənməsi, yarpaqların tökülməsi kimi proseslər vegetasiya dövrü ərzində bitkilərdə baş verən dəyişikliklərdir.

Mövsümdən asılı olaraq bitkilərdə baş verən dəyişikliklər ətraf mühitin iqlimindən çox asılıdır.

Ətraf mühitdə temperaturun dəyişməsi bitkidə vegetativ orqanların inkişafına təsir edir və bitkinin xarici görünüşünü dəyişdirə bilər. Bu hal xüsusən çiçəklənmə zamanı vegetativ orqanlarda diqqəti cəlb edir.

Temperatur, toxumlarda gedən sonrakı inkişaf mərhələlərinə də təsir edir. Belə ki, şaftalı toxumlarının rüseymlərindən şitillər əldə edilir. Ancaq bu şitillərin əksəriyyəti qısa və zəif olurlar. Əgər bu toxumlar aşağı temperaturda saxlandıqdan sonra əkilərsə, o zaman normal şitillər almaq mümkündür. Bu halda şitillərin normal inkişafı üçün ləpəyarpaqlarından çox, aşağı dərəcəli temperatur daha vacibdir.

Periodik temperatur dəyişmələrinə bağlı olaraq, mövsümü inkişaf ritminin nizamlanmasına *termoperiodizm* deyilir. Yəni termoperiodizm bitkilərin günlük temperatur dəyişmələrinə qarışı adaptasiya olmasıdır.

Hər hansı bir bitkinin böyümə və inkişafına gecə və gündüz temperaturu təsir edərsə, bu hadisə *termoperiodizm* adlanır. Məsələn, kartof yumruları gecə vaxtı aşağı temperaturda yaranır. Bir çox növün gövdəsinin uzanması və çiçəkləməsi termoperiodizm ilə əlaqədardır. Lakin bir çox növlərdə normal inkişaf üçün gecə və gündüzün dəyişkən temperaturu o qədər də əhəmiyyətli deyildir.

Lobyə, buğda, şəkər çuğunduru, yaşıl noxud, yulaf və s. bitkilər uzun sürən istilikdə normal inkişaf etdikləri kimi, dəyişkən gündüz və gecə temperaturlarında eyni qaydada inkişaf edirlər. Bu baxımdan, normal sabit istilik ilə müxtəlif termoperiodik istiliklər çox diqqətlə müqayisə edilməlidir.

Bitkilərin 1 sutka ərzində temperatur dəyişiklikləri baş verdiyi hallarda daha yaxşı inkişaf etdikləri müəyyən edilmişdir.

Ehtimala görə bu proses bitkilərin bioloji saati ilə əlaqəlidir. Əgər həm işıq, həm də istilik mütəmadi olaraq eyni səviyyədə qalarsa, o zaman bitkilərdə inkişaf zəifləyir.

Termoperiodizm fotoperiodizm ilə eyni tarazlıqda olan bitkilər üçün əhəmiyyətlidir. Termoperiodizm fizioloji olaraq tamamilə böyümə və assimilyasiya ilə əlaqəli olub, bilavasitə bitki cücərməsində mühüm əhəmiyyətə malikdir.

İsti tropik qurşaqdan sərin mülayim qurşağa və qütb bölgəsinə doğru getdikcə gözə çarpan əsas xüsusiyyət, temperaturun mərhələli olaraq dəyişməsidir. Buna paralel olaraq da ekvator qurşağında, mülayim tropiklərdə, soyuq mülayim və soyuq qütb bölgələrindəki bitki örtüyü tipləri də quruluş və qruplaşma baxımından fərqliliklər göstərir. Bundan əlavə bu bölgələrdə işıq şiddəti, fotoperiodizm və digər ekoloji faktorlar baxımından da fərqliliklər vardır.

İsti və nəmli ekvator, tropik bölgələr həmişəyaşıl meşələrlə örtülüdür. Bu meşələr bitki müxtəlifliyi baxımından çox zəngin olub, fərqli səviyyələrdə bitkilərin müxtəlif həyat formalarını özündə saxlayır. Həqiqətən də tropik meşələr taksonomik dəyişkənlik və sıxlıq baxımından çox zəngindir. Çox müxtəlif ağaclar və kollar qruplaşmış halda inkişaf edir və müəyyən bir sahədə birlikdə yaşayırlar.

Mülayim bölgələrdə isə temperatur aşağı olub şam, sidr kimi iynəyarpaqlı ağaclar ilə palıd, fıstıq və şabalıd kimi enliyarpaqlı ağaclardan əmələ gələn zəngin meşələr vardır.

Qütb bölgəsində isə həddindən artıq soyuq və çox qar olduğundan, qəbul edilən suyun miqdarı aşağı olur. Buna görə də burada ağac bitkilərinin sayı azdır. Burada meşə və bitki örtüyü getdikcə seyrəkləşir və tək ağac halına gəldikdən sonra qısaboylu, seyrək bir bitki örtüyü meydana gəlir.

Eyni fotoperioddakı temperatur dəyişmələrinin təsirini yüksək dağlarda da aydın görmək mümkündür.

Mülayim və nəmli iqlimi olan Himalay dağlarının yuxarı

hissəsindəki bitki örtüyünün alt yarusları *Shorea robusta* ağacları ilə örtülü olub, aralarında *Dalbergia sisso* və s. kimi növlər bitki qruplaşmasını əmələ gətirir. Yuxarıya doğru qaldıqca temperatur hər 1000 m-də təxminən 7°C aşağı düşür.

Dəniz səviyyəsindən olan yüksəkliyin aşağı düşməsi nəticəsində (1500-1700 m) daha yuxarıda *Pinus* L. və *Quercus* L. cinsinə aid növlər öz yerini alır. Dəniz səviyyəsindən 3000 m-ə çatdıqda *Pinus wallichiana*, *Cedrus deodora* və *Abies pinulrow* kimi dominant növlər daha geniş yayılmışdır. Mülayim bölgədə ağac bitkilərinin boyu aşağı düşür. 4000 m-dən yuxarıda ağac bitkiləri çox az olur.

Burada xanıməli, daşqıran, bənövşə və s. ot bitki növləri daha geniş yayılmışdır. Dəniz səviyyəsindən 5600 m-də isə temperatur bütün il boyu 0°C-dən aşağı olur. Belə bir yerdə qarın altında sadəcə çox xüsusiləşmiş yosunlar, şibyələr və mamurların ömrü çox qısa olur. Daha yüksəklərdə isə bitki örtüyü müşahidə edilmir.

Azərbaycanda da yüksək dağlıq bölgələrdə temperaturla əlaqədar bitkilərin yayılmasını və burada dəniz səviyyəsi yüksəkliyindən asılı olaraq nəzərə çarpan fərqlilikləri görmək mümkündür (şəkil 6).



Şəkil 6. Naxçıvan Muxtar Respublikasında subalp bitki örtüyü

Belə ki, soyuğa çox davamlı bitkilər uzun zaman davam edən şaxtadan məhv olurlar. Yəni temperaturun aşağı olması səbəbindən donma ilə əlaqədar, bitkilərdə su çatışmazlığı da onların ölümünə səbəb ola bilər.

Bitkinin torpaqüstü orqanları xaricə mütəmadi olaraq su verir və bu su itkisi mütəmadi qəbul edilən su ilə tənzimlənir. Su mübadiləsində fasilələr yarandığı zaman su azlığı nəticəsində bitki məhv olur. Payızda bitkilərin yarpaqlarını tökməsi onların şaxtadan qorunması vəziyyəti kimi düşünmək olar.

Uzunmüddətli qış protoplazmanın axıcılığını sürətləndirərək, kök toxumalarında suyun diffuziyasının azalmasına səbəb olur. Buxarlanma da zəiflədiyi üçün bitkinin alt hissəsində çox su olduğu halda, üstdəki yarpaqlar quraqlıqdan əziyyət çəkir və plazmoliz vəziyyətinə keçir. Bu prosesə quruma deyilir.

Qar bitkilər üçün həm qoruyucu funksiya daşıyır, həm də onlar üçün təhlükəlidir. Yəni yağan qarın istilik keçirməsi, nəm bir torpağın istilik keçirməsinin onda birinə bərabərdir. Buna görə də qar istiliyi izolə edərək, qoruyucu rol oynayır.

Əgər qar üzərində temperatur -20 . -30°C -ə qədər aşağı düşərsə, o zaman torpaq səthindəki istilik 0°C -dən bir qədər aşağı olur. Torpaq altındakı geofitlər və torpaq səthində qışlayan hemikriptofitlər tamamilə qarla örtülü olduqlarından şaxtavurmada və su itkisindən mühafizə olunurlar. Qarla örtülən bu bitki örtüyü donmaya qarşı çox davamlı deyildir. Qar örtüyü qatı yüksəldiyi zaman bu bitkilər məhv olurlar.

Havada temperatur optimumdan yuxarı qalxdığı zaman bitkilərdə fermentativ aktivlik azalır. Temperatur daha da yüksəlsə, o zaman gənc toxumalar məhv olur [1, 10, 13].

Bitkilər buna qarşı müxtəlif qoruyucu quruluş inkişaf etdirirlər. Məsələn, bəzi tropik ağaclarda gövdə ağ rəngdə olur. Bu ağ səth gələn radiasiyanın böyük bir hissəsini əks etdirir. Bu incə ağ səthin altında yaşıl toxumalar olur. Bu toxumalar

yarpaqlar töküldüyü zaman fotosintezi davam etdirərək üzvi maddələr əmələ gətirirlər.

Yayda yarpağını tökən bitkilərin çoxunda, o cümlədən *Sarcopoterium spinosum*-da olduğu kimi yaşıl yarpaqların yerinə gənc və incə yarpaqlar əmələ gəlir (şəkil 7). Bu gənc yarpaqlar suyu sürətlə buxarlandırır və müəyyən qədər yarpağın istiliyini azaldır.



Şəkil 7. *Sarcopoterium spinosum* bitkisinin ümumi görünüşü

Bir çox ağac bitkilərində isə gövdələrin üstündə qalın istilik keçirməyən göbələk toxumaları inkişaf edir. Bu örtük altıda olan canlı toxumaları yüksək temperaturdan qoruyur. Bundan başqa istilik, zərərverici və xəstəlik törədicilərin yayılmasını nizamlayan əhəmiyyətli bir amildir.

İstiliyin bitkilərin yayılmasında rolu – İstilik bitki növlərinin yayılmasında xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Burada temperaturun təsiri birbaşa və ya dolaylı ola bilər. Şimala doğru getdikcə istiliyin aşağı düşməsi ilə əlaqədar protoplazmadakı şirə donur, gecə-gündüz dəyişmələrində böyük fərqliliklər meydana çıxır, reproduksiya proseslərində xüsusi əhəmiyyəti olan tem-

peratur dərəcəsinə və karbon birləşmələrinin toplanmasında dəyişikliklər meydana gəlir. Cənuba doğru gedildikcə isə burada artan istiliyə davamlı olmayan növlərdə protoplazma canlılığını itirir, fotosintez və tənəffüs prosesində, toxum cücərməsi, böyümə və inkişafda dəyişikliklər əmələ gəlir, zərərverici və xəstəlik törədicilər çoxalır.

Bununla əlaqədar olaraq ağacların yayılma sərhədi də dəyişir. Bitkilərin bitdiyi ən son sərhəd şimali və cənubi paralellər və ya yüksəklik olur. Bu paralel və yüksəkliklərdən asılı olaraq da bütün iqlim amilləri dəyişir.

Cənubi Avropanın qərbində, dənizə baxan yerlərdə ağac bitkilərinin sərhədi, tozağacı növləri tərəfindən yaradıldığı halda, şərqə tərəf bu sərhəd küknar növləri cənubda, yəni Sibirin şərqində isə qara şam növü tərəfindən yaradılır.

Alp dağlarının şimal hissəsində küknar, orta hissəsində qara şam və adi şam, cənub hissələrdə daha nəmli bölgələrdə isə fıstıq cinsinə aid növlərin sərhədi əmələ gəlir. Bu növlər arasında şam ağacı, küknardan daha çox soyuğa davamlıdır.

Sibirin şərqində dekabr ayında temperaturun orta hesabla -5 ilə -67°C arasında olan yerlərdə, qütblərdə və dəniz səviyyəsindən daha yüksək sahələrdə ağac bitkiləri kol bitkiləri ilə əvəz olunur. Quru yosunlar və şibyələr qar və buz olan yerlərə qədər yayılırlar.

Getdikcə aşağı düşən istilik ağac bitkilərinin sərhədinin meydana çıxmasında ən əhəmiyyətli faktor kimi qəbul edildiyi üçün bu sərhəd cənubda, şimala nisbətən bir neçə yüz metr daha yüksəkliyə qalxır.

Digər tərəfdən dənizə yaxın bölgələrdə yağışın çox yağması səbəbindən ağac bitkilərinin sərhədi, quru iqlimi olan bölgələrdən daha aşağı yüksəklikdədir. Bu sərhədi Azərbaycanda Talış bölgəsi ilə Böyük və Kiçik Qafqaz dağlarında görmək mümkündür.

2.2.3. Su amili

Su temperaturdan asılı olaraq qaz, maye və ya bərk halda olur. Bu halda olan su dünya səthinin təxminən 3/4-nü tutur, lakin dünya kütləsinin sadəcə 4500-də birini təşkil edir. Sudakı təzyiq, suyun yuxarı hissəsindən aşağı hissəsinə doğru artır. Bu təzyiq okeanların dərinliklərində daha çoxdur. Günəş şüalarının suyun üst səthində udulması nəticəsində su qızır. Ekvator və ya buna yaxın bölgələrdə suyun qızması daha yüksək olur. İliq suların qütblərə doğru hərəkəti nəticəsində okeanlarda axınlar əmələ gəlir.

Su okeana axarkən, özü ilə çöküntülər və maddələr gətirir. Bunun əksinə olaraq suyun buxarlanması nəticəsində müxtəlif maddələrin miqdarının okeanlarda artmasına səbəb olur. Belə yerlərdə ümumi kristal maddələrin miqdarı 3,5 %-ə qədər olur. Duz göllərində bu miqdar daha böyük (27 % qədər) olur. Okeanlarda olan çöküntülər buraya dərələr vasitəsilə gələn bərk maddələrdən və ya üzvi maddələrdən ibarət olur. Havadan suya nüfuz edən günəş şüaları düşmə dərəcəsindən asılı olaraq suyun müxtəlif dərinliklərinə qədər gedə bilər. Bu proses yer kürəsinin paralellərinə və günün saatına görə dəyişir. Uzun dalğa uzunluqlu günəş şüaları suyun bir neçə metrlik dərinliyində udulur, lakin qısa dalğa uzunluqlu şüalar isə suyun daha çox dərinliklərinə qədər gedə bilər. Ultrabənövşəyi şüalar udulmadan öncə, təxminən 1600 m-ə qədər suyun dərinliyinə gedə bilər. Okeanın işıq şüaları çatmayan alt hissəsi qaranlıq olur. Okeanın bu qaranlıq hissəsinə işıq saçan canlılardan başqa ultrabənövşəyi şualardan daha qısa dalğa uzunluğuna malik şüalar gedə bilər.

Canlılarda bütün fizioloji proseslərin su mühitində getməsi baxımından mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bitkilərin quruluşu təmini olaraq 80-90% su və 10-20 % isə quru maddələr təşkil edir. Hətta quru maddənin 1/3-ni də assimilyasiya prosesində

yaranan su təşkil edir.

Ümumi həlledici olan su, qida maddələrinin bitki orqanizmlərinə həll olmuş şəkildə daxil olmasını təmin edir. Fotosintez prosesinin mühüm bir hissəsini təşkil edən su karbohidratların sintezi üçün də çox əhəmiyyətlidir. Orqanizmin hüceyrələrinin əsasını təşkil edən protoplazmanın əsasını su təşkil edir. Bitkilər tərəfindən suyun qəbul edilməsi və transpirasiya prosesi ətraf mühit faktorlarından çox asılıdır. Okean, dəniz, göl və çaylardakı su yer kürəsinin 70 % -dən çox hissəsini təşkil edir. Su yeraltında qrunt suları şəklində olur və bəzi bitki kökləri tərəfindən istifadə edilir. Bəzi mədəni bitkilər də bu suyu quyular və nasoslar vasitəsilə süni suvarma zamanı əldə edirlər.

Odum və digər tədqiqatçılar ehtiyat halında toplanan və ya hərəkət edən suyun miqdarını göstərən bir diaqram hazırlamışlar [102]. Diaqram hidroloji dövr formasında geoqram ($=10^{20}$ qram) olaraq hazırlanmışdır. Diaqrama görə okeanlarda 13800 geoqram su olur. Bunun 3,8 geoqramı hər il buxarlanır və 3,4 geoqramı yağış şəklində geri dönür, qalan hissəsi isə qurudan dənizə axır. Dağ zirvələrində, cənub və şimal qütblərindəki buz təbəqələrində 167 geoqram su buz şəklində olur, 0,13 geoqram su isə buxar şəklində hərəkət edir. Sərbəst su dəniz, çay, göl və ya digər yerlərdən mütəmadi olaraq atmosfərə buxarlanır. Bitkilər suyun böyük bir hissəsini qəbul edirlər və bu suyu transpirasiya ilə atmosfərə geri qaytarırlar.

Yarpaq bir gündə öz çəkisindən bir neçə dəfə artıq suyu buxarlandırır. Bu buxarlanan suyun miqdarı bir mövsümdə yarpağın öz çəkisindən bir neçə yüz dəfə artıq olur. Su olmadan fotosintez prosesinin həyata keçməsi mümkün deyil. Atmosfer havasının da suya ehtiyacı vardır. Bu ehtiyac transpirasiya yolu ilə torpaqdan alınır. Əgər atmosfer havasının suya tələbatı təmin olunan miqdardan artıqdırsa, o zaman bitkidə olan suyun miqdarı azalır və onun böyümə prosesinə mənfi

təsir göstərir. Buradan belə nəticə çıxarmaq olar ki, bitkidə gedən transpirasiya prosesi ilə onun böyüməsi arasında əlaqə vardır.

Dənizlərdən buxarlanan suyun çox böyük bir hissəsi küləyin istiqaməti ilə hərəkət edərək yağış şəklində yer səthinə düşür. Yerə düşən yağışın bir hissəsi qrunt suları formasına keçir. Torpaq səthində qalan hissəsi isə bitkilər tərəfindən istifadə olunur. Digər hissəsi isə dərələrdə birləşərək kiçik çayları əmələ gətirir. Beləliklə, yağış suyu buxarlandığı okeanlara yenidən geri dönür.

Suyun ekoloji əhəmiyyətini anlamaq üçün su dövrəndəki hər mərhələnin, yəni suya ehtiyac, suyun mənbəyi, suyun bitkilər tərəfindən qəbulu və bitkilərin su ehtiyaclarına görə fərqləndirilməsi kimi məsələlərin araşdırılması vacibdir (şəkil 8). Yer kürəsində olan suyun təxminən 0,005%-i mütəmadi olaraq dövr edir.



Şəkil 8. Suyun təbiətdə dövrəni

2.2.3.1. Bitkilərin suya olan ehtiyacı və su mənbələri

Bitkilərin su ehtiyaclarına səbəb olan amillər 2 qrupa bölünür (cədvəl 16).

Cədvəl 16. Bitkilərin su ehtiyacına səbəb olan amillər

İqlim amilləri	ışıq istilik nəm külək
Bitki amilləri	ağızcıq və kök təzyiqi kök ilə gövdə əlaqəsi kökün inkişaf sürəti

Yuxarıda qeyd olunan amillərin hamısı bir başa və dolaylı olaraq transpirasiya prosesinə təsir edən faktorlardır. Suyun mənbəyi okeanlar, atmosferdəki su və yağış, yerüstü sular və torpaq nəmidir.

Okeanların su dövrəsinə mühüm rolu vardır. Çünki okeanlar yer kürəsində olan su mənbəyinin təxminən 97 %-ni (təxminən 317 milyon kub) təşkil edir. Bu çox böyük bir miqdardır. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, günəş şüalarının su səthini qızdırması nəticəsində və hər il duzlu okeanlardan təxminən 900 milyon kub su külək axını istiqamətində yağış şəklində yer səthinə düşür.

Atmosferdə nəm iki şəkildə, görünməyən buxar və görünən bulud və ya duman şəklində olur. Görünməyən buxar şəklində olan atmosfer nəmi çox əhəmiyyətli bir faktor olub, hava məlumatlarında nisbi nəm şəklində verilir.

Sadə nəm isə atmosfer nəmidir. Atmosfer nəminin görünməyən buxar şəklindəki tutma gücü, atmosfer istiliyi ilə əlaqəli olub, istilikdən asılı olaraq artır. Nisbi rütubət isə verilmiş temperaturda havanın mütləq rütubətinin, həmin temperatur-

da doymuş su buxarının sıxlığına olan nisbətinin faizlərlə ifadəsinə deyilir, $\varphi = p/p_0 \cdot 100\%$. Havada temperaturun dəyişməsi nisbi nəmin dəyişməsinə səbəb olur. Atmosfer havası qızan zaman nisbi nəm aşağı düşür, əgər atmosfer havası soyuyarsa, o zaman nisbi nəm artır. Qış aylarında səhər erkən saatlarda bitkilər üzərində şəh damlalarının görünməsi atmosfer havasının soyuması ilə bağlıdır. Bu zaman nisbi nəm mərhələli olaraq artır və bu artım nəmin yüksəlməsindən asılı deyildir. Bu proses temperaturun artmasına bağlı olaraq, atmosfer havasının nəm tutma gücündəki azalma ilə əlaqəlidir. Su buxarının suya çevrilməsi daha çox soyuma ilə əlaqədardır. Havadakı su buxarının doymuş buxar halına keçdiyi temperatura şəh nöqtəsi deyilir. Əgər atmosfer havası kifayət qədər nəmlidirsə, o zaman müxtəlif yollarla atmosferin soyuması nəticəsində bulud və duman yaranır. Nəmli atmosfer havasında havanın daha yuxarı soyuq qatlara doğru hərəkəti nəticəsində temperatur aşağı düşərsə, o zaman nisbi nəm artır və su buxarının su və ya da buza çevrilməsi zamanı buludlar yaranır. Bu kiçik damlaların daha çox soyuması nəticəsində iri damlalar əmələ gələrək yağış şəklində yer səthinə düşür.

Havanın temperaturunun 0°C -yə yaxınlaşması zamanı kiçik su damcılarının soyuması nəticəsində atmosfer havası dumanlı olur və çən əmələ gəlir. Günəş doğduqdan sonra atmosfer havası qızır və bu proses havanın nəm tutma gücünü artırır və nəticədə duman görünməz olur. Bu hal qış mövsümlərində Şamaxı və Quba-Qusar rayonları ərazisində daha çox müşahidə edilir. Bulud şəklində olan atmosfer nəmi günəş şüalarını qırır. Bu səbəbdən buludlu atmosfer havası bilavasitə dolayı yolla olsa da bitkilərə təsir edir. Atmosfer nəmi quraqlıqdan asılı olaraq transpirasiya və digər fizioloji proseslər nəticəsində bitkilərdə su itkisi prosesini nizamlayaraq bu və ya digər dərəcədə bitkilərin həyatına təsir edir. Parazit və digər göbələklər nəmli havalarda çoxalır və ilkin məhsullarını azal-

dırlar. Quraqlıq bölgələrdə şəh bitkilərin əsas su mənbəyini təşkil edir. Məsələn, Afrika çöllərində bitən *Welwitschia mirabilis* Hook.f., torpaq səthində yayılmış 18 m-dək uzunluğundakı yarpaqları ilə sisdə (çən, duman) olan su damcılarından istifadə edir (şəkil 9).



Şəkil 9. Səhrada *Welwitschia mirabilis* bitkisi Hook.f.

Belə şəraitdə olan meşələrin əsas su mənbəyi şəhdir. Çünki qışda yarpaqlar üzərində olan donmuş suyun əriyərək damlalara çevrilməsi ilə torpaqlar ıslanır. Bəzi bitkilər xüsusilə yosunlar nəmi bir başa atmosferdən alırlar. Bəzi bitkilər o cümlədən qıjılar isə nəmli yerlərdə bitirlər. Buna görə də bu bitkilərə hiqrofitlər deyilir.

Yağış bitkilərin əsas su mənbələrindən birini təşkil edir. Yer kürəsinin müxtəlif bölgələrinin coğrafi xüsusiyyətlərindən asılı olaraq düşən yağıntının miqdarı fərqli olur. Yağışın miqdarı, müddəti və gücü orada bitən bitki həyatını nizamlayır. İsti havanın atmosferin yüksəkliklərinə qalxaraq soyuması nəticəsində siklonik yağışlar əmələ gəlir. Burada atmosfer havasının böyük bir hissəsi spiral formasında hərəkət edərək üfüqi bir şəkildə yuxarıya doğru qalxır. Digər yağış formalarında isə dağ silsilələri isti havanın yüksəlməsinə səbəb ola bilər.

Mülayim və qütb bölgələrində əriyən qar və buz su mənbəyindən biridir. Yağış suyunun çox az bir hissəsi bitkilər tərəfindən istifadə olunur və qalan hissəsi isə torpaq səthindən axaraq və ya buxarlanaraq itir. Atmosferinin temperaturu və nəmlik dərəcəsi suyun buxarlanmasını tənzimləyir. Buna görə güclü yağış atmosfer havasının temperaturundan asılıdır. Bu proses aşağıdakı kimi göstərilir [68].

$$\text{Güclü yağış} = \frac{\text{yağışlı gün sayı} \times \text{yağış (dm)}}{\text{istilik (}^{\circ}\text{C)} + 10}$$

Torpaq səthindəki suyun miqdarı torpağın xüsusiyyətlərindən və bitki örtüyündən asılıdır. Belə ki, bitki örtüyü olmayan çılpaq sahələrdə yağış yağan zaman yağış damcıları torpaq səthini aşındıraraq palçıq əmələ gətirir. Hər yağış damlasında torpaqda olan kiçik hissəciklər dağılaraq kiçik çuxurlar əmələ gəlir. Əgər torpaq gillidirsə, o zaman gil dənəcikləri suyun torpaqda süzülməsinə maneçilik törədir. Beləliklə, su üfüqi istiqamətdə torpaq səthindən axır. Bitki örtüyü torpağın yağış damcıları vasitəsilə aşınmasının qarşısını alır və yağış suyunun mərhələli olaraq axmasına kömək edir.

Suyun torpaqda axıb getməsinə səbəb olan faktorlardan biri də torpağın meylik dərəcəsidir. Dağların meyli yerlərində torpaq üfüqi olaraq qazılır bu terraslarda ağac bitkiləri əkilir. Beləliklə, suyun axın sürəti azalaraq bir hissəsi torpaq tərəfindən udulur. Nəticədə su eroziyasının müəyyən qədər qarşısı alınır.

Bitkilər təbii və süni su hövzələrindən başqa su ehtiyaclarını torpaqdan alırlar. Bu haqda daha geniş məlumatlar torpağa aid olan fəsildə verilmişdir.

Su bir çox fizioloji proseslərdə iştirak etməklə yanaşı yarpaqları turqor halında saxlayır. Atmosfer havasındakı nəmlik miqdarının azalması transpirasiya prosesinin əmələ gəlməsinə

səbəb olur. Buna görə də yarpaq toxumalarında suyun miqdarı aşağı düşür və yarpaqlar keçici olaraq büzülür (plazmoliz). Bitki su qəbul etdikdən sonra təkrar turqor halına keçir. Lakin torpaqdakı nəmlik müəyyən səviyyədən aşağı düşdüyü zaman yarpaqlar büzülür. Torpağı sulamadıqda yarpaqlar atmosfer nəmi ilə turqor halına keçmirlər. Bu proses torpaq və bitki növündən asılıdır. Bitkilərdə olan həqiqi suyun miqdarı, qəbul olunan suyun miqdarı ilə torpaqüstü hissələrinin itirdikləri və metabolizmada istifadə olunan su miqdarı arasındakı fərqdən əldə edilir. Bitkilər tərəfindən qəbul edilən su ilə transpirasiya prosesi arasındakı fərqə su tarazlığı deyilir. Bu dəyərlərə, yəni qəbul edilən ilə quttasiya arasındakı fərqə su tarazlığı deyilir. Su tarazlığı bitki növlərinə görə müxtəlif olduğu kimi mövsümlərə görə də dəyişir.

Digər ekoloji faktorlarda olduğu kimi bitki növlərinin su ehtiyacları da fərqlidir. Lakin bitki növlərinin çoxunda həddindən artıq su və quraqlıq da zərərliyə. Torpaqda suyun normal halda olması torpaq havalanmasına müsbət təsir edir.

2.2.3.2. Bitkilər tərəfindən suyun qəbul edilməsi və su tarazlığı

Məlum olduğu kimi, suyun bitkilər tərəfindən qəbulu fizioloji bir hadisədir. Bir bitkinin torpaqdan su alması orada olan suyun miqdarı, torpağın temperaturu, havası və kök sisteminin ölçüsündən çox asılıdır.

Bitkilərin su alması, ötürməsi və transpirasiya kimi proseslər bir-biri ilə çox yaxından əlaqəlidir. Bütün bunlar bitkinin su tarazlığını xarakterizə edirlər. Bitkilərdə su tarazlığının pozulması ya keçici olur, ya da uzun zaman davam edir. Birinci halda yaranan hadisə geriye dönəndir. Bu prosesi aşağıdakı şəkildə izah etmək olar:

Bitkilərdə mənfi su tarazlığının yaranması – turqorun zəif-

ləməsi və osmotik təzyiqin artması, plazmada olan su miqdarının azalması və maddələr mübadiləsinin dayanması nəticəsində su tarazılığı pozulur. Burada osmos təzyiqinin artması bitkidə su azlığından irəli gəlir.

Əgər su balansında keçici olan bu hadisələr tez-tez təkrarlanaraq uzun müddət davam edərsə, o zaman plazma yeni fizioloji xüsusiyyətlər qazanır. Davam edən bu proseslər nəticəsində hüceyrədə suyun miqdarını artıran bəzi osmotik təsirli maddələr (şəkər, duz, üzvi turşular) meydana gəlir. Bu zaman osmos təzyiqi artır və nəticədə geriyyə dönməyən və kseromorf strukturlu yeni orqanlar meydana gəlir. Meydana gələn bu prosesi aşağıdakı şəkildə izah etmək olar. Birincisi, bitkinin hüceyrə şirəsinin quruluşunda dəyişiklik yaranaraq, bitkinin fizioloji xüsusiyyətlərində fərqlilik əmələ gəlir. Nəticədə kseromorf strukturlu yeni orqanlar meydana çıxır.

Normal su olan və müəyyən qədər su olmayan şəraitdə olan bitkilərdə hər şəraitə bağlı olaraq uyğunlaşma əlamətləri əmələ gəlir. Bu uyğunlaşma əlamətlərindən birincisi, turqor halının qorunması, ikincisi isə quruma sırasında canlılıqlarının mühafizə edilməsidir.

Bu baxımdan yuxarıda qeyd edilən şəraitlərdə yaşayan bitkilər tərəfindən qazanılan kseroplastik xüsusiyyətləri morfoloji-anatomik və fizioloji nöqtəyi-nəzərdən aşağıdakı şəkildə olur :

Morfoloji və anatomik xüsusiyyətlər baxımından – yaxşı inkişaf etmiş kök sisteminin və çox kiçik gövdə sisteminin olması (cırdan boyluluq), mumlu və ya tüklü qalın kutikula və hüceyrə divarlarının mövcudluğu, kiçik, dərivari yarpaqların, batıq, kiçik və sıx stomaların mövcudluğu, yaxşı inkişaf etmiş sütunvari, zəif inkişaf etmiş süngər parenximi, kiçik hüceyrələrarası boşluqların olması və kiçik ksilem hüceyrələrinin olması.

Fizioloji xüsusiyyətlər baxımından – müəyyən sahədə transpirasiya prosesinin intensivliyi və hər bitkidə gedən zəif trans-

pirasiya prosesinin miqdarı, müəyyən sahədə gedən sintez prosesinin miqdarı, yüksək osmos təzyiqi və az miqdarda üzvü maddələrin (nişasta, şəkər) sintezi, zəif protoplazmatik axıcılıq və yüksək keçiricilik, solmaya qarşı daha çox davamlılıq, erkən çiçəkləmə və meyvələmə kimi fizioloji proseslərdə bitkilər uyğunlaşma əlamətləri qazanmışdır.

Bütün bu kseroplastik xüsusiyyətlərin meydana çıxmasına əsas səbəb olaraq hüceyrələrdə yaranan aşağı turqor təzyiqini göstərmək olar.

Bitkinin qurumaya qarşı davamlılığı yarpağın ağızciq və kutikula xüsusiyyətlərindən çox asılıdır.

Bitkilərdə su itkisi və ya qurumaya qarşı davamlılıq hadisələrindən hansının daha vacib olduğunu müəyyən etmək çətin-dir.

Burada bitki qurumasının mexaniki bir təsir olaraq bitkiyə zərər verdiyini qəbul etmək olar. Bu zaman protoplazma, hüceyrə divarından çəkilir və plazmodesmalar qopur. Müəyyən olunmuşdur ki, kiçik hüceyrələr quraqlığa qarşı daha çox davamlıdırlar.

Bir sıra bitkilərin o cümlədən, taxıl bitkilərinin su tarazlığını nizamlamaq üçün verilən suyun meylli axının qarşısının alınması əkin zamanı toxumun çox sıx səpilməməsi, alaq otlarından təmizlənməsi, quraqlığa qarşı sortların əkilməsi və bir sıra aqrotexniki tədbirlərin həyata keçirilməsi vacib məsələlərdəndir.

2.2.3.3. Suya münasibətinə görə bitkilərin təsnifatı

Bitkilər ekoloji baxımdan suya ehtiyacına görə hidrofətlər, mezofətlər, kserofətlər kimi 3 qrupa ayrılırlar [136].

Hidrofətlər suda, mezofətlər orta dərəcədə torpaq nəmliyi olan sahələrdə, kserofətlər isə quraqlıq olan bölgələrdə yaşayan bitkilərdir.

Hidrofitlər – Suyun əsas rol oynadığı xüsusi sahələr vardır. Bunlar duzlu və şirin su sahələri olaraq 2 yerə ayrılır.

Dəniz mühiti təxminən hər yerdə eynidir. Yalnız bu mühit duzluluq dərəcəsinə, temperatura və işıq kimi faktorlara görə bir-birindən fərqlənir.

Dənizdə yaşayan bitkilər də bir-birlərinə bənzəyir. Şirin su sahələri isə gölməçələr, hovuzlar, göllər, dərə çayları, bulaqlar və bataqlıqlardır (şəkil 11).



Şəkil 11. Su bitkisi olan su zanbağının (*Nymphaea alba* L.) ümumi görünüşü

Hər hansı şirin suyu olan bir göl və ya çay digər su sahələrində ayrılır. Lakin bitkilər burada xarici mühitdən asılı olaraq bir-birlərinə oxşardır. Hətta fərqli qitələrin hidrofitləri də bir-birlərinə bənzəyir.

Su mühiti ekoloji baxımdan müxtəlif formalarda sistemləşdirilmişdir. Durgun sulara lentik (göllər və hovuzlar), axar sulara isə lotik ekosistem (çaylar və dərələr) deyilir. Suyun durgunluğu və sürətli axması orada olan bitkilərin inkişafına bu və ya digər dərəcədə təsir edir. Sürətli axan sularda, ancaq

tutucu xüsusiyyətinə malik olan orqanları olan bitkilər yaşayış tərzini keçirirlər. Bu bitkilərdə sürətli su axınlarının yarada biləcəyi mənfi təsirlərə qarşı elastiki xüsusiyyətə malik toxumalar inkişaf etmişdir. Temperatura görə göllərin üst hissəsinə epilimnion (istilik və oksigen baxımından yüksək) bölgə deyilir. Bu bölgədə bitkilər növ baxımından zəngindir. Taksonomik tərkibi baxımından zəif, soyuq və dərinliyi çox olan yerə hipolimnion (oksigeni az və soyuq) bölgə deyilir. Epilimnion və hipolimnion bölgələr arasındakı sahə *temoklin* adlanır.

Digər tərəfdən göllər üzvi maddələr sintezi və məhsuldarlığı baxımından iki yerə ayrılır. Birincisi, bitkilərlə zəngin və çox məhsuldar göllərə eutrofik göllər deyilir. Bu göllər, ümumiyyətlə, dayaz olub qida maddələri baxımından zəngindir. Qida maddələri zəngin olmayan, məhsuldarlığı çox aşağı və çox dərin olan göllərə oliqotrofik göllər deyilir.

Su mühiti işığa görə də sistemləşdirilir. Bitkilərin inkişafı üçün işığı çox olan dayaz, sahilə yaxın sahələr littoral bölgə, bitkilərin inkişafı yetərli qədər işığı olan və ya kompensasiya nöqtəsində yaxın olan bölgəyə isə limnetik bölgə deyilir. Dayaz gölləri və hovuzları littoral bölgəyə misal göstərmək olar.

Dənizlərin təsnifatı bir az fərqlidir. Dənizin dayaz və sahilə yaxın sahəsinə neritik bölgə deyilir. Bu bölgədə dənizin qabarma və çəkilməsi daha çox müşahidə edilir. Buna görə də neritik bölgə daha alt qruplara ayrılır. Bunlar supradial, intertidal və subtidal alt qruplardır. Dənizin qurudan uzaq olan bölgəsinə okean bölgəsi, sahilə yaxın bölgəsinə batial, okean hissələrdəki daha dərin (2000 m-ə qədər) hissəsinə isə abisal və ya afotik bölgə deyilir.

Hidrofit bitkilərin ekologiyası – Hidrofit bitkilərin suyun birbaşa və dolayı yolla təsiri nəticəsində həlledici təsirə malik olan ətraf mühit amillərinə qarşı uyğunlaşma xüsusiyyətlərinə ekoloji uyğunlaşma deyilir. Bu uyğunlaşmalar bitkinin morfoloji, anatomik, fizioloji quruluşu və digər proseslərdən asılıdır.

Belə ki, bu bitkilərdə köklər çox zəif inkişaf etmiş olur. Belə köklərin əsas vəzifəsi bitkini suda olan torpaq hissəyə bərkitməkdir. Hidrofit bitkilərdə əmici tellər az olur və ya heç olmur, bu növlərdə mineral duzlar bitki səthi ilə sorulur, onlarda gövdələr uzun və nazik olur. Belə bitkilərdə duzlar su ilə hərəkət edir. Hidrofit bitkilərin yaşayış şəraitinə uyğunlaşmalarından biri də onlarda yarpaqların nazik olub, sapşəkilli hissələrə bölünməsidir. Bu şəkildəyişmənin əhəmiyyəti onların su axıntılarına qarşı daha az davamlı olmasından ibarətdir. Belə bitkilərdə uyğunlaşmalardan biri də kutikulanın olmaması və su üzərində üzən növlərdə orqanların islanmaması üçün mum təbəqə ilə örtülməsidir. Hidrofitlərdə epidermis incə olur kök, gövdə və yarpaqlarda geniş hüceyrəarası boşluqlar yaxşı inkişaf etmişdir. Bu boşluqlar tənəffüs üçün lazım olan havanı ehtiyatda saxlayır.

Hidrofitlərdə sintez prosesi zamanı su həll olmuş O_2 -nin miqdarından dəfələrlə artıq ola bilir. Bəzən bu proses 500 %-i keçə bilər. Lakin bir çox su mühitində ya yaşıl bitki örtüyü çox az, ya da assimilyasiya üçün uyğun olan bitki orqanları kifayət qədər deyildir. Belə yerlərdə O_2 azlığı ən böyük problem olaraq meydana çıxır. Su səthinin hava ilə təmasda olduğu yerlərdə O_2 asanlıqla suya keçir. Lakin həll olmuş havanın diffuziyası, konvensiya axınları olmayan zaman yavaş olur və O_2 çatışmazlığı meydana gəlir. Göllər və dərin su hövzələrində O_2 -nin miqdarı istilik təbəqələnməsi ilə sıx əlaqəlidir. Hipolimnion (suyun dərin soyuq və oksigeni az olan qatı) qatın suları soyuq və tamamilə hərəkətsiz olur. Üzvi toplantıları oksidləşdirən orqanizmlər bu təbəqədə O_2 -nin səviyyəsini sıfıra endirir. Buna durğunluq deyilir. Epilimnion (suyun üst qatı) isə mütəmadi hərəkət halındadır. Bu təbəqə sadəcə O_2 yayda durğunluq həddinə çatır. Buna görə də bu təbəqədə yüksək səviyyədə bioloji aktivlik gözə çarpır. Hipolimnionda bir neçə bakteriya və digər orqanizmlər yaşasa da, buradakı bioloji

aktivlik aşağı səviyyədədir. Yazda və payızda isə temperaturun dəyişməsi təbəqələrdə dəyişiklik əmələ gətirir. Belə ki, küləklərin yaratdığı konveksiya axınları suyu qarışdırır. Bu arada hipolimnion təbəqəsində toplanmış, çürümüş məhsullar su içərisinə dağılır. Nəticədə bütün su mühiti bərabər miqdarda oksigen alır. Bu zaman təbii olaraq su bulanır, qış aylarında isə yenidən durulur. Əgər şaxtalı havalarda su səthində buz təbəqəsi əmələ gəlsə, su dərinliyində (hipolimnion) olan vəziyyət suyun üst səthinə qədər olur. Parçalayıcı orqanizmlərin çoxu O_2 -yə ehtiyac duyurlar. Bu zaman O_2 sürətli olaraq istifadə edilir. Buna görə də dəniz, göl və çaylara axan kanalizasiya suları belə şəraitdə O_2 -nin azalmasına və bir çox canlı populyasiyanın yox olmasına səbəb olur.

Hidrofıtlərin təsnifatı – Həyat formalarına görə hidrofıtlər geniş olaraq fitoplankton və makrofıtlər olmaqla 2 yerə ayrılır. Sulu ekosistemlərdə sərbəst olaraq üzən tək hüceyrəli və ya sadə təşkil olunmuş kiçik koloniyalar halında yaşayan, gözlə görülməyən orqanizmlər planktonlar adlanır. Planktonlar böyüklüklərinə görə ultra, nano, mezo, makro və meqa planktonlar olmaqla 6 alt qrupa ayrılmaqla, əsas etibarilə fito və zooplanktonlar olaraq 2 əsas qrup altında toplanırlar. Fito-planktonlar assimilyasiyaları üçün lazım olan günəş şüalarının düşdüyü epilimnion təbəqəsində yayılırlar və daha böyük canlıların qida maddəsini yaratdıqlarından, su ekosistemində vacib rola malikdirlər.

Makrofıtlər əsasən daşıyıcı borulu bitkilər olub, göllər və hovuzlarda yaşayır və görünüşlərinə görə bir-birilərindən fərqlənirlər. Bunlar sudan xaricdə olan, köklü və yarı hissəsi suda olan, köklü və üzən yarpaqlı və sərbəst üzən hidrofıtlərdir.

Sudan xaricdə olan hidrofıtlər – Bu bitkilər hovuz və göllərin ətrafında yaşayırlar. Belə yerlərdə suyun dərinliyi az olur və bitkilərin qısa zaman içərisində müəyyən hissəsi suya batmış halda, qalan hissəsi isə dik olaraq havada olur. Bu bitkilə-

rın morfoloji orqanları suyun səviyyəsi azaldıqca aşağıya enir (şəkil 12). Belə bitkilərə misal olaraq çufa bitkisini (*Cyperus esculentus* L.) göstərmək olar. Su sahillərində yaşayan növlərin gövdə və köklərinin palçıqə batmış hissələri oksigen çatışmazlığı ilə üzləşir.



Şəkil 12. *Cyperus esculentus* L. bitkisi

Bütün canlı hüceyrə və toxumaların ən vacib funksiyası tənəffüsdür, buna görə də aerobik tənəffüs üçün O_2 -yə ehtiyac vardır. Düyü (*Oryza sativa* L.) kimi su bitkilərində köklər, anaerobik tənəffüs üçün fizioloji uyğunlaşma əlaməti qazanmışdır. Belə bitkilərin sudakı orqanlarında aerenxima toxumaları vardır. Bu toxumalar qaz mübadiləsində köməkçi rolə malikdir.

Köklü və yarı hissəsi suda olan hidrofıtlər – Bu bitkilər su sahilindən uzaqlaşdıqca onların suya yarı batmış kökləri suyun dayaz hissəsini örtür (şəkil 13). Belə su mühiti tam olaraq günəş şüalarının təsiri altında olur. Bu hidrofıtlər iki alt qrupa ayrılır. Birinci alt qrupa aid olan bitkilərin gövdələri uzun olub, üzərində yarpaqlar olur və buğumlarından köklər inkişaf edir.



Şəkil 13. *Struckenia pectinata* (L.) Börner bitkisi

İkinci altqrupa daxil olan bitkilərdə isə gövdə rizomlu olub, üzərində yarpaqlar vardır. Belə bitkilərə misal olaraq *Vallisneria spiralis*-i göstərmək olar (şəkil 14). Belə bitkilərdə yarpaqlar lentşəkilli və nazikdir, onların suda olan yarpaqlarında ağızciqlər olmur. Sudan kənarda və sərbəst üzən növlərdən başqa müxtəlif uyğunlaşma əlamətləri qazanan bir çox su sevən bitki növləri vardır.



Şəkil 14. *Vallisneria spiralis* L. bitkisi

Bəzi bitkilərdə bir sıra orqanlar su içərisində torpağa birlə-

şir, bəzi orqanlar isə sudan xaricdə olur.

Suyun palçıqlı hissəsində olan bitki orqanları (kök, rizom və s.) uyğunlaşma xüsusiyyətlərindən asılı olaraq suyun üst hissəsində yerləşir. Buna görə də bitkinin palçıq içərisindəki orqanları yaxşı inkişaf etmiş və yerüstü hissəyə nisbətən quru çəkisi dəfələrlə artıq olur.

Bitkinin suda olan orqanlarında uyğunlaşma əlamətlərinin qazanılması, suyun sıxlığı və işıq intensivliyinin aşağı olması ilə əlaqəlidir. Yarpaq və digər gövdə hissələrində boşluqlar olur. Bu boşluqlar hava ilə dolu olduğuna görə bitkinin su üzərində qalmasına şərait yaradır. Bu baxımdan, bitkinin dik durması üçün sklerenxim kimi mexaniki toxumalara ehtiyacları olmur. Su bitkilərində hava ilə dolu boşluqların olması və mexaniki toxumanın olmamasını, uyğunlaşma əlamətinin iki əsas xüsusiyyəti kimi qeyd etmək olar. Bu bitkilərdə yarpaqlar nazik olur, epidermis hüceyrələrdə isə işıq intensivliyinin aşağı olması səbəbindən xloroplastların sayı çox olur. Su bitkilərinin yarpaqlarında əsasən ağızcıqlar olmur, olduğu zaman isə bu ağızcıqlar heç bir funksiyanı yerinə yetirmir. Məlumdur ki, quruda bitən bitkilərində ağızcıqların funksiyası sintez üçün qaz mübadiləsini həyata keçirmək və transpirasiya yolu ilə su buxarlandırmaqdır. Yarı hissəsi suda olan bitkilərdə isə transpirasiya prosesinə ehtiyac yoxdur. Suda CO_2 həll olmuş və bikarbonat ionları şəklində olur. Bu növ karbon bitkiyə birbaşa epidermis hüceyrəsindən keçir. Belə bitkilərdə yaşayış şəraitinə uyğunlaşma əlaməti onlarda kutikula təbəqəsinin və ağızcıqların olmaması və səth hüceyrələrində xloroplastların çox olmasıdır. Yarı hissəsi suda olan bitki növlərində yarpaqların parçalanması onu fiziki zərərlərdən qoruyur və maddələr mübadiləsi üçün optimal şərait yaradır.

Kökli və su üzərində üzən yarpaqlı hidrofıtlar – Bu bitkilər suyun təxminən 3 m dərinliyə qədər olan hissələrində yaşayırlar. Belə bitkilərin yarpaqları su səthində olur. Bu qrupa daxil

olan bitkilərdən olan *Nelumbo nucifera*, *Nymphaea alba*, *Victoria amazonica* kimi taksonlar rizomları ilə torpağa bərkidir və onların üzən yarpaqlarının uzun saplaqları vardır (şəkil 15).



Şəkil 15. *Nelumbo nucifera* Gaertn. bitkisi

Bir çox növlərdə üzən yarpaqlar daşdığı xüsusiyyət və forma baxımından bir-birinə bənzəyir. Yarpaqların əksəriyyəti qalxanvari (peltat) olub, formaca dairəvidir və dərivari quruluşa malikdir. Bu bitkilərin yarpaqlarının üst hissəsində su dayanmır və axıb gedir. Külək və ya dalğaya qarşı yarpaq kənarları çox davamlıdır. Bunun əksinə olaraq yarpaq saplağı çox elastikdir. Buna görə də yarpaqlar su səthində asanlıqla istiqamətini dəyişdirə bilirlər. Yarpağın su ilə təmas edən alt səthində ağızciqlər yoxdur. Yarpağın üst hissəsində olan ağızciqlər isə qaz mübadiləsini həyata keçirirlər. Anatomik olaraq yarpaqların alt hissəsi hava ilə dolu parenximadan ibarətdir. Bu yarpaqlar asanlıqla suyun üzərində qala bilər. Bu yarpaqların üst hissəsi sklerenxim toxumadan təşkil olunmuşdur. Hava ilə dolu toxumaların çox olmasına baxmayaraq, yarpaqlarda köməkçi mexanik toxumaların və ya sklereid kimi kimyəvi kristalların olması ilə yarpaq öz formalarını qo-

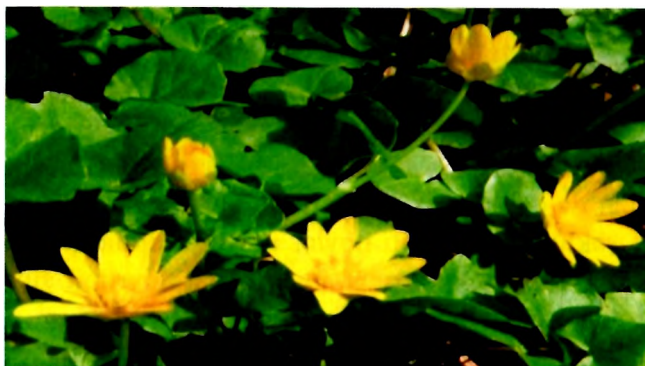
ruyub saxlayırlar. Su səviyyəsinin dəyişmələrinə qarşı bu bitkilərin yarpaq saplağı həddindən artıq uzun olması, yarpaqların su səviyyəsinin qalxması zamanı suda batmamasının qarşısını alır.

Sərbəst üzən hidrofıtlar – Bu bitkilər göl və su hövzələrinin hər yerində dağınıq şəkildə həyat tərzini keçirirlər. Su və külək bu bitkilərin yerlərini dəyişdir. Forma və quruluş baxımından sərbəst üzən hidrofıtlar 3 yarım qrupa ayrılır. Birinci qrupa aid olan bitkilərdə yarpaqlar böyük və rozet şəklindədir. *Trapa natans* (su fındığı) və *Eichornia crassipes* (su sünbülçiyəyi) kimi bitkilərdə yarpaqlar ya su səthində, ya da sudan kənara çıxmışdır. Bu bitkilərdə köklər çox sayda olub, uzundur. İkinci qrupa aid olan bitkilər kiçikdirlər (*Salvinia natans*). Bu bitkilərin üzən yarpaqları süngər şəklindədir. Üçüncü qrupa aid olan bitkilər də (*Lemna minor* L) ikinci yarım qrupdakı bitkilərdən də daha kiçik olurlar. Bu bitkilər su üzərində üzür və tallus şəklindədirlər. Bu növlər suyun altında qala bilir və ya periodik olaraq yuxarı çıxıb, dinclik dövrünü suya yarı batmış halda keçirə bilirlər.

Suda sərbəst üzən növlər əsasən qida maddəsi ilə zəngin olan yerlərdə yaşayış tərzini keçirirlər. Bir çox növlərdə udma və tutma baxımından köklərə ehtiyac duyulmur. Ona görə ki, bitki ilə su daima təmasdadır. Bu tip həyat formasında gövdə kimi orqanın dik durmasına ehtiyac yoxdur. Məsələn, *Lemna minor* kimi sərbəst üzən bitkilərin çoxunda kök və gövdə çox az inkişaf etmişdir. Bitkinin əsas funksiya daşıyan orqanlarından olan yarpaqlar çox yaxşı inkişaf etmişdir və bitkinin bir çox funksiyalarından (vegetativ çoxalma, assimilyasiya və s.) daha irəli getmişdir. Lakin çox sürətli böyüyən və sərbəst üzən növlərdən olan *Eichornia crassipes*-də daha yaxşı inkişaf etmiş kök sistemi müşahidə edilir. Bir sıra növlər də isə yarpaqların bəziləri suya yarı batmış, bəziləri su xaricində olur. Bu halda yarı batmışlar ilə su xaricində qalan yarpaqlar arasında forma

və ölçü baxımından fərqliliklər müşahidə edilir. Buna polimorfizm və ya heterofiliya deyilir.

Mezofitlər – Suya orta dərəcədə tələbkar olan (orta rütubətli mühitdə inkişaf edən) bitkilər mezofitlər adlanır. Belə şəraitdə torpaqdakı boşluqlar su və atmosfer havası ilə dolu olur (şəkil 16). Su və qazların normal həddə olması bu bitkilərin inkişafı üçün çox əhəmiyyətlidir. Buna görə də meşələri əmələ gətirən və taxıllar fəsiləsinə aid olan bir çox növlər mezofitik şəraitdə yaxşı inkişaf edirlər.



Şəkil 16. Mezofit bitki (*Ranunculus ficaria* L.)

İstər həddindən artıq su, istərsə də həddindən artıq quraqlıq bitkilərin normal inkişafı üçün əlverişsiz şərait yaradır. Belə şəraitdə, ancaq uyğunlaşma əlamətləri qazanmış bitkilər yaşaya bilər. Mezofitlərdə isə belə uyğunlaşma əlamətləri yoxdur. Bu bitkilər əsasən dağlıq bölgələrdə yağışın az və ya homogen yağdığı yerlərdə daha çox yayılmışlar. Mezofitlərə, demək olar ki, yer kürəsinin hər yerində rast gəlmək mümkündür. Belə bitkilərə misal olaraq buğda (*Triticum vulgare*), qarğıdalı (*Zea mays*), arpa (*Hordeum vulgare*), noxud (*Cicer orientemum*) və s. növləri göstərmək olar. Mezofit bitkilərdə kök sistemi yaxşı inkişaf etmişdir. İkiləpəliyədə mil kök, birləpəliyədə isə saçaqlı

kök sistemi inkişaf etmişdir. Cavan köklər üzərində su qəbulu üçün köməkçi olan çoxlu sayda əmici tellər olur. Bu orqanlar hidrofİtlərdə olmur. Bu bitkilərin gövdələri dik duran, sərt budanlıq olub, yaxşı inkişaf etmiş ötürücü toxumalara malikdir. Mezofİtlərdə yarpaqlar çox yaxşı inkişaf etmiş olub, geniş və qalındır. Ağızcıqlar yaxşı inkişaf etmişdir və əsasən yarpağın alt səthində olur. Yarpaqdakı xloroplastlar çox saydadır və tünd yaşıl rəngdədir. Yarpaqlarını tökən bəzi ağaclar və kollar mövsümlərə görə bir-birlərindən fərqlənilirlər. Bu növlər yayda geniş yarpaqları ilə mezofİtlərə, qışda isə yarpaqsız görünüşləri ilə kserofİtlərə bənzəyirlər. Yaz aylarında yarpaqlı, qış aylarında isə yarpaqsız olan mezofİtlər «tropofİtlər» adlanırlar.

Kserofİtlər – Çox quraq şəraitdə bitən bitkilərə kserofİtlər deyilir. Suya tələbatına görə mezofİt və kserofİt bitkilər arasında dəqiq bir fərq qoymaq bir qədər çətindir. Kserofİtlərin xüsusiyyətləri və təsnifatı haqqında fərqli fikirlər vardır. Bəzi tədqiqatçılara görə sadəcə inkişafı üçün lazım olan su miqdarının azlığından əziyyət çəkən bitkilər kserofİt adlanır. Digər fikrə görə isə inkişaf etmələri üçün lazım olan su miqdarının azlığından əziyyət çəkən və ya çəkməyən quraq bölgələrdə bitən bitkiləri kserofİt olaraq adlandırırlar. Suyun azlığı bitkilərin normal funksiyaları ilə quruluşlarına birbaşa və ya dolayı olaraq təsir edir. Quraqlıq bölgələrdə bitən bitkilər həyat formaları, quruluş və daşıdıqları funksiyalara görə bir-birlərindən fərqlənilirlər. Hidrofİtlərdən fərqli olaraq kserofİtlər öz inkişafı üçün quraqlıq bölgələri tərcih etmişlər. Digər tərəfdən kserofİtlər quraqlıq şəraitdə inkişaf edib, buradakı iqlim şəraitinə uyğunlaşma əlamətləri qazanmışlar. Normal rütubətli yerlərdə kserofİtlərin çoxalması və ümumi biokütlənin artması müşahidə edilir. Suyun olmasına görə quraqlıq bölgələr 2 qrupa (quru və nəmli) ayrılır. Bitkilər rütubətli yerlərdə bir sıra stress faktorlarının o cümlədən, duzların qatılığı, soyuq və s. kimi amillərin təsiri nəticəsində su qəbul etmirlər.

Kserofitlərin təsnifatı – Kserofit bitkiləri şəraitin xüsusiyyətlərinə görə 4 qrupa ayrılır.

Psammofitlər – Bu bitkilər qum və ya çınqıllı quru yerlərdə bitir. Belə bitkilərə misal olaraq *Ammophilla arenaria*, *Alhagi maurorum*, *Acacia senegal*, *Euphorbia paralias* və s. göstərmək olar (şəkil 17).



Şəkil 17. *Alhagi maurorum* Medik.

Litofitlər – Bu bitkilər yağışlı bölgələrdə qayalar üzərində bitən bitkilərdir. Bu bitkilərə misal olaraq *İnula candida*, *Ceterach officinarum* kimi qjılar və *Psora decipiens* yosunları göstərmək olar (şəkil 18).

Psikrofitlər – Bu bitkilər çox soyuq torpaqlarda bitən bitkilərdir. Belə şəraitdə su saxtanın təsiri nəticəsində donur və bu səbəbdən də torpaqda su azlığı meydana çıxır. Belə şəraitdə bitən bitkilərə misal olaraq *Salix purpurea*-nı göstərmək olar (şəkil 19).

Halofitlər – Bu bitkilər çox duzlu torpaqlarda yaşayırlar. Bu şəraitdə olan bitkilər, duzların yüksək qatılığı nəticəsində lazımi miqdarda su qəbul edə bilmirlər. *Salsola ruthenica* və s. kimi növlər belə bitkilərə misaldır (şəkil 20).



Şəkil 18. *Ceterach officinarum* Willd



Şəkil 19. *Salix purpurea* L.



Şəkil 20. *Salsola ruthenica* İljin.

Kserofitlərin ətraf mühitlə əlaqələri – Kserofit bitkilərin həqiqi ya da fizioloji quraqlıq kimi hadisələrə qarşı davamlı olmaları diqqəti çəkən vacib məsələlərdən biridir. Bu proses müxtəlif şəkillərdə ola bilər. Uzun müddət və ya qısa zaman ərzində davam edən yağışlı mövsümlərdə birillik müxtəlif efemer bitkilər cücərir, inkişaf edir, çiçəkləyir və toxum verirlər.

Quraq mövsüm başlayan zaman kserofit bitkilərin toxumları quruyaraq torpaqda dinclik dövrünü keçirirlər. Dinclik dövrünü keçirən toxumlar ikinci il yaz aylarında yağışlı mövsümün başlaması ilə vegetasiya dövrünə başlayırlar. Bu bitkilərin bioloji saati qısa müddət davam edən yağışlı mövsümdə həyat dövrlərinin bütün tsikllərini tamamlayacaq şəkildə ayrılmışdır. Belə bitkilər öz inkişafı zamanı quraqlıqdan əziyyət çəkmirlər. Quraq dövrünü bu bitkilər hər hansı bir diaspor (çoxalma orqanı) şəklində keçirirlər. Buna görə də bu bitkilərə bəzən «quraqlıqdan çəkinən» bitkilər də deyilir. Belə birillik efemer növlərə qısa yağışlı isti qumlu yerlərdə, Himalay kimi yüksək dağların zirvələrində və soyuq mülayim bölgələrdə rast gəlmək mümkündür. Bu kserofitlərin əsas ekoloji uyğunlaşmaları, onların həyat dövrlərini 6-8 həftəlik, qısa zaman daxilində tamamlamasıdır. Bu bitkilərin kök sistemləri onların kiçik gövdələrinə nisbətən daha yaxşı inkişaf etmişdir. Kserofitlər quraq sahələrin bitkiləri olduqları üçün su azlığından əziyyət çəkmirlər. Sukkulent bitkilər yuxarıda qeyd edilən kserofit bitkilərdəndir (şəkil 21).

Bütün dünyadakı səhralarda yetişən müxtəlif bitki qruplarına daxil olan bu kserofitlər, müxtəlif uyğunlaşma əlamətləri qazanmışlar. Sukkulent olmalarına görə toxumları ətraf mühit quraq olsa da, bu bitkilər yüksək miqdarda su udma qabiliyyətinə malikdirlər. Onlarda nazik hüceyrə divarlı parenxim hüceyrələri çox genişlənir və yağışlı mövsümlərdə çoxlu miqdarda su qəbul edirlər. Buna görə də həmin bitkilərin toxumaları şişir. Belə bitkilərdə transpirasiya ilə su itkisi çox az olur.



Şəkil 21. *Sedum reflexum* L.

Beləliklə, bu bitkilərin sukkulent olması, qısa davam edən yağışlardan sonra suyun ehtiyat halda toplanmasına və suyun digər mövsümlərdə daha az itkisinə səbəb olur. Belə bir uyğunlaşma bitki toxumalarında su azlığını ortadan qaldırır. Buna görə də bir çox tədqiqatçılar ətraf sukkulentləri həqiqi kserofit bitki olaraq qəbul etmirlər. Sukkulentlər əsasən bütün il boyu səhra və yarımsəhralarda inkişaf etdikləri üçün onların kserofitlərə daxil edilmələrini daha məqsədə uyğun hesab etmək olar.

Bu bitkilərdə kök sistemi torpağın üst hissəsində yayılmışdır. Belə bitkilərdə yan köklər sayca çox olub maili istiqamətdə inkişaf etmişdir. Bu yan köklər torpağın sadəcə bir neçə sm dərinliyinə qədər gedərək, su udması baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edirlər. Səhra və yarımsəhralarda su təbəqəsi torpağın çox dərinliyində yerləşdiyindən, torpağın bir neçə metr üst hissəsi quru olur. Buna görə də maili istiqamətdə inkişaf edən köklər torpağın nəmli hissəsindən maksimum faydalana bilmirlər. Bu baxımdan belə bitkilərin kökləri sukkulent xüsusiyyət daşıyır. Bu bitkilərin əksəriyyətində gövdə şişkin və sukkulent olub, əsasən *Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Asclepia-*

daceae fəsilələrinə aiddirlər. *Cactaceae* fəsiləsinə aid olan növlərə ümumi olaraq kaktuslar, bu fəsilə xaricindəki kaktuslara oxşayan sukkulent bitkilərə isə kaktoitlər deyilir. Sukkulent gövdələr, ümumiyyətlə, yaşıl rəngdə olur və assimilyasiya prosesinin böyük bir hissəsini həyata keçirirlər. Bəzi növlərdə məsələn, *Opuntia*-da gövdə yaşıl rəngdə olub, yarpaq funksiyasını yerinə yetirir (şəkil 22). Yarpaqlar isə formasını dəyişərək tikan şəklini almışdır. Yaşıl rəngli toxumalar üzərində ağızciqlər yerləşir. Bu bitkilərin aydın şəkildə görünən uyğunlaşma xüsusiyyəti, transpirasiya ilə həyata keçən su itkisinin yüksək olmaması üçün gündüz ağızciqlərini bağlı saxlamalarıdır. Bu halda assimilyasiya üçün lazım CO_2 , ağızciqlərin qapalı olduğu və gündüz üzvi turşuların anaerobik tənəffüsü nəticəsində daxilə yaranan CO_2 tərəfindən təmin edilir.

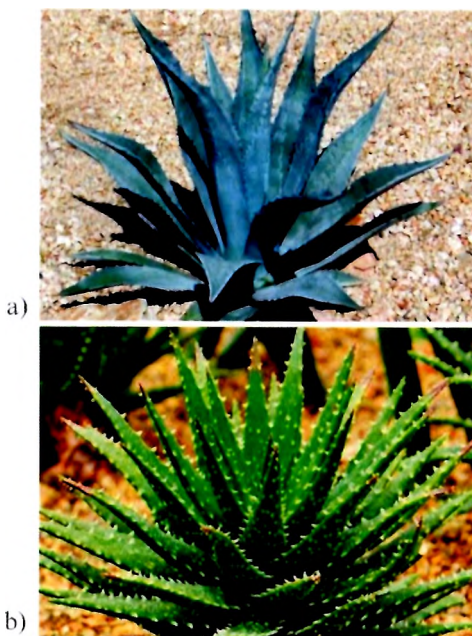
Bu maddə kutikula təbəqəsindən suyun buxarlanmasının qarşısını alır.



Şəkil 22. *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. bitkisi

Agave və *Aloe* kimi bir quraqlığa davamlı bitkilərdə yarpaqlar qalın dərivari ya da sukkulent olur (şəkil 23). Bu bitkilərdə inkişaf sürəti çox yavaş gedir və gövdə sadələşmişdir. Bir

çox bitklərdə o cümlədən *Euphorbia*-da olduğu kimi yarpaqlar quraq mövsümün başlanğıcında tökülür, ya da kaktuslarda olduğu kimi yarpaqlar tikan şəklini almışdır. Səhralarda və ya quraqlıq bölgələrdə suyun az olması səbəbindən zəif bitki örtüyü müşahidə edilir. Buna görə ot yeyən (herbivor) heyvanlar qidalanma baxımından bu bitki örtüyünə mənfi təsir göstərirlər. Belə bitkilərdə geniş yarpaqlar olmur və bu yarpaqlar üzərində çox sayda tikanlar inkişaf edir. Sukkulent bitki hissələri yenilənmə gücünü qoruyub saxlayırlar. Bu bitkilər bir neçə ay və ya il öncə ana bitkidən ayrıldıqdan sonra uyğun şəraitdə əkildikdə normal inkişaf edib böyüyürlər.



Şəkil 23. a) *Agave americana* L. b) *Aloe vera* (L.) Burm.f.

Həqiqətən, sukkulentlər səhra və yarımsəhra şəraitinə ən yaxşı uyğunlaşma göstərən bitkilər arasındadır və quraqlığa

davam gətirmələri üçün bədənlərində kifayət qədər suyu ehtiyat olaraq toplayırlar.

Bəzi bitkilər daxili və xarici mühitdəki susuzluqdan əziyyət çəkirlər. Bir çox ekoloqlar bu tip bitkiləri həqiqi kserofit olaraq qəbul edirlər. Bu bitkilər sukkulent olmayan çoxillik bitkilər olub, həqiqətən daxili ehtiyac üçün suya ehtiyac duyurlar. Belə bitkilərə *Alhagi pseudalhagi*, *Solanum xanthocarpum*, *Capparis aphylla*, *Capparis sepiaria*, *Zizyphus nummularia*, *Acacia senegal*, *Prosopis spicigera* və s. kimi taksonları misal göstərmək olar. Bu bitkilərdə bir sıra uyğunlaşma əlamətləri əmələ gəlmişdir.

Birincisi, bu bitkilərin kök sistemləri torpağın dərinliyinə gedir və mil kökləri yaxşı inkişaf etmişdir. *Alhagi pseudalhagi*-də torpaqüstü hissələri bir neçə sm olduğu halda kökləri yerüstü hissədən 25 dəfədən çox inkişaf etmişdir.

Belə bitkilərin kök sistemində güclü yenilənmə qabiliyyəti vardır. Bu xüsusiyyət quraqlıq şəraitində növlərin inkişafına müsbət təsir edir. Bunun səbəbi ondan ibarətdir ki, bu tip bitkilər belə şəraitdə toxumla çoxalmaları üçün hökmən suya ehtiyacları vardır. Bu hal, ancaq yağışlı mövsümdə mümkündür.

Digər bir xüsusiyyət isə bir çox növlərdə köklərin göbələyə bənzər qalın bir toxuma təbəqəsi ilə örtülməsidir. Bu təbəqə altındakı canlı hüceyrələr sərt, quraq və isti torpaqların təsirindən qorunur. Bu tip bitkilərdə mil kök sürətli böyüyündən, kökün cavan uc hissəsi mütəmadi olaraq torpağın nəm hissəsində olur. İkincisi, bu bitki növlərində gövdələr bir-birlərindən fərqlənilir. Bu bitkilərin hüceyrələri sıx yerləşdiyindən uzanma xüsusiyyətinə malik olmadıqları üçün çox yavaş böyüyürlər. Belə bitkilərin gövdəsində su itkisini azaltmaq üçün göbələyə bənzər təbəqələri olur. *Acacia* cinsinə aid növlərdə olduğu kimi bir çox bitki gövdələrində də qətran və yapışqana bənzər təbəqələr olduğundan su itkisinin qarşısı alı-

nır. Kol şəkilli olan kserofitlərin çoxu tikanlıdır. Bu xüsusiyyət onları otlayan heyvanlardan qoruyur. Təbiətdə bu bitkilər çox seyrək olur və su çatışmazlığı nəticəsində zəif inkişaf edirlər.

Üçüncüsü, bu bitkilərin yarpaqlarının əksəriyyəti kiçik olub, uzun müddət davam edən quraqlıq zamanı tökülür. Yarpaqların uyğunlaşma əlamətləri əsasən transpirasiya prosesinin azalması istiqamətində olur. Lakin bu uyğunlaşma əlaməti sadəcə suyun az olduğu şərait üçün keçərlidir. Bunun əksinə olaraq, sukkulentlər su miqdarının artıq olduğu zaman transpirasiya prosesini aktiv həyata keçirmirlər. Sukkulent olmayan çoxillik bitkilərdə quraqlıq dövründə yarpaqlar uzun müddət canlılıqlarını qoruyub saxlayırlar, sonradan torpaqda rütubətin artması ilə əlaqədar yenidən aktiv fəaliyyətə başlayırlar. Yarpaqlarını tökməyən bir çox bitki növlərinin quruluşunda çox sayda uyğunlaşma əlamətləri yaranır. Belə bitkilərin yarpaqların epidermisi muma oxşar bir təbəqə ilə örtülü olur. Sütunvari toxuma şaquli vəziyyətdə yerləşir. İnkişaf etmiş sklerenxim hüceyrələrinin olmasına görə bu bitkilərə sklerofil (həddindən artıq istilikdən qorunmaq üçün quruluşlarında dəyişikliklər edərək uyğunlaşan) bitkilər deyilir. İnkişaf etmiş sklerenxim toxumalarda kifayət qədər su olmadığı zamanı, yarpaq səthində ağımtıl tüklər əmələ gəlir və burada günəş şüaları daha çox əks olunur. Yarpağın alt hissəsində çökəkliklər olur və ağızcıklar bu çökəkliklər içərisində yerləşir. Mumlu və ya xitinli təbəqələr su buxarlandırmasının qarşısını almaq üçün bir sədd yaradır. Bundan başqa bu təbəqələr yarpaqları fiziki zərər və plazmolizdən qoruyur. Şaquli vəziyyətdə yerləşən sütunvari toxumalardakı xloroplastlar, günəş şüalarını maili şəkildə alır və xüsusən də parlaq, isti, günəşli günlərdə bitkiləri mühafizə etmiş olurlar.

Əsasən üzəri tüklə örtülmüş yarpaqlarla tüksüz yarpaqları qarşılaşdırdıqda məlum olmuşdur ki, transpirasiya prosesi

tüksüz yarpaqlarda 4-7 % arasında daha çox olur.

Tüklü yarpaqların alt səthindəki çökəkliklərdə olan hava ağızcıqlarla həyata keçən transpirasiya prosesində rütubət ilə doymuş halda olduğundan bu hava tüklərin köməyi ilə quru küləklərdən qorunmuş olur.

Quraq mövsümdə bəzi ot bitkilərinin yarpaqları lent şəklində qıvrılır. Bu prosesi bəzi *Selaginella* cinsinə aid növlərdə müşahidə etmək olur. Bu bitkilərdə normal şəraitdə açıq və geniş olan yarpaqlarda assimilyasiya prosesi çox aktiv halda gedir. Bunun əksinə olaraq quraqlıq olan zamanlarda isə yarpaqlar qıvrılır, transpirasiya prosesi zəifləyir. Ümumiyyətlə, yarpaq ölçüsünün kiçilməsi mövsümdən asılı olaraq su itkisinin azaldılmasının qarşısını alır. Əgər hər hansı bir bitkinin yarpağının ölçüsü çox kiçikdirsə və ya kök sisteminə nisbətən yarpaqların sayı azdırsa, o zaman həmin bitki az su buxarlandıracaq. Tikanlı sarkopoterium (*Sarcopoterium spinosum*) kimi bitkilərin yaz aylarında daha iri yarpaqlara, quraq mövsümdə kiçik yarpaqlara malik olması su itkisinin tarazlaşması üçün ən əlverişli uyğunlaşma əlamətidir. Bu bitki Aralıq dənizi floristik vilayətində friqanayı (kiçik və quraqlığa davamlı bitkilərin yaratdığı bitki örtüyü) yaradan ən əhəmiyyətli elementlərdən biridir və yaz aylarında bu bitkinin bitişik olan yarpaqları olur. Halbuki yayda bu bitkinin bütün yarpaqları kiçik tikan şəklində olur.

Yarımsəhra və səhra bitkilərində yarpaqlar quraq mövsümlərdə məhv olur, lakin tökülməyərək bitki üzərində qalırlar. Bu yolla belə yarpaqlar bitkini örtərək kölgəlik yaradır və intensiv işığın bir başa təsirini azaldır. Bundan başqa bu ölü yarpaq örtüyü quraq küləklərə qarşı da maneə rolunu oynayır. Kiçik yarpaq ayası (mikrofil) günəşli gündə böyük yarpaqlara nisbətən daha az qızılırlar.

Bir çox tədqiqatçılar tərəfindən mikrofil su itkisinin qarşısını almaq baxımından bir uyğunlaşma kimi qəbul edilir.

Bitki örtüyündə transpirasiya prosesinin qiymətləndirilməsi zamanı bitki növləri arasında müəyyən fərqliliklər müşahidə edilir. Belə ki, bir şam yarpağının ən az su buxarlandırdığı qeyd edildiyi halda, şam meşəsində eyni şəraitdə yarpaq tökən ağaclardan ibarət olan meşə sahəsi qədər su buxarlandırdığı müəyyən edilmişdir. Bu qiymətləndirmə zamanı müəyyən sahədə ümumi yarpaq sahəsi diqqətə alınır. Bitkilərin su buxarlandırma prosesində kiçik yarpaqlı bitkilərin daha şanslı olduqlarını qeyd etsək də yarpaqların say baxımında çox olması ilə əlaqədar yarpaqların tutduğu ümumi sahənin artmasının yuxarıda qeyd edilən fikrə zidd olduğu nəticəsinə gəlmək olar.

Bitkilər suyun vəziyyətinə görə iki böyük qrupa ayrılır. Bakteriya, yosun, göbələk və mamırlar kimi hidrolabil növlər birinci qrupa daxildir. İkinci qrupa isə hidrostabil növlər, yəni çiçəkli bitkilər daxildir.

Birinci qrupa daxil olan növlərdə ətraf mühit, rütubəti hüceyrə plazmalarının hidratasiya dərəcəsini müəyyən edir. Bu qrupa daxil növlərin özlərinə məxsus su norması yoxdur. Bu bitkilərin böyüməsi zamanı suya olan ehtiyacları atmosferdə olan su buxarından asılıdır. Buna misal olaraq quraq bölgələrdə yaşayan yosunların həyatlarını qoruyub saxlaması, qısa zaman davam edən yağışlı günlərdən asılı olduğunu göstərmək olar.

İkinci qrupa daxil olan bitkilərin su tarazlığı, torpaqdakı və atmosferdəki nəmin miqdarından asılı olaraq dəyişir. Bu bitkilərin su balansını, hüceyrənin şişmə və ya hidratasiya dərəcəsini təyin edən «Plazma hidratatoru» (su vəziyyəti) müəyyən edir. Halofitlərdən başqa ali bitkilərdə hidratasiya prosesinin fizioloji sərhədləri 40-55 atmosfer arasında dəyişir.

İbtidai bitkilərdən olan *Pteridofit*-lər hidrolabil və hidrostabil tiplər arasında bir keçid təşkil edir. Bunların protalları hidrolabil, sporofitləri isə hidrostabil növlərə bənzəyir. Hər bir bitki həyat tsikli zamanı müəyyən miqdarda su saxlama qabi-

liyyətinə malikdir. Bu miqdar maksimum və minimum su saxlama xüsusiyyətidir. Bitkilərin təbii şəraitdə bitdiyi yerlərdə suyun miqdarı normaldırsa, o zaman hər bitkinin özünə məxsus bir su saxlama qabiliyyəti vardır. Buna optimum dəyər deyilir. Bitki quraqlığa məruz qaldıqda hüceyrə möhtəviyyatının osmos təzyiqi yüksəlməyə başlayır və müəyyən bir nöqtədə metabolizm prosesində dayanma olur və geriye dönüşü olmayan quraqlıq nəticəndə əmələ gələn zərərler özünü büruzə verir.

Bu nöqtədə bitkilərin su saxlama qabiliyyəti minimum, osmos təzyiqi isə maksimum olur. Bəzi hallarda bitkidə fotosintez prosesi zəifləyən zaman bitkinin su saxlama qabiliyyəti yüksəlir. Bu zaman bitkidə minimum osmos təzyiqi müşahidə edilir.

Suyun miqdarı az olan şəraitdə bitən bitkilərə stenohidrik bitkilər deyilir. Bəzi kölgəsevən və sukkulent bitkilərdə bunu müşahidə etmək mümkündür. Bunun əksinə olaraq, su miqdarı çox olan şəraitdə bitən bitkilərə eurihidrik bitkilər deyilir. *Cistus* sp. və ya *Thymus* sp. kimi cinslərə aid olan növləri buna misal göstərmək olar.

Yağan yağışa bağlı olan nisbi nəm psixometr, hıqroqraf və hıqrometr ilə ölçülür. İstiliyin hıqroqraflarda ölçülməsinə isə termohıqroqraf deyilir. İstər nisbi nəm, istərsə də istiliyi göstərən ayrılar *termohıqroqram* adlanır.

2.2.4. Külək faktoru

Külək çox böyük əhəmiyyətə malik olan ekoloji amildir. Külək temperatur, atmosfer təzyiqi və bir sıra coğrafi proseslər ilə əlaqədar olan ətraf mühit amillərindən yaranır. Külək insanın təkamül prosesində əhəmiyyətli rol oynamışdır. Xüsusən də küləyin dəniz səfərlərində yeni yerlərin və ticarət yerlərinin aşkar edilməsində əhəmiyyətli təsiri olmuşdur. Küləyin

bitkilərin inkişaf prosesində təsiri müxtəlif şaxəlidir.

Külək bitkilərin böyüməsinə, çoxalmasına, yayılmasına, məhvə və ümumiyyətlə, təkamülünə təsir etmiş və etməkdədir. Bəzi yerlərdə yağışın böyük bir hissəsi küləyin hərəkəti ilə nızamlanır. Küləyin bitkilərə təsiri, havada qaz və istilik dəyişmələrindən asılı olaraq dəyişir. Digər bir təsiri isə havanın aerodinamik hərəkəti nəticəsində bitkilərin mexaniki olaraq formasının dəyişməsi prosesidir. Külək eyni zamanda hərəkətli CO₂ çirkləndiriciləri kimi qaz molekulları vasitəsilə bitkinin tozcuq və çoxalma orqanlarını zədələyir. Küləyin zərərli və əhəmiyyətli təsirlərini göstərən bir sıra ədəbiyyat məlumatları vardır [1, 10].

Külək, hava təzyiqindəki fərqlilikdən yaranan hava kütlələrinin geniş diametrdəki hərəkətidir. Bu hava axınları günəşdən gələn qısa dalğalı şüaları qıraraq onun təsirini azaldır. Bu proses isə yer kürəsinin müxtəlif dərəcədə qızmasına səbəb olur. Atmosferin daha aşağı hissələrində dağlar, dərələr kimi torpaq səthləri küləyin sürətinə təsir edir. Torpaq səthindən təxminən 10 m-dən çox olan yerlərdə bitkilər tərəfindən küləyin sürəti azaldılır və ya tamamilə dayandıra bilər. Torpaq səthindən 10 m yuxarıda, orta hesabla 7 m/san əsən küləklər dəniz sahillərində çox yüksəklərə qalxır. Gecə vaxtlarında dəniz tərəfindən əsən küləklər, əsasən qurudan əsən küləklərdən bir neçə dəfə güclü olur. Dağlıq bölgələrdə, o cümlədən dağlar arasında və ya dərələr boyunca çox güclü küləklər müşahidə edilir. Gecələr küləyin sürəti bir qədər azalır.

Zəif külək olanda hava axını yer səthində təbəqə şəklində olur. Bunun əksinə olaraq paralel və düzgün olmayan hava axınları təbii bitki örtüyünə müəyyən qədər təsir edir.

Bitki örtüyünün yuxarısında və içərisində hava burulğan şəklində hərəkət edir. Kiçik burulğanlar ölçü baxımından yarpaqlardan kiçik olduqlarından, belə burulğanlar qaz mübadiləsində əhəmiyyətli rol oynayırlar. Böyük burulğanlar isə bit-

kilərə mexaniki zərər verir. Bundan başqa bitkilərin xaricində və daxilində olan CO₂, su və digər qazların hərəkətinin əhəmiyyəti vardır.

Əgər temperatur yüksəklikdən asılı olaraq azalarsa, o zaman hava şaquli olaraq dəyişir.

Əkin sahələrində dəyişən sürətli küləklər olan zaman bitki səthlərindəki istilik dəyişmələri, konveksiya güclərinin təsiri altında olur. Buna görə də torpaq səthlərdə istiliyin sərbəst konveksiyasına səbəb olur və bu xüsusiyyət əsasən səhralarda müşahidə edilir. Buna misal olaraq səhrada torpaq səthi daha çox qızdığından havadakı yüksək temperaturda kənaraçıxmalar müşahidə edilir. Atmosferin alt təbəqəsində konvektiv baxımdan bir dəyişiklik meydana gəlir. Bu da ki, qum fırtınalarına və güclü küləklərə səbəb olur. Yer səthinə ən yaxın zəif hava axını olan yerə havanın sərhəd qatı deyilir. Yarpaqlara yaxın olan sərhəd təbəqəsi, təxminən 1 mm qalınlığında olub, ətraf mühitdəki kütlə ilə temperatur dəyişmələrinə təsir göstərir.

Bitki orqanı hava axınına maneçilik törədərsə, o zaman sürtünmə prosesi yaranır. Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, bitkilərin səthi hava axınına paralel olduğu zaman bitki səthinə sürtündüyünə görə havanın hərəkəti zəifləyir. Beləliklə, aydın olur ki, bitki örtüyü küləyin sürətinə bu və ya digər dərəcədə təsir göstərir. Küləyin yarpaqlara dəyərək sürtünməsi nəticəsində bir sıra zədələnmələr müşahidə edilir. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, bitki örtüyünün tipindən asılı olaraq torpaq səthindən hündürlüyə görə küləyin sürəti dəyişir.

2.2.4.1 .Küləyin bitkilərə təsiri və qoruma zolaqları

Küləyin sürəti bitkinin temperaturunu dəyişmə gücünə məlikdir. Buna görə də temperaturdan asılı olan bir sıra proseslərə külək təsir edir.

Yarpağa yaxın havanın hərəkəti yarpaq səthinə paralel

olur. Bu bölgədə yarpaq səthindən kənar olan diffuziya, molekulların hərəkəti həyata keçir.

Su buxarlarının sərhəd təbəqələri arasındakı əlaqəni aşağıdakı kimi hesablamaq mümkündür. Yarpağa oxşar və yarpaq böyüklükdə yaş bir qurutma kağız parçasını küləkdə saxlayaraq su itkisi ölçülür və onun miqdarı təyin edilir.

Bitkilərdəki sərhəd təbəqəsi tədqiq edilərkən tədqiqatçılar hamar səthə malik təzə yarpaqlardan istifadə etmişlər. Bu kimi tədqiqat işlərində bitkilərin gövdə, budaq, çiçək, meyvə və s. kimi orqanları öyrənilmişdir.

Küləyin sürətinin artması bitki yarpağında daha incə bir sərhəd təbəqəsi yaradır və nəticədə yarpağın temperaturu havanın temperaturuna yaxınlaşır. Məsələn, havanın temperaturunun 20°C, nisbi nəmin 50% olduğu açıq şəraitdə 50 mm qalınlığında ağzıcağı açıq olan bir yarpaqda, küləyin sürəti 0,2-dən 2 m/san-ə çatdığında, temperatur 31°C -dən 24°C-yə enir [78].

Sürətli əsən külək yarpağın istiliyinə daha az təsir edir. Çünki qısa dalğa uzunluqlu günəş şüaları yarpaq tərəfindən daha az udulur. Bundan başqa bu prosesə yarpağın ölçüsü də təsir edir.

Sərhəd təbəqəsi nə qədər incə olarsa, o zaman burada daha çox maddə daşınması həyata keçir. Yarpaqların bölümlü olması nəticəsində onların ölçüləri bir qədər kiçilir və bu da istilik əlaqələrinə təsir edir. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, ağ palıdın (*Quercus alba*) günəş şüaları tutan bölümlü yarpaqları, kənarları hamar olan kölgə yarpağından daha sürətli istilik verir. Kəklikotu cinsinə aid növlərdə olduğu kimi yarpaqların daha kiçik ölçülərdə olması, quraqlıq şəraitlərdə bitən kiçik yarpaqlı bitkilərə aid xüsusiyyətlərə malikdir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz bitkilərin yarpaq istiliklərinin hava temperaturundan daha yüksək olmasının qarşısının alınması, transpirasiya əvəzinə istilik dəyişmələri əsas rol oy-

nayır. Beləliklə, yarpaqlar daxilində olan sudan istifadə etməyərək, assimilyasiya temperaturunda və ya letal təsirə yaxın temperaturalarda yaşaya bilirlər.

Yarpaq səthi ilə küləyin istiqaməti arasındakı bucaq çoxaldığında tükli birləşik (pinnat) yarpaqların aktiv sərhəd təbəqəsinin qalınlığı azalır və bu zaman 10% ilə 100% arasındakı istilik dəyişmələri asanlıqla nəzərə çarpır. Pinnat yarpaqların ölçüləri eyni böyüklükdəki sadə tam yarpaqların ölçülərindən daha kiçik olduğundan, bu yarpaqlar daha incə sərhəd təbəqəsinə malikdirlər.

Sərhəd təbəqəsi yarpaq səthində eyni deyildir, bu təbəqə yarpağın kənarlarında daha nazik olur. Bu bölgənin temperaturu atmosfer havasının temperaturuna yaxındır. Gecə vaxtı şaxta ilk öncə yarpağın mərkəzində hiss edilir və xüsusən bu hissə axşam vaxtı infraqırmızı şüaların itkisi hesabına, atmosfer havasının temperaturuna nisbətən daha çox soyuyur.

Yarpaqda olan tüklər atmosfer havasını özündə saxlayaraq nəticədə hərəkətsiz havada qalın bir təbəqə yaradır. Sərhəd təbəqəsinin dəyişməsi, yarpaq səthindən əvvəl tüklərin ucundan başlayır. Məsələn, bir sıra bitki növlərində (*Inula viscosa*) yarpaqda olan sıx tüklər ətraf mühit ilə istilik mübadiləsini azaldır və nəticədə su buxarı əlaqəsi də azalır. Əgər yarpaqda olan tüklər seyrəkdirsə, o zaman su itkisi də artır. Həmçinin yarpaqda olan tüklərin istiliyin udulmasında rolu vardır. Bu da, yarpaq temperaturuna və transpirasiya prosesinə təsir edir.

Yarpaqda qaz mübadiləsi – Külək bitkilərdə gedən transpirasiya prosesinə böyük təsir edir. Çünki küləyin təsiri ilə transpirasiya prosesi sürətlənir. Külək yarpaq səthi üzərindəki rütubəti, yəni doymuş hava kütləsini aparır. Transpirasiyanın sürəti isə atmosferin quruluğuna və nəminə bağlıdır. İlk öncə transpirasiya nəticəsində yarpaq səthi üzərində nəmli bir hava kütləsi əmələ gəlir. Bu nəmli hava kütləsi transpirasiya sürətini

azaldır, lakin külək bu proses nəticəsində çıxan su buxarlarını yarpaq üzərindən kənarlaşdırır və nəticədə transpirasiyanın sürəti artır. Buna görə də həddindən artıq küləkli günlərdə bitkilər su azlığından əziyyət çəkirlər. Həmçinin bitkinin bu daq və yarpaqların hərəkəti nəticəsində də nəm itkisi olur. Çünki bu hadisədə fiziki olaraq hüceyrələr genişlənir və kiçilir. Quru və isti küləklər güclü quruducu təsirə malikdir.

Yarpaq temperaturunda baş verən dəyişikliklər ağzıçığın açılıb-bağlanmasına təsir edir. Getdikcə artan küləyin sürəti yarpağa yaxın olan havanın su buxarının miqdarını azaldır. Bu da ağzıçıqların bağlanmasına səbəb olur. Çünki ağzıçıqlar ətraf mühitdəki dəyişikliklərə cavab vermə qabiliyyətinə malikdir. Ümumiyyətlə, transpirasiya prosesində küləyin ilk təsirləri bir az mürəkkəb ola bilər. Belə ki, 35°C-lik hava temperaturunda və güclü işıq şüaları altında artan küləyin sürəti transpirasiyanın sürətini artırır. Halbuki 35°C-dən yüksək temperaturda isə artan külək sürəti transpirasiya sürətini azaldır.

Əgər küləyin sürətində 1 m/san artım olarsa, o zaman transpirasiya sürəti artır. Lakin bu sürət daha sonra azalır və toxumadakı su azlığına görə ağzıçıqlar tez bağlanır. Bu kimi xüsusiyyətlər bitkiləri zərərli təsirlərdən qorunmaq üçün bir uyğunlaşmadır. Buna misal olaraq dəniz sahillərində, uçurumlarda bitən bəzi bitki növlərində ağzıçıqlar sakit küləyin 1 saat ərzində 0,4 m/san-lik bir sürətlə dəyişməsinə qarşı reaksiya göstərərək qapanmasını göstərmək olar. Bunun əksinə olaraq müəyyən edilmişdir ki, mühafizə edilən sahələrdə bitkilərdə ağzıçıqlar, ancaq 8 saat keçdikdən sonra ətraf mühitə qarşı reaksiya göstərilir. Beləliklə, açıq sahələrdə bitən növlər belə şəraitdə torpaqdan aldıkları suyu qoruyaraq həyatlarını davam etdirirlər. Eyni zamanda yamaclarda bitən bir sıra ot bitkilərinin yarpaqlarındakı ağzıçıqlar küləyin sürəti artan kimi qapanır və transpirasiya sürəti zəifləyir. Bunun əksinə olaraq küləyə qarşı böyüyən şam növlərində isə bu proses yox deyir.

ləcək qədərdir.

Yuxarıda qeyd edilənlərlə yanaşı külək yarpaqdakı temperatur dəyişiklikləri fotosintez prosesinə təsir edir. Yarpaq istiliyində baş verən dəyişmələr ağızcıqların keçiriciliyini və me-zofildə CO₂-nin diffuziya olunmasına da təsir göstərir. Nəticədə, küləyin assimilyasiya prosesinə olan təsiri, transpirasiyaya təsirindən daha əhəmiyyətli olur.

Digər tərəfdən, küləyin sürətinin tənəffüsə də təsir etdiyi məlum olmuşdur. Aparılan bir tədqiqat işində 9 fərqli növdə qaranlıqdakı tənəffüsün, küləyin sürətinin artmasına paralel olaraq 20%-dən 40%-ə qədər artdığı məlum olmuşdur. Tənəffüsün artması küləyin mexaniki təsirləri ilə əlaqədar olduğu ədəbiyyat məlumatlarında qeyd edilir [89]. Jaffenin qeyd etdiyi kimi bitkilərdə mexaniki təsir tənəffüsü prosesini artırır. Bitki orqanlarının çox bir hissəsi yastı təbəqələr şəklində olmadığı üçün bu orqanlarda qaz mübadiləsi sürətli gedir.

Hər hansı bir bitkinin tac hissəsinin üzərində diffuziya əmsalı 0,05-0,2 m/san-dir. Bu miqdar torpaq səthinə doğru azalır və beləliklə, bir bitki örtüyündə külək sürəti profilləri meydana çıxır. Külək sürəti profili, hər hansı bir yüksəklikdə atmosfer havasının və digər qazların hərəkət sürətidir. Yəni atmosferin aşağı və yuxarı yüksəkliklərində hərəkət edən hava axınına qarşı, atmosferin daha yüksəkliklərində küləyin dar bir lent şəklində sürətli əsməsi ilə xarakterizə edilən hava axını, şaquli külək profili adlanır. Xüsusi ilə diffuziya əmsalı küləyin sürətinə mütənəsib olmaqla yanaşı, eyni zamanda külək sürətinin dəyişməsindən və digər amillərdən asılıdır. Bitki örtüyünün üst hissəsində havanın keçiriciliyi əsasən bu bölgədə yarpaqların hava keçiriciliyi ilə müqayisə edilir. Atmosferin aşağı hissəsində diffuziya əmsalı azalır və böyük ehtimalla yer səthinin yaxınlığında CO₂ və su buxarı əmələ gəlir. Gecələr küləyin sürəti azaldığı üçün atmosferin daha aşağı hissələrində tənəffüs prosesi ilə əlaqədar CO₂ toplanması artır [5, 7, 9, 10].

Bitkilərin inkişafında torpaq səthindəki zəif külək sürətinin xüsusi önəmi vardır. Məlum olmuşdur ki, qarğıdalı bitkisinin böyümə sürətinə təsir edən meristem temperaturu yarpaq, torpaq və hava temperaturundan daha vacibdir [15, 26, 28, 33].

Bitkilərin əksəriyyətinin böyüməsi üçün optimum külək sürətinə ehtiyacları vardır. Küləyin yüksək sürətlə əsməsi su azlığına, zəif külək sürəti isə limitləyici təsirə malik olur. Optimal küləyin sürəti 0,3-1 m/san arasında dəyişir. Bu da ki, torpağın su potensialına və bitki növlərinə görə dəyişir. Məsələn, təxminən 0,5 m/san-dən yüksək olan küləkdə bitkilərin böyüməsi təxminən 30% azalır [82]. Kələm bitkisi optimumdan aşağı olan külək sürətində uzunboylu olur. Küləyin sürətinin artmasının bitkilərə təsiri növlərə görə fərqli olur. Məsələn, *Festuca elatior* L. bitkisdə küləyin sürəti 1,0 m/san-dən 3,5 m/san-ə yüksəldikdən bir neçə gün sonra assimilyasiya sürəti də azalır [1, 35]. Tranquilli, şamlarda 15 m/san-ə qədər olan küləkdə qaz mübadiləsinin azaldığını və sərt oduncaqlı ağaclarda isə bu prosesin külək sürətinin 7 m/san-də başladığını qeyd etmişdir [133]. Bu da çox küləkli yerlərdə şam cinsinə aid növlərin oldğunu göstərir. Güclü küləklər nəticəsində transpirasiya və assimilyasiya prosesinin zəifləməsi yarpaqların qurumasına səbəb olur.

Bitkinin tac hissəsinin üst hissəsində artan hava axını assimilyasiya edən yarpaq səthlərinin yaxınlığındakı burulğan diffuziyasını artırır. Küləyin təsirli olduğu alp yüksəkliklərində bitən kiçik kol qruplaşmasında küləyin sürəti 0,5-dən 2,5 m/san-ə olduqda bitkilərin tac hissəsinin CO₂ keçiriciliyi 3 qat artır [83].

Külək ilə bitkinin sürtünmə əlaqələri bitkinin bütün yerüstü səthində müşahidə edilir. Bir çox bitki növündə buna bağlı olaraq bir qrup uyğunlaşma əlamətləri yaranmışdır. Məsələn, *Cocos nucifera* L. (hind qozu) bitkisinin gövdə və yarpaq saplaqları hərəkətli olub tərkibində çox sayda uzun liflər vardır.

Bu liflər çox elastikdir və bitkinin yarpaqları küləyin vəziyyətinə görə tənzimlənir. Buna görə də bitki güclü küləklərə qarşı davam gətirir. Yarpaq saplağı, zoğ və yarpaqların elastikliyi bitkinin küləyə məruz qalan hissəsinin kiçilməsində mühüm rol oynayır. Bu prosesdə bitkinin küləyin gücünə qarşı olan müqaviməti əsas məsələ kimi diqqəti çəkir.

Havada olan hissəciklərin toplanması və yayılmasının bitki xəstəliklərində tozlanma və diasporunun yeni yerlərə dağılmasında böyük əhəmiyyəti vardır. Bitki səthlərindəki toplanmış hissəciklər güclü küləklər tərəfindən dağıdılır. Burada hissəciklərin böyüklüyü hava axınlarının ani yer dəyişdirmələrinə təsir göstərir. Məsələn, ot bitkilərin tüklü dişicik ağzı (stiqmaları), tozcuqların təxminən 50%-ni tutub saxlayır. Bir çox mikroorqanizm, göbələk sporları və bakteriyalar havada uçurlar və sakit meh əsədikdə uzaq məsafələrə yayılırlar. Anemofiliya, yəni küləklə tozlanma təbiətdə bir çox bitki növlərində rast gəlinən bir hadisədir (şəkil 24). Külək ilə tozlanmaya uyğunlaşmış bitkilər çox sayda tozcuq əmələ gətirirlər. Çünki tozcuqların çiçəkdəki dişicik borusunun genişlənmiş uc hissəsinə (dişicik ağzı) çatma şansları azdır. Bəzi meşələrdə atmosferin şam və sidr tozcuqları ilə dolu olması məlum olmuşdur. Bu ağaclarla küləklə tozlanma yüksək faizlə ifadə olunur. Çünki eyni növün çox saydakı fərdi yaşadıqları sahədə bir-birinə çox yaxın bitmişdir. Şam kimi bəzi cinslərdə tozcuqların havada uça bilməsi üçün onlarda hava kisələri vardır ki, bu da küləyə qarşı yaxşı bir uyğunlaşma əlamətidir.

Bəzən küləyin sürəti spor və tozcuqların yayılmasına maneçilik törədir [17]. Belə ki, qarğıdalı bitkisi üzərində xəstəlik törədən *Helminthosporium maydis* sporları, küləyin sürəti saniyədə 5 m-dən az olduğu hallada sporlar bükülmüş vəziyyətdə bitki üzərində qalır. Küləyin sürəti saniyədə 12 m-ə çatdığı zaman sporların 50%-i bitkidən ayrılaraq uçurlar.



Şəkil 24. Taxıl bitkisinin külək vasitəsi ilə tozlanması

Bir çox mürəkkəbçiçəklilər fəsiləsinə aid növlərdə diasporların (çoxalma orqanları) yayılması küləyin sürətindən asılıdır [27]. Məsələn, çayır bitkisi (*Phleum pratense*) tozcuqlarının təxminən 40%-dən çoxu torpaqdan 1 m-dən artıq yüksəklikdə hava cərəyanı vasitəsilə təxminən 60 m uzağa yayılır. Tozcuqlar atmosferin daha yüksəkliklərində üfüqi olaraq hərəkət edirlər. Küləyin bitki və heyvan qalıqlarının yayılmasında da müəyyən təsiri vardır. Yerə düşmüş qalıqlar bitki cücərtilərinin inkişafı üçün ən uyğun yerlərdən biridir. Küləklə tozlanma bir sıra fəsilələrə aid bitki növlərində müşahidə edilir. Tozlandırıcıların nadir olduğu quru və soyuq iqlimi olan bölgələrdə külək bu prosesi asanlaşdırır. Külək ilə tozlanmaya şam meşəsində rastlandığı kimi açıq sahələrdə də çox rast gəlinir. Tozcuq, çiçəkdəki dişicik borusunun genişlənməmiş uc hissəsinə (dişicik ağzı) yaxın olduğu zaman küləklə tozlanma daha effektiv olur. *Poaceae*, *Cyperaceae* və *Juncaceae* fəsilələrinə aid növlərdə tozlanma prosesi normal gedir. Külək vasitəsilə tozlanan bitkilərdə çiçəklər kiçik olub, sıxdır. Belə bitkilərin çiçəklərində nektar az olur, cinsi orqanları müxtəlif çiçək və fərqli bitkilər üzərində ola bilər.

Toxumlar, meyvələr və digər diasporların yayılması külək-dən asılıdır [47]. Bitkilərin yayılması ekologiyanın ən vacib məsələlərindən biridir. Hər hansı bir növün toxumlarının bir yerdə toplanması eyni növün digər fədləri arasındakı rəqabətə səbəb olur.

Ümumiyyətlə, toxumların yayılması o növün yeni sahələr tutması və inkişafı baxımından müsbət bir hal kimi qeyd olunur. Bir çox bitki növləri kiçik toxumlar əmələ gətirir ki, bu yüngül və tüklü toxumlar havada asanlıqla uçaraq uzaq məsafələri qət edə bilirlər (şəkil 25).

Bəzi növlərdə isə toxumlar qanadlı olub havada külək vasitəsilə uzun məsafələrə yayıla bilirlər.



Şəkil 25. *Taraxacum officinale* Webb. bitkisinin küləklə yayılması

Bəzi bitki növlərində toxumlarının kiçik, yüngül olması ($2,4 \pm 0,1$ mm boy, $0,9 \pm 0,1$ mq ağırlıq) onların çox zəif yayılmasına şərait yaradır. Toxumlar sakit bir küləklə yavaş-yavaş havalanaraq uzun müddət havada qalır və bitkidən çox uzaq məsafələrə yayılırlar. Bu uçuş əsnasında, əgər toxum bir ağacın budağı və ya bir başqa maneə ilə toqquşarsa, o zaman yerə düşür və əlverişli şəraitdə cücərir. Tüklü kasa yarpaqlarının meyvələrə birləşmiş olan hissəsində nazik divarlı hüceyrədən əmələ gəlmiş bir sahə vardır. Meyvə quru hava ilə təmasa keçdiyi anda incə divarlı bu hüceyrələr büzülür və dik duran kasa yarpaqları (sepal) yanlara doğru əyilir. Beləliklə, hava axını toxumların irəliyə doğru hərəkətini təmin edir. Pulcuqlu yarpaq halqası (involukrum) isə sadəcə bir qoruyucu funksiya daşımayıb, hiqroskopik hərəkətləri ilə müəyyən məsafəyə qədər toxumların yayılmasında da köməkçi olur. İnvolukrumun daxili tərəfində qalın divarlı, parlaq və sərt hüceyrələrdən, xarici tərəfində isə şişkin hüceyrələrdən əmələ gəlmiş hissələri vardır. İlk əvvəl (dövrə) bu pulcuqlu yarpaq halqası (involukrum) qapalı olur, lakin meyvələr yetişdikdə xarici tərəfdəki hüceyrələr quru küləyin təsiri ilə turqor vəziyyətinə keçir. Nəticədə hüceyrələrdə sıxılma baş verir və involukrum açılır. Beləliklə, incə tüklü quru meyvələr sərbəst qalırlar. Çox quraq şəraitdə involukrum çiçək saplağına bitişir. Ətraf mühitdə rütubətin miqdarı yüksəldiyi zaman pulcuqlu yarpaq halqası (involukrum) meyvənin yuxarı hissəsini qismən qapayır. Bu tip hiqroskopik hərəkətlər nəticəsində quru meyvələrin yayılması bir və ya iki gün davam edir. Meyvələr yerə düşdükləri zaman incə tüklər (papus hüceyrələri) meyvələrin təkrar hərəkət etmələrinə kömək edir. Ətraf mühitdə olan rütubətin miqdarından asılı olaraq hiqroskopik incə tüklər mütəmadi olaraq istiqamətini dəyişdirir. İstiqamətin dəyişməsi ilə meyvələr müxtəlif istiqamətlərə doğru hərəkət edir. Havada hərəkət edən hissəciklər hamar səthə toxunduqları zaman sürətləri

zəifləyir, lakin müəyyən vaxtdan sonra öz gücləri hesabına səthi keçməyə nail olurlar. Lakin səthə düşən hissəciklərin ölçüsü böyüdükcə, səthdə toplanan hissəciklərin miqdarı çox olur. Avtomobil yolları kənarında bitən bitkilərdə, yarpaqların çox tüklü olması səbəbindən maşinlardan çıxan qurğuşun hissəcikləri burada daha çox toplanır [13]. Andız bitkisinin yarpaqları sıx tüklü olduğu üçün yol kənarında bitdiyi zaman avtomobillərin buraxdığı məhsulların tərkibində olan qurğuşun kimi birləşmələr bitkidə daha çox toplanır. Bitkinin tac hissəsində toplanan toz hissəciklərin miqdarı, tacın forması və bitki örtüyünün tipinə görə dəyişir. Hissəciklərin toplanması kələ-kötür olan yerlərdə daha çox olur.

Ağac bitkiləri ot bitkilərinə nisbətən toz hissəciklərinin tac hissədə toplanmasına daha çox mane olurlar və buna görə də böyük hissəciklər taca yaxın hissələrdə toplanırlar. Eyni zamanda dəniz yaxınlığında bitən ağaclarda küləyin tutduğu istiqamətdə olan yarpaqları, külək tutmayan yarpaqlardan daha çox miqdarda Cl⁻ toplanmış olur.

Ümumiyyətlə, bitki səthi üzərinə düşən spor və ya tozcuqların sadəcə bir qismi bitki üzərində qalır. Ancaq iri yapaqlı bitkilər üzərində tozcuq və sporların toplanması daha çox olur. Sənaye müəssisələri və yol kənarında olan bitkilərdə hava çirkləndiricilərinin bitkilər üzərində toplanmasına külək birbaşa təsir göstərir [115]. Küləyin sürətindən bəzi bitkilərin orqanları mexaniki zədə alır. Bunun səbəbi küləyin bitkilərə toxunmasıdır. Külək vasitəsilə eroziya uğramış torpaqlarda məhsuldarlıq aşağı olur.

Ümumiyyətlə, küləyin sürətini təxmini müəyyən etmək mümkündür. Hər hansı bir bölgədə duman şaquli olaraq düz yuxarıya doğru qalxırsa, o zaman küləyin sürətinin saatda 1,5 km-dən daha az olduğunu təxmin etmək olar. Əgər külək xəfif hiss edilirsə, ağacların yarpaqları az tərpənirsə, o zaman küləyin sürətinin saatda 5-10 km, yarpaqlar və budaqlar hərə-

kət edirsə saatda 10-18 km, torpaqdan quru parçacıqları qaldıraraq toz qaldırırsa, o zaman küləyin sürətinin saatda 25 km olduğunu söyləmək olar. Su hövzələrində güclü küləklər zamanı böyük dalğalar yaranarsa və ağac bitkilərinin budaqları əyilirsə, o zaman küləyin sürətinin saatda 25-40 km arasında olduğunu qeyd etmək olar.

Fırtına və qasırgılar güclü küləklər olub, sürətləri saatda 60-90 km, 90-120 km-dən yuxarıdır.

Fırtınalar ağacların budaqlarını qıraraq böyük mexaniki zərərlərə səbəb olur və bu zaman küləyin sürətindən çox, ani külək gücü daha böyük təsirə malikdir.

Küləyin yarpaq üzərində yaratdığı mexaniki zərərlərin ən əsası kutikulanın mum miqdarına təsir etməklə, transpirasiya prosesini artırmasıdır. Küləyin sürətinin 1,0 m/san-dən 3,5 m/san-ə qədər artdığı zaman nazik uzun yarpaqlı bitkiləri bir-birlərinə tez-tez toxunur. Sonrakı günlərdə davam edən güclü külək transpirasiya prosesi artır və yarpaqda zədələnən səthdə su azlığı artır, müxtəlif zərərverici və xəstəlik törədicilər aşınan yarpaq səthindən daxilə sirayət edir. Su sahillərində bitən bitkilərdə isə artıq duzun olması səbəbindən onlarda xlor ionu daha çox toplanır. Digər tərəfdən bu bölgələrdə bitən bitkilərə külək az zərər vurur, çünki bu bitki növlərinin yarpaqlarının saplağı qısa və sərtidir. Xüsusən bitki tingləri küləyin gətirdiyi hissəciklərin təsiri ilə böyük zərər görürlər. Zərərin digər tərəfi isə çəmənliyə gətirilən qum dənəcikləri orada olan ot bitkilərinin inkişafına maneçilik törətməsidir. Burada küləyin vurduğu zərər əsas olmayıb, həlledici təsir qum dənəciklərin təsiridir və tinglərin qum hissəciklərinə qarşı davamlılığı, ancaq 6 həftə ərzində artır. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, qumlu torpaqlardakı lobyə şitillərindəki müşahidə edilən zədələnmələr, küləyin sürəti ilə mütənasibdir. Taxıl bitkiləri üçün küləklə gətirilən torpaq və qumun vurduğu zərərin qarşısının alınmasında çəpərlərdən istifadə edilir və bu iqtisadi tərəfdən əhə-

miyyətli hesab olunur.

Əgər yarpaqlar inkişaf edərkən kutikula təbəqəsi zərər görürsə, sonradan zərbə (sürtünmə) nəticəsində yaranan zərərdən bitki özünü qorumuş olur. Eroziyanın bitkiyə vurduğu zərərlərdən mühafizə edilməsi dəniz səviyyəsindən aşağı olan yerlər daha münasibdir. Çünki belə şəraitdə yarpaqlarda morfoloji və anatomik baxımından dəyişikliklər yaranır və bitki küləyə qarşı bir sıra uyğunlaşma əlamətləri qazanır. Ədəbiyyat məlumatında qeyd edilir ki, günəbaxan bitkiləri 18 m/san-li külək sürətinin təsiri altında qaldığında, nəmli şəraitə nisbətən quru şəraitdə 5 dəfə daha çox davamlı olur [49].

Banan kimi geniş və böyük yarpaqlı bəzi bitkilərdə küləyin təsiri yarpaq parçalanmasına səbəb olur və nəticədə su itkisində qısa müddətli bir artım yaradır. Bitkidə dik olmayan yastı yarpaqlar daha kiçik ölçüyə malikdir. Bu da onları günəş şüalarının birbaşa təsirindən müəyyən qədər qorumuş olur. Bu halda bölümlü yarpaqlarda olduğu kimi temperaturun artması ilə bu yarpaqlarda da assimilyasiya prosesi zəifləyir və istilik stressi yaranır.

Bəzən külək bəzi bitkilərin yarpaqların qıvrılmasına səbəb olur. Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən qeyd edilir ki, taxıllar fəsiləsinə aid bəzi növlərin yarpaq ayası küləyin təsiri nəticəsində qamçı kimi hərəkətlər edir [132].

Məlum olmuşdur ki, yarpağın qıvrılmış hissələrində kutikula parçalanır, bu da böyük miqdarda su itkisinə, solmaya, rəng itkisinə və daxili toxumalarda nekroza səbəb olur. Bundan başqa, külək xəzan prosesində sağlam yarpaqları da saplarından qopararaq, tökür. Yaşıl yarpaqların tökülməsi bitkinin ümumi assimilyasiya prosesinə o qədər də təsir etmir, çünki bitki üzərində qalan yarpaqların sintez intensivliyi artır.

Ot bitkiləri torpaq səthinə yaxın yerdə daha çox yatıq olurlar. Əgər gövdədə buğumlar arasında qıvrılma olarsa və hüceyrənin böyüməsi tamamlanmışsa, o zaman gövdə əvvəlki

halına qaydır, yəni dik olur.

Köklərin yana doğru inkişafı ən çox nəmli torpaqlarda müşahidə edilir. Bunun əksinə olaraq gövdənin yatıq vəziyyətdə olması isə quraq torpaqlarda rast gəlinir. Gövdənin yatıq vəziyyətdə olmasına küləyin sürətinin böyük təsiri vardır. Gövdənin yatıq vəziyyətdə olması üçün küləyin sürətinin 15-30 m/san olması vacibdir.

Bitkilərin torpaq səthinə yatıq olmaması üçün qısa, yoğun gövdənin və yaxşı inkişaf etmiş kök sisteminin olması lazımdır. Güclü küləyin sürəti 25 m/san-ə çatdıqda hündürlüyü 10 m olan bəzi ağac növlərini yıxa bilər. Xüsusən də yan kökləri yaxşı inkişaf etmiş və hündürlüyü 5 metrədən yüksək olan ağaclar belə küləklərə davamlı deyildir.

Gübrə verilmiş taxıl bitkilərində köklərin torpağın dərinliyinə getməməsi nəticəsində bitkilərin yerüstü hissəsi böyüyür və nəticədə güclü küləklər belə bitkilərə daha çox zərər vurur. Digər tərəfdən, qovağın kökündə olan xəstəliklər onun külək tərəfindən asanlıqla yığılmasına səbəb olur.

Bəzən bu proseslər meşələrin növ tərkibinin dəyişməsinə səbəb olur. Edifikator ağacların xəstəlik və ya külək vasitəsilə kökündən çıxması, digər növlərin meydana gəlməsinə şərait yaradır. Ümumiyyətlə, küləyin meşə ekologiyasında əhəmiyyətli yeri vardır. Belə ki, ağacların aşması nəticəsində yaranan boşluqlarda xüsusi mikroşərait meydana gəlir, nəticəsində dəyişik olan bir bitki örtüyü inkişaf edir.

Taxıl bitkilərinin küləkdən qorunmaları üçün külək çəpərlərindən (qoruyucu zolaq) istifadə edilir, nəticədə küləyin vurduğu mexaniki zərəri azaltmaqla mikroiklim bir qədər yaxşılaşdırılır. Bir qoruyucu zolaq sıx əkilən ağac bitkilərindən ibarətdir. Bu zolağın aşağı hissəsində hava axını (burulğan) müşahidə edilir. Külək eroziyasının qarışını almaq üçün bitkilər zolaq və ya bitki blokları şəklində, yəni bitkilər bir-birinə yaxın əkilir. Zolaqlar daş çəpər kimi olmayıb, hava keçiriciliy-

inə malik olduğu üçün güclü hava axının meydana gəlməsinə səbəb olmur.

Qoruyucu zolaqlar orta hesabla külək sürətini təxminən 30%-ə qədər azaldır. Burada salınan zolağın hündürlüyü də əhəmiyyət daşıyır. Bundan əlavə əkilən bitki kökləri külək eroziyasının qarşısını alır. Həmçinin zolaqda olan bitkilərin gövdəsi həm toz, həm də külək üçün fiziki maneə yaradır.

Mexaniki qorunmadan başqa qoruma zolağının aşağısındakı havanın, torpaq temperaturunun və su buxarının miqdarı daha yüksək olduğundan bura da əkilmiş taxıllar fəsiləsinə aid bitkilərin məhsuldarlığı 10-30% artıq olur.

Dünyanın bir çox bölgəsində səhraların tutduğu sahələrin genişlənməsi müşahidə edilir. Belə sahələrdə ağac bitkilərinin olmamasına görə küləyin əsməsi bitkilər aləminə elə bir təsir göstərmir. Lakin külək yer səthindəki qumun böyük hissəsini sovurur. Nəticədə külək eroziyası, yerdən müəyyən hissəyə (sərhəddə) qədər qum dənəciklərini sovurur.

Havaya sovrulmuş qum əkin sahələrinin torpaq mühitini dəyişdirərək, belə sahələrdə taxıl bitkilərini yetişdirmək üçün onu əlverişsiz hala gətirir. Küləyin yaratdığı bu mənfi təsirin qarşısını almaq üçün bir sıra bitki növləri əkilir. Bu zaman belə şəraitə davam gətirəcək növlərdən istifadə edilir.

Bitkilərin böyümə və inkişafında küləyin rolu – Küləyin bitkilərin böyüməsinə bir çox təsirləri vardır. Belə ki, küləkli bölgələrdə bitki örtüyü kiçikboyulu olur. Sahil bölgələrində qumluqlarda bitən bitkilər qısaboyulu və sürünən gövdəli olurlar (şəkil 26).

Külək mütəmadi olaraq bitki toxumalarındakı suyun transpirasiya yolu ilə ayrılmasını sürətləndirir. Turqor ilə əlaqədar hüceyrə divarları çox az genişlənir və hüceyrə ölçüsünün kiçilməsi ilə bitkilərin hündürlüyü və diametri azalır, yəni kiçik boyluluq meydana gəlir. Normal olaraq hündürboyulu bəzi bitkilər, küləyin təsiri nəticəsində yerə yatmış vəziyyətdə və ya



Şəkil 26. *Astragalus saganlugensis*-in görünüşü

qısa boylu olurlar. Küləkli bölgələrə uyğunlaşma əlaməti olaraq bitkilərin yastıq formasını almasıdır. Bitkinin budağının uc hissələrinin quruduğu və ya qırıldığı zaman təpə tumurcuğunun fəaliyyəti dayanır və yan tumurcuqlar aktivləşərək çox sayda yan zoğlara malik bir gövdə əmələ gəlir. Səhralarda isə külək nəticəsində qum ilə örtülən bəzi bitkilərdə gövdə uclarında olan apikal tumurcuq sürətli inkişaf edərək böyümə baş verir və gövdənin aşağı hissəsindən yalançı köklər əmələ gəlir.

Güclü küləkli bölgələrdə bitən bitkilərdə kseromorf yarpaqlar əmələ gəlir. Bunun əsas səbəbi, küləyin təsiri ilə əlaqədar sürətlənən transpirasiya prosesinin müəyyən qədər qarşısını almaqdır. Küləyin sürəti yarpağın anatomiyası və morfologiyasına təsir göstərir. Məsələn, qarğıdalı bitkisinin küləyin sürətinin 15 m/san olduğu zaman onun inkişaf edən yarpaqları, sakit havada inkişaf edən yarpaqlarından daha az ağızciq keçiriciliyinə və daha çox qalınlığa malik olur [137]. Taxıllar fəsiləsinə aid *Festuca arundinacea* üzərində aparılan təcrübələrin nəticəsi göstərmişdir ki, yarpağın qalınlaşmasında küləyin sürətinin (1 m/san) heç bir təsiri olmur və bunun əksinə olaraq yarpağın ölçüsündə təxminən 10 % azalma müşahidə edilir.

Sakit hava şəraitində inkişaf edən bitkilərdə tam yetkinləşməmiş yarpaqlar çox sayda ağızciq və su keçiriciliyinə malikdir [82]. Grace və Russele görə yarpaqlar qalınlaşdıqca toxunma nəticəsində yaranan zədə azalır və bitki su itirilməsi baxımından heç bir əziyyət çəkmir [82].

Bütün il boyu həddindən artıq küləyə məruz qalmış bölgələrdə bəzi bitkilər küləyin təsirinə qarşı az davam gətirirlər və bitkilər bu təsirə qarşı özlərində bir sıra uyğunlaşma əlamətləri inkişaf etdirirlər. Belə bir uyğunlaşmanın əmələ gəlməsi bir qədər mürəkkəbdir. Tədqiqatçıların qeyd etdiyi kimi küləyin təsiri ilə bitkilərin bayraqa bənzər forma alması hadisəsi küləyin əsmə istiqamətindən asılıdır. Belə ki, bu hadisə zamanı küləyin təsir etdiyi tərəfdə vegetativ tumurcuqlar quruyaraq məhv olur və bu tərəfin inkişafı digər tərəfin inkişafından geri qalır (şəkil 27).



Şəkil 27. Küləyin bitkiyə təsiri

Vadilərdə bitən bitkilərdə bayraq forması əmələgəlmə prosesi küləyin təsiri ilə, yəni burada gündüzlər küləyin hərəkəti yuxarıya, gecələr isə aşağıya doğru əsməsi nəticəsində olur. Dəniz sahillərində bitən bitkilərdə külək qum dənəciklərini tumurcuqlara vuraraq onları öldürür və nəticədə küləyin təsir

etdiyi zoğlar inkişaf etmir.

Bəzi bitki növləri bəzən küləyə qarşı mexaniki güclə cavab reaksiyası verirlər. Oduncaqlı bitkilərdə gündüz küləyin hərəkəti ikinci (sekonder) ksilem toxumasının sadəcə bir tərəfdən inkişaf etməsi, bu bitkilərdə eksentrik (mərkəz xaricində) inkişafa səbəb olur və beləliklə, gövdə qırılmaqdan qorunur.

Köklər əksərən külək təsir edən tərəfdə daha çox yanlara doğru inkişaf etmişdir bu da ki, bitkilərin şəkildəyişməsinə mane olur. Oduncağın sıxlıq müqavimətinin gərilmə müqavimətindən daha az olmasına görə ağacın külək istiqamətində olan hissəsində köklər və istinadlar bitkinin forma dəyişməsinə qarşı müqavimət yaradır. İstinadlar bitkinin əsas kökü yaxşı inkişaf etmədiyi zaman və ya kökü torpaq səthində olan böyük ağaclarda daha çox müşahidə edilir. Əgər ağaclar cavan vaxtı külək tərəfindən çox təsirə məruz qalıbsa, o zaman istinad və yan köklər daha çox əmələ gəlir.

Ot bitkilərinin gövdələrdəki buğumlar arasındakı hissələrinə külək güclü təsir edir. Buğumlararası hissələrin mexaniki zədə alması nəticəsində gənc bitkilərdə böyümə sürəti azalır. Bu hadisə mexaniki zədələnmədən bir neçə dəqiqə sonra başlayır. Aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, tarlada lobyə bitkisinə 4,5 m/san-ə sürətində külək təsir etdikdə şüalı inkişaf (daha çox sekonder ksilemdə) və buğumlar arasındakı böyümənin azalması müşahidə edilmişdir [12, 14]. Günəbaxan bitkisinə isə buğumlar arası böyümənin 30 günlük periodunda küləyin sürətinin 0,4-dən 19 m/san-ə artdığı zaman bu böyümənin 3 dəfə azaldığı müşahidə edilmişdir. Belə nəticələrin məlum olması ekoloji baxımdan əhəmiyyətlidir. Çünki inkişaf tsikli boyunca belə şəraitdə qalan bitki fenotipik olaraq özünü tənzimləyərək zərərli təsirlərdən qorunması üçün bir sıra uyğunlaşma əlamətləri qazanmağa çalışacaqdır. Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, bir həftə boyunca 10-15 saniyəlik 4,7 m/san sürətində küləyin təsiri lobyə bitkisinin böyüməsini 40%

azaldır və həmin təsir titrək qovağın yarpaqlarının ölçüsünü kiçildir.

Təbii şəraitdə küləyin bitkilər üzərindəki təsirini öyrənən zaman digər faktorların da qarşılıqlı əlaqəsi nəzərə alınmalıdır. Bu kimi digər faktorların qarşılıqlı əlaqələri bitkilərin quruluşuna, çoxalmasına və toxumun yayılmasına təsir edir.

2.2.5. Yanğın (pirogen) faktoru

Ekoloji faktor olan yanğın çox mürəkkəb bir mövzudur. Kitabda bu mövzuda yanğının bitkinin böyüməsi, inkişafı və çoxalma proseslərinə təsiri izah ediləcəkdir. Xüsusilə iynəyarpaqlı meşələr, otlaqlar, subtropik meşələr kimi ekosistemlərdə bu faktor ekoloji baxımdan izah edilməyə çalışılacaqdır.

2.2.5.1. Yanğın temperaturu və onun geomorfoloji proseslərə təsiri

Yanğının torpağın quruluşunda əmələ gətirdiyi bioloji, fiziki, kimyəvi dəyişikliklər, torpağın qızma müddəti və temperatur dərəcəsindən asılıdır. Yanğın bir sıra dəyişkən xüsusiyyətlərə malik olduğundan onun torpaqdakı istilik konveksiyasını və istilik keçiriciliyini təyin etmək çox çətindir. Yanğının dəyişkən xüsusiyyətə malik olması, yanğın sahəsində töküntünün qalınlığı, sıxlığı, onun nəm tərkibi, torpağın istilik keçiriciliyi, yanğının gücü və torpaqda olan üzüv maddələrin miqdarından asılıdır.

Yanğın zamanı torpaqda müşahidə olunan temperatur yanğın sahəsinin biokütləsi ilə birbaşa əlaqəlidir. İynəyarpaqlı meşələrdə güclü yanğınlar nəticəsində torpağın üst səthində temperatur yüksək həddə çatır. Məsələn, Smith, *Pinus banksiana* bitkisinin olduğu meşə sahəsinin yanması zamanı temperaturun 1000°C olduğu təyin etmişdir [121]. Bəzi tədqiqatçı-

lar, *Eucalyptus* cinsinə aid bitki növləri olan sahədə yanğın zamanı torpağın üst qatında temperaturun 660°C , torpağın 22 sm-dən daha aşağı qatlarında isə 100°C -dən yuxarı olduğunu qeyd edilmişdir [121]. Bununla yanaşı, əksər meşə yanğınları zamanı daha aşağı istilik dərəcələri qeyd edilmişdir. Müxtəlif iynəyarpaqlı ağaclardan ibarət olan meşənin töküntüsü planlı şəkildə yandırılan zaman torpağın üst səthində temperatur 93°C olduğu halda, töküntüsü çox olan sahələrdə isə bu temperatur 260°C -ə çatır. Töküntünün yanma dərəcəsi onun tərkibində olan qarışıqlardan asılıdır. 300°C -dən yüksək olan güclü yanğınlar torpaq səthindəki bütün töküntüləri yandırır. $180\text{-}300^{\circ}\text{C}$ arasındakı orta dərəcəli yanğınlar mövcud töküntünün yarı faizini, 180°C -dən aşağı olan yüngül yanğınlar isə töküntünün üst səthini yandırır. Kolluqlarda baş verən güclü yanğınlar zamanı temperatur 700°C -dən yüksək olur. Yuxarıda qeyd edilən istilik həddi nadir hallarda meşə yanğınları zamanı müşahidə edilir (şəkil 28).



Şəkil 28. İsmayılı rayonunda iynəyarpaqlı meşə sahəsində yanğın

Küləkli günlərdə yanğının yayılma sürəti yüksək olduğu üçün əmələ gələn istilik torpağın dərin qatlarına keçmir. Ağac

və kol bitkiləri yüksək temperaturda yandığı halda. ot bitkiləri isə daha aşağı temperaturda yanır. Birillik ot bitkiləri olan sahələrin yanğını zamanı torpağın temperaturu müsbət 90-180°C arasında dəyişir.

Güclü yanğınlar zamanı müşahidə edilən yüksək temperatur torpağın xüsusiyyətlərinə müəyyən qədər təsir göstərir. Bunlardan ən əhəmiyyətli olanı üzvi maddənin yanması nəticəsində torpaq səthində külün toplanması prosesidir.

Yanğınlar zamanı bitki töküntüsünün zərər görməsi, eroziyaya səbəb olur. Bu hadisə xüsusilə fərqli relyefə malik olan bölgələrdə müşahidə edilir.

Qısamüddətli yanğınlar zamanı ekosistemin hidroloji, geomorfoloji xüsusiyyətləri, bitki örtüyü və torpaq strukturu ilə müəyyən edilir. Yağış, şaxta və digər təsiredici amillərin torpağın geomorfoloji strukturuna çox təsir göstərdiyi bölgələrdə, yanğına daha az rast gəlinir.

Geomorfoloji proseslər zamanı vacib təsirə malik bitki örtüyü olan yerlərdə, gənc bitki növü olan yamaclı sahələr yanğından daha çox zərər görür. Yanğın, yaşlı və eroziyaya uğramış sahələrin geomorfologiyasına daha çox mənfi təsir edir. Yanğın zamanı üzvi qalıqların məhv olması torpaq sürüşməsinə şərait yaratmış olur. Eyni zamanda bu töküntü aktiv istilik qoruyucusu olduğu üçün torpağın temperaturuna da təsir edir. Bu hadisə xüsusilə torpağın üst səthində şaxtanın təsir edə biləcəyi sahələrdə mühüm əhəmiyyətə malikdir. Rusiyada Tayqa meşələrində aparılan tədqiqatlar, yanğından sonra qoruyucu üzvü töküntü təbəqəsinin öz əvvəlki vəziyyətinə qayıtmasını yalnız 15 ildən sonra mümkün olmasını müəyyənləşdirmişlər [31, 34]. Sibir meşələrində yanğın nəticəsində yox olan mamırlar və şibyələrdən əmələ gəlmiş qoruyucu örtük, donmuş torpaq təbəqənin yavaş-yavaş əriməsinə və nazikləşməsinə səbəb olur. Lakin bu proses keçicidir. Donmuş təbəqələrin olmadığı torpaqlarda da yanğın nəticəsində qarı-

şıq hidroloji hadisələr baş verir. İsti yerlərdə yağınlar zamanı torpağın üst səthindəki üzvi maddənin su saxlama gücü azalır.

Yağından sonra torpağın üst qatının eroziyasına, torpağın sürüşməsi, çuxurların əmələ gəlməsi, külək eroziyası, buzun əmələ gəlməsi və ya əriməsi səbəb ola bilər. Bu hadisələr bitki örtüyü, iqlim, topoqrafiya və torpaq şəraitinə təsir edir.

Dik yamaclardakı nazik teksturalı torpaqlar külək və təbəqə axını eroziyasına meylli olarkən, sərt strukturlu torpaqlarda isə quru kütlə hərəkətləri baş verir.

Yağın zamanı üzvi maddələrin ehtiyatı artır və nəticədə torpaq üzvi maddələrlə daha da zənginləşir.

Yağından sonra su ilə aparılan lilin geomorfologiyası öyrənilən zaman məlum olmuşdur ki, su ilə gətirilən lil yağından sonra təpə və yamaclardakı çöküntülərdə, kanallarda keçici olaraq toplanır.

Kol və bəzi iynəyarpaqlı meşə sahələrində su keçirməyən torpaq qatlarının əmələ gəlməsi, yağının təsirini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Su keçirməyən torpaq qatlarının əmələ gəlməsinə səbəb olan hidrofobik birləşmələr, yağından öncə torpaq səthində yığılan töküntünün tərkibində olur.

Yağın nəticəsində töküntü yandıqda torpağın üst qatlarında temperaturun artması nəticəsində güclü su buxarlanması meydana gəlir. Bu da torpaq profilinin bir neçə sm dərinliyində torpaq dənəciklərində olan hidrofobik birləşmələrin buxarlanmasına və sorulmasına səbəb olur (şəkil 29). Su saxlamayan torpağın dərinliyi, yağının dərəcəsi və torpağın fiziki xarakterlərinin funksiyaları nəticəsində əmələ gəlir.

Eyni zamanda su saxlamayan bu qatlarda, yağından sonra suyun təsiri ilə meydana çıxan çuxurun eroziya prosesində müəyyən təsirə malik olduğu haqda məlumatlara rast gəlinir. Ancaq bu torpaq qatlarının eroziya prosesində rolu ilə əlaqəli çox az ədəbiyyat məlumatları vardır.



Şəkil 29. Yanğından sonra torpaq eroziyası

Yüksək dik yamaclardakı meşə yanğınları, bitki örtüyünü məhv edərək qış aylarında qarın toplanmasının qarşısını alaraq, uçqunların əmələ gəlməsinə səbəb olur və bu uçqunlar buranın təkrar bitkilər ilə örtülməsinin qarşısını alır.

Yanğına hidroloji və geomorfoloji proseslər baxımından təsir edən ən mühüm sahələrdən biri kolluqlardır. Burada geomorfoloji baxımdan dik yamaclar gözə çarpır. Bu yamaclar həm şiddətli, həm də hidrofobik yanğınlara tərəfindən müəyyən təsərə məruz qalırlar. Kiçik su axıntılarının olduğu dağlarda, lil ilə yanğın əlaqələri tədqiq edilərkən məlum olmuşdur ki, belə sahələrdə o cümlədən dərələrdə baş verən yanğın zamanı birinci ildə lili miqdarı, bitki örtüyü ilə zəngin olan sahələrə nisbətən 30 dəfə daha çox olur. Bundan sonra lili itkisi durmadan aşağı düşür və ancaq 8 ildən sonra təkrar əvvəlki vəziyyətinə qaydır.

Eroziya, yerin cazibə qüvvəsi və yanmış torpağın üst qatının hərəkəti nəticəsində torpaq sürüşmələri baş verir. Bu proseslər nəticəsində böyük həcmdə yanmış torpağın üst qatı sürüşərək başqa yerlərə gedir. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu proses 3 aya qədər davam edə bilər. Qış yağışlarının

yağması nəticəsində eroziyanın 2 fazası başlayır. Torpaq səthinin çılpqlaşması nəticəsində yağışın təsiri artır və lil ilə birlikdə torpağın üst hissəsini su yuyaraq aparır. Torpağın su keçirməyən hissəsi yağışın təsir gücünü artırır. Bu prosesdə yerin meylik dərəcəsi mühüm rol oynayır. DeBano və Conrada görə torpağın üst hissəsinin eroziyasının 50% meylikdə, 20% meylidəki sahəyə nisbətən 2,6 dəfə daha yüksək olduğu müəyyən edilmişdir [73].

Əksər iynəyarpaqlı meşələrdə yanğının geomorfoloji və hidroloji proseslərdə rolu böyükdür. Xüsusilə topoqrafiyanın, yanğından sonra eroziya prosesinin baş verməsində müəyyən rolu vardır. Ana süxurundan (qranit) əmələ gələn torpaqların eroziya sürəti yanğının gücünə bağlı olaraq artır.

Campbell və b., şam meşələrində 6 ay ərzində yanğından sonra güclü yağışlar nəticəsində 24 kq/ha yaxın torpaq itkisi olduğunu müəyyən etmişlər [63]. Bunun ardınca hər il bitki örtüyünün inkişafı ilə əlaqədar olaraq eroziya prosesi də azalır. Bu halda hər hansı bir ekosistemdəki lilin eroziya nəticəsində itkilərini azaltmaq üçün həmin sahənin yaşıllaşdırılması önəmlidir.

2.2.5.2. Yanğının qida zəncirinə və bitkilərin inkişafına təsiri

Yanğın biokimyəvi tsikldə yer alan qida maddələrinin dövrünə da təsir edir. Bu məsələdə Chapin və Van Clevenin tədqiqatlarına görə yanğının üç xüsusiyyətə malik olduğu müəyyən edilmişdir [90].

Birincisi, yanğının birbaşa təsiri ilə bəzi maddələrin buxarlanması və yanmış qalıqların ehtiyat halında toplanması; ikincisi, abiotik faktorların təsiri, yəni külək eroziyası, ionların parçalanması, torpağın üst səthinin sürüşməsi, ionların kök sahəsindən uzaqlaşması, NH_3 buxarlanması və s.; üçüncü, növ xüsusiyyəti, yəni yanğından sonrakı bioloji proseslərdir. Bu

zaman bitki və mikroorqanizmlər tərəfindən qida maddələri alınır və azot dövrənində bir sıra proseslər (nitrifikasiya, denitrifikasiya, azot fiksasiyası) həyata keçir.

Yanğın, bitki qalıqları və torpaq vasitəsilə azot dövrəninə təsir edir. Bu təsirlərdən biri yanğın zamanı istilik yolu ilə nitrogenin buxarlanmasıdır. Bir sıra tədqiqatçılar, müxtəlif formada yanmış meşələrdə azot buxarlanma itkisinin 58-85% olduğunu təyin etmişlər. Tədqiqatçılar bitki qalıqlarında olan azotun tamamilə 500°C-dən yuxarı temperaturda yox olacağını bildirmişdir. Yanğın zamanı azotun böyük bir hissəsi buxarlansa da, yanmamış sahələrə görə onun miqdarının daha yüksək olduğu müəyyən edilmiş və bunun səbəbinin bitki qalıqlarının sürətli minerallaşması olduğu qeyd edilir [90].

Kol bitkiliyi tipində yanğından sonra ammonium azotunda böyük bir artım müəyyən edilərkən, nitrat, azot səviyyələrində bir dəyişiklik müəyyən edilməmişdir. Azotun miqdarına təsiri baxımından külün əhəmiyyəti böyükdür. Kül mərhələli olaraq minerallaşma üçün əsas anbar yaratmaqda və qəbul edilə bilən şəkildə azotu sərbəst buraxır. Bundan başqa yanğınların gücü mövsümdən asılı olaraq fərqli olur. Məsələn, sərin yaz yağışları torpaqda olan nitrat və ammonium qatılıqlarını 1-3 dəfə artırdığı halda, payız yağışları nitratı 20 dəfə, ammoniumu isə 3 dəfə artırdığı aşkar edilmişdir [38, 36].

Yanğından sonra torpaqda ümumi azot azalmasına qarşı burada mikrobial aktivlik artır və sərbəst yaşayan mikroorqanizmlər tərəfindən azot fiksasiya edilir. Bunun səbəbi pH-dakı turş mühitdən neytral mühitə keçmə və allopatrik (eyni növün populyasiyası) birləşmələrin parçalanmasıdır. Yandırılmış torpaqlara azot gübrəsi verilsə də bitkilərin böyüməsində bir artım müşahidə edilmir.

Yanğından sonra həmin sahədə sərbəst yaşayan azot toplayan bakteriyalardan başqa azotu simbioz yolla toplayan paxlalılar fəsiləsinə aid kol növlərinin sayı da artır.

Fosfor dövrənə da yanğın müəyyən dərəcədə təsir edir. Lakin bu mövzuya aid məlumatlar azdır. Bitki örtüyü və yeni tökülmüş bitki qalıqlarında fosfor müəyyən miqdarda vardır və yanğınlar zamanı bunun böyük hissəsi sıradan çıxır və kül formasına keçir. Christensen və digər tədqiqatçılar yanğından sonra biokütlədəki ümumi fosfor itkisinin 46% olduğunu müəyyən etmişlər [66]. Bəzi tədqiqatçılar isə öz tədqiqat işlərində elə bir böyük fosfor itkisi olduğunu müəyyən edə bilməmişdir. Halbuki DeBano və Condrad öz tədqiqat işlərində 2%-lik bir itki müəyyən etmişdirlər [73]. Bu tədqiqatçılara görə ümumi fosfor yanğından sonra kül şəklində torpağa əlavə olunur və bəzən yanğından sonra torpaqda fosforun miqdarının 200-500% artması müşahidə edilir. Ancaq fosforun miqdarının bütün ekosistemdə 10%-ə qədər olduğu bildirilir [73].

Yanğının gücündəki fərqliliklər, onun istilik dərəcəsi və torpaqdakı fosfat ionlarının müxtəlif formada birləşmələr əmələ gətirməsi də torpaqda olan fosforun miqdarına bu və ya digər dərəcədə təsir edir. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, şam meşəsi torpaqlarında yanğın zamanı 500°C-ə qədər temperaturda fosforun miqdarı artdığı halda, bundan yuxarı temperaturda isə fosfor itkisi çoxalır [66]. Yanğından sonra torpaqdakı kationların miqdarı da artır. Christensen bitki örtüyündəki ümumi kaliumun 60 %-nin torpağa kül şəklində geri qayıtdığını müəyyən etmişdir [66]. Yanğından sonra kaliumun miqdarını, yanmamış torpaqdakı ilə müqayisə etdikdə məlum olmuşdur ki, yanmış torpaqda süzülmə nəticəsində K-un miqdarı bir neçə aydan sonra azalır. DeBano və Condrad yanan kol bitkiliyi tipində hər hektara 43 kq K-un olduğunu müəyyən etsələr də, buxarlanma nəticəsində bütün ekosistemdə hər hektara kaliumun 48 kq, eroziya nəticəsində isə 27 kq itdiyini sübut etmişlər [73]. Bu itkinin 30%-nin suyun təsirindən yox olduğu müəyyən edilmişdir.

Yanğının torpaqda olan kalsium və maqnezium təsiri də

kaliumdakı təsirə bənzəyir. Yaz aylarında baş verən yanğınlardan sonra növbəti ilin yaz və yay mövsümlərində yanmış və yanmamış torpaqlar arasında bəzi fərqli xüsusiyyətlər meydana çıxır. Bunun səbəbi bu kationların, kül və kömür yığıntılarından mikrobial aktivlik nəticəsində parçalanmasıdır. Kolluq sahələrin yanğını zamanı kalsium 49 kq/ha və maqnezium 53 kq/ha kül şəklində torpağa qarışır. Lakin bunun çox hissəsinin eroziya və su axını nəticəsində yox olduğu müəyyən edilmişdir. Bəzi tədqiqat işlərində torpaqdakı Mg və Ca kationlarının miqdarında azalma olmadığı aşkar edilmişdir [37, 39]. Belə nəticələrin alınması ehtimal ki, kation dəyişməsi ilə əlaqəlidir.

Yanğından sonra torpağın pH-da artım müşahidə edilir. Bunun səbəbi üzvü maddələrin yanması nəticəsində sərbəst qalan kationlardır. Hər il yandırılan şam meşəsindəki torpağın üst hissəsinin pH-ı 4-dən 4,5-ə çıxdığı halda, 5 ildən sonra da torpağın pH-da eelə bir dəyişiklik müşahidə edilməmişdir [23, 40].

Məlum olmuşdur ki, yanğından sonra yarpaqların tökülməsi və bu töküntülərin parçalanma prosesi sürətlənir və ammonifikasiya ilə nitrifikasiya kimi proseslərin sürətlənməsində mikrobial aktivliyinin artmasının böyük təsiri vardır. Yanğın nəticəsində torpaqda olan üzvü maddə balansının pozulması, torpaqdakı kation dəyişmə prosesinə mənfi təsir edir [90].

Yanğından sonra bitkilərdə qida maddələrinin qəbulu sürətlənir və torpağın fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərindəki dəyişikliklər torpaq mikroorqanizmlərinə də nəzərəcarpacaq qədər təsir edir. Çox güclü yanğınlar mikroorqanizmlərə təsir edən əsas amillərdən biridir. Fasiləli və yüngül yanmaların mikroorqanizmlər üzərində təsiri azdır.

Yanğından sonra bitkilərin böyümə aktivliyi külün təsiri ilə əlaqəlidir. Yanğınlar nəticəsində torpaqda pH yüksəlir və göbələk populyasiyaları ilə müqayisədə, bakteriya populyasiyalarında inkişaf aktivləşir. *Nitrosomonas* və *Nitrobakter* po-

pulyasiyalarının effektivliyi sayəsində yanğından sonra yüksək nitrifikasiya prosesi müşahidə edilir. Digər tərəfdən Caroline G. Spyropoulos və Maria Mavrommatisə görə yanğından sonra bakteriya effektivliyindəki yüksəliş, pH-dan başqa bir çox digər mühit amillərinin təsirindən asılıdır [62]. Yanğından sonra küldə olan üzvi və qida maddələri sürətli bir şəkildə bitkilər tərəfindən mənimsənilir və ammoniumun miqdarı artır. Bundan əlavə yanğından sonra üzvi maddələrin parçalanması sürətlənir və torpaq dənəciklərinin parçalanması nəticəsində fermentlər ilə üzvi maddələr arasında əlaqə yaranır.

Maksimum temperatur, qızma müddəti, torpağın nəmlik dərəcəsi, zülal və lipid membranlarının termik sabilliyindəki bioloji dəyişkənlik kimi faktorların müxtəlif şəkildə bir-birinə təsir etməsi, torpaq mikroorqanizmlərində istiliyə qarşı fərqlilik meydana gətirir. Göbələklərə nisbətən bakteriyalar istiliyə daha davamlıdır. Burada əhəmiyyətli olan tərəf sporlarda olan suyun miqdarıdır. Orta dərəcəli quru sporlar, çox quru və ya çox nəm sporlara nisbətən istiliyə daha çox davamlıdır.

Nitrifikasiya bakteriyaları heterotrofik bakteriyalara nisbətən torpaq istiliyinə daha çox həssasdırlar. DeBano və Dunn, *Nitrosomonas* və *Nitrobacter* qrupu bakteriyalarının quru torpaqda 140°C-də, nəmli torpaqda isə 50-75°C temperaturda olduğunu təyin etmişlər [73]. Aşağı miqdarda azotu olan ekosistemlərdə yanğından sonra istiliyə qarşı yuxarıda qeyd edilən bakteriyaların həssaslığı vacibdir. Rütubətli torpaqlarda güclü yanğından sonra bakteriya populyasiyaları 12 ay müddətində müşahidə edilmir.

Göbələklər quru torpaqlarda 155°C, nəmli torpaqlarda isə 100°C temperatura qədər davam gətirdikləri müəyyən edilmişdir [73].

Saprofit göbələklər quru torpaqlarda 120°C, nəmli torpaqlarda isə 60°C temperatura qədər yaşayır. Bundan yüksək temperaturlarda isə daha yuxarı temperatura davam gətirən

növlər yaşayır.

İstər oduncaqlı istərsə ot bitkilərində, xüsusilə birləpəli bitkilərdə yanğından sonra çiçəkləmə və böyümə prosesinin artdığı müəyyən edilmişdir. Tədqiqatların nəticəsi göstərmişdir ki, bəzi ot bitkilərində yanğından sonra çiçəkləmə prosesi 10 dəfə yüksəlir.

Bu prosesin səbəbi, yanmış sahədəki torpağın temperaturunun artmasıdır. Çiçəkləmə prosesinin artmasının səbəblərindən biri də assimilyasiya ilə əlaqəlidir. Bir çox tədqiqatçılar bunun karbohidrat miqdarının artması nəticəsində əmələ gəldiyini düşünürlər. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, yanğından sonrakı birinci ildə bəzi bitkilərin çiçəkləməsi, sintez olunan karbohidratların miqdarının azalması ilə əlaqədardır [73]. Ancaq digər bir tədqiqat işində yanğından sonrakı ilk mövsümdə sürətli böyümənin karbohidrat səviyyəsi ilə heç bir əlaqəsi olmadığı qeyd edilmişdir [30].

Yanğından sonra çiçəkləmə prosesinin artmasının əsas səbəbinin qida maddələrinin yetərli miqdarda olması ilə əlaqədar olduğu göstərilir. Tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, yanğından sonra ot bitkilərinin yaşıl hissələrində yüksək miqdarda N, P, K, Ca və Mg olur [8, 15].

Oduncaqlı bitki növlərində yanğından sonra bir çox qida maddələri kül şəklində torpağa keçir. Bunun əksinə olaraq ot bitkilərində qida maddələrinin torpağa keçməsinə az rast gəlinir.

Bir çox geofitlərdə (*Iridaceae*, *Amaryllidaceae*, *Liliaceae*, *Orchidaceae*) yanğından sonrakı birinci ildə intensiv çiçəklənmə müşahidə edilir. Bu növlərdə intensiv çiçəklənmə əsasən zəif rəqabət, yüksək torpaq temperaturu və isti günlərin çox olması ilə əlaqədardır.

Bitkilər yanğından sonra vegetativ inkişafı yenidən təmin etmək üçün müxtəlif tumurcuq qoruma mexanizmlərinə sahibdirlər. Bu tip qoruma zamanı yarpağın ən aşağı hissələri

bir-birinin üzərində yerləşərək, üzərləri torpaq və ya qabıqla örtülü olur. Yarpağın dib hissəsini örtən qabığın qalınlığı istiliyi keçirməmək xüsusiyyətlərinə görə böyümə tumurcuqlarını mühafizə etmiş olur. Bir çox ağac növlərinin tac hissəsi yağınlardan sonra yenidən inkişaflarını davam etdirir. Çünki vegetativ tumurcuqlar gövdə və budaqlar üzərində yerləşir və səthləri qalın qabıqla örtülüdür. Buna görə də tumurcuqlar yağından məhv olmurlar. Yağından sonra yarpaqlar məhv olur, lakin qabıq altında olan meristem hüceyrələri yenidən inkişafa başlayaraq yeni yarpaqların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu tip inkişafa epikormik (yatmış tumurcuğun) böyümə deyilir. Bir çox tədqiqatçılar kambi və meristem hüceyrələrinin istiliyə qarşı qabıq tərəfindən qorunması zamanı qabığın qalınlığının əsas rol oynadığını bildirirlər [72]. Lakin bu fikirlərlə yanaşı qabığın quruluşu, qabıqda olan birləşmələr, rütubətin miqdarı və suyun tərkibinin də rolu olduğunu qeyd edilmişdir [21, 41].

Bitkilərdə torpaqüstü toxumaların yağından sonra yaşayışlarını davam etdirdiyi ağac növlərində qabığın qalın, bunun əksinə olaraq yağından sonra məhv olmuş oduncaqlı bitkilərdə isə qabığın nazik olduğu müəyyən edilmişdir. Bitkilərdə qabıq lazımi qalınlığa çatmadan öncə yağın yenidən təkrarlanarsa, o zaman bu hadisə ağacların ölümünə səbəb olur. Bir çox bitki növlərində güclü yağınlər kambi hüceyrələrini məhv edir. Yağının buraxdığı izlər tədqiqatlar zamanı bəzi ağac növlərində yağının gücü haqqında məlumat verə bilər. Bəzi hallarda bu izlərin suyun hərəkətinə maneçilik törətdiyi və nəticədə su stressi şəraitində zəif su potensialına səbəb olduğu müəyyən edilir.

Sıx yarpaqlar ilə tumurcuğun qorunması ən çox birləpəli bitkilərdə müşahidə edilir. Çoxillik ot bitkilərində yaşlı gövdələrin sıx olan aşağı hissələri, meristem hüceyrələrini yağından mühafizə edir. Kambi olmadığından gövdədəki qısa buğumla-

rarası sahədə olan meristem hüceyrələri istər gövdələrin istərsə də köklərin təkrar inkişafını təmin edir. İkiləpəlilərdə isə birləpəlilərdən fərqli olaraq yeni yarpaqların yaranması labüddür. Birləpəlilərdə köhnə yarpaqların mühafizə edilmiş yarpaq dirləri yenidən inkişaf edə bilər. Buna görə də çoxillik və çəmənləməyə gətirən ot bitkiləri yanğından sonra sürətli inkişaf edirlər. Bəzi birləpəli bitkilərdə gövdənin aşağı hissəsində morfoloji olaraq bir-birlərinə oxşayan yarpaq, daşıyıcı boruları bir çox birləpəli bitkilərin torpaqüstü gövdələrində müşahidə edilir və bunların meristem hüceyrələrinin mühafizə edilməsində müəyyən rol vardır. Bundan əlavə ötürücü boruların seyrək olmasının da yanğına qarşı müəyyən əhəmiyyəti vardır. Bu formada olan mühafizə ən çox şam növlərinin şitil dövrlərində müşahidə edilir. Şam növlərində olan sıx iynəyarpaqlar, tərəkəli meristemlərini yüngül yanğınlardan qoruyur.

Yanğına qarşı qorunma əlamətlərindən biri də torpaqaltı yatmış tumurcuqlardır. Torpağın istilik keçiriciliyi az olduğundan bir neçə sm-lik torpaq qatı tumurcuqları yanğının mənfi təsirlərindən qoruyur. Belə tumurcuqlar rizomlar üzərində yerləşir. Buna bənzər hal yumrulu və soğanaqlı geofitlərdə də müşahidə edilir. Oduncaqlı ikiləpəlilərdə isə ana gövdənin aşağı hissəsində olan tumurcuqlar yanğından sonra təkrar inkişaf edirlər. Axelroda görə yanğında sonra yenidən inkişaf etmə xüsusiyyəti, oduncaqlı bitkilərin həyatlarında qazandıqları əlamətlərdən biridir [53]. Tez-tez yanğınlara məruz qalan ekosistemlərdə bir çox oduncaqlı bitki növlərində kök toxumaları inkişaf etmiş və gövdənin torpağa yaxın hissəsində yalançı tumurcuqlar əmələ gəlmişdir. Bunlara oduncaqlı-yumru (*Ligno-Tuber*), kök daşı və ya dib buğumları deyilir. Gillə görə oduncaqlı yumrular bəzi *Eucalyptus* növlərində yanğının da daxil olduğu müxtəlif təsirlərə qarşı əmələ gəlmişlər [80]. Belə əlamətlər *Myrtaceae*, *Fabaceae* və s. kimi fəsilələrdə də müşahidə edilir. Bu yumrular özlərində qeyri-üzvi

maddələri, nişastanı və ehtimal ki, suyu ehtiyat şəklində toplayırlar [48]. Lakin bu yumrularda gedən fizioloji proseslər haqda geniş məlumat yoxdur.

Ədəbiyyat məlumatlarında bunların qida mənbələrini ehtiyat şəklində toplayaraq gövdələrin yenidən sürətli inkişafını təmin etməsi və uzun müddət quraqlıqla yanaşı ətraf mühit şəraitinin səbəb olduğu sükunət (dormansi) dövrünə qarşı kök sisteminə dəstək olması qeyd edilir [98].

Digər tərəfdən, oduncaqlı yumruları olmayan ağac bitkilərində, yanğından sonrakı inkişaf bitki örtüyünün yaşından asılıdır. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, 6-10 illik bitkilərdə yanğından sonra yenidən inkişaf intensiv olur. Daha yaşlı bitkilərdə isə bu inkişaf zəif olur. Bunun əsas səbəbi gövdənin aşağı hissəsində olan meristemlər ətrafında daha qalın örtücü təbəqənin inkişafı nəticəsində, meristem hüceyrələrinin mühafizə edilməsidir [4,19].

2.2.5.3. Yanğının bitkilərin cücərməsinə, qruplaşmasına və xəstəliklərinə təsiri

Bəzi oduncaqlı bitkilər xüsusi toxum saxlama xüsusiyyətinə malikdirlər. Bəzi növlərdə isə yanğın cücərmə prosesini sürətləndirir. Bu zaman yanğından sonra böyümə əvəzinə yenidən toxum vasitəsilə sıx cücərmə prosesi baş verir. Toxum qabığı sərt və qalın olan toxumlar yanğından sonra cücərir. Bunun səbəbi yanğının yaratdığı yüksək istilikdir. Bundan başqa torpaqda eroziya və ya toxumyeyən heyvanların (granivor) təsir etmədiyi toxumların miqdarı da önəmlidir. Digər tərəfdən yanğından sonrakı bitki örtüyünün inkişafı, allelopatiyanın aradan qaldırılması səbəbindən irəli gəlir. Bitkilərin kökləri tərəfindən torpağa buraxılan kimyəvi maddələrin, digər bitkilərin cücərməsi və inkişafına maneçilik törətməsinə allelopatiya deyilir. Ancaq bu hadisə haqqında yekun nəticə çıxarmaq

bir qədər çətindir. Bir çox bitkilərin cücərtilərinin yağından sonra normal bir şəkildə inkişaf etməsi üçün müəyyən xüsusiyyətlərə malik toxumları olur. Məsələn, şam növlərində toxumlar qətranla örtülük qozalarda olurlar. Yağın istiliyi nəticəsində qətran əriyir və toxumlar xaricə çıxır. Buna misal olaraq *Pinus eldarica* və *Pinus halepensis* növlərini göstərmək olar. Belə bir xüsusiyyət sərvkimilər fəsiləsində də vardır.

Bir çox ağac növlərində isə yağından sonra çox sayda toxum verməyə meyllilik yaranır. Bəzi bitkilərdə isə toxumlar, ancaq ana bitkilər məhv olduqdan sonra sərbəst olurlar. Bunun səbəblərindən biri də yağındır. Bəzi hallarda isə toxumlar yağından sonra sərt qabıqlı meyvənin içərisində cücərməyə başlayır və külək bu şitilləri daha uzaq məsafələrə aparır. *Eucalyptus* cinsinə aid bəzi növlərdə, toxumlar bitki üzərində qalır və yağından sonra əlverişli şəraitə düşərək cücərilir. Mamont ağacında (*Sequoiadendron giganteum*) toxumlar qozalarda 20 il müddətində canlı halda qala bilirlər.

Meşə və kol bitkilik tipli ekosistemlərdə müşahidə edilən patoloji orqanizmlərə də yağıın təsir edir. Bu məsələ ilə əlaqədar çox az tədqiqat işləri aparılsa da, buradakı qarşılıqlı əlaqənin əhəmiyyəti böyükdür. Yağıının patogen orqanizmlərə bir başa təsiri iki istiqamətdə olur. Birinci, orqanizmlərin yaşayış mühitində ölmüş canlıların məhvi və tamamilə yanmasıdır. İkincisi isə ölmüş orqanizmlərin yanması nəticəsində patogenlərin yox olması ilə yeni patogen orqanizmlərin inkişafına təşviqedicə mühitin yaranmasıdır. Ölmüş orqanizm tullantılarında çox sayda patogen mənşəli göbələk olur və yağıın nəticəsində bunlar məhv olaraq sıradan çıxır. Buna görə də kül təbəqələri üzərində cücərtilərin normal inkişafına rast gəlinməsinin səbəbi bitki toxumlarında və torpaqda olan xəstəliktörədici orqanizmlərin yağıın nəticəsində məhv olmasıdır. Bundan əlavə, yağıın sahədə olan göbələk xəstəliklərinə birbaşa təsir edərək, pas göbələkləri ilə əmələ gələn quruluşları da

məhv edir. Bəzi hallarda oduncaqlı bitkilər olan sahələrdə yanğının vurduğu ziyanla yanaşı, bəzi xəstəliklərin artması da müşahidə edilir. Bu prosesdə həşəratların müəyyən təsiri vardır. Bir tərəfdən yanğın bir sıra xəstəlikləri yox etdiyi halda, digər yandan pas göbələklərin ikinci sahiblərinin inkişafına şərait yaradır. Palıd növlərində olduğu kimi yanma nəticəsində əmələ gələn kimyəvi maddələr də patogen populyasiyalarının inkişafına və yayılmasına mənfi təsir göstərir. Burada yanan növün kimyəvi baxımdan quruluşu, yanğının gücü və ətraf mühitin də xüsusi təsiri vardır. Dumanlı havalarda sporların cücərməsi, patogenlərin xəstəliktörədici xüsusiyyətlərinə maneçilik törədir. Ancaq bunu yaradan kimyəvi birləşmələr haqqında məlumatımız yoxdur. Lakin oduncağın yanması (piroliz) nəticəsində bir çox fenol birləşmələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yanma nəticəsində qızan torpaqlardakı bir sıra kimyəvi birləşmələr torpaq mikroorqanizmlərini letal təsirlərdən uzaq tuta bilər. *Ascomycetes*-lər kimi göbələklərin inkişafı və çoxalma (fruktifikasiya) orqanlarının əmələ gəlməsi yanğının təsiri ilə əlaqədardır. Yanğınlar, həmçinin bitki qruplaşmalarının quruluşunu pozaraq patogenlərə təsir göstərir. Meşələrdə yanğınlar nəticəsində bəzi xəstəliktörədicilər məhv edilir. Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, təbii yanğın olmadığı təqdirdə *Fomes annosus* kimi patogenlər yaşlı ağacları məhv edir [77]. Yanğın bütün iynəyarpaqlı meşə ekosistemlərinin hidroloji və biokimyəvi dövrünə təsir edərək, bir neçə növün birgə yaşayış (kommunitə) prosesində əhəmiyyətli rol oynayır. Bir bitki qruplaşmasında yanğının gücü bu qruplaşmanın quruluşu və növ tərkibinə təsir edir. Hər 25 ildən bir bu tip ekosistemlərdə təbii olaraq yüngül səthi yanğınlara rast gəlinir. Bu proses yana bilən maddələrin miqdarından asılıdır. Tez-tez baş verən zəif yanğınlar və nadir hallarda baş verən güclü tac yanğınları bir sıra bitki növlərinin inkişafının sürətlənməsinə meyllilik yaradır. Meşələrə nisbətən ot bitkiləri çox

olan ekosistemlər yanğına daha meyllidir [25, 43]. Qısamüddətli bir quraqlıq, bu mövsümlərdəki nəmliyin aşağı olması və zəif külək, yanğının asanlıqla yayılmasına səbəb olur. Ancaq meşələrə nisbətən burada olan bitkilərin əsas orqanları torpağın altında olduğuna görə yanğından zərər görmür. Mülayim iqlimi olan bölgələrdəki otlaqlarda yanğının əsas mənbəyi ildırımdır. Bu proses 2-6 ildən bir meydana çıxır. Tropik bölgələrdə isə otlaqlarda bu hadisəyə çox nadir hallarda rast gəlinir. Yanğın nəticəsində meşədən yox olan bitki tingləri yerinə, yanğına davamlı çoxillik otlar meydana gəlir və bu örtük çoxaldıqca yanğın təhlükəsi daha da artır.

Tropik bölgələrin çoxunda yanğının tarixi çox qədimdir. İnsanın meydana gəlməsindən öncə yanğın baş verməsi yox deyiləcək qədər az idi. Lakin bu gün bitki qruplaşmalarının strukturu, yanğın tərəfindən mənfi təsirə məruz qalır. Mövsümi quraq dövrlər yaşayan açıq, quru meşələr və otlaqlar yanğın üçün çox əlverişli sahələr olduqlarına baxmayaraq, belə sahələr son zamanlar insanlar tərəfindən daha da genişlənməmişdir. Tropik bölgələrdə isə yağışların çox yağması ilə əlaqədar yanğınlara az rast gəlinir.

2.3. Relyef və yüksəkliyin bitki örtüyünə təsiri

Relyef – Relyef yer səthindəki girinti-çıxıntıların cəminə deyilir. Hər hansı bir ərazinin dik və ya düz, dalğalı, təpəlikli olması relyefə daxil olan məsələlərdəndir. Relyef bitkilərin yayılmasına müəyyən qədər təsir edir. Belə ki, çox dik sıldırımlyamaclarda relyef bitkilərin daha yuxarı çıxmasına mane olur. Relyefin bitkilərə təsiri dolayı yollarla baş verir. Yəni relyef iqlim amillərini qismən dəyişdirə bilər, bu amillər isə öz növbəsində bitki örtüyünü dəyişdirir. Relyefin çox kəskin olması, bitkilərə bir o qədər güclü təsir etdiyinə göstəricisidir. 3 tip makro-, mezo- və mikrorelyefin mövcudluğunu nəzərə al-

saq, tədqiq olunan bitkilərin əksəriyyətinin makro və mezo-relyeflərdə yayıldığı məlumdur.

Makrorelyef-dağlar, mezorelyef-dərələr, qobular, çökəkliklər və çay kənarlarıdır. Mikrorelyef isə səhra, yarımsəhra və bozqırlardakı kiçik təpəciklər olan sahələrdir. Mikrorelyef adı altında relyefin kiçik formaları başa düşülür. Bu relyef formalarının sahəsi bir neçə kvadrat desimetrdən bir neçə yüz kvadrat metrə qədər nisbi hündürlüyü isə bir metr arasında ola bilər. Mikrorelyef formalarına düzən sahələrdə çökmə, deformasiyalar və başqa səbəblərdən əmələ gəlmiş təpəciklər, çökəkliklər aid edilir. Yamaclarda mikrorelyef formaları torpaq-qrunut kütləsinin sürüşməsi və ya torpaq-eroziya prosesləri səbəbindən yaranır.

Mezorelyef – relyefin orta ölçülü formalarıdır: dağətəyi, təpə, dərə, vadi, terras və onun elementləri – hamar sahələr, müxtəlif meyilli yamaclar və s. mezorelyefə misal ola bilər. Mezorelyefin yaranması əsasən ekzogen geoloji proseslər (denudasiya prosesləri, kontinental çöküntülərin yaranması və s.), o cümlədən qurunun ayrı-ayrı sahələrinin tədrici qalxması və enməsi ilə bağlıdır.

Mezo- və mikrorelyefin elementləri, xüsusən də müxtəlif meyilliyyə malik yamaclar ilk növbədə yer səthində yağıntıların paylanmasında iştirak edir və səthdə axan su ilə torpağa hoppan suyun nisbətini tənzimləyir. Müxtəlif meyilliklərin və yamacların səthi eyni miqdarda günəş radiasiyası almır. Bu da temperatur və su rejimində öz əksini tapır. Nəmlikdə olan fərqlər torpağın qida, oksidləşmə-reduksiya və duz rejimlərinə də öz təsirini göstərir. Bütün bunlar müxtəlif bitkilərin məskən salmasına səbəb olur.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, *Ilex hyrcana*, *Buxus hyrcana*, *Buxus colchica*, *Euonymus velutina*, *Corylus colurna*, *Quercus uraxina*, *Quercus castaneifolia*, *Padus avium*, *Taxus baccata* və s. nadir bitki növləri makrorelyefdə, *Alnus subcor-*

duta, *Platanus orientalis*, *Danaea racemosa*, *Pyrus boissieriana*, *Pyrus grossheimii*, *Ficus hyrcana*, *Gleditsia caspia* və s. kimi nadir növləri isə mezorelyefdə yayılmışlar. Relyefin dəyişməsi iqlim amillərini qismən dəyişdirir. İqlim amilləri isə bitki örtüyündə yerdəyişməyə səbəb ola bilər.

Torpağın və bitki örtüyünün formalaşmasında da relyefin əhəmiyyəti böyükdür. Relyef yamacların görünüşündən və meyilliyindən asılı olaraq günəş radiasiyasının və yağıntıların paylanmasının əsas amili kimi çıxış edir və torpağın su, istilik, qida, oksidləşmə-reduksiya və duz rejimlərinə təsir göstərir. Dağlarda yüksəklikdən asılı olaraq temperaturun aşağı düşməsi və nəmliyin dəyişməsi səbəbindən iqlim, bitki və torpaqların şaquli zonallığı yaranır. Hava kütlələri dağlara yaxınlaşarkən tədricən yuxarı qalxır, soyuyur və yağışın yağmasına səbəb olur. Dağları aşan həmin hava kütlələri aşağı enərək tədricən qızır və quru hala keçir.

Relyefin çökəklik və daimi su axını olmayan, lakin qışda xeyli miqdarda qar toplanan (5-8 metr və daha çox) yerlərində, hündürlüyü 2-3 sm-ə qədər, əsasən rozet şəkilli sürünən gövdəli bitkilərin dominantlığı ilə formalaşan fitosenozlar alp xalıları əmələ gətirir. Burada taxıllar və cillər o qədər də böyük rol oynamır. Daha səciyyəvi növlərdən: yarıçılpaq sibbaldiya (*Sibbaldiya semiqlabra*), kökburun yuvaotu (*Pedicularis crassirostris*), steven zəncirotu (*Taraxacum stevenii*), ayzon cinotu (*Minuartia aizoides*), qısaayaq cil (*Carex micropoda*), yerəyatıq quruca (*Gnaphalium supinum*) və s.-ni göstərmək olar. Hazırda və keçmişdə intensiv otarmaya məruz qalmayan xalılarda yem keyfiyyətinə görə çox qiymətli sayılan bitkilərdən Biberşteyn zəngçiçəyi (*Campanula biebersteiniana*) və Qafqaz zirəsi (*Carum caucasicum*) mühüm rol oynayır. Otarılanın təsirindən bu bitkilər tezliklə otluğun tərkibində sıradan çıxır və zibbaldiyadan ibarət bütöv cəngəlliklə əvəz olunur. Qısa vegetasiya dövrü ərzində (1,5-2 aya), alp xalıları o qədər də

zəngin olmayan floristik tərkibi, çox az məhsuldarlığı (illik yerüstü məhsuldarlığı 11-15 sent/ha quru kütlə hesabı ilə) ilə səciyyələnir. Əksər bitkilərin yarpaqları və zoğları torpağın səthinə olduqca möhkəm sıxıldığı üçün heyvanlar tərəfindən yeyilməsi o qədər asan olmur. Yüksək dağlığın xeyli hissəsi qaya və çınqıllıq bitki qruplaşmalarından ibarətdir. Qayalıq və çınqıllıq florası çox zəngin olub, çoxlu miqdarda nadir və endemik bitki növlərindən ibarətdir, lakin bu qruplaşmaların məhsuldarlığı çox aşağı olduğundan, bir otlaq kimi o qədər də təsərrüfat əhəmiyyətinə malik deyildir. Buna görə də daşlı və çınqıllı sahələrdə heyvanların otarılması həm iqtisadi cəhətdən səmərəli deyil, həmçinin yüksək dağlığın bitki aləminə xeyli zərər vurur.

Yüksəklik – Böyük və Kiçik Qafqazın dəniz səviyyəsindən 800-1800 m hündürlüklərində enliyarpaqlı dağ meşələri geniş yayılmışdır [42]. Bu meşələrin ən xarakterik ağaclarından gürcü palıdı (*Quercus iberica*), şərq fıstığı (*Fagus orientalis*), şərq palıdı (*Quercus macranthera*) və s.-ni misal göstərmək olar. Ümumiyyətlə, orta və yuxarı dağ qurşaqlarında kol bitkiləri azalır, ağacların sıxlığı artır. Fıstıqlıq, fıstıqlı-palıdlıq, palıdlı-fıstıqlıq kimi formasiyalarda bu daha aydın nəzərə çarpır. Dəniz səviyyəsindən 1800-2100 m hündürlüklərdə park tipli meşələrə rast gəlinir. Yüksək dağlığın cənub yamaclarında şərq palıdı, şimal yamaclarında isə Litvinov toz ağacı, (*Betula litwinowii*), Böyük Qafqazın yüksək dağ zonasında isə trautvetter ağcaqayını (*Acer trautvetteri*) və tək-tək Qafqaz quşarmudu (*Sorbus caucasica*) yayılmışdır [2,3].

Dəniz səviyyəsindən 1800-3200 m hündürlüklərdə subalp və alp çəmən, çəmənləşmiş dağ bozqır, bozqırlaşmış dağ çəmən kimi fitosenotiplərə rast gəlinir. Meşədən sonra subalp çəmənlərinə qədər olan keçid bir qurşaqda subalp hündürotluğu yayılmışdır. Burada rast gəlinən bitkilərin boyu 1 m-dən çox olduğu üçün bu ad verilmişdir. Burada əsasən *Aconitum orien-*

tale, *Heracleum sosnowskyi*, *Knautia heterotricha*, *Urtica dioica*, növlərinə rast gəlinir.

Subalp qurşağı üçün az nəmlik və mezofit çəmənlik səciyyəvidir. Bu qurşaqda *Zerna variegata*, *Koeleria caucasica*, *Festuca varia*, *Carex tristis*, və s. növləri göstərmək olar. Dəniz səviyyəsindən 2600-3200 m hündürlüklərdə alp çəmənləri yerləşir.

Alp çəmənliyində cillik, cilli-taxıllıq, qarışıq taxıllıq kimi formasialarda: *Carex tristis*, *Poa alpina* və s. növlər dominantlıq edir.

Dəniz səviyyəsindən 3200 m-dən yuxarı yüksəkliklərdə yerləşən yamaclarda, çılpaq qayalıqlarda, daşıqlarda, primitiv torpaqlarda alp qurşağında rast gəlinən bitki növləri seyrəlik, şibyə və mamırların növ sayı və bolluğu artır.

Bozqır bitkiliyinə dəniz səviyyəsindən 300 (400) m-dən başlayaraq 2800 m-ə qədər yüksəkliklərdə rast gəlinir. Ümumiyyətlə, aşağı sərhədi düzənliyin yarımsəhra tipli bitkiliyi ilə həmsərhəd olan bu bitkilik səhrələşmiş bozqırlar fitosenotipi əmələ gətirirlər. Bu fitosenotip 300-600 (700) m yüksəkliklərə qədər yayılır. Dəniz səviyyəsindən yüksəklik tədricən artdıqca, bu bitkilik də öz floristik tərkibini, fitosenoloji strukturu dəyişir və çimli taxılların, xüsusilə də şiyavın, topalotunun, ağotun və nazıkbaldırın dominantlığı ilə əsil çimli taxıllı bozqırlığa çevrilir. Bu fitosenotipə dəniz səviyyəsindən 700-1500 m-ə qədər yüksəkliklərdə rast gəlinir. Alçaq dağlıq, dağətəyi sahələrdə əsasən daşlı və çınqıllı, cənub və şərq meyilli güney yamaclarda kserofit kol bitkilərin bolluğu tədricən artır. Bozqırların bu fitosenotipi fitosenoloji strukturuna görə digərlərindən xeyli fərqlənir.

Alp qurşaqda ən geniş yayılmış dağ çəmənləşmiş bozqırları əsasən ala topalın (*Festuca varia*), qoyun topalının (*Festuca ovina*), titrəyən ağbığın (*Nardus stricta*) və sıx çim əmələ gətirən digər növlərin dominantlığı ilə formalaşmışdır. Burada ən

geniş rast gəlinən səciyyəvi növlərdən dağsevən bənövşəni (*Viola oreades*), təpə zəngçiçəyi (*Campanula collina*), Qafqaz qayaotu (*Sempervivum caucasicum*), şərq sığirdili (*Ajuga orientalis*) və s. göstərmək olar. Ala topallı çəmənləşmiş bozqır formasiyalarına əsasən qışda az miqdarda qar örtüyü ilə örtülən müxtəlif dərəcədə cənub və şərqə meyilli yamaclarda rast gəlmək olar. Özünün floristik zənginliyi və fitosenoloji strukturuna görə bu fitosenozlar əsil bozqırları xatırladır.

Ala topalın çox sıx və möhkəm kök sistemi, hətta şərq meyilli yamaclarda belə torpağın çim qatını eroziyadan qoruyur. Ala topalın dominantlığı ilə formalaşmış fitosenozlar otarmaya davamlı olur, lakin həddindən artıq intensiv otarma zamanı ala topal tədricən otluğun tərkibində azalır və onu titrəyən ağbiğ əvəz edir.

Alp qurşaqlarda çəmənləşmiş bozqırlarla yanaşı ən məhsuldar çəmənləşmiş tipli formasiyalarından biri də ətirşahlı-köpükotuluqdur. Bu formasiya yayılan sahələrdə qışda qar örtüyünün hündürlüyü bozqırlaşmış sahələrə nisbətən xeyli (1-2 metrə qədər) çox olur. Burada çıpaq gövdəli ətirşah (*Geranium gymnocaulon*) və Qafqaz köpükotu (*Hedysarum caucasicum*) üstünlük təşkil edir. Çiçəkli bitkilərdən olan Qafqaz çobanyastığı, Qafqaz şaxduranı və s. növlər bura üçün səciyyəvidir. Bu formasiya həddindən çox otarılmanın təsiri nəticəsində tədricən deqradasiyaya uğrayır və ağbiğlığa çevrilir.

Dəniz səviyyəsindən 1000-2000 m-ə qədər sərhəddə tərəddüd edən bu fitosenotip, yüksək dağların subalp və alp qurşağına qədər qalxan çəmənləşmiş bozqırlarla əvəz olunur. Səhrələşmiş, əsil çimli və kserofit kollu dağ bozqırlarına nisbətən çəmənləşmiş bozqırlarda mezofit xarakterli bitki qruplaşmasının formalaşmasında iştirak faizi xeyli dərəcədə çoxalır.

2.4. Fitosenozların formalaşması, quruluşu və təsnifatı

Fitosenologiya – bitki örtüyü və yaxud bitki birliyini qrup halında öyrənən elmdir. «*Fitosenologiya*» termini yunan sözü olub, «*fitos*» – bitki, «*koynos*» latınca «*senoz*» – ümumi, «*loqos*» – söz, elm deməkdir. Fitosenologiya bəzən geobotanika kimi də işlədilir.

«*Geobotanika*» yunan sözü olub, «*Geo*» – yer, «*botane*» – ot, göyərti deməkdir. «*Geobotanika*» adı bir termin kimi daha çox yayılmış və işlədilir. Hər iki botaniki terminlər eyni mənada işlədilməklə, bitki qrupunun və bitki örtüyünün öyrənilməsindən bəhs edir. Fitosenologiyada fitosenozun quruluşu, bitkilərin qarşılıqlı əlaqəsi və s. aydınlaşdırılır.

Fitosenozun formalaşması – Hər hansı sahədə bir qrup növlər uzunmüddətli tarixi təkamül nəticəsində üstünlük təşkil edir və müəyyən bir bitki qrupu yaradırlar. Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, bu qruplaşmada bəzi növlər daima təkrar olunur. Ümumiyyətlə, yeni bir əraziyə müxtəlif yerlərdən gələn bitkilərin uyğunlaşmaları arasında fərq mövcuddur. Belə ki, soyuq bölgədə yaşayan bitkilərlə mülayim bölgələrdə bitən bitkilər arasında uyğunlaşma baxımdan fərqlilik mövcuddur. Belə uyğunlaşmalar bitkilərin taksonomik tərkibi ilə yanaşı onların morfoloji görünüşünü də dəyişdirir. Ümumiyyətlə, bitki növlərinin birliyi bitki qruplaşması adlanır. Hər bir bitki yaşadığı təbii şəraitin ekoloji amillərinə qarşı uyğunlaşma əlamətləri qazanmışdır.

Fitosenozların formalaşması ilə əlaqədar bir sıra tədqiqatçıların işləri vardır [6, 11, 18, 24, 39].

Hər hansı bir bitki qruplaşmasının taksonomik tərkibi və strukturu vardır. Fitosenozun strukturunu öyrənməmişdən öncə, onun formalaşmasının tədqiqi vacibdir. Ümumiyyətlə, bitki qruplaşmasının formalaşması üçün bitkisi olmayan boş sahələr yararlıdır. Belə boş sahələri iki yerə ayırılır və bunlar,

birinci və ikinci dərəcəli boş sahələrdir. Birinci dərəcəli boş sahələrdə heç bir bitki növü olmamış və bu baxımdan burada heç bir bitki qalıqlarına rast gəlinmir. Burada fitosenozu yalnız kənardan gələn diasporların köməyiylə yaratmaq mümkündür. Belə sahələrdə çay və dənizlə gələn çöküntülərə rast gəlmək mümkündür. Yer kürəsində belə sahələrə az rast gəlinir.

İkinci dərəcəli boş sahələrdə əvvəllər bitki örtüyü olmuşdur, lakin əlverişsiz iqlim amilləri həmin bitkilərin məhvinə səbəb olmuşdur. Belə sahələrdə müəyyən miqdarda humus və mikroorqanizmlər vardır. Birinci dərəcəli boş sahələr müxtəlif yollarla yarana bilər. Bu sahələr uçqunlar, axar sular, buzlaşma, dəniz sularının qalxması və küləyin təsiri ilə əmələ gələ bilər. Bitki örtüyü olan sahələrin məhv edilməsində insanların da müəyyən qədər rolu vardır. Məsələn, bozqırların şumlanması və meşələrin qırılması ikinci dərəcəli boş sahələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Bitki qruplaşmasının quruluşu – İstənilən fitosenozun müəyyən quruluşu və görünüşü vardır. Bozqır, şam, küknar və yaxud enliyarpaq bitkilərdən təşkil olunmuş qruplaşmalar bir-birlərindən fərqlənilir. Bəzən müəyyən qrupların görünüşü vegetasiya dövründə dəyişmir, bəzi hallarda isə dəyişir. Fitosenozun taksonomik tərkibi müxtəlif ola bilər və bunun sistematik münasibətlərlə heç bir əlaqəsi yoxdur. Bitki qruplaşmalarının görünüşü aspekt adlanır. Burada əsas rolu ekoloji amillər oynayır. Hər bir bitki qrupu özünün müəyyən əlamətləri ilə xarakterizə olunur. Müəyyən bir şəraitdə olan bitki qruplaşmasında bir-birlərinə yaxın ekoloji qruplar əmələ gəlir. Lakin bu fikir mütləq deyil, nisbidir. Yəni hər hansı bir meşə bitkilərin müxtəlif həyat formalarının kompleksindən əmələ gəlmişdir. Buna görə də həmin bitkilərin yaşayışı və ekoloji amillərə qarşı tələbatları müxtəlifdir. Eyni iqlim şəraiti olan yerdə növlərin ekoloji baxımdan müxtəlif dərəcədə iştirakı mümkündür.

Belə ki, çox da böyük olmayan bir sahəyə işıqsevən bitkinin

toxumu düşdükdən sonra toxum cücərir və müəyyən zaman sonra inkişaf edərək böyüyür. Həmçinin bura digər işıqsevən bitkilərin də gəlmə şansları vardır. İşıqsevən bu bitki növləri altında kölgə sevən bitkilər inkişaf etməyə başlayır. Deməli, aydın olur ki, eyni bir sahədə müxtəlif ekoloji istəkləri olan bir neçə növ bitə bilər. Fitosenozun quruluş əlamətlərindən biri yarusluqdur. Müxtəlif bitki qruplaşmalarında müxtəlif yarusluq olur.

Yarusluqdan fərqli olaraq, sinuziya ekoloji qruplaşmadır. Belə qruplaşmanı həyat formaları bir-birinə yaxın növlər təşkil edir. Sinuziyalar dörd dərəcəli olur.

Birinci dərəcəli sinuziyalar bir növdən təşkil edilmişdir. Məsələn, bir növdən təşkil edilmiş meşələri buna misal göstərmək olar. İkinci dərəcəli sinuziyalar, eyni həyat formaları olan bir neçə növdən təşkil edilmişdir. Üçüncü dərəcəli sinuziyalar, ekoloji cəhətdən eyni həyat formalı növlərin cəmidir. Müxtəlif həyat formalı bozqırları buna misal göstərmək olar.

Dördüncü dərəcəli sinuziyalar, ekoloji cəhətdən eyni olmayan, lakin eyni həyat formalı növlərin cəmidir. Meşənin müxtəlif yarusluğu buna misal ola bilər.

Fitosenozun təsnifatı – Hər bir bitki qruplaşmasının taksonomik vahidi vardır.

Fitosenozda əsas taksonomik vahid assosiasiyadır. Assosiasiya fitosenozların ən kiçik vahididir. Təbiətdə olan elə assosiasiyalar vardır ki, onların sərhədlərini ayırd etmək mümkündür. Assosiasiyadan daha böyük taksonomik vahidlər vardır. Assosiasiyalar assosiasiya qrupunu, formasiyalar formasiya qrupunu, bu qrup formasiya sinfini və bu sinif isə bitkilik tiplərini əmələ gətirir.

Ən geniş istifadə olunan təsnifatlardan biri Brokman-Yeroşun təsnifatıdır [60]. Burada əsas beş bitkilik tipi əsas götürülür. Bunlar ağac-kol, otluq, səhra və azan bitki tipləridir. Birinci 3 bitki tipi substrata yapışır, axırıncı bitkilik tipin-

də isə orqanizmlər substrata yapışaraq suda-quruda və havada yaşayırlar. Bu bitkilik tipləri dörd formasiya sinfinə bölünürlər:

I. Ağac-kol bitkilik tipi

1. *Rütubətli meşə və kolluqlar*
2. *Dəfnə yarpaqlı tipli meşə və kolluqlar*
3. *Sərt yarpaqlı meşə və kolluqlar*

II. Otluq bitkilik tipi

1. *Torpaqüstü ot qruplaşmaları*
2. *Bozqırın bərk çimli bitkiləri*
3. *Ot bitkiləri qruplaşması, çəmənlər*
4. *Suda və bataqlıqda bitən ot bitkiləri*

III. Səhra bitkilik tipi

1. *Quraqlıqdan yaranan quru səhrələr*
2. *Soyuqdan əmələ gələn soyuq səhrələr*
3. *Dənizkənarı duzlu səhrələr*
4. *Daşlı-qayalı səhrələr*

IV. Azan bitkilik tipi

1. *Suda yaşayan fitoplanktonlar*
2. *Torpaqda yaşayan fito edafon (inkişafını torpaqda təməmləyən) orqanizmlər*
3. *Havada yaşayan fitoaeron orqanizmlər*

Taksonomik kateqoriyalar fitosenozların təsnifatında oxşar bitki qruplarını birləşdirir.

2.5. Bitki örtüyünün tipləri

Brokman-Yeroşun sxemi çox hissəsi okean və dəniz suları ilə tutulmuş cənub yarımkürəsinə nisbətən, quru sahəsi çox olan şimal yarımkürəsi üçün tətbiq edilmişdir. Bu sxemdə yer kürəsinin bitki örtüyü aşağıdakı kimi təsvir olunur.

I. Tropik meşə zolağı – Bu zolaqda: 1) rütubətli tropik meşələr; 2) istilik və rütubəti az tələb edən, yarpaqları dəriləmiş

ağac və kol bitkilərindən ibarət subtropik meşələr; 3) daha az rütubətli və yayı quraq keçən iqlim şəraitində inkişaf edən, qışda yaşıl meşələr formasıyları vardır. Tropik bölgənin daha ortalarına qədər yayılan bu meşələrə savannalar da daxildir.

II. Səhra və bozqırlardan ibarət meşəsiz zolaq – Burada dəniz sahilindən qitənin ortalarına qədər gedən quru səhralar və bunları şimalda, daha kontinental hissələrdə əvəz edən bozqırlar yerləşir. Quru səhraların dəniz sahillərinə çatmasına səbəb qurudan dənizə daim quru passat küləklərinin əsməsidir.

III. Müləyim meşə zolağı – Bu zolaqda yayda yaşıl meşələr, iynəyarpaqlı və enliyarpaqlı meşələr yerləşir. Yayda yaşıl və iynəyarpaqlı meşələr daha geniş sahələr tutur. Birincilər, qışı soyuq keçən yumşaq dəniz iqlimi olan sahələrdə inkişaf etdiyi üçün bu meşələr qışda yarpaqlarını tökür. İkincilər isə şərqə tərəf daha kontinental şəraitdə yayılmışdır. Yayda yaşıl meşələrlə quru səhralar arasında enliyarpaqlı meşələr aralıq tipi təşkil edir. Bu meşələr də həmişəyaşıl olub, əsasən Aralıq dənizi fitocoğrafi bölgəsinə məxsusdur. Dəfnə meşələri isə həmin zolaqda çox kiçik ərazini tuturlar və onlar isti rütubəti çox olan ərazilərdə inkişaf edirlər.

IV. Meşəsiz şimal zolağı – meşənin şimal sərhədindən yuxarıda yerləşən bu zolaq iki formasiya:

1) dənizkənarı iqlim şəraitində alçaq boylu bitkilərdən ibarət ensiz zolaq təşkil edən bitki örtüyü;

2) ağac bitkilərindən məhrum olan soyuq səhralar.

Hər bir bitki zolaqları da öz növbəsində zonalar və yarım zonalara ayrılır. Ayrılıqda hər zona və yarım zonalar ekoloji şəraitdən asılı olaraq özlərinin müəyyən əlamətlərinə görə digərlərindən seçilir. Belə ki, meşə zonası meşə bitki örtüyü ilə, bozqır, bozqır bitki örtüyü ilə bir-birlərindən fərqlənirlər.

Çəmən və bataqlıqlar müəyyən bitki tiplərindən təşkil olmaqla yanaşı, heç bir yerdə özünə məxsus müstəqil bitki zonası əmələ gətirmir və bu interzonal bitki zonası adlanır.

Ölkəmizdə 5000-ə yaxın ali sporlu və çiçəkli bitki növünə rast gəlinir ki, bu bitkilər də 176 fəsilə və 1142 cinsə daxildir. Azərbaycan florasının və bitki örtüyünün zəngin olmasına səbəb olan amillərdən başlıcası, respublika ərazisində fiziki-coğrafi və təbii-tarixi şəraitin müxtəlif olmasıdır. Respublikamızın ərazisində hal-hazırda onlarca relikv (*Parrotia persica*, *Albizia julibrissin*, *Quercus castaneifolia*, *Zelkova hyrcana*, *Diospyros lotus*, *Ruscus hyrcana*, *Ilex hyrcana*, *Danae racemosa* və s.) və 400-dən artıq endemik bitkilərə rast gəlinir. Bu baxımdan Naxçıvan və Talış bölgəsi daha zəngindir.

Azərbaycan florasının tərkibində bütün areal tiplərinin nümayəndələrinə (Qədim meşə, boreal, bozqır, kserofit, səhra, Qafqaz və adventiv) rast gəlinir. Qədim meşə tiplərinin nümayəndələrinə – Talışda, boreal tipinə – Böyük və Kiçik Qafqazın yüksək dağ yamaclarında, kserofit və Qafqaz tipinə, respublikamızın əksər rayonlarında, bozqır tipinə isə Bozdağ silsiləsində və Kür-Araz ovalığında daha çox rast gəlinir. Səhra və adventiv areal tipləri isə az müşahidə edilir.

Respublikamızın ərazisində səhra, yarımsəhra, bozqır, meşə, çəmən, friqana, subalp və alp çəmən, bozqırlaşmış çəmən, çala-çəmən, çəmənləşmiş bozqır, su-bataqlıq, psevdomakki, qayalıq, çınqıllıq, daşlı-çınqıllıq, subnival və nival qurşağın primitiv seyrək bitkiliyi və s. kimi fitosenoz tiplərinə rast gəlinir.

Azərbaycanda səhra və yarımsəhra bitkiliyi Kür-Araz ovalığı, Xəzər ətrafı, Qobustan, Ceyran-çölü, Acınohur düzü kimi geniş massivlərdə müşahidə edilir. Burada bir qədər dağətəyi sahələrdə əsasən yovşanlıq, yovşanlı-efemerlik, efemerli-yovşanlıq, dağ şorəngəliyi kimi yarımsəhra formasıyaları geniş yayıldığı halda, nisbətən düzən sahələrin şoran və şorakətli və qumlu torpaqlarında xəzər şahsevdiliyi, xəzər sarıbaşlığı, şorəngəlik, qışotuluq, efemerli-qışotuluq, birillik şorəngəlik, qaraşoranlıq, çərənlik, ağacvari şorəngəlik və s. kimi səhra

formasiyaları üstünlük təşkil edir. Göstərilən formasiyaların tərkibində efemer və efemeroidlər üstünlük təşkil edir. Kür-Araz ovalığında yovşanlı-qaraşoranlıq, yovşanlı-şahsevdiilik, yovşanlı-gəngizlik və s. formasiyalar daha geniş sahələri əhatə edir. Xəzər dənizi sahili boyu dəniz altından çıxmış ərəzilərdə qumluq yovşanı (*Artemisia arenaria*), hirkan gəvəni (*Astragalus hyrcanus*, *A. igniarius* və *A. bakuense* (endem), İran sarmaşığı (*Convolvulus persicus*) və s. bitkilərə rast gəlinir.

Ceyrançöl, Bozdağ silsiləsi və Qobustanın dağətəyi və alçaq dağlıq hissələrində yarımsəhra bitkiliyinin iyli yovşanın dominantlığı ilə əmələ gəlmiş formasiyaları tədricən çimli kserofit taxıl otlarının (*Festuca sulcata*, *Stipa capillata*) dominantlığı ilə formalaşan bozqır bitkiliyi ilə əvəz olunur.

Respublikanın sərt, quru, isti cənub rayonlarında, xüsusilə Naxçıvanda, Cəbrayıl və Zəngilanda, Zuvandda dağ kserofit bitkiliyi və ya friqanalar daha geniş yayılmışdır. Bu regionlarda tikanlı traqakantlı balıncşəkilli gəvənlərin (*Astragalus aureus*, *A. microcephalus* və s.), buynuzlu xaşanın (*Onobrychis cornuta*), tıs-tısın (*Acantholimon fomini* və s.) əmələ gətirdiyi yastıq şəkilli kolların dominantlığı ilə formalaşan friqana bitkiliyi mühitin ekstremal şəraitinə qarşı yüksək adaptasiya kəsb etməklə, digər bitkilik tiplərindən kəskin fərqlənir. Bunlara əsasən dəniz səviyyəsindən 1500 metr yüksəkliklərdən başlayaraq rast gəlinir. Göstərilən regionlarda ləkələr halında psevdomakki tipli formasiyaları və dəniz səviyyəsindən 1500-1700 metrdən 2000 metrə qədər yüksəkliklərdə müşahidə etmək mümkündür. Bu tip qruplaşmalara Talışda Şinabad-Orant istiqamətində əsasən *Ilex hyrcana*, *Amygdalus fenzliana*, *Rhamnus pallasii*, *Paliurus spina-christi*, *Cotoneaster racemiflora*, *Spiraea crenata* və s.-yə kollar və kollaşmış formalı bir çox ağac gövdəli bitkilər (*Quercus macranthera*, *Fagus orientalis* və s.) vardır.

Böyük və Kiçik Qafqazın dağətəyi sahələrində və Bozdağ

silsiləsində ardıc, nar, saqqız ağacından ibarət arid tipli seyrək meşəliklər müəyyən əraziləri tutur.

Quba-Xaçmaz, Qarabağ və eləcə də Alazan-Həftəran vadisində lokal şəkilli düzən meşəliklərinə rast gəlinir. Bu meşəliklərdə uzunsaplaq palıd (*Quercus longipes*), qarağac (*Ulmus foliacea*), yemişan (*Crataegus sp.*), əzgil (*Mespilus germanica*), Alazan-Həftəran vadisində isə ağcaqayın (*Acer velutinum*), cökə (*Tilia caucasica*), göyrüş (*Fraxinus excelsior*), armud (*Pyrus caucasica*), sarmaşan bitkilərdən isə daş sarmaşığı (*Hedera helix*), ağ əsmə (*Clematis vitalba*), yabanı üzüm (*Vitis silvestris*) və s. kimi ağaclarıdan və sarmaşıqlardan ibarət formasiyalara rast gəlinir.

Quba-Xaçmaz düzən meşələrində vələs (*Carpinus caucasica*), ağcaqayın (*Acer campestre*), fındıq (*Corylus avellana*), lianlardan Pastuxov daşsarmaşığı (*Hedera pastuchovii*) yayılmışdır.

Talış meşələrində azatağacı (*Zelkova carpinifolia*, *Z. hyrcana*), qarağac (*Ulmus elliptica*), alça (*Prunus caspica*), qovaq (*Populus hyrcana*), şabalıdyarpaq palıd (*Quercus castanefolia*) və s. kimi ağacları daha çox görmək mümkündür.

Aparılan fitosenoloji tədqiqatlar nəticəsində Azərbaycanın bozqır bitkiliyi 4 fitosenoloji tipə bölünmüşdür. Bunlar səhralaşmış, əsil çimli taxıllı, dağ kserofit-kollu və kollucuqlu və yüksək dağlıqın çəmənləşmiş bozqırlarıdır.

Ədəbiyyatlarda müxtəlif adlarla verilən bu bitki qruplaşması bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən kserofit kollu-çimli taxıllı dağ bozqırları adlandırılmışdır. Bu fitosenozlarda bitkiliyin strukturunda mərtəbəlik daha aydın diqqəti cəlb edir. Belə bozqırlara əsasən Bozdağda və Qobustanda, Kiçik Qafqazın Mərkəzi və Cənub hissələrində (Qarabağ yaylasında), Talışın orta və yuxarı dağ qurşaqlarında rast gəlinir.

Otarma – Hər bir bozqır fitosenotipinin yayıldığı şəraitdən asılı olaraq, onlara təsir edən antropogen təsirin xarakteri də

müxtəlif olur. Lakin bozqırlara və ümumiyyətlə, bitki örtüyünə ən geniş məkanda təsir edən amillərdən biri otarmadır.

Hal-hazırda intensiv otarmanın təsiri nəticəsində Azərbaycanın bozqır bitkililiyinin yayıldığı sahələrin əksəriyyəti pis vəziyyətdədir. Torpağın nəmliyi və gübrələnməsi kifayət qədər olan sahələrdə, o cümlədən heyvanların saxlandığı arxac yerlərinin ətrafında, köç yollarının kənarlarında, bozqır bitkililiyi ruderal xarakterli hündür otlardan ibarət cəngəlliyyə çevrilmişdir. Belə yerlərdə heyvanlar tərəfindən yeyilməyən və zəhərli bitkilər – gicikən (*Urtica dioica*), qanqal (*Cirsium dealbatum*, *C. obvallatum* və b.), asırqal (*Veratrum lobelianum*), alp əvəliyi (*Rumex alpinus*) daha çox yayılır.

Otarmanın təsirindən subalp qurşağındakı çəmənləşmiş bozqırlarda degradasiya müşahidə olunur və burada ağbığın (*Nardus stricta*), şaxduranın (*Alchemilla scricata*, *A. sericea*), iriçiçək nəmgülün (*Betonica grandiflora*) bolluğu artır. Subalp çəmənləşmiş bozqırların formalaşmasında çim əmələ gətirən taxıllardan başqa *Festuca varia*, *F. ovina*, *Bromopsis variegata*, *Stipa lessingiana*, *Calamagrostis arundinacea*, *Alchemilla sericata*, *A. sericea*, *A. caucasica*, *Thymus kotschyanus*, *Polygonum bistorta*, *Hedysarum caucasicum* və s. bitkilər mühüm rol oynayır.

Səhralaşmış və əsil bozqırlarda otarmanın təsiri nəticəsində bozqır elementləri (*Stipa*, *Festuca* və s.) tapdanma nəticəsində sıradan çıxır, onların əvəzinə tapdanmaya davamlı, zəhərli və ya pis yeyilən bitkilərin senopopulyasiyaları artır.

Belə növlərdən iyli yovşanı göstərmək olar. İyli yovşan payızın sonunda və qışda şaxtalar düşdükdən sonra yeyilir, vegetasiyanın erkən dövrlərində isə acı olur.

Otarmanın təsiri nəticəsində bozqırların fitosenoloji struktur xüsusiyyətləri dəyişir, tədricən səhralaşma və kserofitləşmə istiqamətində suksessiya müşahidə olunur. Nisbətən dağətəyi meylli yamaclarda dağ şorangesinin (*Salsola nodulosa*) bol-

luğu artmağa başlayır. Bozqırlarda bu istiqamətdə baş verən depressiyalara Qobustanda, Ceyrançöldə, Acınohur düzünün Daşüz silsiləsində, Bozdağda daha geniş rast gəlinir.

Bozqır bitkiliyi dedikdə – əsasən kalsium karbonatla zəngin olan torpaqlarda yayılan, yerüstü və yeraltı hissələri ilə bir-birinə qovuşan, istiliyə və şaxtaya davamlı, kserofit, çim əmələ gətirən və kök boğazı əsasən torpaqda yerləşən taxılların dominantlığı ilə formalaşan bitkilik tipi başa düşülməlidir.

Kök boğazının torpaqda yerləşməsi ilə əlaqədar olaraq, bu bitkiliyin yerüstü hissəsi güclü yanğından sonra tez bir zamanda dominant növlərin torpaq altında qalan tumurcuqları hesabına bərpa olunur və tez bir zamanda bozqır görkəmini alır.

2.6. Orqanizmlər arasında qarşılıqlı əlaqələr

Avtotrof bitkilər üzvi maddələr sintez edən zaman digər bioloji qruplarla qarşılıqlı əlaqədə olurlar. Məsələn, *Arbutus andrachne* L. (andraxna çiyələk ağacı) növü tozlanma üçün nektarla qidalanan (nektarivor) böcəklərə, diasporunun yayılması isə məməli və meyvə ilə qidalanan quşlara (furktivor) bağlıdır. Bundan başqa digər yaşıl bitkilər, mineral elementlərin qəbulu üçün kök ətrafında olan göbələklərə ehtiyac duyurlar. Bu misallar bitkilərin sərbəst deyil, əksinə bioloji və fiziki mühitin bir hissəsi olduğunu aydın şəkildə göstərir. Buna görə də bəzi tədqiqatçılar, bioloji faktorların bütün şəraitlərdə təsiri olduğu üçün autekologiya ifadəsini qəbul etmirlər. Bunu nəzəri olaraq qəbul etmək olar, lakin praktiki cəhətdən hər bir faktorunu ayrı-ayrılıqda müəyyənləşdirmək daha məqsədə uyğundur. Ekoloji tarazlıq və canlıların bir-biri ilə yaxından əlaqəsi müşahidə edildiyi zaman, bitkilərlə heyvanlar arasında da sıx bir biotik əlaqə olduğunu görmək mümkündür.

Həç bir canlı digər orqanizmlərlə qarşılıqlı əlaqədə olmadan, yəni təcrid olunmuş halda yaşaya bilməz. Bitkilərin assi-

milyasiyası zamanı istifadə etdikləri CO₂, heyvanların tənəffüs prosesində yaranır. Ali bitkilərin azota olan ehtiyacı, bakteriya və göy-yaşıl yosunlar tərəfindən təmin edilir. Orqanizmlər arasında rəqabətlə yanaşı, digər qarşılıqlı əlaqələr də müşahidə edilir. Bunlara simbioz, parazitizm, epifitizm, kommensalizm, yabanı bitkilərlə qidalanma (fitofaq), zoofili, entomofili, zookori və insanın müxtəlif təsirlərini misal göstərmək olar.

2.6.1. Simbioz

Canlılar arasındakı qarşılıqlı əlaqələr pozitiv və ya neqativ halda ola bilər. Belə ki, kommensalizm, kooperasiya (işbirliyi) və mutualizm (simbioz) pozitiv, rəqabət, ammensalizm, parazitlik ilə predasiya isə neqativ əlaqələrdir. İki fərqli növün qarşılıqlı olaraq bir-birinə zərər vermədən öz faydaları üçün birlikdə yaşamalarına *simbioz* deyilir. Bu ifadə yunanca *sim* (birlikdə) və *bios* (yaşama) kəlmələrindən əmələ gəlmiş, mənası isə birlikdə yaşamaq deməkdir. Bitkilərdən fərqli olaraq heyvanlardakı bu əlaqə bir az daha fərqlidir. Burada zəif olan şərikin əldə etdiyi faydalar müəyyən olunmamışdır. Buna görə buna kommensalizm deyilir. Şibyələrdə qarşılıqlı əlaqədə olan yosun və göbələklərin yaşamasına isə mutualizm deyilir. Bitki ekologiyasında simbioz geniş mənalı bir ifadə olub, ayırıcı və birləşdirici simbiozlar kimi 2 yerə ayrılır. Ayırıcı simbiozda bir-biri ilə əlaqədə olan bitkilər həmişə bir-biri ilə münasibətdə olmaya bilər. Birləşdirici simbiozda isə növlər həmişə bir-birləri ilə əlaqədə olurlar. Ayırıcı simbiozda orqanizmlər arasında əlaqələr qida yolu ilə həyata keçir. Heyvanlar tərəfindən bitkilərin yeyilməsi ya da tozlanmanı həyata keçirən qida (bal) toplayan arıların bitki ilə əlaqələri ayırıcı simbioza misal ola bilər. Bu əlaqələr atrofikdə (qida ilə əlaqəli olmayan) ola bilər. Buna bir ağacın kölgəsi və sərin külək altında yaşayan orqanizmləri misal göstərmək olar. Külək və kölgə qida ilə əlaqəli olmayan amildir.

Birləşdirici simbioz isə yenə trofik (qida maddələri ilə əlaqəli) şəkildə ola bilər. Kök yumrularında yaşayan və azotu mənimsəyən bakteriyaları bu tip əlaqələrə misal göstərmək olar. Sarmaşan və ya dırmaşan bitkilər və epifitlər atrofik də ola bilərlər. Simbioz dar bir çərçivə içərisində yox, bu prosesi çoxşaxəli əlaqələr daxilində başa düşmək lazımdır.

Bakteriyalar və paxlalıların kökləri arasındakı olan simbioz, hər iki orqanizm üçün faydalıdır. Hətta bu əlaqələr gələcəkdə əkilmiş bitkini məhsuldar etmək üçün edafik mühiti də yaxşılaşdırır. Bakteriyalar, həmçinin hazır qida məhsulunu almaq üçün paxlalı bitkilərin köklərindən faydalanırlar. Bunun qarşılığında isə havadakı azotu mənimsəyərək, onu üzvi birləşmələrə çevirərək bitkiyə verirlər. Bitkidə isə bu alınan azot, zülalların sintezində istifadə olunur. Bitkilər atmosferdəki azotu birbaşa mənimsəyə bilmədikləri üçün bu yolla özlərini azotla təmin edirlər.

Başda *Fabaceae* olmaqla, *Elaeagnus*, *Casuarina*, *Alnus* cinslərinə daxil olan bir çox bitki növlərinin kökləri bu səbəbdən budaq şəklində düyünlər (bakteriorhiz) əmələ gətirirlər. Burada *Rhizobium* cinsinə aid bakteriya növləri asan yaşayış tərzini keçirirlər. Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən məlum olmuşdur ki, paxlalılardan başqa ən az 370 növün yarpaqlarında bakteriya koloniyaları tapılmış və bunların azot mənimsədikləri təyin edilmişdir [84].

Məlum olmuşdur ki, bitki növlərinin bir çoxunda nə bakteriya, nə də toxumlu bitki tək yaşaya bilməz. *Dioscorea* cinsinə aid növləri buna misal göstərmək olar. Bakteriyalar başlanğıcda kökə, əmici tellər vasitəsilə parazit kimi daxil olurlar, lakin sonra bu xüsusiyyətlərini itirirlər. Anaerob şəraitdə parazitizm kimi həyat tərzini keçirirlər. Bakteriyalar yumrulardakı azotdan amin turşuları əmələ gətirirlər, ancaq bu amin turşularının sahib tərəfindən necə mənimsənilməsinə dair mübahisəli fikirlər vardır. Məlumdur ki, azot azlığı olan torpaqlara bak-

teriyalar verildiyi zaman paxlakimilər yaxşı inkişaf edir, torpaqda azotun miqdarı artır və mənimsənilən azotun müqabilində düyün əmələgəlmə prosesi zəifləyir. Meşəçilikdə belə işlərin əhəmiyyəti böyükdür. Belə ki, oduncaq məhsuldarlığını artırmaq üçün ən yaxşı üsullardan biri meşələrdə *Robinia pseudoacacia* (yalançı akasiya) yetişdirilməsidir [71]. Bu bitkilər öldükdən sonra köklərindəki mənimsənilən azotun parçalanması nəticəsində nitrat və ammonium ionları əmələ gəlir. Bu ionlar bundan sonrakı oduncaq məhsuldarlığı üçün çox vacibdir.

Yuxarıdakı məlumatlar əsasında qüvvətli və zəif şərik orqanizmlər arasındakı əlaqə iki şəkildə özünü büruzə verir. Bunlardan birincisi aşağıdakı şəkildə göstərilir (cədvəl 17).

Cədvəl 17. Simbioz orqanizmlərdə şərik taksonlar arasındakı münasibətlər

Qüvvətli şərik üzərindəki təsir	Zəif şərik üzərindəki təsir		
	Zərərli	Təsirsiz	Faydalı
Faydasız	Parçalanma	Allotrop	Simbioz
Təsirsiz	Amensalizm	Neytralizm	Kommensalizm
Zərərli	Sinnekoz (hər iki orqanizmin zərər gördüyü)	Allolimi	Parazitizm

Digəri isə aşağıdakı şəkildə qruplaşdırılmışdır.

1. *Ayırıcı simbioz* – sosial və qidalandırıcı simbioz olaraq 2 yerə ayrılır. Sosial simbiozda iki orqanizm arasında birbaşa qidalanma əlaqəsi yoxdur. Buna misal olaraq kölgələnmə, külək, torpaq rütubəti və ya saprofit orqanizmlərdəki substrat əlaqələri göstərmək olar. İkincisi isə qidalandırıcı simbiozdur. Qidalandırıcı simbioz özlüyündə 2 yerə (antaqonist, qarşılıqlı) ayrılır. Antaqonist simbioza misal olaraq ot yeyən heyvanlarla bitkilər arasındakı və ətyeyən heyvanlarla şikarları arasındakı əlaqəni misal göstərmək olar. Qarşılıqlı simbiozda isə hər

iki orqanizm arasındakı əlaqənin faydası zərərindən daha çoxdur. Belə ki, bitki ilə qidalanan zaman heyvanlar, həmçinin tozlanma ilə bitki yayılmasını da təmin etmiş olur. Bunu qarşılıqlı simbioza misal göstərmək olar.

2. *Birləşdirici simbioz* da 2 yerə, *sosial* və *qidalandırıcı* simbiozlara bölünür. Sosial simbiozda digər bitkilər bu qarşılıqlı əlaqədə köməkçi kimi istifadə olunur. Sarmaşanlar, epifitlər və yosunları buna misal göstərmək olar.

Qidalandırıcı simbiozda yenə birləşdirici simbiozda olduğu kimi *antagonist* və *qarşılıqlı* simbioz kimi iki yerə ayrılır.

Qarşılıqlı (*antagonist*) simbioza isə yosunları, mikorizaları, kök, gövdə və yarpaqlarda azot mənimsəyən bakteriyaları və yosunlarla yaşayan digər orqanizmləri misal göstərmək olar.

Ali bitkilərin və mamurların əksəriyyətinin qidalanması ilə göbələklərin qidalanmaları arasında əlaqə müşahidə edilir. Bu əlaqəyə *mikotrofi* deyilir. Bu ifadə yunanca *Myces* (göbələk), *Trophia* (qidalanma) sözlərindən yaranmışdır. Göbələk mitselləri, torpaqaltı hissələri ilə birlikdə xüsusi bir quruluşu olan mikorizanı (*Myces* + *Rhiza*= göbələk + kök) meydana gətirirlər.

Tallomlu bitkilərdən sonrakı bitki qruplarının çoxunda rast gəlinən və yosunlarla homoloq olan bu quruluşdakı göbələk hissəsini bir *Phycomycetes* ya da *Amantia*, *Boletus* və s. kimi *Basidiomycetes* nümayəndələri əmələ gətirir. Göbələk mitselləri ilə örtülmüş köklər göbələkləri qida ilə təmin etməklə yanaşı, əmici tellər kimi torpaqdan aldıkları mineralları və suyu bitkiyə verirlər. Bu əlaqədə parazitlik müşahidə edilmir. Burada göbələklərin, pH və şəkərin miqdarını nizamladıqları zənn edilir.

Şamkimilərin nümayəndələrində olduğu kimi mikorizalar kökün epidermisi ilə qabığı arasında olur və bunlara *ektotrofik mikoriza* deyilir.

Şam bitkisinin kökləri morfoloji olaraq uzun və qısa olmaqla iki yerə bölünür. Bu bitkinin yaşadığı məhsuldar torpaqlarda

mikoriza əmələ gəlmir. Bu prosesi həyata keçirən əmici tellərdir. Qida baxımından (N, P, K, və ya Ca) kasıb olan torpaqlarda köklərin əmmə gücü yüksək deyil. Buna görə də qısa köklərin göbələklə sirayət olunması nəticəsində yan köklər çoxalır və tor şəklini alır. Burada köklərin yana doğru şaxələnmə dərəcəsi, məhsuldarlıq dərəcəsi ilə tərs mütənəsidir.

Mikoriza vəzifəsini üzərinə götürən bu köklər aktiv fəaliyyətə başlayırlar və nəticədə müəyyən zaman ərzində torpaq daha məhsuldar olur.

Asteraceae, *Ericaceae*, *Orchidaceae* nümayəndələrində olduğu kimi göbələk hifləri köklərdəki hüceyrələr arasında, yəni parenximatik toxuma hüceyrələrinin içində yerləşirsə, buna *endotrofik mikoriza* deyilir.

Arxideyaların mədəni şəraitdə yetişdirilməsi zamanı mikorizaya ehtiyac duyulur. Ona görə ki, bu bitkinin toxumları kiçik olub, tərkibində az miqdarda yağ olan bir rüşeymə maldirlər. Bu bitkilərin toxumları *Rhizoctonia* göbələyinin mit-sellərinin olduğu şəraitdə cücərilir. *Rhizoctonia* göbələyi əvəzinə şəkər verilərsə, ya da pH nizamlanarsa, o zaman cücərmə reallaşa bilər [29].

Güman edilir ki, göbələk yüksək karbohidratları həzm edərək, həll olan şəkərləri əmələ gətirir və pH-ı 5 və ya bundan aşağıda saxlayır. Beləliklə, şəkərlərin və ya dəmirin mənimsənilməsi üçün şərait təmin olunur. Schopferə görə arxideyalar əsas olaraq vitaminlərdən faydalanırlar [123]. *Ericaceae* nümayəndələrində isə göbələk hifləri, ümumiyyətlə bütün bitki hüceyrələrinə nüfuz edir.

Bəzi yosun və göbələklər birləşərək xüsusi bir həyat forması olan şibyələri əmələ gətirirlər. Yosunlar qida maddələri hazırlayır və bu qida maddələrindən də göbələklər istifadə edirlər. Göbələklər isə rütubətdən istifadə edərək yosunları qurumaqdan qoruyur və bu şəkildə olan orqanizm, ağac qabıqları və qayalar üzərində həyatlarını davam etdirirlər (şəkil 30).



Şəkil 30. Qaya və ağac qabığı üzərində yaşayan şibyələr

Belə bir əlaqəyə *mutualizm* də deyilir. Şibyələri əmələ gətirən yosun və göbələk əlaqəsi. *Soredia*-da olduğu kimi onların çoxalma orqanlarında da olur. Şibyələrdə tamamilə sərbəst olan və parazit həyat tərzini keçirən müxtəlif göbələk nümayəndələri vardır. Bəzi göbələk növləri sadəcə əlaqəsi olduğu yosundan istifadə etmir, üzərində yaşadığı daşıyıcı boruları olan bitkinin canlı toxumalarından hiylər (əmicici tel) vasitəsilə istifadə edirlər.

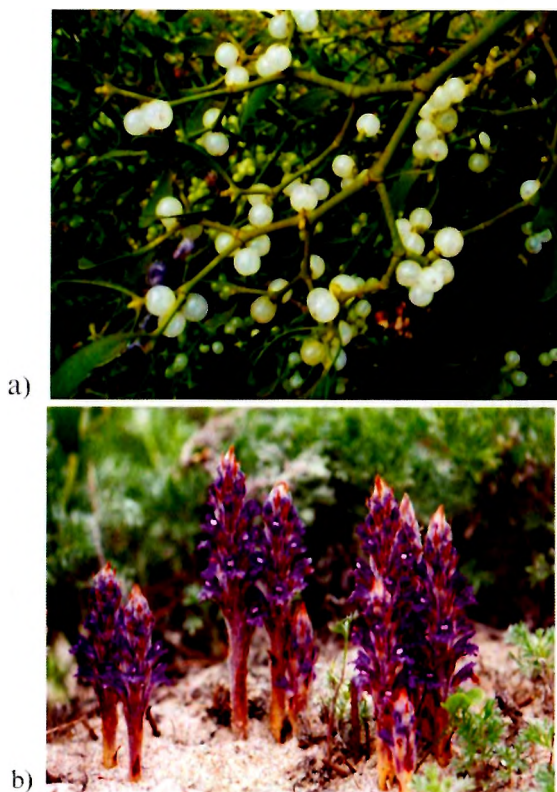
2.6.2. Parazit, epifit və sarmaşan bitkilər

İki orqanizm arasında olan bu növ əlaqələrə bitki ilə bitki və ya bitki ilə heyvan arasında rast gəlinir. Bu əlaqədə diqqəti çəkən cəhət ondan ibarətdir ki, bütün bitki və heyvanların bədənlərində müxtəlif parazitlər yaşayır. Bu əlaqədə parazit sahibini zəiflədir. Parazitlər bitki və heyvan populyasiyalarını çox yaxşı nizamlayırlar. Təkamül nöqtəyi-nəzərdən parazit olan bir neçə ali bitki növü də məlumdur. Bir çox parazit bitkinin yarpaqlarında yaşıl pıqment olur və belə bitkilər yarı parazit orqanizmlər adlanır. Belə bitkilər qida maddələrini üzərində yaşadığı orqanizmlərindən alırlar. Bunlara misal olaraq bir çox ağac bitkilərinin üzərində yaşayan *Loranthus* və *Viscum* cinslərinə aid olan yarım parazit növləri göstərmək olar (şəkil 31).

Yarımparazitlər, bəzi hallarda üzərində yaşadıkları ağacların görünüşlərini dəyişdirəcək qədər inkişaf edirlər. Bu parazitlər yaşadıkları ağaclar üzərində haustorium (sorma orqanı) deyilən orqanlarla qida maddələri ilə özlərini təmin edirlər.

Gövdələr üzərində olan *Cuscuta reflexa* Roxb. və köklər üzərində olan *Orobanche ramosa* L. isə xlorofillərini itirərək tam parazit formasına keçmişlər. *Cuscuta* üzərində yaşadığı bitkiyə sarınır və sarındığı yerlərdə haustorium (əmicici tel) əmələ gətirərək, üzərində yaşadığı bitkinin toxumasına daxil edir. *Orobanche* bitkisində isə onun toxumları sahib bitkinin yanında cücərir və sahib bitkinin köklərinə bağlanır. Bəzi hallarda ola bilər ki, *Orobanche* cinsinə aid parazitin yanında sahib bitki olmadığı halda onun toxumları cücərməyə bilər.

Kənardan müşahidə edildiyi zaman sahib ilə parazit bitki arasında torpaq altında bağlantı çox asanlıqla müşahidə edilir. Bu parazit bitki, ümumiyyətlə, paxlakimilər fəsiləsinə aid bəzi növlərə, xardala, badımcana, bəzi kələm növlərinə və taxılçılığa ziyan vurur. Bəzi tədqiqatçılar isə xardal bitkisinin kəhrənin (*Orobanche*) köklərindən faydalandığını qeyd etmişlər.



Şəkil 31. Yarım parazit və parazit bitkilər:

a) *Viscum album* L. b) *Orobanchae coerulescens* Stephan ex Willd

Üzüm bitkisinin (*Vitis* L.) köklərində yaşayan *Rafflesia* göbələyə bənzəyir. Çünki bunun vegetativ hissələri mitsel kimi olub, bu mitsellər yaşadığı sahib bitkinin daxilində yerləşir. Pas, sürmə kimi bir çox göbələk növləri, taxıl bitkiləri üzərində parazit və ya yarım parazit olaraq həyat tərzini keçirir və onların məhsuldarlığına mənfi təsir edirlər.

Bəziləri isə tam parazitdirlər. Çünki bu orqanizmlər saprofitik olaraq yaşaya bilmirlər. Üzərində yaşadığı sahib bitki öldükdə, bu parazitlərin həyatı da sona çatır. Öz sahiblərinin

ölmüş qalıqları üzərində ya da digər orqanizmlərin ölmüş qalıqları üzərində çox qısa müddətdə olsa belə, saprofit olaraq yaşayan bəzi parazit növlər var. Bunlara fakultativ saprofitlər deyilir.

Parazitik bitkiləri təkamül baxımdan humusun tam mineralizasiya məhsullarına söykənən primitiv orqanizmlər, üzvü töküntünü istifadə edən saprofitik orqanizmlər və parazitlərə davamlılıq göstərən orqanizmlər kimi 3 qrupa ayırmaq olar.

Bu ekoloji qruplar arasında bir çox ara mərhələ ola bilər. Oduncaqlı bitkilərdəki parazitlərin təkamül yolu yaqın ki, daha qısa olmuşdur.

Epifitizm canlılar arasında fərqli bir biotik əlaqədir. Epifitlər müxtəlif bitkilər üzərində həyat tərzi keçirirlər. Lakin qidalanma zamanı onlardan istifadə etmirlər. Ümumiyyətlə, bunlar ali bitkilərin gövdələri üzərində yaşayırlar. Bəzən epifitlər yarpaqlar üzərində yaşayırlar. Bunlara isti və rütubətli tropik bölgələrdə daha çox rast gəlinir. Bu bitkilər bölgələrdə tez-tez yağan yağışlardan, su və qida maddələrinə olan ehtiyaclarını təmin edirlər. Ağac qabıqları arasındakı çatlardakı tozlar bu bitkilərin qida mənbəyini təşkil edir. Quraqlıq şəraitinin mövcudluğu, epifitlərin yaşaması üçün çətinlik yaradır. Buna görə də bu tip həyat formasına rütubətli yerlərdə rast gəlinir. Soyuq və ya quraq iqlimi olan yerlərdə epifitlərə çox az rast gəlinir. Xüsusilə *Bromelia* cinsində və *Orchidaceae* fəsiləsində bir çox epifit növləri mövcuddur. Bunlar tropik meşələrdə şəraitdən asılı olaraq çox müxtəliflik göstərilər. Ağacın alt hissələrində yaşayanlar siyofit hiqrofitlər, ağacın yuxarı hissəsində yaşayanlar isə kserofitdirlər. *Tortula pagorum* kimi növlər dumanlı yerlərdə yaşayırlar [18, 24].

Epifitlərin bəzi növləri yaşadığı ağacla üzərində cücərib, inkişaf edərək kökü torpağa daxil olana qədər həyatını davam etdirirlər. Belə bir proses iynəyarpaqlı bitkilərin bəzi cinslərində müşahidə edilir. Ümumiyyətlə, əsl epifitlər heç bir za-

man torpaqdan asılı olmur, onların qalın kutikulası vardır və sukkulentlərdəki kimi kseromorfik xüsusiyyətlərə malikdir. Epifitlərin köklərində velamen deyilən su toplayan xüsusi bir toxuma vardır. Bəzi epifitlər su ehtiyaclarını ödəmək üçün xüsusi uyğunlaşma əlamətinə malikdirlər. Məsələn, *Dischidia nummularia* R.Br. növündə yarpaqlar qıvrılaraq dar ağızlı sürahi (qrafın) şəklini alır və içində suyu toplayırlar (şəkil 32).



Şəkil 32. *Dischidia nummularia* R.Br. görünüşü

Havada olan toz dənəcikləri (partikul) epifitin torvarı kökləri tərəfindən tutulur və nəticədə köklər üçün xüsusi bir torpaq mühiti əmələ gəlir.

Sarmaşan bitkilərə epifitlərdə olduğu kimi tropik meşələrdə müşahidə edilir. Buradakı çoxyaruslu bitki örtüyü torpağa düşən işığın miqdarını azaldır. Sarmaşanlar oduncaqlı bitkilər olub, torpağa kökləri vasitəsilə bağlanır. Buna baxmayaraq sarmaşan bitkilər ağac bitkilərinin köməyiylə yuxarıya doğru inkişaf edirlər və bu şəkildə bitki örtüyünün ən üst hissəsinə qalxırlar. Sarmaşan bitkinin oduncaqlı gövdəsinin sarmaşdığı ağacla hər hansı bir qida əlaqəsi yoxdur.

Anatomik olaraq sarmaşan bitkilərin gövdələri iki xüs-

siyyətdə malikdir. Bu xüsusiyyətlərdən biri oduncaq hissənin parenxim toxumadan təşkil olunması və ayırıcı sütunlarla arakəsmələrə ayrılmasıdır. Digər xüsusiyyət isə oduncaqda olan ksilem borularının uzun və geniş olmasıdır (şəkil 33).

Bu bitkilərdə ekoloji xüsusiyyət, ətraf mühitin rütubəti və temperaturuna görə formalaşmışdır. Xüsusiyyətlərinə görə bu bitkilər dörd qrupa ayrılır. Birinci qrupa aid olanlarda ağaclara sarılmaq üçün xüsusi orqanları yoxdur.

Belə bir xüsusiyyət qurğuşunçiçəklilər (*Plumbaginaceae*) fəsiləsinə aid bəzi növlərdə müşahidə edilir. İkinci qrupa, tikanlı sarmaşanlar aiddir. Bu bitkilərdə yapışmağa kömək edən tikanları vardır. Belə bitkilərə misal olaraq ağ əsməni, bouqanvelianı misal göstərmək olar. Üçüncü qrupa aid olan bitkilər, bütün gövdə ilə ağac gövdəsinə sarınırlar. Bəzi hallarda bu sarılma hadisəsi hər iki bitkinin böyümə və inkişafına mənfi təsir göstərir. Dördüncü qrupa daxil edilən bitkilərdə, gövdədə yalançı kökcüklər və bığcıqların köməyiylə ağac bitkilərinə sarmaşaraq yuxarıya doğru qalxırlar. Bu tip bitkilərdə bığcıqlar gövdə (üzüm) mənşəli olub, noxudda üst yarpaqcıqlardan, daşsarmaşığında isə alt yarpaqlardan əmələ gəlmişdir.

2.6.3. Karnivor (həşərat yeyən) bitkilər və amensalizm

Utricularia, *Drosera*, *Nepenthes*, *Dionaea* kimi bir çox bitki növləri azota olan ehtiyaclarını ödəmək üçün həşəratlarla qidalanırlar. Bu tip insektivor və ya həşərat yeyən bitkilər xüsusi quruluşa malikdirlər. Bundan əlavə həşəratları tutmaq üçün bu bitkilərdə xüsusi orqanlar əmələ gəlmişdir və onlar həşəratlardakı zülalları həzm etmək üçün bəzi fermentlər də ifraz edirlər.

Rütubətli meşələrdə yaşayan nepentes də isə yarpaq ayası qıvrılaraq küpə şəklini almışdır (şəkil 34). Bu şəkildəki quruluş kiçik həşəratların daxil olmasına imkan verir, çıxmasına

isə maneçilik törədir. Bitkinin içərisinə daxil olmuş həşəratlar bəzi proteolitik fermentlər tərəfindən həzm olunur.



Şəkil 33. Sarmaşan bitkilər:

a) *Lonicera japonica* Thunb. b) *Tecoma radicans* (L.) Juss

Drosera və *Dionaea*-da isə yarpaqlar çox sayda yandırıcı tükcüklərlə örtülüdür. Bu bitkilərdə olan rəngli yarpaqlar kiçik həşəratları cəlb edir və bu həşəratlar yarpaq üzərindəki tükcüklər tərəfindən tutulur.

Utricularia həşərat yeyən rütubətli mühitdə yaşayan bir bitkidir və bu bitki üzərində kisəciklər vardır. Bu kisəciklər

yarpağın bir hissəsindən əmələ gəlmişdir. Suyun axarı ilə gələn planktonlar bu kisələrə daxil olur və orada bitki tərəfindən həzm edilir.



Şəkil 34. Həşərat yeyən bitkilər:

a) *Drosera rotundifolia* L. b) *Dionaea muscipula* Sol. ex J.Ellis

Amensalizm bitkilər arasında qarşılıqlı bir əlaqə formasıdır və burada bir bitki tərəfindən ifraz olunan bəzi maddələr, digər bitkilərə mənfi təsir edir.

Bitkilər tərəfindən ifraz olunan belə maddələrə allelopatik maddələr də deyilir. Bu proses isə allelopati adlanır. İfraz olunan bu maddələr bitkinin müxtəlif hissələrindən əmələ gəlir (cədvəl 18).

Cədvəl 18. Bitkilərin müxtəlif hissələrində aşkar edilən allelopatik maddələr

Növ	Bitki hissəsi	Maddə
<i>Juglans regia</i>	Yarpaq, meyvə	5-hidroksi-1.4 naftokinon ($C_{10}H_6O_3$)
<i>Myrtus communis</i>	Yarpaq	Sinol, kamfor
<i>Eucalyptus bicostata</i>		" "
<i>Ailanthusaltissima</i>		" "
<i>Camelina sativa</i>		p-hidroksibenzoat
<i>Ensalia farinosa</i>		vanil, ferul, asetil turşuları
		6-methoksisbenzaldehit

Növ	Bitki hissəsi	Maddə
<i>Eremophila mitchelli</i> <i>Artemisia absinthium</i> <i>Artemisia californica</i> <i>Salvia leucaphylla</i>	Şirə ifraz edən tük	böyüməyə təsir edən maddə absinthin absinthin, terpenlər terpenlər
<i>Sorbus aucuparia</i> <i>Thammosoma montana</i> <i>Adenostema fusciculatum</i> <i>Arctostaphylos glauca</i> <i>A. glandulosa</i>	Meyvə	lakton furanokumarin allelipatik maddə arbutin, hirokinon p-hidroksisinnamik turşusu fenol turşusu allelopatik maddə
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Erica cinerea</i> <i>Prunus persica</i> <i>Pyrus malus</i> <i>Avena sativa</i> <i>Parthenium argentatum</i> <i>Agropyron repens</i> <i>Sorghum halepense</i> <i>Aristida oligantha</i>	Kök	Allopatik maddə amygdalin, benzaldehid, hidrosiyamik turşusu florizin skopoletin trans-sinnamik turşusu agropuron p-humarin turşusu, xlorogen turşusu, qlikozidlər 3,4,5-trihidroksibenzoik Qlükon turşusu, xlorlu üzvi turşu

Bəzi bitki cinslərinə aid növlər vardır ki, (*Calluna* Salisb.) onların ifraz etdiyi maddələr şam və sərv bitkilərinin inkişafına mənfi təsir edir. Bundan başqa bəzi bitki növləri də vardır ki, onların ifraz etdikləri maddələr bakteriyaların inkişafına mənfi təsir edir.

FƏSİL 3

EKOLOJİ HƏYAT TSİKLİ

Autekologiya hər hansı bitki qrupundakı bir növün ya da populasiyadakı fərdlərin həyat tsiklinin hər bir mərhələsində onların ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini öyrənir. Məlumdur ki, istənilən bitkinin torpağa, işığa, rütubətə və temperatura ehtiyacı vardır. Bundan əlavə, biotik faktorların da bitkilərin böyümə və inkişafında müəyyən rolu vardır.

Autekologiyanın məqsədi ekoloji həyat dövrünü tədqiq etməkdən əlavə təbii yayılma, uyğunlaşma, populyasiyalar arasındakı müxtəlifliyi və növ əmələgəlmə proseslərini öyrənməkdir. Autekologiyaya dair tədqiqatların tam mənası ilə mənimsənilməsi və aparılması üçün sistematika, morfologiya, sitologiya və fiziologiya elmləri haqqında müəyyən məlumata malik olmaq və həmçinin ətraf mühitdə həlledici təsirə malik olan amillərin güc ölçüsünün də müəyyən edilməsi çox vacibdir. Hər hansı bir bitki, həyat dövrünün müxtəlif mərhələlərində ətraf mühit amillərinin təsirinə məruz qalır. Bitki populyasiyalarına da mühit amilləri təsir edir. Təbiətdə heç bir növ tək olaraq yaşaya bilməz. Bunun əksinə olaraq, müəyyən sahədə yayılmış növlər öz aralarında qruplaşma yaradaraq həyatlarını davam etdirirlər. Təbiətdəki hər hansı bir növün həyat tsiklinə olan müxtəlif mərhələlərinin tədqiqi, həmin növün digər növlər ilə əlaqələrinin və ətraf mühit amilləri ilə asılılığının aşdırılması autekologiyanın əsas məğzini təşkil edir.

Bitkilərin yayılması, cücərməsi və sakitlik dövrü, cücərtilərin inkişafı, vegetativ və generativ inkişafı və s. proseslərin tədqiqi ətraf mühitin təsiri altında baş verir. Belə ki, hər hansı bir növün həyat dövrünün müxtəlif mərhələlərində baş verən

dəyişikliklər ətraf mühit amillərinin təsiri ilə əlaqəli olaraq həyata keçir [65, 67].

3.1. Miqrasiya

Miqrasiya, bitkisi olmayan boş bir sahənin fərqli bitki növlərinin başqa yerlərdən gəlib həmin şəraitə uyğunlaşaraq bitki örtüyü əmələ gətirməsi prosesidir.

Bu prosesdə rəqabətin xüsusi yeri vardır. Miqrasiya bir diasporun (çoxalma orqanı) ana bitkidən ayrılması ilə başlayaraq və yeni şəraitdə bitmə prosesidir. Bu hadisə bir sıra proseslər nəticəsində həyata keçir. Hər hansı növün bir neçə dəfə yeni sahəyə gəlişi müəyyən yayılma periodunu əmələ gətirir.

Miqrasiyanı əmələ gətirən əsas dörd amil mövcuddur. Birincisi, diasporun hərəkətmə xüsusiyyətidir. Bu zaman diaspor ana bitkidən ayrılır. İkincisi, diasporun yayılma yollarıdır. Yəni bitkinin çoxalma orqanları külək, su, heyvanlar və s. yollarla başqa yerlərə aparıla bilər. Üçüncü amil, yayılma məsafəsi, dördüncü amil isə relyefdir. Ümumiyyətlə, miqrasiya prosesində yuxarıda qeyd edilən amillərin hamısı mövcud olmaya bilər. Bu amillər miqrasiya prosesində müəyyən mərhələyə qədər rol oynayırlar. Bitkinin diasporunun hərəkəti, həmin orqanda hərəkət ilə bağlı uyğunlamaların olmasından, məsafədən və topoqrafiyadan asılıdır.

3.1.1. Bitkilərin hərəkətmə gücü və yayılma vasitələri

Bu proses bitkinin hərəkətmə gücünə bağlıdır. Ali bitkilərdə çoxalma orqanının (toxum) çəkisi, ölçüsü və forması onun hərəkət etməsində mühüm əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, zökəmotunun kiçik, yüngül və tüklü bir meyvəsi, mirt bitkisinin böyük, ağır və hamar səthli olan bir toxumuna nisbətən, daha yaxşı hərəkətmə qabiliyyətinə malikdir.

İnsanların da bir çox yolla toxum və meyvələrin yayılmasında rolu vardır. Hərəkətmə qabiliyyətində toxumun səthindəki çıxıntı və tükərlə yanaşı, onların sayı da əhəmiyyətli-dir. Bir bitkinin nə qədər çox toxumu olarsa, həmin bitkinin diasporlarının yayılma diapazonu daha geniş olar.

Ən zəif hərəkətmə qabiliyyəti toxum və meyvələri böyük və ağır olan ali bitkilərdə müşahidə edilir. İbtidai bitkilərin çoxalma orqanları (spor) öz-özünə hərəkətmə xüsusiyyətinə malikdir.

Diasporun sayı və formasından əlavə onun hansı vəziyyətdə olması da vacib bir məsələdir. Belə ki, qanadlı toxumlar və ya meyvələr, ağac və kol bitkilərində müşahidə edilir. Əgər bu toxum və meyvələr torpaq səthində olsaydı, o zaman toxum və meyvələrin bu qanadlarının heç bir xeyri olmazdı. Toxumun yayılması üçün uyğunlaşma əlamətləri qazanması, heç də həmin toxumun cücərib orada daima qalması demək deyildir.

Bitkilər, yayılma prosesində rolu olan orqanlara görə bir-birlərindən fərqlənirlər. Buna uyğun da həmin orqanlarda təkamül nöqtəyi-nəzərdən şəkildəyişmələr olmuşdur. Ümumi olaraq sporlar və toxumlar hərəkətmə qabiliyyətini yüksəltmək üçün müxtəlif forma almışdır. Lakin bu dəyişmələr rizom, kökümsov, soğanaq kök pöhrələri kimi vegetativ quruluşa malik orqanlarda çox da müşahidə edilmir.

Bitkilərin yayılmasında iştirak edən çoxalma orqanları (diaspor) beş yerə bölünür.

Birincisi, sporlar vasitəsilə yayılmazdır. Bu yayılmaya misal olaraq yosunları, göbələkləri, qijuları, mamurları göstərmək olar. Qeyd edilən ibtidai bitkilərin sporları xüsusi quruluşa malik deyildir, lakin onların yüngül olmaları səbəbindən daha uzaqlara yayılmaları təmin olunur.

İkincisi, toxum vasitəsilə bitkilərin yayılmasıdır. Toxumla yayılma ancaq ali bitkilərdə müşahidə edilir. Toxumlar meyvələrdən yüngül olmalarına görə hava cərəyanları vasitəsilə

daha uzaq məsafələrə yayılırlar. Məsələn, səhləblərin toxumları kiçik və yüngül olduqlarına görə uzun məsafə qət edirlər. Bəzi bitkilərin toxumlarında olan tükcük və ya qanadlar (ağcaqayın, göyrüş və s.) həmin toxumların uzun müddət havada qalmasına kömək edir və belə toxumlar çox uzaq sahələrə yayıla bilirlər.

Meyvə vasitəsi ilə yayılma *üçüncü* yayılma yoludur. Belə bitkilərdə əmələ gələn meyvələrdə bir sıra uyğunlaşmalar əmələ gəlmişdir. Günəbaxan, çobanyastığı və digər bitki növlərində toxumca, taxıllar fəsiləsinə aid olan növlərdə isə dənmeyvə buna misal ola bilər. Bəzi bitkilərdə isə (şümşad) meyvə partlayaraq toxumlarının ətrafa yayılmasına səbəb olur.

Dördüncü tip yayılma, vegetativ orqanlarla (rizom, yarpaq, zoğ və s.) yayılma üsuludur. Bu tip yayılma üsulunda çoxalma orqanları ana bitkidən bir neçə metr kənara düşür. Bu yayılma çox yavaş həyata keçir və bundan əvvəlki yayılma tiplərindən daha az əhəmiyyətlidir.

Sonuncu tip yayılma üsulunda isə bitki bütöv bir orqanizm olaraq yayılır. Məsələn, qovucqa cinsinə aid olan növlərdə bu proses müşahidə edilir.

Bitki orqanlarının yayılmasında aktiv olan amillər külək, su, yerin cazibə qüvvəsi, insan və heyvanlardır. Məsələn, bir sıra bitki növlərində külək, bütün bitkini (sirkən) və ya meyvəni (zəncirotu) uzaq məsafələrə aparır (şəkil 35).

Bəzi bitki növlərində isə bütöv bitki və ya bitki hissələri su vasitəsi ilə yayılır. Pıtraq və ona bənzər bitkilər insan və ya heyvanlar vasitəsi ilə digər yerlərə aparılır. Sumax və çiylək isə vegetativ yan zoğları vasitəsi ilə yayılırlar.

Çoxalma orqanının gedəcəyi məsafə, relyef, bitkinin çoxalma orqanının böyük ölçülü və səthinin kələ-kötür olması ilə tərs mütənəsbidir. Çoxalma orqanı nə qədər yüngül olarsa, bir o qədər uzaq məsafələrə yayılma imkanına malikdir. Eyni zamanda diasporlar ana bitkidən nə qədər uzağa

düşərsə, o zaman yayılma arealı genişlənər və fərdlərin yaşama şansı artır. Relyefin də çoxalma orqanlarının yayılmasında müəyyən rolu vardır. Müəyyən bir sahədə meyllik nə qədər çoxdursa, o zaman çoxalma orqanlarının yayılma şansı da bir o qədər artır.



Şəkil 35. Bitkilərin meyvə və toxumlarının yayılması

3.1.2. Bitkilərin yeni ərazilərə yayılması və uyğunlaşması

Son zamanlarda tədqiqatçılar tərəfindən müşahidə edilmişdir ki, bəzi bitki növləri, o cümlədən invaziv növlər yeni ərazilərə yayılır və müəyyən zamandan sonra oradakı bitki örtüyünün strukturunda dəyişiklik əmələ gətirir. Burada əsas rol yayılan bitkinin çoxalma orqanlarının (diasporun) üzərinə düşür.

Bir və ya birdən artıq bitkinin çoxalma orqanları şəraitdən asılı olaraq bir sahədən digər bir sahədə yayılaraq o ərazini tutma qabiliyyətinə malikdirlər [86, 87]. Bu mürəkkəb bir prosesdir. Bu prosesin əsas məğzini bitkilərin köçü, rəqabəti və yerləşməsi təşkil edir. Bitkilərin yeni sahələr tutması bitki örtüyü olmayan və ya olan yerlərdə müşahidə edilir. Bitki örtüyü olmayan yerlərdə bu suksessiyanın başlanğıcını əmələ gətirir, bitki örtüyü olan sahələrdə isə növbəli dəyişmənin müəyyən mərhələsini təşkil edir. Əgər yeni bitki suksessiyanın son mərhələsində (klimaks) yeni sahəyə gələrsə, o zaman sahənin tutulması prosesi baş verməz.

Yeni sahənin aktiv tutulması çox zaman yerli növlər tərəfindən həyata keçir və kütləvi xarakter daşıyır [88]. Belə ki, aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, kol bitkiləri çəmənlərdə, ağac bitkiləri isə təpəciklərdə yayılırlar. Bu proses əvvəlki növlərin olduğu bitki qruplaşmaları ilə bitki örtüyü zəif olan sahələr arasında müşahidə edilir.

Oxşar şəraiti və ya geniş ekoloji tolerantlığı olan bir-birinə yaxın qruplaşmalar arasında bu prosesə rast gəlinir. Bitkilərin daha uzaq sahələrin tutulması prosesinə az rast gəlinir. Çünki diasporların yeni şəraitdə qalmaları şansı çox azdır. Yeni sahə və ya bir bitki qruplaşmasının daxilində sahənin tutulması köç ilə başlayır və rəqabətlə davam edir. Diasporun yeni sahəni tutulması davamlı və ya təkrarlı olur. Yəni hər hansı bir yolla gələn çoxalma orqanları hər il yeni sahəyə gedərsə, o zaman

müəyyən vaxtdan sonra həmin bitkinin orada qruplaşması yaranar.

Bir-birinə yaxın olan bitki qruplaşmalarında isə sahənin tutulması qarşılıqlı şəkildə olur. Yeni bitkilər arasında çox böyük fərq olmadıqda sahənin tutulması hər iki qruplaşmada müşahidə edilir. İllər artdıqca bu istiqamətdə proses davam edir. Ümumiyyətlə, yer kürəsindəki bitki örtüyündə növlərin yeni sahələri tutması ən çox bu istiqamətdə olur.

Bu proses nəticəsində iki qruplaşma arasında keçid bölgəsi və ya ekoton əmələ gəlir. Məsələn, çəmənlik ilə meşə arasındakı kol və ot qarışığı ekotondur. Bitki diasporlarının uzaq məsafədəki sahələrə olan mərhələli hərəkətinə mərhələli sahə tutma (zəbt) deyilir. Çox nadir olmasına baxmayaraq bu tip yayılma nəzər-diqqəti çəkir. Çünki bu zaman yayılan bitkinin çoxalma orqanları doğma yerindən başqa yerə gedir. Əgər hər hansı bir sahənin yerli bitkiləri yeni gələn bitki növləri tərəfindən sıxışdırılaraq aradan qaldırılsa, bu tam zəbt (tutma) etmədir və bu sahədəki həyat forması digər bir həyat formasına keçir [120, 122]. Əgər yeni gələn fərdlərin sayı az olarsa və bitki qruplaşmasında elə bir dəyişiklik baş verməzsə, o zaman bu yarı zəbtətmə adlanır. Yarı zəbtətmə tipi daha çox rast gəlinir və tam zəbtətməyə nisbətən daha az diqqəti çəkir. Yeni gələn bitkilər burada tam formalaşmış bitki qruplaşması əmələ gətirirsə, o zaman bu *sabit zəbtətmə* adlanır.

Bəzi bitki növləri özlərinin fərdi bioloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yüz illər boyu toxumlarının həyatilik qabiliyyətini qoruyub saxlaya bilirlər. Bu prosesdə toxumların ölçüsü və xüsusiyyəti müəyyən mənada xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, sərt qabıqlı toxumlar daha uzun müddət yaşaya bilirlər. Ağac və kol bitkilərinin toxumlarının həyatilik qabiliyyəti, ot bitkilərinə nisbətən vaxt baxımından daha çoxdur.

Topoqrafiya və ya hər hansı bir fiziki və ya bioloji amil yayılan növlərin yeni sahələri tutma prosesini dayandırarsa,

bu bir maneədir. Bu maneələr dağ silsilələri, torpaq tipi və onun kimyəvi strukturu və heyvanlar aləmi ola bilər. Topografiya sabit, yeni gələn bitkilərin bioloji xüsusiyyətləri isə keçici maneədir. Maneələr də təsiri baxımından tam və ya tam olmaya bilər. Məsələn, bir su gölməçəsi bəzi bitkilərin yerləşmələrinə imkan verdiyi halda, böyük bir göl isə bir sıra kserofit bitkilər üçün maneədir. Bitkilərin yeni sahələri tutma prosesində maneənin ən böyük təsiri köç və yerləşmə üzərində olur.

Okeanlar, göllər, çaylar, dağ silsilələri fiziki maneələrdir. Lakin bu amillər yeni gələn diasporların yerləşməsinə mane olarkən, digər tərəfdən onların daha uzaq məsafələrə hərəkətinə səbəb olur. Məsələn, çay bitkinin bir çoxalma orqanının bir yerdən digər bir yerə yayılmasına köməkçi olur.

Bitki qruplaşmaları, insanlar, heyvanlar və parazit bitkilər bioloji maneələrdir. Bir bitki qruplaşması yayılan bitki diasporlarının yeni sahədə tutması prosesinə iki istiqamətdə maneəçilik törədir. Çünki yeni və köhnə sahələr arasında şərait baxımından fiziki fərq vardır. Belə ki, kölgəsevən bitkilərin açıq sahələrdə bitmə imkanı yoxdur. İşıqsevən bitkilər meşə sahələrində, bataqlıq kimi sulu mühiti olan yerlərdə isə bir sıra ağac və kol bitkiləri yaşaya bilməz.

Həmçinin bitki qruplaşmaları bura gələn yeni bitkilərin yerləşməsinə maneəçilik edir. Bundan əlavə insan və onun təsərrüfat fəaliyyəti də yeni növlərin yayılmasına maneəçilik törədir.

Hər hansı bir bitki növü, yeni mühitə düşdükdə həmin şəraitə uyğunlaşma əlamətləri göstərir. Bu zaman 3 əsas xüsusiyyət vacibdir. Bu xüsusiyyətlər bitki toxumunun cücərməsi, böyüməsi və çoxalması prosesidir. Hər hansı bitki növü yeni bir sahəyə düşdüüyü zaman rəqabətlə üzləşir. Bu proses yeni bir sahəyə düşən çoxalma orqanının (diasporun) burada yerləşmə qədər keçirdiyi bütün mərhələləri əhatə edir. Hər hansı yeni

bir sahədə yerləşən bitki fərdlərinin sayı miqrasiyanın göstəricisidir. Hər hansı bir bitki növünün meyvəsinin yetişmə vaxtı həmin növün miqrasiyasına təsir edir. Sakitlik dövrünü (dormansi) keçirən toxumun cücərməsi üçün həmin toxum əlverişli şəraitə düşməlidir, sonradan yaranan əlverişsiz iqlim şərtləri həmin cücərməkdə olan toxumların məhvina səbəb olur. Tez cücərən toxumlar və sporlar, böyümə və inkişaf üçün uyğun olmayan şəraitdə də cücərə bilirlər. Miqrasiyanın istiqaməti və uzaqlığı, toxum və sporların cücərməsində mühüm rol vardır.

Əgər bir diaspor yaşadığı mühitə bənzər bir şəraitə düşərsə, o zaman həmin bitki orada həyatilik qabiliyyətini itirmədən cücərer və fərd sayını artırır. Əgər bitkinin çoxalma orqanı cücərmə üçün əlverişsiz şəraitə düşərsə, o zaman bitki toxumu cücərməz və ya cücərsə, böyümə və çoxalma baş verməz. Bəzi bitki növlərində isə toxumun cücərməsinə ehtiyac yoxdur. Yosun və digər bitkilərdə olduğu kimi bitki özünün bir hissəsi ilə və ya bütöv bitkinin özü yayılır. Belə bitki növlərində sadəcə böyümə və çoxalma prosesi müşahidə edilir. Quruda yaşayan ali bitkilərdə vegetativ orqanlarla miqrasiya da buna bənzəyir.

3.1.3. Bitkilərin yeni şəraitdə böyümə və inkişafı

Bitkinin çoxalma orqanlarının yeni bir sahədə yerləşməsində cücərmə prosesi mühüm əhəmiyyətə malikdir. Cücərmə, toxumda rüşeym gövdəciyindən bitkinin gövdəsinin torpaq üstünə çıxmasıdır. Cücərmə bitkinin həyat tsiklinin bir mərhələsini əmələ gətirir. Ali bitkinin müəyyən bir şəraitdə varlığı, həmin bitki toxumlarının bu mühitdə normal cücərməsindən çox asılıdır. Toxumun cücərməsi, bitki miqrasiyasını məhdudlaşdırma biləcək gücə malikdir.

Bir bitkidəki toxumların orta hesabla cücərə biləcək toxum sayına, çoxalma gücü deyilir. Salisbury [113] bunu aşağıdakı

formula ilə göstərmişdir:

$$\text{Çoxalma gücü} = \frac{\text{Orta toxum məhsuldarlığı X\% cücərmə}}{100}$$

Bitki qruplarının fiziologiyası və fitosenoloji quruluşunu müəyyən edən zaman cücərmə prosesinin mühüm əhəmiyyəti vardır. Bir çox ot bitkilərində, meşə əmələ gətirən ağac növlərində toxumun məhsuldarlığı və cücərmə faizi müəyyən edilərək, onun çoxalma gücü təyin olunur. Belə ki, anaqallis (*Anagallis* L.) və zümrüdçiçəyi (*Mercurialis* L.) bitkilərində çoxalma gücü 67 və 15 olduğu halda, qaymaqçiçəyi (*Ranunculus* L.) və nanədə (*Mentha* L.) bu miqdarın 813,37103 olduğu müəyyən edilmişdir [13, 113]. Buna baxmayaraq eyni növün müxtəlif şəraitlərdə cücərmə gücü dəyişə bilər.

Təbiətdəki toxumların böyük bir hissəsi ya əlverişsiz şəraitə düşmə səbəbi ilə ya da zəif inkişaf etmiş rüşeymə malik olduqlarından məhv olurlar. Buna görə də bir bitkinin normal yaşaması üçün cücərmə prosesinə təsir edən ekoloji şəraitin optimal olması vacibdir.

Ana bitkidən ayrıldıqdan sonra qısa zaman ərzində cücərməyən bir toxum sakitlik dövrünü (dormansi) keçirir. Sakitlik dövrü sadəcə toxumlara məxsus bir xüsusiyyət deyil. Rizom və kök yumrularında da bu xüsusiyyət müşahidə edilir. Sakitlik dövrü söyüd növlərində olduğu kimi bir neçə gün və ya bir həftə davam edir. Paxlalılar fəsiləsinə mənsub olan bəzi növlərdə isə bəzən bir neçə il davam edir. Bu hadisə yayın sonu və ya payızda əmələ gələn toxumlarda daha çox müşahidə edilir. Mədəni bitkilərin toxumlarının sakitlik dövrü, yabani bitkilərin toxumlarına nisbətən daha az müşahidə edilir. Toxumların sakitlik dövrünün cücərmə prosesində ekoloji əhəmiyyəti vardır.

Əgər toxumlarda sakitlik dövrü olmasaydı bitkilər quraqlıq

kimi əlverişsiz şəraitdə cücərər və nəticədə məhv olardılar. Toxumun sakitlik dövrünə təsir edən daxili və xarici faktorlar vardır. Bəzi toxumlar oktyabr-noyabr aylarında yetişir. Bu zaman toxumların cücərməsi üçün istilik dərəcəsi kifayət qədər deyildir. İsti bölgələrdə isə toxum yetişərkən temperatur yüksək olur. Yay aylarında yüksək temperaturda bir çox bitki toxumları cücərmir və məhv olana qədər sakitlik (dinclik) halında qalır. Bəzi bitki toxumlarının min ildən sonra cücərməsi müşahidə edilmişdir.

Mancuriyada bir göl yatağından əldə edilən nilufər toxumlarının min il gizli qala bildiklərini və canlılıqlarını itirmədiklərini qeyd etmişlər [96]. Soyuq bölgələrdə yaşayan bitkilərin çoxunda, toxumlar sükunət halında qalırlar və ancaq 3-8°C temperaturda saxlanıldıqda cücərlər. Bu üsulla sakitlik dövrünün aradan qaldırılmasına stratifikasiya deyilir. Aşağı temperatur azot və fosforun miqdarını dəyişdirərək, cücərməyə maneçilik törədən bəzi kimyəvi maddələrə təsir edir. Digər tərəfdən kifayət qədər su və oksigenin olmaması da cücərmə prosesinə mənfi təsir edir. Yetişən toxumlar çox dərinə basdırılırsa, oksigen çatışmazlığından cücərmirlər və uzun müddət torpaq altında qala bilirlər. Sakitlik dövrünü aradan qaldıran təbii faktorlar müxtəlif mövsümlərdə eyni növün fərqli populyasiyalarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Məsələn, pıtraq (*Xanthium* L.) meyvəsindəki fərqli iki toxum müxtəlif mövsümlərdə cücərir. Çünki yüksək oksigen miqdarına olan ehtiyacından bu toxumlardan biri sakitlik dövründə olarkən digəri sakitlik halında olmur. Ancaq su ilə doymuş torpaqlarda hər iki toxum eyni vaxtda cücərə bilir. Buna görə də bu növün iki populyasiyalarına rast gəlinir.

Tütün sortlarında olduğu kimi bəzi bitki növlərinin toxumları qaranlıqda cücərmir. Bu növ toxumlarda sakitlik (dinclik) dövrü istilik, azot birləşmələri, fermentlər və s. kimi amillərdən asılıdır. Bu baxımdan işığın da mühüm rolu vardır. İşıq

bəzi bitki toxumlarının sakitlik dövrünə girməsinə, bəzi bitki toxumlarının isə sakitlik dövründən çıxmasına səbəb olur. Bununla yanaşı günün uzunluğunun da toxumların cücərməsində müəyyən rolu vardır.

İstilik toxumların cücərməsi üçün vacib olan faktorlardan biridir. Bəzi tərəvəz bitkilərində (kahı) toxumlar qaranlıqda 20°C temperaturda 95% cücərir. Temperatur 35°C olarsa, o zaman toxumların 95 %-i dinclik dövrünə keçirlər.

Əgər dinclik dövründə olan bu toxumlara 20°C temperaturda qırmızı işıq verilərsə, o zaman toxumlarda sakitlik dövrü ortadan qalxar və onlar cücərir. Ümumi olaraq cücərməyə əlverişli olan şərait dinclik dövrü üçün əlverişli olmaya bilər. Işıq və ya qaranlıq, yüksək və ya aşağı temperatur və oksigenin miqdarı toxumlardakı dinclik dövrünün meydana çıxmasına səbəb olur.

Toxumun dinclik dövrünə girməsinə səbəb olan amillərdən ən əsası toxumun qabığıdır. Toxum qabığının bəzi həll olmuş qazlar və karbohidroksidləri keçirməzliyi, mexaniki baxımdan rüşeymin inkişafına maneçilik törətmələri və kimyəvi quruluşlarında olan bir sıra maddələr sakitlik dövrünün meydana çıxmasına səbəb olur.

Toxumun rüşeymi su, oksigen və kifayət qədər işıq olan zaman inkişaf etməyə başlayır. Suyun çatışmazlığı cücərmə üçün lazım olan fermentativ proseslərin əmələ gəlməsinə səbəb olur və nəticədə toxum dinclik dövründə qalır. Toxumların sakitlik dövrünü aradan qaldırmaq üçün toxum qabığının qırılması və ya mexanik olaraq nazikləşdirilməsi labüddür. Bəzi toxumları qatı H_2SO_4 ilə təsir edərək, soyuq su ilə yuduqdan sonra cücərlirlər. Bəzi bitki toxumlarını *Albizia julibrissin* (Lənkəran akasiyası) isə qaynar suda bir neçə dəqiqə saxladıqdan sonra onlar qısa bir zaman içərisində cücərlirlər.

Bəzi hallarda, məsələn, kingo və qaymaqçıçəyi kimi bitkilərin rüşeymi yaxşı inkişaf etmədiklərindən toxum torpağa

düşdükdən sonra rüşeym inkişaf edənə qədər sükunət dövründə qalır və rüşeym tam inkişaf etdikdən sonra cücərmə baş verir.

Bəzi bitki toxumlarında (yemişan) embrionun tam inkişafı üçün 1-3 ay vaxt lazımdır. Bu proses torpağın turşuluğundan asılıdır. Bu bitkinin toxumlarının qabıqları çıxarılaraq, zəif turşu məhlulu ilə təsir edildikdə cücərmə prosesi daha tez müşahidə olunur. Bu hal şaftalı və albalı toxumlarında da müşahidə edilir. Bundan başqa bu prosesi aşağı temperatur da sürətləndirir. Bu səbəblə bəzi toxumlar qışda incə torpaq təbəqəsi altında saxlanılırlar.

Bir çox növün sükunət halındakı toxumlarında bəzi kimyəvi maddələr vardır ki, bu birləşmələr toxumun cücərməsinə maneçilik törədir. Təbiətdə bu növ toxumlarda cücərməyə mane olan kimyəvi maddələr, toxum qabığının çürüməsi ya yağış və ya axar sular tərəfindən bu maddələrin yuyulması ilə aradan qaldırılır. Bəzi birləşmələr cücərmə zamanı yüksək osmos təzyiqi ilə suyun toxuma daxil olmasının qarşısını alır, digər birləşmələr isə cücərməkdə olan toxumun normal maddələr mübadiləsi prosesini pozur. Bəzi kimyəvi maddələr isə toxumları dinclik dövrünə salacaqları zaman demək olar ki, cücərmə prosesinin tam qarşısını alırlar. Bu maddələr bir sıra alaq otlarının məhv edilməsində istifadə edilir. Kumarin və buna bənzər kimyəvi birləşmələr belə maddələrdəndir. Bu maddələr süni olaraq çox istifadə olunur və *Trigonella* L. cinsinə aid olan bəzi növlərdə isə təbii olaraq vardır [56].

Cücərməyə hazır olan toxumlar su, kimyəvi maddələr, istilik və işıq kimi faktorların təsiri altında olur [26, 27]. Su toxumun cücərməsi üçün bütün proseslərin başlanmasına təkan verir. Çünki toxumlar su udan kimi maddələr mübadiləsi aktivləşir. Toxumun su almasında zülalların böyük rolu vardır. Bu prosesə sellüloza və pektik maddələr (turş polisaxaridlər) kömək edir. Nişastanın bu baxımdan rolu azdır. Toxumun su

udması temperaturun artması ilə düz mütənasibdir.

Bəzi bitki toxumları optimal temperaturda, bəziləri isə dəyişkən temperaturalarda cücərir. Ancaq toxumlar nəmli olmasa, o zaman istiliyin heç bir təsiri olmur. Ümumiyyətlə, təbiətdə olan bitki toxumlarından bəziləri günəşli və ya kölgəli yerlərdə, bəziləri isə torpağın altında cücərilir. Bitki toxumları cücərmə zamanı qaranlıq və işıq mərhələlərinə ehtiyac duyurlar. Ekoloji təkamül baxımından hər hansı bir şəraitdə istilik, işıq kimi faktorlar bitkiləri həmin şəraitə uyğun əlamətlər qazanmağa məcbur etmiş və populyasiyalarının davamlı inkişafını təmin etmək məqsədi ilə onların toxumlarının cücərmələri də buna görə tənzimlənmişdir. Cücərmə zamanı işığa həssas olan toxumlara pozitiv fotoblast, həssas olmayanlara isə neqativ fotoblast toxumlar deyilir. Yəni bu halda toxumlar torpağa basdırılma və açıqda qalma vəziyyətinə görə bir-birlərindən fərqlənirlər. Bundan başqa toxumda işıq qəbuledicisinin fizioloji vəziyyəti də əsasdır. Bir çox bitki toxumları, torpaq gündüz şumlanan zaman cücərir, gecə şumlanarkən isə cücərmir [124].

Bəzi şəraitlərdə işığa həssas olmayan toxumlar, torpağa basdırıldığından bir müddət sonra işığa həssas olurlar. Əgər bu toxumlar torpağın üst hissəsində dayaz basdırılırsa, o zaman cücərmə prosesi baş vermir. Işığın bəzi toxumların cücərmə prosesində sürətləndirici rolunu temperaturdan asılıdır. Belə halda bir çox bitki toxumları işıq şəraiti normal olsa belə, torpaq səthində istilik dəyişmələri baş verdiyi halda toxum cücərməyə bilər.

Işığa həssas toxumlar işıq xüsusiyyətindən asılı olaraq müxtəlif reaksiya göstərilir. Məsələn, qırmızı və infraqırmızı dalğa uzunluqları bir-birinə əks istiqamətdə təsir göstərilir. Bu zaman torpaqda olan toxumların işığa olan münasibətini fitoxromlar müəyyənləşdirir.

Bitki toxumlarının yetişməsi dövründə tam yetişməmiş to-

xumlar işığa qarşı daha həssas olurlar. Məsələn, adi elektrik lampası işığı altında yetişən toxumlar qaranlıqda cücərmirlər. Bunun üçün onların qırmızı işığa ehtiyacları vardır. Floresan (civə buxarı ilə əldə edilən işıq) işıq altında yetişən toxumlar isə tam əksi olan bir xüsusiyyət göstərir. Yəqin ki, burada əsas rol oynayan fitoxrom faktorudur.

Toxumların cücərmə prosesində O_2 və CO_2 miqdarının böyük təsiri vardır. Yüksək miqdarda olan O_2 cücərməyə müsbət təsir edərkən, CO_2 miqdarının çoxluğu isə mənfi təsir edir.

Toxumlar mənsub olduqları növdən asılı olaraq torpağa müxtəlif dərinlikdə basdırılır. Hər bir bitki toxumu öz ölçüsündən 2-3 dəfə artıq dərinə torpağa basdırılması tövsiyə olunur.

Toxum cücərdikdən sonra alınan cücərtilər bir sıra ətraf mühit amillərinin təsirinə məruz qalır. Toxum latent mərhələsində içərisində olan rüşeymi qoruyur. Burada maddələr mübadiləsi çox yavaş gedir. Lakin cücərtilərdə biokimyəvi proseslər və hüceyrə bölünməsi kimi bioloji dəyişkənliklər sürətlə davam edir. Cücərtinin tam formalaşmamış kök sistemi torpaq quraqlığından, mikroorqanizm və ya digər zərərvericilərin təsirindən çox asanlıqla məhv edilə bilər. Cücərmə zamanı toxumda olan ehtiyat qida maddələri istifadə olunur. Cücərtinin normal inkişafı üçün həqiqi yarpaqların əmələ gəlməsi üçün kifayət qədər günəş işığına, istiliyə və s. amillərə ehtiyac vardır. Cücərtilərin məhv edilməsində abiotik faktorlardan çox, biotik faktorlar əsasdır. Heyvanlar otlayan və hərəkət edən zaman cücərdilən bir hissəsini məhv edirlər. Əgər hər hansı bir meşə və ya açıq sahədə bitki cücərtiləri müşahidə edilmirsə, o zaman həmin sahənin heyvanlar tərəfindən çox otlanmasını düşünmək olar. Meşə və açıq bir sahə heyvanlar tərəfindən çox otarılan zaman orada bitki cücərtiləri müşahidə edilmir.

Torpağın relyefi, yağan yağış da cücərtilərin həyatda qalmasına təsir edən amillərdəndir. Belə ki, çox meylli olan yerlərdə su eroziyası nəticəsində bitki cücərtilərinin bir hissəsi məhv olur. Bu kimi yerlərdə əsasən vegetativ yolla çoxalan bitkilər üstünlük təşkil edir. Cücərtilərin inkişafının öyrənilməsinin autekologiyaya aid tədqiqatlarda böyük əhəmiyyəti vardır.

Hər hansı bir növün vegetativ inkişafına bir çox ekoloji amil təsir edir. İnkişaf etməkdə olan tinglərin su və duz ehtiyacını ödəmək üçün onlarda yaxşı inkişaf etmiş kök sistemi vardır. Həmin tinglər yeni toxumalarının inkişaf etməsi, qida maddələrinin hazırlanması, boylarının artması ilə digər metabolizm prosesləri üçün inkişaf etməkdə olan gövdəyə malikdirlər. Hər bir növün normal inkişaf etməsi üçün ekoloji amillərə optimal ehtiyacları vardır. Məsələn, hər hansı bitki 23°C-də və 17% nəmli, gilli torpaqda normal inkişaf edirsə, o zaman həmin temperatur dərəcəsi və nəmlik miqdarı bu bitki üçün optimal hesab olunur. Bir növün vegetativ inkişafında o növün ekoloji tolerantlığı ilə optimal şəraitin müəyyən edilməsi ekoloji baxımdan vacibdir. Bir sıra ot bitkiləri üzərində aparılan geobotaniki tədqiqatlar zamanı gövdənin uzunluğu, kökün dərinliyi, buğumların sayı, buğumlararası məsafənin ölçüsü, yarpaqların ölçüsü və sayları, ağızcıqların sıxlığı, yarpaq üzərindəki kutikulanın qalınlığı kimi vegetativ xüsusiyyətlərə, dəyişik mühit amilləri təsir edir. Təbiətdə bitkilərin yetişdikləri sahədəki baş verən bir sıra dəyişikliklər, müxtəlif populyasiyaların yaranmasına səbəb olmuşdur. Bir növ daxilində fərqli iqlim amilləri olan şəraitlərdə inkişaf edən populyasiyalar ekoloji irqlərin ortaya çıxmasına səbəb olur.

Ətraf mühit amillərinin təsiri birbaşa və ya dolayı olub, hər bir amil ya tək ya da digər amillərlə birlikdə həlledici təsire malik olur. Məsələn, vegetativ inkişaf üçün yağış, atmosfer nəmliyi və digər su mənbələri, köklər ətrafındakı torpaq atmosferini də dəyişdirmək gücünə malikdir. Temperatur isə böyü-

mə üçün lazım olan biokimyəvi reaksiyalar və fermentativ proseslərə təsir edərək, böyümə sürətini nizamlayır. Hər növün özünə məxsus maksimum, optimum və minimum temperatura ehtiyacı vardır. Bəzi bitki növləri qütb bölgələrində inkişaf edir, digərləri mülayim və tropik iqlimi olan yerlərdə normal yaşayış tərzini keçirirlər. Hər bitki növünün müxtəlif inkişaf mərhələlərində müxtəlif temperaturda olan istiliyə ehtiyac duyurlar. İstilik tənəffüs prosesinə təsir edərək vegetativ orqanların inkişaf sürətini nizamlayır. İstiliyin bitkinin vegetativ orqanlarının inkişafına digər bir istiqamətdən təsiri, bir sutkada istilik dərəcəsinin dəyişməsi ilə əlaqəli olur. Bu proses termoperiodizm adlanır. Mənfi temperatur bitki toxumalarındakı suyun donmasına səbəb olur və nəticədə vegetativ orqanların inkişafı dayanaraq toxumaların məhvinə səbəb olur. Ancaq bir çox bitki növləri aşağı temperatur kimi mənfi təsirlərə qarşı həyatlarını qorumaq mexanizminə malikdirlər. Yay aylarında müşahidə edilən yüksək temperatur bitkilərin vegetativ orqanlarının məhvini gətirib çıxarır. Yüksək temperatur torpaqda olan rütubəti qısa zamanda buxarlandıraraq, bitkilərin solma nöqtəsinə qədər gəlib çıxmasına səbəb olur. Lakin bu zaman torpaq nəmi limitləyici amil olmasa, o zaman bitkinin vegetativ orqanları məhv olmur [127]. Yay ayları çox isti olan bəzi ölkələrdə yağışın yağması nəticəsində normal bitki örtüyü inkişaf edir.

Bitkilərdə vegetativ orqanların inkişafını nizamlayan vacib amillərdən biri də işıqdır. Normal işıq şəraitində bitkinin gövdə, kök və yarpaqların fəaliyyəti ilə xlorofilin miqdarı artır. Bununla birlikdə ağızciqların açılıb-bağlanması nizamlanır və artıq su buxarlanmasının qarşısı alınır. Bir istiqamətli işıq bitki gövdələrinin fototropik böyümələrinə səbəb olur. Işıq bitkilərin böyüməsini zəiflədərkən, qaranlıq isə əksinə olaraq sürətləndirir. Buna görə də kölgədə inkişaf edən bitkilər, işıqlı yerlərdə bitən bitkilərə nisbətən zəif və uzun olurlar. Lakin biok-

ütlə baxımından açıqlıqda inkişaf edən bitkilər, kölgəli yerlərdə bitən bitkilərə nisbətən daha çoxdur. Işıqın bitkilərin mövsümi inkişaf ritmində ekoloji əhəmiyyəti böyükdür.

Edafik amilin də bitkilərin vegetativ orqanlarının inkişafında əhəmiyyəti vardır. Torpaqdakı su və üzvi maddələr bitkilərin inkişafında xüsusi yer tutur. Qumlu torpaqlarda mexaniki maneələrin az olması səbəbindən kök sistemi daha yaxşı inkişaf edir. Lakin digər tərəfdən isə kökün biokütləsi az olur. Yüksək miqdarda su saxlayan ağır torpaqlarda isə torpaq havası tənəffüs prosesini zəiflədir və maddələr mübadiləsinə təsir edərək vegetativ orqanların inkişafına mənfi təsir edir.

Bitkilərin vegetativ orqanlarının inkişafında biotik amillərin, o cümlədən bakteriyalar, mikroorqanizmlər, göbələklər və həşəratların da rolu vardır. Bu orqanizmlər kök, gövdə və yarpaqlarda xəstəlik törədərək həmin orqanların inkişafına mənfi təsir göstərir. Nəticədə, bitki orqanlarında yaranan şəkildəyişmələr bitkinin məhvinə səbəb olur.

Çiçəkli bitkilərin bir çoxu digər bitkilər üzərində parazit və ya yarımparazit olaraq yaşayır və bu yolla üzərində yaşadıklarını bitkilərdən qida maddələrini mənimsəyirlər. Bəzən belə yaşayış forması, sahib bitki üçün faydalı ola bilər. Məsələn, paxlalar fəsiləsinə aid olan bəzi növlərdə kök yumruları bakteriyaları bitkinin azotla təmin edilməsində əsas rol oynayır.

Bitkilərdə növdaxili və növlərarası mübarizələr də bitkilərin vegetativ orqanlarının inkişafına bu və ya digər dərəcədə təsir edir.

Ali bitkilər çiçəklərində mayalanma getdikdən sonra əmələ gələn toxumları ilə çoxalırlar. Çiçəyin əmələ gəlməsi üçün ən vacib amil ətraf mühitdir. Bir çox bitki növləri müxtəlif şəraitlərdə və müxtəlif vaxtlarda çiçək açırlar.

İstilik və işıq çiçəkləmə prosesini nizamlayan vacib ekoloji amillərdir. Bitki fiziologiyasında çiçək əmələ gəlməsi üçün lazım olan oksinlərin mexanizminin işıq və istiliklə əlaqələrinə

geniş yer verilmişdir.

Təbiətdə eyni növün populyasiyalarının (pıtraq, bağayarpağı) fotoperiodik ekotiplərə bölündüyünü görmək mümkündür. Ekotiplər bəzi iqlim amillərinin təsiri nəticəsində əmələ gələn eyni növün genetik irqləridir. Bu şəkildə inkişaf edən xüsusiyyətlər hər zaman ətraf mühit amillərinin təsiri altında olur.

Kartof bitkisi 23,5°C temperaturda normal inkişaf edir, əgər temperatur 11°C olarsa, o zaman bitkinin gövdəsinin böyüməsi sürətlənir. Su, qida maddəsi və işıq kimi amillər çatışmadıqda kartofun bəzi sortlarda çiçəkləmə baş vermir. Bu sortlarda gecə və gündüzün maksimum və minimum temperaturunun müəyyən bir səviyyəyə çatması vacibdir.

Mülayim bölgələrdə yetişdirilən bəzi buğda sortlarında temperatur çiçəkləmə prosesini sürətləndirir. Müəyyən bir müddətdə toxum mənfi temperaturda saxlanılmazsa, o zaman bu toxumdan əmələ gələn bitkilərdə çiçəkləmə prosesi baş vermir və ya zəif olur. Belə bitkilərdə, ancaq vegetativ orqanlar inkişaf edir. Lakin bitki inkişafı dövründə aşağı istilik dərəcəsində qalarsa, o zaman bitkidə çiçəkləmə prosesi baş verir. Bitki fiziologiyasında baş verən bu xüsusiyyət yarovizasiya (vernalizasiya) adlanır.

İşıq və istilikdən başqa, çiçəkləmə dövründə bitkiyə təsir edən bir çox digər ətraf mühit amilləri də vardır. Bitkilərin çiçəkləmə prosesinə biotik faktorlar da təsir edir. Belə ki, çox sıx əkilmiş tarla bitkilərində çiçəkləmə zəif olur. Bunun səbəbi ondan ibarətdir ki, bitkilərin vegetativ orqanları sürətli inkişaf etdiyi üçün torpaqda olan qida maddələrində çatışmazlıq yaranır. Həmçinin insan və heyvanların bitkilərin çiçəkləmə dövründə çiçəklərin bir hissəsinin məhv edilməsində müəyyən rolları vardır.

Bitkilərdə iki tip tozlanma müşahidə edilir. Birincisi, öz-özünə tozlanma, ikincisi isə çarpaz tozlanmadır. Öz-özünə

tozlanmada eyni çiçəyin erkəkciyinin tozcuqları həmin çiçəyin dişiciyini mayalandırır. Bu tozlanma tipi avtoqamiya adlanır. İkinci tip tozlanmada isə bir bitkinin çiçəyində olan tozcuqlar, başqa bir bitkinin çiçəyindəki dişiciyi mayalandırır. Belə tozlanma tipinə geytonoqamiya (qleystoqamiya, ksenoqamiya) deyilir.

Andız bitkisində tozlanma prosesi aşağıdakı şəkildə gedir. Bu bitkidə çiçəkləmə prosesi 3-7 gün davam edir. Andızda tozcuq dənəcikləri çiçək açmadan çox öncə yetişir. Tozcuqlar erkəkciyə üzərindəki kiçik bir başcıq şəklində özünü bürüzə verir. Ləçəklər açılmağa başlayan zaman sütuncuq uzanmağa başlayır və erkəkciyədən daha uzun olur. Çiçəklər qapalı olanda iki hissəli olan ağzıcıq bir-birinə bağlanır, lakin çiçəklər açıldıqdan sonra isə bu hissələr bir-birindən ayrılır və geriye doğru qıvrılaraq tozlanmaya hazır dişicik ağzıcığını əmələ gətirir. Bundan sonra ağzıcıqlar qonşu çiçəklərə doğru uzanır, tozcuqlar bunların üzərinə düşür və nəticədə tozlanma baş verir.

Çiçək yatağındakı şəkildəyişmə geytonoqamiya prosesi üçün bir uyğunlaşma əlamətidir. Bitkidə mərkəzdə olan çiçəklər yanda olan çiçəklərdən yuxarıda olur. Çünki bu bitkilərdə çiçək yatağı yetişdiyi zaman küp şəklini alır. Çiçək yatağında baş verən şəkildəyişmə ilə onun üzərində yerləşən çiçəklərin inkişafı paralel gedir. Andız bitkisində çiçəyin açması kənar-dan mərkəzə doğru olduğundan səbət şəkilli çiçək qrupunun kənar tərəfində olan çiçəklər, mərkəzdəki çiçəklərə nisbətən daha əvvəl yetişirlər. Beləliklə, səbətin kənarındakı çiçəklərdə yetişmiş ağzıcıqlar açıldığı zaman mərkəzdəki çiçəklərdə tozcuq kisələri açılır. Bu zaman tozcuq, sütuncuğun bir-birindən ayrılması zamanı əmələ gələn titrəyişlə ağzıcıq üzərinə düşür.

Bəzən çiçəklər bir-birinə o qədər yaxın olurlar ki, tozcuqlar bir başa ağzıcıq üzərinə düşürlər. Çarpaz tozlanma külək, su, həşərat, quşlar, heyvanlar və digər yollarla həyata keçirilir (cədvəl 19).

Cədvəl 19. Tozlanma növləri və tozlayıcı amillər [110]

Tozlanma növü	Tozlayıcı
Anemofiliya	Külək
Antropofiliya	İnsanlar
Kantarofiliya	Sərtqanadlılar
Kiroptero-filiya	Yarasalar
Entomofiliya	Həşəratlar
Hidro-filiya	Su
Himenoptero-filiya	Arılar
Malakofiliya	İlbizlər
Mikromektofiliya	Kiçik arılar
Miyofiliya	Ağcaqanadlar
Mirmekofiliya	Qarışqalar
Ornitofiliya	Quşlar
Psikofiliya	Kəpənəklər
Sapromio-filiya	Çürüntü ilə qidalanan böcəklər
Zoofiliya	Müxtəlif heyvanlar

Bitkilərin yayılması ekologiyada diqqəti çəkən və vacib mövzulardan biridir. Əgər hər hansı bir bitki toxumları ana bitkinin ətrafına düşüb və burada inkişaf edərsə, nəticədə burada çox zəif bir populyasiya yaranar. Buna görə də bitki növlərinin genofondunun qorunması baxımından bitkilərin yayılma prosesinin tədqiq edilməsi vacibdir. Təbiətdəki bitkilərin yayıldıqları coğrafi sahələrin şəraitinin öyrənilməsi bu bitkilərin toxum vasitəsilə yayılma yollarının öyrənilməsi ilə mümkündür. Çoxalma orqanlarının ana bitkidən ayrılaraq yayılması, yeni sahədə normal böyümə ilə başlayır. Miqrasiya adlanan bu prosesdə okeanlar, səhralar, dağlar, meşələr, bataqlıqlar və digər dəyişikliklər bitki növlərinin yayılmasına maneçilik törədir. Lakin bu növlər maneələrdən keçmək üçün müxtəlif yayılma üsullarından istifadə edirlər (cədvəl 20).

Bundan əlavə bitkilərin yayılma prosesində dənizlər, çaylar, külək, quşlar, yağış və həşəratlar köməkçi amillərdir.

Cədvəl 20. Çoxalma orqanlarının növləri, onları yayan amillər və yayılan hissələri

Diaspor tipi	Yayan amil	Yayılan hissələr
Sporoxoriya	Külək	Toxum, meyvə, spor
Pteroxoriya	"—"	Qanadlı toxum və ya meyvə
Pogonoxoriya	"—"	Tüklü toxum və ya meyvə
Sikloxoriya	"—"	Yuvarlanan çiçək hissələri və ya bitkilər
Epizoxoriya	Heyvan	Tikanlı və yapışqanlı toxum və meyvə
Sinzoxoriya	"—"	Yeraltında olan toxum və meyvə
Endozoxoriya	"—"	Həzm olunmayan toxum və meyvə
Balloxoriya	Mexaniki	Partlama ilə dağılan toxum və meyvə
Baroxoriya	Yerin cazibə qüvvəsi	Çəkisi ağır toxum və meyvə
Hidroxiya	Su	Üzən toxum, meyvə və ya vegetativ hissələr
Antropoxoriya	İnsan	Əkinçilikdə və ya çiçəkçilikdə istifadə olunan meyvə və ya toxum
Ateloxoriya		Bitkinin öz ətrafında yayılan meyvə və toxum
Polixoriya		Birdən çox yayan amili olan meyvə və toxum

Hər hansı növün müəyyən bitki qruplaşmasında həyatını davam etdirməsi üçün vacib olan xüsusiyyətlər, bitkinin əmələ gətirdiyi meyvənin quruluşu, meyvə və toxumun sayıdır. Bu xüsusiyyətlər bitkinin gələcək nəslinin yayılması və nəslinin davam etməsi istiqamətində vacibdir. Xarici mühit bitkilərdə mayalanma getdikdən sonra da meyvə əmələgəlmə prosesinə müəyyən qədər təsir edir.

Biotik amillərdən olan zərərverici və xəstəlik törədicilər meyvə əmələgəlmə prosesinə mənfi təsir göstərirlər. Bəzi göbələk növləri bir sıra böcəklər kimi əmələ gəlmiş meyvəni daxilədən zədələyir. Meyvələr qida mənbəyi kimi insan və heyvanlar

tərəfindən yeyilir. Buna görə də bir çox bitki növləri öz genofondlarını qoruyub saxlamaq üçün daha çox meyvə əmələ gətirirlər. Bəzi bitki növlərində isə toxumun qalın bir mezofil daxilində və ya sərt bir qabıq içində olması onların mühafizəsi üçün ən yaxşı uyğunlaşma əlamətidir.

Bitkilər yaşadıkları mühitdə daha çox sayda toxum əmələ gətirmə qabiliyyətinə malikdirlər. Əmələ gələn bu toxumların hamısı cücərib inkişaf etsəydi, o zaman yer üzərində boş yer qalmazdı. Ancaq bitkilərin çox sayda toxum verməsi müxtəlif səbəblərdən toxumun və ya əmələ gələn cücərtilərin məhvinə qarşı yaranan bir uyğunlaşmadır. Toxum məhsuldarlığının öyrənilməsi autekologiya baxımından böyük əhəmiyyətə malikdir. Bəzi bitki növləri yaşadıkları dövrdə dəfələrlə toxum verirlər. Ağac bitkiləri ildə bir dəfə toxum verirlər. Elə bitki növləri vardır ki, onlar həyatlarında yalnız bir dəfə çiçəkləyərək toxum verir (aqava), sonra isə ölürlər. Bəzi bitki növləri isə bir ildə bir neçə dəfə toxum verirlər. Bitkilər verdiyi toxum sayı baxımından da bir-birlərindən fərqlənirlər. Yəni bəzi bitkilər yüz toxum verdiyi halda digər növlər minlərlə toxum verir. Məsələn əncir, qızılağac və s. növlər çox sayda toxum verirlər. Lakin bu toxumların bir hissəsi biotik amillər tərəfindən məhv edilir. Bundan əlavə eyni növün fərdləri arasında (intraspesifik) və müxtəlif növlər arasındakı (interspesifik) rəqabətlər toxum məhsuldarlığına mənfi təsir göstərir. Məsələn, bitkilərin çox sıx əkildiyi yerlərdə toxumun məhsuldarlığı aşağı olur.

Bəzi bitki növlərində toxumlar mərhələli olaraq əmələ gəlir. Bu zaman yerə düşən toxumlar fasilələrlə cücərib və cücərtilər inkişaf edir. Əgər birinci əmələ gələn cücərtilər quraqlıq, xəstəlik və ya otarılma nəticəsində məhv olurdusa, daha sonra əmələ gələn cücərtilər populyasiyanın daha da davamlı inkişafını təmin edir.

Toxumlar əlverişsiz şəraitə düşdükdə bir müddət öz həyatiliyini qoruyub saxlayaraq və əlverişli şəraitdə cücəriblər. To-

xumların cücərmə qabiliyyətini itirənə qədər olan müddətdə həyatlarını davam etdirmə gücü vardır ki, buna dəyişkənlik müddəti də deyilir. Bu dəyişkənlik müddəti növdən növə dəyişir. Bu müddət dərhal cücərməyən toxumlar üçün uzundur. Toxumların uzun müddət yaşama gücünü saxlaması, nəslin davamını təmin edir və bu səbəblə populyasiyaların yenilənməsi üçün növün ekoloji quruluşunun anlaşılmasında bu mövzunun araşdırılması böyük bir əhəmiyyət daşıyır. Toxumların yaşama gücü bir çox mühit amilləri tərəfindən nizamlanır və xüsusən toxumların gizli qaldıqları şərtlər çox əhəmiyyətlidir. Metabolik aktivliyi zəiflədən aşağı istilik dərəcəsi, oksigen azlığı və yüksək CO₂ kimi amillər, toxumun ömrünün qısalmasına kömək edir.

Dəmir ağacında olduğu kimi toxumların yaşama qabiliyyəti bir neçə həftə ola bilər. Belə həyatilik qabiliyyəti toxumun bioloji xüsusiyyəti ilə əlaqədardır. Mirt bitkisinin toxumlarının həyatilik qabiliyyəti 336 gündən sonra zəifləməyə başlayır, ancaq 30°C temperaturda 240-250 gündən sonra sıfıra enir. Ancaq kinqo və paxlalar fəsiləsinin bəzi növlərində toxumun həyatilik qabiliyyəti 100 illərlə qalır və əlverişli şəraitə düşdükdə cücərir.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, nilufər bitkisinin toxumları 1000 ildən sonra cücərmişdir. Digər bir tədqiqat zamanı kinqo bitkisinin toxumu buz içərisindən tapılmış və onun yaşının təxminən 1000 il olduğu müəyyən edilmişdir. Həmin toxum əlverişli şəraitdə cücərdilmişdir.

3.2. Heyvanların bitkilərin tozlanma və yayılmasında rolu

Heyvanların otarılması bitki örtüyünə təsir edən əsas faktorlardan biridir (şəkil 35). Bu amil bitki örtüyünün qruplaşmasını, strukturunu və görüntüsünü xeyli dərəcədə dəyişdirə bilər.



a)

b)

Şəkil 35 a,b. Heyvanların otarıldığı sahələr

Sahənin çox otarılması ilə əksəriyyət bitkilərin fotosintez gedən hissələri məhv edilir və nəticədə bu növün populyasiyaları kiçilir və ya sıradan çıxır. Heyvanlar tərəfindən yeyilməyən bitki növləri həmin yerdə çoxalır və nəticədə bütün sahə bu bitkilər tərəfindən zəbt edilmiş olur.

Bəzi növlərin populyasiyalarında otarılma nəticəsində böyük bir dəyişiklik baş vermir. Otarılan sahədəki növlərin birləşməsi və fitosenoloji struktur fərqli növlərə görə dəyişir. Bitkidə toxumların yox olması səbəbindən çoxalma prosesi, rizomlar üzərində çoxlu tumurcuqların əmələ gəlməsi ilə həyata keçir. Ona görə də belə növlərə heyvanlar tərəfindən otarılma elə bir mənfi təsir etmir.

Həddindən artıq otarılma prosesinin mənfi təsirlərindən biri torpaq eroziyasıdır. Bu proses nəticəsində torpaq səthi çılpaqlaşır və nəticədə yağış zamanı axan sular torpaq hissəciklərinin itkisinə yol açır. Bitki örtüyü olmayan sahədə torpaq səthinə birbaşa düşən yağış damcıları torpağın kiçik hissəciklərini dağıdaraq, gil və humusun torpağın üst hissəsinə çıxmasına səbəb olur. Torpağın dağılmış hissəcikləri su ilə başqa yerlərə axıb gedir. Müəyyən vaxtdan sonra axar suların artması ilə torpaqda çuxurlar əmələ gəlir. Beləliklə, torpaq öz keyfiyyətini itirir və bir çox yerlərdə torpaq altındakı ana

süxur üzə çıxır. Heyvandarlıqla məşğul olan bir çox yerlərdə otlar torpaq səthindən biçilir və nəticədə çılpaqlaşan sahədə külək vasitəsilə torpaq hissəcikləri başqa yerlərə aparılır. Küləkdən sonra yağan yağışlar eroziyanın baş verməsinə səbəb olur.

Orta dərəcəli otarılmada isə bir sıra bitki toxumları məhv edilir. Bu cür toxum itkisi populyasiyanın gələcəkdə dar bir sahədə yayılmasına səbəb olur. Ancaq bəzi növlərdə vegetativ yolla çoxalmanın mövcudluğu, soğanaq və ya kök yumrusu kimi orqanların olması həmin bitkilərin zərər görməsinə kömək edir.

Bitkilərin yayılmasında gəmiricilərin, quşların rolu vardır. Bəzi növlərin meyvə və toxumları otlayan heyvanlar tərəfindən yayılır. Bir sıra bitki növlərinin toxumları heyvan bağırsaqlarında və ya quşların çinədanından keçdikdən sonra xaricə atılır və əlverişli şəraitdə cücərir.

Bir çox bitki növlərində bir çiçəyin tozcuq kisələrində olan tozcuqları, eyni növün başqa bir çiçəyinin dişicik ağzına düşməsinə çarpaz tozlanma deyilir. Həşəratlar və digər heyvanlar bu prosesdə mühüm rol oynayırlar. Əgər tozlanma həşəratlar ilə həyata keçirsə, entomofiliya (entomoqami) digər heyvanlar ilə həyata keçirsə buna zoofiliya (zoidoqramiya) deyilir (şəkil 36, 37).



Şəkil 36. Entomofil tozlanma



Şəkil 37. Zoofil tozlanma

Əlvan (parlaq) rəngli, kəskin iyli və nektarlı çiçəklər tozlanma üçün həşəratları özünə cəlb edir. Bu hadisə zamanı həşəratlar bitki üzərinə qonarkən onun çiçəyinin tozcuq kisələrinə toxunur və digər çiçəklər üzərinə qonan zaman özləri ilə apardıqları tozcuqları digər çiçəyin dişicikləri üzərinə qoymuş olurlar.

Həşəratlar bir sıra bitki növlərindən qida əldə etmək üçün daha çox nektar toplamağa çalışırlar.

Buna görə də bir çox bitki növlərində bu prosesdən asılı olaraq müxtəlif uyğunlaşma əlamətləri yaranmışdır. Belə ki, zirinckimilərdə erkəkciklər arxaya doğru çevrilmişlər. Həşəratlar həmin bitkilərin çiçəkləri üzərində gəzərkən yuxarıya doğru anidən geri döndüyündə tozcuqlara dəyir.

Paxlalılarda erkəcik dişicik ilə birlikdə qayıqcıq içində yerləşmişlər. Bir arı nektar toplamaq üçün bu qayıqcığa toxunduğunda tozlanmanı həyata keçirmiş olur. Digər tərəfdən maraqlı cəhətlərdən biri ondan ibarətdir ki, qovuqca (*Utricularia* L.) bitkisində dişiciyin ağzıçıq parçalıdır. Həşəratlar bura toxunduğunda müəyyən vaxtda bu parçalar birləşərək və öz-özünə tozlanmanın qarşısını almış olur. Ümumiyyətlə, müxtəlif növ bitkilərdə tozlanma ilə əlaqədar fərqli uyğunlaşmalar əmələ gəlmişdir.

Bir çox bitki növlərinin meyvə və toxumları heyvanlar tərəfindən yeyilir və bir yerdən başqa yerə aparılır. Heyvan və quşlar tərəfindən yeyilən sərt qabıqlı toxumlar həmin heyvanların həzm sistemində heç bir zərər görmədən ifrazat orqanları vasitəsilə xaric olur və əlverişli şəraitə düşdükdə cücərilir. Bəzi bitki növləri tikintilərdə daşlar arasında (əncir) qayaların yarıqlarında və s. yerlərdə bitdiyi müşahidə olunur. Bu bitkilərin toxumlarının belə yerlərə gəmirici heyvanlar və quşlar tərəfindən aparıldığı güman edilir. Pıtraq və ya ona bənzər bitki növlərin meyvə və çiçəkləri tikanlı olduğundan heyvan və ya insanlar tərəfində başqa yerlərə aparılır. Belə bitkilərə epizo-

okor bitkilər deyilir. Bu növlərin toxum ya da meyvələri heyvanların tükünə yapışaraq müxtəlif yerlərə yayılır. Bəzi bitki toxumlarının yayılması üçün isə elə bir uyğunlaşma əlamətləri əmələ gəlməmişdir. Lakin həmin bitkilərin yaşadığı mühit, həmin bitki toxumlarının müxtəlif yerlərə yayılmasına şərait yaradır. Məsələn, sulu sahələrə və bataqlıqlara gələn quşlar ayaqlarına yapışan palçıq içindəki toxumları bir yerdən başqa bir yerə aparırlar.

Ekosistemdə insan ən mühüm biotik faktorlardandır. İnsan min illər ərzində öz məqsədi üçün bitkilərdən istifadə etmiş və etməkdədir. Bu məqsədlə insanlar əkin işləri ilə məşğul olurlar. Bu zaman onlar bitki örtüyünün taksonomik tərkibini dəyişdirir və nəticədə bir sıra növlərin bir yerdən digər bir yerə yayılmasına səbəb olurlar. Məsələn, vətəni Çin olan *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle bitkisi dünyanın müxtəlif bölgələrində, o cümlədən də Azərbaycanın hər yerində yayılmışdır.

FƏSİL 4

EKOLOJİ UYGUNLAŞMA VƏ TƏKAMÜL

Hər hansı bir orqanizm və ya orqanın yaşadığı şəraitə imkan verən adaptasiya xüsusiyyətlərinə ekoloji uyğunlaşma deyilir. Bu uyğunlaşma xüsusiyyətləri, orqanizmin həmin şəraitdə normal yaşamasına imkan verir. Çünki bu şəraitdə olan amillər burada yaşayan orqanizmlər üçün həlledici mənfi təsirə malik deyildir. Burada uyğunlaşma əlamətləri qazanmış orqanizmlər yaşadığı şəraitin amillərindən əlverişli bir şəkildə istifadə etməklə öz inkişaflarını normal bir şəkildə davam etdirirlər.

Həşəratyeyən (karnivor) bitkilər və entomofil çiçəklərdə uyğunlaşma əlamətləri müşahidə olunur. Bəzən tədqiqatçılar bitkilərdə az diqqətə cərfə edilən uyğunlaşma əlamətlərinə yətarincə fikir vermirlər. Məsələn, nəm, işıq və qida maddələrindən hərtərəfli istifadə edən bir bitkidə, diqqəti çəkən uyğunlaşma əlaməti onda şüalı simmetriyanın olmasıdır. Belə bitkilərdə yerüstü və yeraltı orqanlarda su və CO₂ qəbulu baxımından udma sahəsinin böyük olması bu bir uyğunlaşma əlamətidir. Yenə quru və soyuq iqlimi olan yerlərdə bitkidəki suyun osmotik təzyiqi çox yüksək olur və hava nə qədər soyuq olarsa, bitkidə olan yağların kaloriliyi bir o qədər artır. Bitkilərin günəşdən aldığı enerjinin xüsusiyyətinə və miqdarına çox yaxşı uyğunlaşma göstərdikləri məlumdur. Bitkilərdə bir sıra proseslər nəticəsində əmələ gələn CO₂-nin miqdarı havadakından daha yüksəkdir. Bugünkü bitkilərin təkamülündə atmosferdəki CO₂-nin əmələ gəlməsini bitkilərlə əlaqələndirirlər.

Sistematik baxımdan müxtəlif olan növlərin eyni şəraitdə yaşamaları zamanı ekoloji uyğunlaşmalar müşahidə olunur.

Sukkulent gövdənin inkişafını *Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Asclepiadaceae* fəsilələrinə aid olan bitki növlərində görmək mümkündür. Bu fəsilələrə aid növlərin nümayəndələri eyni şəraitdə inkişaf etdikləri üçün öz aralarında fizioloji və morfoloji baxımdan oxşarlıqlar olmasına baxmayaraq əvvəlki xüsusiyyətlərindən bəzilərini (çoxalma orqanları) mühafizə etməyə çalışırlar. Oxşar halları digər bitkilərdə də görmək mümkündür. Digər tərəfdən, səhralarda bitən bitkilərdə xarici görünüş baxımından bir uyğunlaşma əlaməti müşahidə edilmədiyi halda, bu bitkilər belə şəraitdə öz həyatlarını davam edə bilmələri üçün bəzi fizioloji uyğunlaşmalar qazanmışlar. Ancaq bitkilərdə olan bu morfoloji və fizioloji uyğunlaşmaları müqayisə edəndə bunlarda kəskin bir fərqi olmadığını müşahidə olunur. Çünki morfoloji əlamətlər, müşahidə edilməyən fizioloji proseslərin əks olunma formasındadır. Buna görə də bitkiləri sistemləşdirən zaman morfoloji xüsusiyyətlərin eko-fizioloji tədqiqatlar tərəfindən təsdiqlənməsi vacibdir. Məsələn, qalın kutikula təbəqəsi olan bitkidə su incə kutikula təbəqəsi olan bitkiyə nisbətən daha sürətlə buxarlanır. Bitkilərdəki gedən bütün fizioloji proseslərə su, istilik, qida maddələri və işıq təsir edir. Bu zaman bitkinin mümkün olduğu qədər yaşadığı mühitin amillərinə ən yaxşı şəkildə uyğunlaşması vacibdir. Yəni bitki yaşadığı şəraitdə minimum ehtiyaclarını ödəməlidir. Belə ki, ən yüksək karbohidrat sintezinə sahib olan taxıl bitkiləri, vegetasiya dövrü ərzində mövcud olan amillərdən yetərincə istifadə edirlər. Bu baxımdan da insanlar yüksək məhsul almaq üçün əkin və səpin işlərini iqlim amillərinə görə tənzimləyirlər.

4.1. Uyğunlaşmaların mənbəyi

Köhnə ekoloji fikirlər antropomorfizm və teleologiyanın təsiri altında olmuşdur. Antropomorfizm, insan olmayan dig-

ər canlılara insana aid xüsusiyyətlər verməkdir. Antropomorfizm, yunanca «*anthropos*» – insan, «*morphe*» – forma anlamı verir. Yəni insana xas olan xassə və xüsusiyyətlərin xarici təbiət qüvvələrinə köçürülməsi və bunların uydurma əfsanəvi varlıqlara aid edilməsi kimi başa düşülür. Məsələn, bir bitki növünün (püstə) turş mühiti olan torpaqlarda bitməməsini, insanların da belə mühitdən uzaqlaşmasına bənzədilir. Teleologiya fəlsəfəsinin mənası isə bir az fərqlidir. Məsələn, bir toxumun küləklə yayılması üçün onun qanadlarının olması, generativ orqanın uzaq məsafələrə getmə imkanını artırır. Toxumda olan bu xüsusiyyət müəyyən bir ehtiyaca cavab verməsi baxımından uyğunlaşmadır. Su bitkilərində əmici tellər, kutikula və mantar toxuması yoxdur. Bu bitkilərdə aerasiyaya yönəlmiş digər toxumalar əmələ gəlmişdir. Müasir dövrdə yuxarıda qeyd edilən fikirlərə qarşı irsi dəyişkənlik və təbii seçmədən istifadə edilir. Buna görə təbii seçmə və dəyişkənliklər bitkilərdə bir sıra uyğunlaşma əlamətlərinin ortaya çıxmasına səbəb olmuşdur.

İrsi dəyişkənlik bir sıra amillərdən asılıdır. Bu dəyişkənliklər iki şəkildə özünü göstərməkdədir. Birincisi, əraf mühitin əmələ gətirdiyi, digəri isə irsi olaraq meydana gələn dəyişkənliklərdir.

Birinci modifikasiya dəyişkənliyidir. Bu bitki növünün yaşadığı zaman ərzində qazandığı bir xüsusiyyətdir. Məsələn, bir sıra bitki növləri (əncir) quru və nəmli bölgələrdə yetişdirildikdə bir-birindən fərqlənən morfoloji şəkil alırlar. Ətraf mühitin əmələ gətirdiyi morfoloji dəyişkənliklərin uzun müddət inkişaf etdiyini, fizioloji dəyişkənliklərin isə bir neçə gün ərzində əmələ gəldiyini müşahidə etmək mümkündür. Bunların əsas səbəbi protoplazmanın fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləridir. Belə morfoloji şəkildəyişmələr qısa zaman ərzində əmələ gəlir və növün yaşadığı yerin şəraiti dəyişmədiyi halda inkişaflarını davam etdirir. Lakin bu dəyişkənlik irsi deyildir. Şəraitin də-

yişməsi modifikasiya dəyişkənliyini geri çevirə bilir.

Bu tip uyğunlaşmalar bitkilər üçün bəzən zərərli ola bilər. Məsələn, bəzi bitki növlərində torpağın pH-ı dəyişdikdə çiçəyin də rəngi dəyişir. Bəzi kaktus növləri kol bitkilərinin kölgəsində cücərir, inkişaf etdiyi zaman isə işığa doğru yönəliirlər. İrsi dəyişkənliklər geri döənən deyil, çünki genlərdə dəyişkənlik baş vermişdir. Ona görə ki, uzun zaman ərzində modifikasiya dəyişkənliyi irsi dəyişkənlik üçün zəmin yaratmışdır. Əgər bitkidə əmələ gələn yeni xüsusiyyətlər şəraitə uyğun olmazsa, o zaman bu orqanizm üçün zərərli ola bilər. Bitkidə əmələ gələn dəyişkənlik bitki üçün faydalı olarsa, o zaman bitki normal bir şəkildə həyatını davam etdirər.

Təbii seçmə, əsas olaraq irsi dəyişkənliklərin təsiri altında gedir. Taksonomik olaraq bir-birindən fərqli olan növlər arasında ekoloji oxşarlıqlar vardır. Orqanizm ilə ətraf mühit arasında maksimum tarazlığı yaradacaq xüsusiyyətlər təbii seçmə ilə əlaqəlidir. Orqanizmin davranışına nəzarət edən minlərlə gendən sadəcə birində böyük bir dəyişikliyin olması, tarazlığı pozmaq üçün kifayət edir. Əmələ gələn genetik dəyişkənliklərin çoxu ehtimalla müvəffəqiyyətli olmur. Ona görə ki, genlərin yeni kombinasiyaları fizioloji tarazlığı pozur. O zaman yeni gen kompleksləri ilə ətraf mühit arasındakı tarazlıqla yanaşı, orqanizmin daxili tarazlığına da ehtiyac duyulur. Bu səbəblərə görə də təkamül prosesi çox zəif sürətlə davam edir. Bitkilərdə ekoloji xüsusiyyətlər fizioloji proseslərin təsiri altında formalaşır. Tropik bölgələrdə yayılan növlərin əksəriyyəti qısa gün bitkiləridir, bəziləri isə aralıq mövqe tutur. Yəni bu bitkilərdə mutasiya nəticəsində qısa gündən uzun gün bitkilərinə keçid zamanı neytral xüsusiyyət meydana gəlir. Lakin bu zaman uzun gün sevən bir forma əmələ gələrsə, o zaman bu ölümə nəticələnə bilər. Bununla yanaşı bir çox bitkidə bir sıra ön uyğunlaşmalar ola bilər. Məsələn, xəstəliyə davamlı olan növlər xəstəlik olmadığı mühitdə ortaya çıxma bilər. Buna görə

də bu bitkilərdə divergensiya hadisəsi meydana gəlir. Belə ki, sekvoya, fısıq və s. bitkilər miyosen dövründə eyni meşənin taksonomik tərkibini təşkil edirdilər. Lakin iqlimdə baş verən dəyişikliklər bu bitkiləri bir-birindən ayırdı. Genetik olaraq orqanizm ətraf mühitdən asılıdır. Məlumdur ki, bitkidə inkişaf edən xüsusiyyətlər ətraf mühitin amillərinin təsiri altında olur. Tədqiqatçıların diqqətini çəkən problemlərdən biri də bitkilərdə bəzi quruluş və funksiyaların olması, onların yaşadığı müəyyən şərait ilə əlaqəlidir. Məsələn, şam cinsinə aid bəzi növlər vardır ki, (*Pinus kochiana* Klotzsch ex K. Koch) onlar kseromorf bitkidir, lakin bu növlər rütubətli şəraitdə də yaşaya bilir. Bu xüsusiyyət bitki üçün təhlükəli olmadığı müddətə qədər dəyişkən mühit şəraitində özünü qoruyub saxlaya bilir. Bu xüsusiyyətə uyğunlaşma deyildir. Genin dəyişməsi ilə sukkulent kserofitin, mezofit şəraitdə inkişafı zamanı sukkulentliyə xas xüsusiyyətlərini itirərsə, o zaman bu uyğunlaşmadır. Bitkilərin faydalı olmayan morfoloji və ya fizioloji xüsusiyyətləri aradan qaldırma gücü yoxdur, burada əsas amil seçmə prosesidir.

XIX əsrdə bir növün genetik olaraq müəyyən irqlərinin olduğu qeyd edilmişdir. 1920-ci ildə Turesson öz tədqiqatında müxtəlif yerlərdən eyni bitkinin 20 fərdini toplayaraq eyni şəraitdə əkməmişdir [130]. Tədqiqatçı apardığı tədqiqat işinin nəticəsində taksonomik növlərin tək bir ekoloji fərd olmadığını göstərmiş, bunun əksinə morfoloji, fizioloji baxımdan fərqli olduqlarını və çox sayda irqlərin olduğunu fikrini irəli sürmüşdür. İrqlər arasında olan fərqliliklər zamanı erkən çiçəklənmə, boy vəmə, gövdənin vəziyyəti, yarpaq qalınlığı və s. xüsusiyyətlər meydana gəlmişdir. Lakin mövcud olan bu irqlər ara formalar ortaya çıxdığı üçün daha yüksək taksonomik kateqoriyalarda öz yerlərini tuta bilmədilər. Ətraf mühit amillərinin təsiri nəticəsində bu formalar meydana gəlmişdir. Yəni bu irqlərin əmələ gəlməsində günəş, kölgə, relyef və s. amillər

əsas rol oynamışdır. Xarici mühitin təsiri ilə əmələ gələn irqlər həqiqi ekoloji irqlərdir. Bəzi bitki növləri isə aydın şəkildə diqqətə çarpan formalara ayrılmışdır. Turesson bu formaları ekofin, ekotip, ekonöv və senonöv anlayış və təsnifatını irəli sürmüşdür [129].

Ekofin (ətraf mühitin meydana gətirdiyi dəyişkənlik) – Bu bitkilər homogen genetik mənşəlidir və xarici görünüşlərində bəzi fərqlər müşahidə olunur. Bunlar eyni bir şəraitdə yetişdirildiyində onlar arasındakı fərqlər yox olur. Məsələn, Hirkan və kolxida şümşadları ekofin olduqları halda ayrı növ kimi qəbul edilmişdir.

Ekotip (ekoloji irqlər, fizioloji irqlər) – Əgər bir növün populyasiyaları arasında genetik xüsusiyyətlərə söykənən fizioloji və morfoloji fərqlilikləri varsa və həyatlarını davam etdirirlərsə, bunlara ekotip deyilir. Ekotiplər arasında hibridlər tam olaraq mühitə uyğunlaşmırlar. Təbii seçmə prosesi bu ekotiplərə mənfi təsir göstərir. Bu ekoloji irqlərin əmələ gəlməsində edafik, biotik faktorlarla yanaşı, iqlim amilləri də əsas rol oynayır [64]. Bəzi hallarda iqlim dəyişkənliyində populyasiyalardakı ekotiplər arasında bir əlaqə yaradırlarsa, buna ekoklin deyilir. Yəni ekotiplər bu vəziyyətdə süni olaraq inkişaf edən qrupdur.

Son zamanlar coğrafi olaraq müxtəlif olan növdaxili qruplaşmaları yarım növ kimi qiymətləndirirlər. Bu qruplaşmalar morfoloji olaraq bir-birlərindən fərqlənirlər. Ancaq ekoloji tərəfdən bunların bitdiyi şərait və bölgə haqqında müəyyən məlumatlara malik olmaq lazımdır. Çünki bir-birinə bənzəməyən şəraitlərdəki seçmə prosesi ekotiplərin yaranmasına səbəb olur. Hər hansı bir növün ekoloji yayılması nə qədər genişdisə, o növün bir o qədər çox ekotipi olur.

İrsi və qeyri-irsi uyğunlaşmalar bir-birinə çox bənzəyir. Tək bir ekotipin müxtəlif şəraitlərdə çox sayda ekofinləri olur. Buna görə də ekotipləri bir-birindən ayırmaq üçün təcrübi ba-

xımdan tədqiqatlara ehtiyac vardır. Ekotiplər arasındakı irsi variasiyalar nəzəri cəhətdən çoxdur. Bu variasiyalara bəzən biotip də deyilir. Bundan əlavə ekotiplər qarşılıqlı olaraq çarpazlaşdıqları üçün onlar heç bir zaman saf deyildirlər. Bu ekotiplər bir-birilərinə yaxın olduqları zaman bunlar arasında asanlıqla gen dəyişməsi mümkündür. Həm təbii şəraitdə, həm də mədəni şəraitdə hibridlər vardır. Məsələn, *Prunus domestica*, *P.divaricata* ilə *P.communis* növlərinin hibrididir. Əmələ gələn növ xarici mühitin mənfi təsirlərinə qarşı valideyn nəsildən daha davamlı olur və bu ekotip deyil, həqiqi növdür. Yeni ekotiplər kiçik ölçüdə gen dəyişmələri nəticəsində meydana çıxıb bilər və ya xromosomlarda baş verən dəyişikliklərdən də ekotiplər əmələ gələ bilər. Məsələn, eyni mənşədən əmələ gələn poliploidlər nadir hallarda eyni ekoloji tolerantlığa sahibdirlər. Yeni meydana gələn ekotiplər valideynlərin yaşadıkları sahədən əmələ gəldikləri üçün həmin sahədə onlar normal inkişaf edirlər. Əgər ekotiplərin inkişafı populyasiyanın kənarlarında olarsa, o zaman inkişaf yeni ərazilərə doğru genişlənir. Ekotiplər sinekoloji təsnifatın əsas vahidlərindən biridir.

Ekonöv – Bir və ya birdən çox yaxın ekotipləri əhatə edən senekoloji təsnifat vahidinə ekonöv deyilir. Bunlar sərbəst olaraq qarşılıqlı tozlanırlar, lakin çarpazlaşmır və ya döllü nəsil vermirlər. Növ isə təcrübi baxımdan morfologiyaya söykənir və ekonöv ilə eyni səviyyədə deyildir. Həqiqi növ daha yüksək taksonomik kateqoriyadır. Bəzi hallarda iki ekonövün eyni taksonomik adı ola bilər. Çünki bunları ayırmaq üçün kifayət qədər morfoloji xüsusiyyətlər yoxdur. Bu nöqtədən nəzərdən növ coğrafi olaraq izolə edilmiş, fərqli xüsusiyyətlərə malik, bir-biriləri ilə tozlanan zaman iki populyasiya kompleks şəkildə qəbul edilən kateqoriyadır.

Senonöv – Senoekoloji sistemin ən böyük vahidi senonövdür (*coenospecies*) və taksonomik kateqoriyalar içərisində cinsin qarşılığıdır və ya kiçik bir cinsin bütün nümayəndələrini

əhatə edir. Senonövlər arasındakı əlaqələr uzaqdır və buna görə də genlər arasında dəyişmə nadir hallarda baş verir. Nadir hallarda senonövlər arasında tozlanma baş verən zaman yeni növə bənzər bir hibrid nəsil alınır. Qarışıq senonövlərin çox sayda ekonövləri ola bilər. Digər tərəfdən, bir senonövddə tək bir ekotip ola bilər. Buna misal olaraq *Potentilla*-nı göstərmək olar. *Potentilla*-nın *Drymocallis* seksiyasında senonöv olaraq qəbul edildiyi zaman onun 3 ekonövünün olduğu məlum olur. Bu ekonövlər *Potentilla glandulosa*, *P. fissa* və *P. arguta*-dır. *P. glandulosa*-nın da bir yarım növü (*P. glandulosa subsp. nevadensis*) vardır. Bu yarım növ dəniz səviyyəsindən 1700-3200 m-ə qədər yüksəklikdə yaşayır. Bu taksonun da subalp və alpda yaşayan ekotipləri mövcuddur. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, *P. glandulosa*-nın müxtəlif yerlərdə dörd yarım növü və beş ekotipi vardır.

4.2. Növlərarası dəyişikliklərin ekoloji əhəmiyyəti

Ekspərimental tədqiqatlarda kənaraçıxmalara yol veril-məməsi və qoyulan məsələlərin düzgün həll edilməsi üçün tət-biqi ekologiyanın irsi dəyişkənliyi əsas götürülməlidir. Bir tak-sonomik növün bir ekotipi mövcud ola bilər, lakin yaşayış sahəsi geniş olarsa, bu zaman takson daha geniş coğrafi ərazi-lərdə yayılacaqdır. Yayılış sahəsinin böyüklüyü irsi dəyişkən-liklə birbaşa əlaqəlidir. Bir neçə ekotipə sahib olan növlər da-ha böyük ölçüyə malik ərazilərdə yayılmışdır. Halbuki, irsi baxımdan zəif (kasıb) olan bir növ, məhdud ekoloji tolerant-lığa sahibdir. Yaşama və dayanıqlıq baxımından ekotiplərdə də bənzər dəyişikliklər müşahidə edilir. Çünki irsi oxşarlığa sahib növlər fərqli şəraitlərdə əkildikdə bəzi ekotiplər hər han-sı bir şəraitdə müvəffəqiyyətli inkişaf etmir, digərləri isə öz aralarında morfoloji fərqlər olsa da, yeni şəraitə davamlılıq göstərirlər. Bir fərdin quruluş və funksiyasını təyin edən irsi

əlamətlər həmin fərdin yaşama gücünü təyin edir.

Ətraf mühit şəraitində indikatorluq vəzifəsini görən hər hansı bir növün müvəffəqiyyəti onun ekotip xüsusiyyətinə bağlıdır. Çünki təməl ekoloji vahid növ deyil, ekotipdir.

Növlərin təbii və ya da süni olaraq yayılmasında ekoloji tolerantlığının əhəmiyyəti böyükdür. Bir bitki təbii arealından, yeni bir şəraitə köçürüldüyündə bitkidə gedən fizioloji proseslərin yeni şəraitə uyğun getməsi vacibdir. Kosmopolit bitkilərin ekoloji tolerantlığı geniş olduğu üçün hər yerdə yayılmışdır. Yabanı ot bitkilərinin ekoloji tolerantlığı genişdir. Çünki rəqabət, təbii maneələr, zərərverici və xəstəliktörədicilər olmadıqda, bu bitkilər geniş ərazilərdə yayılıb normal həyat tərzini keçirirlər. Məsələn, Avropa və Asiya mənşəli Avrasiya əsilli tonqalotu (*Bromus* sp.) geniş bir yayılma sahəsinə malikdir. Bu bitkinin Amerika qitəsində bir ekotipi vardır.

Bəzi tədqiqatçılar süni seçmə nəticəsində əmələ gələn ekotipləri aqroekotip adlandırırlar [10]. Lakin ümumi olaraq yeni bir şəraitdə ötürücü borulu bitkilər zəif inkişaf edirlər. İnsanlar öz məqsədləri üçün iqtisadi əhəmiyyətli bitkilərin əkin sahələrini genişləndirmişlər. Çünki onlar yeni ekotiplər əmələ gətirmiş və dəyişik iqlimlərə görə aqrotekniki üsulları inkişaf etdirmişlər. Bu bitkilər təbii bitki örtüyündə olan rəqabətdən uzaq tutulmuşdur. Yalnız meşə və çəmənlərdə bunun əldə edilməsi mümkün deyildir. Nəzəri olaraq aparılan seçmə prosesində şərait amilləri nəzərə alınmalıdır. Çünki ətraf mühit amilləri bitkinin bəzi xüsusiyyətlərinə mənfi təsir göstərir, bəzi xüsusiyyətlərinin isə inkişafına səbəb olur. Müəyyən bir şəraitdə müxtəlif ekotiplərin verdiyi cavab reaksiyası sadəcə həmin şəraitə aiddir və bu reaksiya digər şəraitlərdə dəyişə bilər.

Müəyyən bir sahəyə yeni növün daxil edilməsi üçün orada bir neçə ekotipin olması lazımdır. Nəticədə ekotiplərdən biri bu şəraitə uyğunlaşaraq ya normal yaşayış tərzini keçirəcək, ya da çarpazlaşma yolu ilə şəraitə uyğun yeni irq əmələ gəti-

rəcəkdir. Ekotiplər arasında süni çarpazlaşma yolu ilə valideynlərin uyğunlaşa bilmədiyi şəraitə uyğun yeni ekotiplər yaranır.

Morfoloji olaraq bir-birindən ayrılması çətin olan ekotiplərin yaranması üçün klonlar və ya saf xətlər yetişdirilməlidir. Klon, tək bir orqanizmdən qeyri-cinsli olaraq çoxaldılan fərdlər cəmidir və irsi xüsusiyyətlər valideyn nəsillə eynilik təşkil edir. Klonun bir nümayəndəsinə ramet deyilir. Öz-özünü mayalandıran fərdin homoziqot nəslinə saf xətt deyilir.

FƏSİL 5

TƏTBİQİ EKOLOGİYA

Tətbiqi ekologiya, insan cəmiyyətinin yaxşı yaşaması ilə bağlı olan ekologiyaın xüsusi bir qoludur. Ekologiya elmi insanın uzun və qısa müddətli ehtiyaclarını birbaşa və ya dolayı olaraq müxtəlif yollarla tədqiq edir. İnsanlar uzun təkamül tarixi keçdikdən sonra yaşamaları üçün təbii ehtiyatlardan daha çox istifadə etməyə başlamışlar. Qədim insanlar bütün dövrlərdə qidalanmaq üçün ovla məşğul olmuş və ekosistemin bir hissəsi olaraq digər orqanizmlərdən asılı olaraq həyatlarını davam etdirmişlər. İnsanın bir çox xüsusiyyətləri, o cümlədən qazanılmış təcrübələrinin nitq vasitəsilə yeni nəsillərə ötürülməsi, savadlılıq və s. proseslər inkişafa səbəb oldu. İnsan ekosistemin tarazlığını pozan ən təsirli amil olaraq ortaya çıxmış və bu gün də öz hegemonluğunu qoruyub saxlamaqdadır.

Təbii olaraq tarazlı bir şəkildə olan ekosistemdə, bütün növlərin bioloji xüsusiyyətləri elə nizamlanmışdır ki, ekosistemin saxlaya biləcəyi saydan daha çox yeni nəsil dünyaya gəlir və ətraf mühitə uyğunlaşa bilən ən güclü fərdlər öz həyatlarını davam etdirirlər.

Ekosistemdə hakim mövqe tutan insan, ətraf mühitin mənfi təsirlərinə qarşı yeni metodlar tətbiq etmişlər. İnsanların bu yolla öz nəslini qoruyub saxlayaraq həyatlarını davam etdirmiş və bugünkü səviyyəyə gəlib çıxmışdır. Bu baxımdan dünya əhalisinin sayında artım davam etməkdədir.

Yeni yaşayış məskənləri və qidalanma probleminin həlli üçün insanlar yeni sahələr zəbt etmişdir. Bu gün insanlar çox sayda təbii ehtiyatların olmasına və yaşama imkanlarının genişliyinə baxmayaraq bu ehtiyatlar gündən-günə azalmaqda-

dır. İnsanlar tərəfindən bitki örtüyünün strukturu pozulur və bu proses davam etməkdədir. Əgər ekoloji tarazlığın qorunub saxlanması üçün bir sıra işlər görülməzsə, o zaman sabahkı ekoloji vəziyyət bugünkündən daha pis olacaqdır.

Ekoloji biliklərdən insanın normal yaşaması üçün çoxşaxəli şəkildə istifadə edilməsi labüddür. Bunlardan ən vacibi, iqtisadi yöndə əhəmiyyətli olan mənbələrin əldə edilməsində istifadə oluna bilən müxtəlif ekosistemlərin qorunmasıdır.

5.1. Ətraf mühitin mühafizəsi

Azərbaycan dilində qoruma kəlməsinin mənası latınca *Convernation*-dur. *Con* – bir yerdə, *serviare* – qorumaq deməkdir. Ətraf mühitin qorunması sahəsinə daxil olan mövzular arasında faydalı bioloji maddələrin mütəmadi istehsalını təmin edəcək mənbələrin bir sıra üsullarla yox olmaq təhlükəsinin qarşısını almaq kimi məsələlər təşkil edir. Bundan əlavə biogeokimyəvi proseslərində öyrənilməsi də qarşıya qoyulan problemin həllinə təkan verir. Hər hansı bir tədqiqatçı arzu olunmayan proseslərin qabağını almaq və arzu olunan məsələləri inkişaf etdirmək üçün bəzi üsulları öyrənmək məcburiyyəti tələb edir. Təbii ehtiyatların azalması, bitki və heyvanların yayıldığı arealların kiçilməsi nəticəsində, qeyd olunan ehtiyatların qorunmasına ehtiyac yaranır. Yuxarıda qeyd edilənlər üçün xüsusi ekosistem yaradılmalıdır. Ətraf mühitin qorunmasında sadəcə nadir bitki və heyvanların mühafizə edilməsi kifayət deyildir. Azalan təbii sərvətlərdən səmərəli şəkildə istifadə edilməsi və ehtiyatların artırılması da bu sahədə vacib olan məsələlərdir. İnsanlar tərəfindən ekosistemlərin dinamikliyi tam olaraq dərk edilmədiyindən, növbəli yerdəyişmə və ekoloji tarazlıq bitki örtüyünə heyvan qruplarına və torpaqlara böyük ziyan vurur. İnsan təbii ehtiyatların azalmaması üçün əkin sahələri, meşələr, otlaqlar, torpaq, su və mineral

maddələr kimi biotik və abiotik ehtiyatlardan çox səmərəli istifadə etməlidir. Ümumiyyətlə, təbii ehtiyatlar 2 yerə bölünür.

Birincisi, bərpa olunan, ikincisi isə bərpa olunmayan ehtiyatlardır. Odum təbii ehtiyatları tükənməyən və tükənən olaraq 2 yerə bölmüşdür [102]. Tükənməyən təbii ehtiyatlar isə öz növbəsində iki yerə ayrılır. Bunlardan birincisi insanın təsiri nəticəsində çox az dəyişən ehtiyatlardır. Belə ehtiyatlara misal olaraq külək, atom enerjisi, yağış və s. göstərmək olar.

İkincisi isə səmərəsiz istifadə olunan təbii ehtiyatlardır. Bu ehtiyatlar azalmır. Lakin düzgün istifadə edilmədikdə xüsusiyyəti pozulur. Məsələn, günəş enerjisinin xüsusiyyəti, havanın çirklənməsi ilə dəyişir.

Tükənən təbii ehtiyatlar da öz növbəsində 2 yerə, bərpa olunan və bərpa olunmayan ehtiyatlara bölünür. Bərpa olunan ehtiyatlara misal olaraq meşələri, heyvanlar aləmini göstərmək olar. Bərpa olunmayan təbii ehtiyatlara isə neft, daş kömür, metallar və s. misal göstərmək olar.

Əkin sahələrinin mühafizəsi – Taxıl bitkiləri digər orqanizmlər kimi ətraf mühitin amillərinə qarşı cavab reaksiyası göstərərək bu şəraitdə böyüyüb inkişaf edirlər. Uzun illər istifadə edilən tarladan məhsul götürdükdə, müəyyən zamandan sonra məhsuldarlıq aşağı düşür və torpaq kasıblaşır. İlk əkinçilik dövrlərində əkin yerinin məhsuldarlığına bağlı olaraq tarla bir neçə il mütəmadi olaraq əkilirdi. Sonra yeni əkin sahələri yarandı və bu əkin sahələrindən ilk başlanğıcda yüksək məhsul götürülürdü, lakin bitki örtüyü olmayan zaman eroziya prosesi baş verdi. Əhalinin artması nəticəsində yeni sahələr tutuldu, məhsuldar əkin sahələri azaldı və istifadəyə yararsız torpaq sahələri çoxalmağa başladı. Bu kimi nəticələrin alınması istifadə edilən torpaq sahələrinə aqrotexniki qulluğun olması tələbini ortaya qoymuş oldu. Hər bir bitki növünün özünə məxsus ehtiyacı və ekoloji tolerantlığı vardır. Buna görə

də belə bitkilərin fərdi bioekoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi vacibdir. Fərdlərin ekologiyasından başqa qida maddələrinin dövrünün tədqiqi də əhəmiyyətlidir. Bu yolla hər hansı bir ərazidə ikinci, üçüncü bitki növünün əkilməsinin uyğun olub-olmayacağını bilmək olar. Bununla yanaşı eyni ərazidə bitən növlərin rəqabətini də tədqiq etmək müəyyən əhəmiyyət kəsb edir. Məsələn, bəzi alaq bitkilərinin uzun kök sistemi olduğu üçün bu bitki növü tarlada qida maddələri və su baxımından buğda bitkisi ilə rəqabətə girmirlər. Belə bitkilərin yerüstü hissələri məhv edilərsə, o zaman rizomlar üzərində olan tumurcuqlar inkişaf edərək yeni bitkilər əmələ gətirər. Həmçinin əkin sahələrinin qorunması üçün torpağın quruluşu, makro və mikro flora, torpaq faunası, relyefin və digər biotik amillərin öyrənilməsi vacibdir.

Otlaqların mühafizəsi – İnsanların digər vacib olan bir ehtiyacı da iribuynuzlu və xırdabuynuzlu heyvanlar üçün otlaqların təmin edilməsidir. Buna görə də otlaqların biotik klimalara (yetişmiş ekosistem və ya davamlı hemeostazlı stabil vəziyyətə çatmış ekosistem) uyğun olanlarının inkişaf etdirilməsi vacibdir. Otlaqlar əksərən taxıllar fəsiləsindən olan növlər tərəfindən təmsil edilən təbii sahələrdir. Həqiqətən taxıllar fəsiləsindən olan fərdlərin təkamülü, onların mədəni şəraitdə yetişdirilməsilə sıx əlaqədədirlər. Məsələn, çəltik Çin və Hindistanda daha geniş miqyasda becərilir və istifadə edilir. Taxıl bitkiləri olan sahələr təkamül tarixi boyunca daha çox otarılmağa məruz qalmışdır. Buna görə də bu bitkilərdə daha yaxşı inkişaf etmişdirlər. Taxıl bitkilərinin mədəni şəraitdə yetişdirilməsi zamanı əkin üçün əlverişli olmayan sahələrin otlaq olaraq istifadə edilməsi məqsədə uyğundur. Çoxillik ot bitkiləri fiziki zədələnmələrdən və vegetativ hissələrin zərər görməsindən sonra həmin bitkilər müəyyən bir dərəcəyə qədər öz orqanlarını inkişaf etdirirlər. Bu baxımdan otarma ilə bağlı bir sıra tədqiqat işlərinin aparılmasına ehtiyac vardır. Bütün eko-

loji sistemlərin nizamlanması üçün təbii ehtiyat mənbələrinin istifadə etmə posesinin həmin ekosistemin özünü bərpa etməsi üçün bir sıra işlərin yerinə yetirilməsi vacib olan məsələlərdəndir. Burada otlaqların məhsuldarlığı tədqiq edilən zaman otarılma və otarılmayan sahələrin müqayisəli olaraq öyrənilməsi məqsədyönlüdür. Otarılan sahələrdəki bitki növlərinin çoxalma gücləri və digər davranışları ilə əlaqəli tədqiqatlar bir çox növün toxum çəkisində böyük bir azalma olduğunu və çoxalma prosesinin azaldığını müəyyən etmişdir. Lakin bu çatışmazlığı vegetativ yolla çoxalma əvəz edir. Digər tərəfdən, bir sıra növlərin populyasiyaları aşırı otarılma nəticəsində genişlənir. Çünki bu bitki növləri digər bitki növləri ilə rəqabət apara bilirlər.

Ümumiyyətlə, otlaqların qorunması üçün şəraitə görə bitkilərin böyümə və inkişafını, coğrafi irqlərin yayılmasını, özünü bərpa etmə prosesinin öyrənilməsi vacibdir. Bundan əlavə, otarılan sahənin ölçüsünə görə heyvanların sayı tənzimlənməli, növbəli otarılma və digər tədbirlər həyata keçirilməlidir.

Meşələrin mühafizəsi – Bu mövzu meşə ekosisteminə qiymətli mənbələrdən biri hesab olunur. Azərbaycan meşələrində iqtisadi əhəmiyyəti olan bir neçə ağac növləri vardır. Bunlardan şam, vələs, palıd, şabalıd, qoz və s. bitki növlərini misal göstərmək olar. Həmçinin meşələrin ekoloji tarazılığın qorunub saxlanmasında mühüm rol vardır. Meşələrin nizamlanması ilə meşə təsərrüfatı məşğul olur. Bu elm sahəsində meşə materiallarının inkişafı və istehsalı üçün lazım olan ekoloji prinsiplər öyrənilir. Qədim zamanlarda insanlar meşələrdə yaşayardı və getdikcə artan insan fəaliyyəti nəticəsində meşə sahələri məhv edilirdi. Meşə sahələrinin məhv edilməsində insanların iqlim və torpaq haqqındakı məlumat azlığı da mühüm rol oynamışdır. Bu gün meşə sahələrinin çox hissəsi əkinçilik məqsədilə istifadə olunmaqdadır. İnsanlar tərəfindən edilən bu tip təsirlər nəticəsində su tarazılığı pozulmuş, tor-

paqlar kəsibləşmiş, iqlim dəyişmiş və nəticədə məhsuldarsız boş torpaq sahələri meydana çıxmışdır. Bitki, heyvan və ətraf mühit arasındakı bir-birinə bağlı olan ekoloji tarazılıq pozulmuşdur. Buna görə də bir sıra inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələr meşələrin qorunması ilə əlaqədar olan bir sıra qanunlar vermiş, beynəlxalq proqramlar hazırlamışlar. Bu baxımdan Azərbaycanda da bu məsələyə aid bir sıra sərəncamlar verilmiş və qanunlar hazırlanmışdır.

Meşəçilikdə iqlim, drenaj vəziyyəti, növ birləşmələri, suksessiya və onun dayandırılması və dəyişdirilməsi çox əhəmiyyətli məsələlərdir. Xüsusən suksessiya prosesində təbii hadisələrə müdaxilə edərək, iqtisadi tərəfdən yüksək məhsuldar növləri bu bitki örtüyünə daxil etmək mümkündür. Ancaq daxil edilən bu bitki növlərinin ekoloji həyat tsikili ilə biotik əlaqələri haqqında kifayət qədər məlumatın olması vacibdir. Hər hansı bir xəstəlik törədicinin və ya bir ekoloji amilin təsiri bütün meşəni yox edə bilər. Bu zaman ekoloji tərəfdən bu şəraitə az davamlı olan bitki qruplaşmaları əvəzinə, suksasiya mərhələsində daha davamlı bitki qruplaşmaları olan qarışıq meşələr əmələ gəlir.

Bəzi hallarda ağaclar torpaq səthindən deyil, torpaqdan 1 m yüksəklikdə kəsilir və nəticədə gövdədən yeni zoğlar inkişaf edir. Bu səbəbdən müəyyən zaman keçdikdən sonra kəsilmiş ağaclar əvvəlki vəziyyətinə qaydır.

Şirin su hövzələrinin mühafizəsi – Ekosferin ən az tədqiq edilən və son zamanlarda böyük zədə görən sistemlərindən biri su sahələridir. Müxtəlif tədqiqatçılar bu sahəni müxtəlif şəkildə izah etməyə çalışmışlar. Sioliyə görə bu sahə ətraf mühitin bir hissəsi ilə suksessiyanın fərqli mərhələləri olub, açıq sular-dan quru torpaqlara və ya tərsinə tərəf uzanan sahələrdir [124]. Sulu ekosistemlər xüsusi yüksək məhsuldarlığa malik, özünə məxsus ot makrofitlərlə örtülü olan sahələrdir. Xalq arasında göllər, bataqlıqlar və s. kimi sulu sahələr keçici və ya

mütəmadi su ilə örtülü sahələr olaraq tanınır.

Bu sahələrdəki su və suda yaşayan orqanizmlərin böyük ekonomik əhəmiyyəti olmasına baxmayaraq insanlar tərəfindən çox az qiymətləndirilir. Lakin bu tipdə olan su hövzələri bir çox canlıların yaşayış məskəni və qida mənbəyidir.

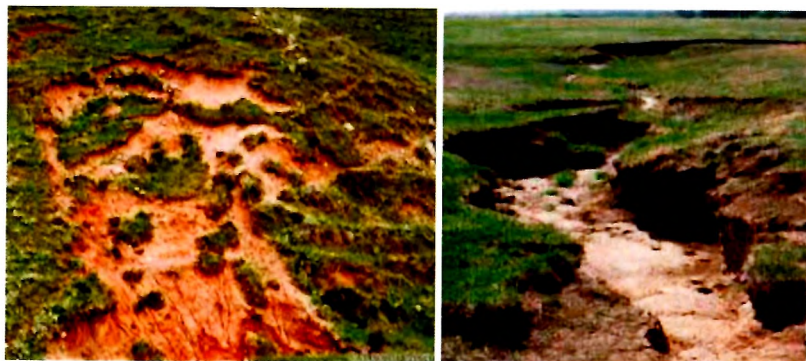
Hər hansı bir su hövzəsində drenaj vəziyyəti, orada olan suyun miqdarı və itkisi, qida zəncirləri, biotik qruplar, iqtisadi əhəmiyyətə malik olan növlərin həyat tsikili və s. kimi proseslərin öyrənilməsi vacibdir. Bu su hövzəsindən müxtəlif məqsədlər üçün alınan suyun miqdarı, fauna və flora potensialı və çirklənmə proseslərində tədqiq edilməlidir. Nəzarət altında olan göl və çaylar ekoloji baxımdan ən yararlı sahələr hesab olunur.

Yer kürəsində su hövzələri o cümlədən şirin su ekosistemlərinin florası təxmini olaraq bir-birinə yaxındır. Ümumi bitki örtüyü isə *Nymphaea*, *Marsilea*, *Ranunculus*, *Tupha*, *Phragmites*, *Salvinia*, *Lemna*, *Trapa*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Cyperus* (şirin sularda), *Salicornia*, *Arthrocnemum*, *Tamarix* (duzlu bataqlıqlarda) növlərindən əmələ gəlir. Azərbaycanda bu tip sahələrdə təyin edilən ümumi bitki örtüyü qeyd edilən növlərdən əmələ gəlir.

Şirin su hövzələri yer kürəsinin çox az hissəsini tutur və hər tərəfli əhəmiyyətinə görə insanların bir çox qismi bu sahələrin ətrafında yaşayış məskənləri salmışlar. İnsanlar bu su hövzələrindən bir sıra məqsədlər üçün istifadə edirlər. İnsanların su hövzələrinə təsiri su ekosistemində bir sıra mənfi yöndə dəyişikliklər baş verir.

Torpağın mühafizəsi – Fiziki təsirlər torpaq hissələrini bir yerdən başqa yerə aparır. Belə ki, fırtına, qasırğa, güclü yağışlar nəticəsində əmələ gələn sel kimi amillər bu fiziki təsirlərdəndir. Bu kimi proseslər torpaq eroziyasına səbəb olur. Su tərəfindən yaranan eroziyanın 6 qrupu vardır. Bunlar damcı, səthi, cığır, yargan, axar su və kimyəvi eroziyalardır. Bütün bu

hadisələrdə insanın birbaşa və ya dolaylı olaraq təsiri vardır. Bitki qruplaşmaları, normal inkişaf mərhələlərində torpaq şəraiti, digər ətraf mühit amilləri, bitki örtüyü və digər canlılarla dinamik bir tarazlıq yaradır. Bu tarazlıq nəticəsində bitki örtüyü torpağın başqa yerə müxtəlif amillər tərəfindən daşınmasının qarşısını alır. Yırtıcı heyvanların insanlar tərəfindən öldürülməsi nəticəsində, otlayan heyvanların populyasiyalarında artım yaranır və təbii tarazlıq pozulur. Bunun nəticəsində təbii bitki örtüyündə struktur pozulmaları baş verir və torpaq eroziyaya məruz qalır. Bitki örtüyü olmayan torpağa yağış damlaları düşdükdə, torpaq dənəcikləri arasında boşluq artır, üzvi maddələrlə zəngin olan torpağın üst hissəsi yağış suları vasitəsi ilə axıb gedir. Yağış damcısının ölçüsü ilə verdiyi zərər düz mütənasıbdır. İki sm diametri olan yağış damlası sürətlə yerə düşdükdə 40 qram ağırlığında olan torpağı bir sm yuxarı qaldırır. Bundan əlavə, torpağın alt hissəsindən gələn gil və humus dənəcikləri torpaqda olan boşluqları qapayaraq, suyun torpağa süzülməsinin qarşısını alır və nəticədə torpağa sorulmayan su meylilik istiqamətində axmağa başlayır. Səthi eroziyada su torpağın bütün sahəsindən eyni miqdarda axıb gedir və torpaqda iz qoymur. Məsələn, deltalarda yığılan lil (tin) buna misaldır. Cığır eroziyasında, suyun torpaq səthindən axması nəticəsində torpaq yuyulması baş verir və nəticəsində cığırlar əmələ gələrək torpağın eroziyası sürətlənir. Yarıqan eroziyasında isə cığır eroziyasının sürətlənməsi ilə əmələ gəlmiş cığırlar daha da genişlənir və dərinləşərək yarıqanlar əmələ gətirir, nəticədə yarıqan eroziyasının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu eroziya üç şəkildə U, V və pilləli ola bilər. Axar su eroziyasında (reparian) isə bu suların axdıqları yataqların dərinləşməsinə və genişlənməsinə səbəb olur və nəticədə qeyd edilən eroziya əmələ gəlir (şəkil 39).



Şəkil 39. Torpaqda su eroziyasının görünüşü

Aşınma dərəcəsi suyun axmasına görə dəyişir. Bu eroziya tipində suda olan maddələrin hərəkəti 3 şəkildə: suspenziya, sıçramalar və yataq yükü şəklində həyata keçir. Belə halda torpağın alt hissəsi yuyularaq torpağın üst hissəsinin çaya axıdılmasına səbəb olur.

Tərkibində CO_2 olan suların bəzi ana süxurları əritməsi ya da mineral birləşmələri dağıtması nəticəsində kimyəvi eroziya baş verir.

Eroziyanı yaradan digər amil isə küləkdir. Bəzən küləklər toz və ya qum fırtınaları şəklində də olur. Belə küləklər toz və qum dənəciklərini uzaq məsafələrə aparır. Külək torpaq səthində olan bərk hissəcikləri hərəkət etdirərək sürtünmə nəticəsində alt hissədəki torpaq hissəciklərinin aşınmasına səbəb olur.

İstər su, istərsə də külək tərəfindən yaranan eroziyanın qarşısını almaq mümkündür. Ancaq bunun üçün ekosistemlər haqqında müəyyən məlumata malik olmaq vacibdir. Bitki örtüyü külək və su eroziyasının qarşısını alır, həm də su ehtiyatlarını qoruyub saxlayır. Əgər torpaq sahəsi mailidirsə, o zaman terras üsulu ilə bitkilər əkilir. Terras üsulu ilə əkində öncə o bölgənin iqlim və torpaq amilləri öyrənilərək, buna

uyğun olan bitkilər əkilir. Torpağı külək eroziyasından qorumaq üçün əsasən saçaqlı kök sistemi yaxşı inkişaf etmiş bitki növləri seçilir. Belə yerlərdə taxıllar fəsiləsinə mənsub olan bəzi yabanı növlərin əkilməsi məsləhətdir.

Ümumiyyətlə, bərpa olunan və bərpa olunmayan təbii ehtiyatları qorumaq üçün ilk öncə həmin ekosistemin quruluşu, dinamikası və digər xüsusiyyətləri öyrənilməlidir.

5.2. Ekoloji (bioloji) məhsuldarlıq

Bu gün bir sıra beynəlxalq bioloji cəmiyyətlər və elmi müəssisələr tərəfindən aparılan ekoloji tədqiqatlar tətbiqi hala keçir. Bütün ekoloji şaxələr içərisində ən gənc olanı bioloji məhsuldarlıqdır. Müasir dövrdə bu qol ekoloqların daha çox diqqətini cəlb edir. Bu sahəyə aid tədqiqatçıların diqqətini çəkən bir sıra məsələlər vardır. Enerji mübadiləsinin mexanizmi və miqdarı orqanizmlər arasında enerji çevrilmələri, məhsuldarlıq məkan və zamandan asılı olaraq canlılarda biokütlənin artım sürəti kimi məsələlər müasir dövrdə ekoloqların qarşısında duran ən vacib məsələlərdəndir.

Bu gün bu sahədə çalışan tədqiqatçıların qarşısında duran problemlər bunlardır:

- a) Enerjinin dəyişmə mexanizmi və miqdarı,
- b) Enerjinin orqanizmlər arasındakı dövrü,
- c) Məhsuldarlıq,
- d) Zaman və məkan ilə bağlı olaraq orqanizmlərin biokütləvi artım sürəti.

Bütün bu proseslərdə yaşıl bitkilər birinci istehsalçı, heyvanlar isə ikinci istehsalçıdırlar.

Ekosistemlərdə yaşıl bitkilər tərəfindən udulan enerji ilə əlaqəli aparılan tədqiqatlar böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, orqanizmlərin ehtiyacı olan enerjinin ana mənbəyi günəşdir və günəş enerjisini udma qabiliyyəti fotosintetik bir

piqment olan xlorofilə məxsusdur. BBP (Beynəlxalq Bioloji Proqram) tərəfindən irəli sürülən üzvi məhsuldarlıq və insan sağlığı adlı proqramın məqsədi quru, şirin su, dəniz ekosistemlərində məhsuldarlığın tədqiqi və bunların mühafizə edilməsidir. Bioloji məhsuldarlıq sahəsində istifadə olunan ümumi terminlər bunlardır. İlkin məhsul (yaşıl bitkilər tərəfindən enerjinin udulması), ikinci məhsul (heterotroflar tərəfindən enerjinin udulması), ümumi ilkin məhsul (bitkilər tərəfindən müəyyən sahə və zaman daxilində udulması (ümumi enerji), əsl ilkin məhsul, burada fotosintez nəticəsində əmələ gələn ümumi üzvi maddədən tənəffüsdə istifadə edilən maddə çıxarılması ilə əsl ilkin məhsul miqdarı əldə edilir.

İlkin məhsul fotosintez və xemosintez nəticəsində əmələ gəlir. Fotosintezdə iki mərhələdə reduksiya prosesi vardır. Bunlardan biri işıq şəraitində, digəri isə qaranlıqda həyata keçir. Foton (elektromaqnit dalğa) adı verilən işıq enerjisi udulduğu zaman xlorofil molekulunu hərəkətə gətirərək, su molekulunu parçalayır, O_2 sərbəst hala keçir, H_2 reduksiya olunur və ATF turşusu meydana gəlir. Foto fosforilizasiya (fotosintezin köməyiylə ATF –in sintezi) kimi tanınan bu prosesdə CO_2 ekoloji bir amil olan işığa ehtiyacı vardır. Qaranlıqda isə CO_2 , su ilə birləşərək H_2CO_3 meydana gətirir. H_2CO_3 ionlaşmış vəziyyətə keçir və fotosintetik zəncirə qoşulur. CO_2 5 karbonlu kimyəvi birləşmə olan ADF tərəfindən udulur və 6 karbonlu birləşmə əmələ gətirir. Bu birləşmə isə 3 karbonlu iki molekula ayrılır, yəni fosfoqliserin turşusu meydana gəlir. ATF və NADF- H_2 isə bu reaksiya zəncirinə daxil olur və triozafosfat əmələ gətirir, daha sonra fruktoza meydana gəlir və bu da yenidən ribuloza difosfata çevrilir. Atmosferdəki karbon, bitkilərə 5 karbonlu yerinə 4 karbonlu birləşmə şəklində daxil ola bilər.

Fotosintezin ikinci mərhələsi olan qaranlıq mərhələ və ya Calvin tsikli olaraq adlandırılan bu proseslər xloroplastın «stroma» adlandırılan hissəsində reallaşır. Işıq mərhələsində

yaranan enerji yüklü ATP və NADPH molekulları qaranlıq mərhələdə karbon 4 oksidi şəkər və nişasta kimi qida maddələrinə çevirirlər.

5.2.1. Bioloji məhsuldarlığın ölçülməsində istifadə olunan üsullar

Ekosistemlərin çoxunda yaşıl bitkilər ümumi canlı biokütlənin 98%-ni təşkil edir. Buna görə ilkin məhsulun təyin edilməsi təxmini olaraq bioloji məhsuldarlıq haqqında məlumat verir. İlkin məhsul, şüalı formada üzvi maddələrin kimyəvi rabitələrinə çevrilən enerjidir. Bu çevrilmə nəticəsində kütlənin miqdarı artır. Enerjinin udulmalarında qaz dəyişməsinin də rol oynadığı məlumdur. Belə olan halda işə müəyyən zamanlarda bitki hissələrində kalori miqdarı, enerji tutumu hesablanabilir və nəticədə enerjide meydana gələn əsl artımı müəyyən etmək mümkündür.

Sabit həcm kalorimetri üsulu – Bu üsulla reaksiyalar zamanı alınan istilik miqdarı ölçülür. Bu metodda bitkilər 24-48 saat, 70°C-də qurudulur, quru maddə toz halına gətirilir. Yarım və ya bir qram quru toz maddə xüsusi bir pres ilə tablet halına gətirilir və öncədən bura yandırıcı bir maddə qoyulur. Bu tablet çox həssas bir tərəzi ilə çəkilir. Tablet sabit həcm kalorimetrlərinin paslanmayan polad qabının içinə qoyulur, yandırıcının telləri qovşağa qoşulur, bunun ağzı möhkəm bağlanır və giriş kanalı ilə bura O_2 ilə doldurulur. Eyni zamanda havanın boşalması üçün çıxış açıq saxlanılır və istənilən təzyiq (30 atm) əldə edilənə qədər O_2 ilə doldurulur. Həmçinin kalorimetr müəyyən miqdarda su ilə doldurulur və mütəmadi elektrik qarışdırıcısı ilə qarışdırılır. Suyun istiliyi çox diqqətli bir şəkildə qeyd edilir. Düyməyə basaraq tabletdə elektrik axını verilir və həm kalorimetrlərin, həm də suyun temperaturu artır. Backman termometri ilə temperatur ölçülür, istilik miqdarı

(V) hesablanır. Quru çəkisi (G) və istilikdə meydana gələn artım (Δt) sisteminin su ekvivalentini (W) və qızdırma nəticəsində meydana gələn temperaturdakı artım ($^{\circ}\text{C}$) məlum olduğuna görə istilik miqdarı aşağıdakı formul ilə hesablanır.

$$V = \frac{W \cdot \Delta t - \Sigma C}{G}$$

Ekoloji effektivliyi təyin etmək üçün hər hansı sahədə müəyyən zaman daxilində əmələ gələn istilik enerjisinin sürəti ölçülür. Bundan sonra oxşar sahələrdən müəyyən zamanlarda bitki topluluqlarının istilik miqdarı hesablanır. Alınan enerjinin bioloji maddəyə çevrilən enerjiyə olan nisbəti ekoloji effektivlik miqdarını verir. Bu metodda məhsuldarlıq enerji miqdarına görə müəyyən edilir.

Məhsulun toplanma üsulu – müəyyən sahədə bəlli bir yaşda olan bitki məhsuldarlığı bu üsulda müəyyən edilir və nəticədə dəqiq çəki müəyyən edilir. Toplanmış məhsul quruducu peçlərdə qurudulur və çəkilir, t_1 və t_2 müddəti arasında biokütlədəki dəyişmə (ΔB), t_2 -dəki biokütlə miqdarından t_1 -dəki biokütlə miqdarı çıxarılaraq əldə edilir. t_1 və t_2 zamanları arasında yarpaq tökülməsi (L) və herbivorların otlaması ilə meydana gələcək itkilər B-yə əlavə edilərsə, o zaman dəqiq məhsuldarlıq (P_n) hesablanır ($\Delta B = B_2 - B_1$).

$$P_n = B + L + G = \text{Gr/m}^2 / \text{gün və ya kq/hektar/il}$$

$$\text{İlkin məhsuldarlıq} = \text{biokütlə dəyişməsi} + \text{töküntü} + \text{otlatma nəticəsində olan itki.}$$

Məşə sahələrində məhsuldarlıq dəyəri kök, gövdə, budaq, yarpaq və meyvə biokütlələrinə görə hesablanır.

Qaz mübadiləsi üsulu – bu üsulda ilkin məhsuldarlıq sürəti fotosintez zamanı sərbəst ayrılan O_2 miqdarından birbaşa asılılığı əsas götürülür. Təbii şəraitdə O_2 müxtəlif orqanizmlər

tərəfindən istifadə olunur. Son zamanlarda bəzi tədqiqatçılar, bu metoddan taxıl və çəmən bitkilərinə tətbiq edərək müsbət nəticələr əldə etmişlər. Nümunə sahələrdəki müəyyən böyüklükdə olan bitki hissələri şüşə qablar ilə örtülür və aspiratorla bu qabların bir tərəfindən hava vurulur və şüşə qabın digər tərəfindən hava çıxır. Bu şəkildə 3 qab hazırlanır. Qablardan 2-si bərabər yaş və böyüklükdə olan bitkilərin üzərini örtür, 3-cü isə eyni böyüklükdə bitkisiz bir sahəni örtür. Bitkiləri örtən qablardan biri qara kağız ilə bağlanır. Hava axını təmin edildiyində oradan çıxan hava, içərisində BaOH olan bir qabdan keçirilir. Hava axınının sürəti tarazlıqda saxlanılır və BaOH tərəfindən udulan CO_2 , 0,1 n HCl ilə titrə edilir. Bitkisiz şüşə qab müəyyən zaman içərisində həmin sahədən keçən ümumi CO_2 -nin miqdarını verir. Qaranlıq qab isə (hava ilə keçən CO_2 tənəffüsdə xaricə buraxılan CO_2) ilkin məhsul sintezində istifadə olunan CO_2 -nin miqdarını verir.

Beləliklə, m^2 -dəki məhsuldarlıq üçün istifadə olunan CO_2 -nin sürəti hesablanırsa, bilər (ışıqlı qabdakı O_2 miqdarı + tənəffüsdə istifadə olunan O_2 miqdarı = meydana gələn ümumi oksigen = ilkin məhsuldarlıq). Işıq alan qabda fotosintez nəticəsində O_2 ayrılır və bunun bir qismi tənəffüs prosesində istifadə olunur. Qaranlıq qabda isə tənəffüsdə istifadə olunan O_2 -nin miqdarı hesablanır.

Radioizotop üsulu – Burada C^{14} ilə markerli $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ istifadə olunur. C^{14} isə stabil C ilə birlikdə sintez olur və karbohidratlar meydana gəlir. Işıq və qaranlıqda olan qablardakı bitkilərə C^{14} verilir və daha sonra nümunələr alınaraq Geiger cihazında, sintez olan radioaktiv C^{14} miqdarı ölçülür (sayılır). Alınan rəqəm stabil C miqdarına bərabərdir.

Yarpaq sahə indeksi üsulu – Yarpaq ilkin məhsuldarlıqda rol oynayan əsas orqan olub, ölçüsü baxımdan çox böyük əhəmiyyət daşıyır. Ətraf mühit şəraitinə və növlərin vəziyyətinə görə yarpaq sahə indeksi 4 və ya 5-dən artıq olduğu zaman

sintez olunan məhsul artımı dayanır və ya azalır.

Şaquli vəziyyətdə olan yarpaqlarda fotosintez prosesinin aktiv getməsi üçün işıq udması baxımından, yarpaq sahə indeksinin də yüksək olması lazımdır. Yarpaqların sahəsi planimetrlə, yəni qrafik kağızlarında kvadrat sayma üsulu ilə ölçülür.

Xlorofil təyin üsulu – Bitkidə olan xlorofil miqdarı, ilkin məhsuldarlıq ilə birbaşa əlaqəlidir. Səhra ekosistemində və ya oliqotrof bir su hövzəsində, 1m^2 və ya hər hektarda xlorofil miqdarı az olur və buna görə də ilkin məhsuldarlıq azalır. Bitki örtüyü zəngin olan yerlərdə isə xlorofil miqdarının çox olması səbəbindən məhsuldarlıq da yüksək olur.

Fotosintez prosesi bir sıra faktordan asılıdır. Bu amillərdən biri bitkilərin yaşıl hissəsində olan xlorofilin miqdarıdır. Bitkilərin yaşıl hissələrindən alınan xlorofil ekstratı üzvi həlledicilərin təsiri ilə alınır və xlorofilin qatılığı spektrofotometrlə təyin edilir.

5.3. Ətraf mühitin çirklənməsi və bitkilərə təsiri

Pollusiya, yəni çirklənmə havanın, qurunun və suyun bioloji, kimyəvi və fiziki xüsusiyyətlərində istənilməyən dəyişikliklərin baş verməsidir. Digər tərəfdən Amerika Milli Akademiyası tərəfindən 1966-cı ildə verilən tərifə görə çirklənmə, insan və ya digər canlıların yaşadıkları mühit şəraitinə mənfi təsir edən amildir.

Azərbaycanda da elmi-texniki tərəqqinin inkişafı ilə əlaqədar bir sıra şəhərlərdə sənaye müəssisələrinin yaradılması ətraf mühitin çirklənməsi problemini daha da qabardı və bir problem olaraq dövlət və hökumət strukturlarının diqqətini cəlb etdi.

Çirklənmənin bitki örtüyünə təsirini bilmək üçün ilk öncə çirklənmə tipləri haqqında müəyyən məlumatla malik olmaq

vacibdir.

Çirklənməni bir çox tədqiqatçılar hava, su, torpaq kimi 3 qrupa ayırmışlar.

Hava çirklənməsi – Havanın çirklənməsi sənayenin sürətli bir şəkildə inkişaf etməsilə əlaqədar ortaya çıxmışdır. Burada sənaye müəssisələrində tüstü çıxan borulardan bir çox hissəciklər, radioaktiv maddələr və digər çirkləndiricilər havaya buraxılır (şəkil 40). Bu çirkləndiricilər içərisində ən əsası kükürd oksidi, azot oksidləri, ozon, peroksiasetilnitrat (PAN) və qurğuşun kimi maddələrdir.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, havanın çirklənməsinə səbəb olan əsas 3 mənbə vardır.

Siqaret çəkilməsindən çıxan tüstü, sənaye müəssisələrindən çıxan çirkləndirici maddələr və nəqliyyat vasitələr tərəfindən buraxılan qazlar havanı çirkləndirən mənbələrdir. Hava çirklənməsi, sinergizmə ən yaxşı misal ola bilər.

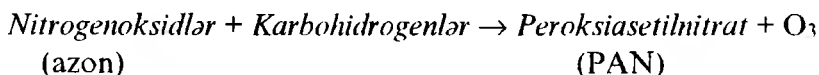
Sinergizm, bir neçə maddənin birləşərək daha çox təsir gücünə malik olmasıdır ($AB=A+B$).



Şəkil 40. Nəqliyyat vasitəsilə havanın çirklənməsi

Burada bir çirkləndirici maddə digər bir çirkləndirici maddə ilə reaksiyaya girərək özündən daha çox təsire malik başqa bir maddə əmələ gətirir. Məsələn, avtomobilin tüstü borusun-

dan çıxan iki birləşmə, günəş işığı altında yeni və çox zəhərli fotokimyəvi duman olan maddələri əmələ gətirirlər.



Peroksiasetilnitrat gözyaşardıcı kimyəvi bir qazdır. Foto-sintez «Hill» reaksiyasını (ışıq enerjisi ilə suyun parçalanması) dayandıraraq, sintez prosesi baş vermir və bitki məhv olur [128]. Reaksiya nəticəsində əmələ gələn ozon isə yarpaqlarda tənəffüs prosesini sürətləndirməklə qida maddələrinin azlığı nəticəsində bitki məhv olur.

Ümumi olaraq hava çirklənməsi nəticəsində bitkidə baş verən yarpaq toxumalarında zədələnmələr, xloroz və ya rəng dəyişmələri və böyümə prosesində baş verən dəyişkənliklər meydana gəlir. Bitkilərdə çirklənmə ilə əlaqədar əmələ gələn zədə çirkləndiricinin xüsusiyyətini xarakterizə edir. Lakin bu mütləq deyildir. Bitki orqanlarında əmələ gələn oxşar zədələr, xəstəlik, ziyanverici, qidalanma və digər amillər tərəfindən də meydana gələ bilər.

Yarpaq toxumalarında zədələnmələr – Hava çirkləndirici qazların ən əsas təsirlərindən biri hüceyrələri plazmolizə uğratmaları və bunun nəticəsində toxumaların ölməsidir. Plazmoliz prosesi ilk öncə sütunvari parenxima (süngər) hüceyrələrində müşahidə edilir. Bu proses əsas etibarilə peroksiasetilnitrat zədələnmələrində daha aydın müşahidə olunur. Ozon zədələnmələrində isə plazmoliz ilk öncə yarpaq mezofilini əmələ gətirən toxuma hüceyrələrində baş verir. Plazmolizin davam etməsi yarpağın məhvinə gətirib çıxarır. Yarpaq toxumalarındakı zədələnmələr toksik maddənin kimyəvi quruluşundan, bitki növündən və digər amildən asılıdır (şəkil 41).



Şəkil 41. Üzüm yarpağı toxumasında zədələnmə

Xloroz və rəng dəyişməsi – Müxtəlif amillərin təsiri ilə bitkilərdə xlorofilin parçalanması zamanı yarpaqlarda xloroz müşahidə olunur (şəkil 42).



Şəkil 42. Üzüm və alma yarpaqlarında xloroz

Ümumiyyətlə, bitkilərdə xlorofil parçalanması nəticəsində həmin yer solğun yaşıl və ya sarı rəng alır. Bitkilərdə çirkləndiricilərdən SO_2 ağ rəngli, kalsiumflorit (CaF_2) qəhvəyi rəngli, peroksiasetilnitrat gümüşü rəngli və ya bürünc rəngli ləkələr meydana gətirir.

Çirkənmə təsiri altında olan bitkilərdə xloroz, toxumanın dağılması ilə birlikdə müşahidə edilir. Buna aktiv zədələnmə deyilir. Kalsium floridin təsiri ilə yarpaqlarda nekroz sahəsinin yanında nazik bir hissədə xloroz müşahidə edilir. Bu xüsusiyyət, xüsusilə limon və qargıdalı kimi bitkilərdə daha çox diqqəti cəlb edir. Bitkilərin uzun müddət az miqdarda olan çirkəndirici maddələrin təsiri altında olmaları nəticəsində belə zədələnmələr əmələ gəlir.

Böyümə prosesindəki dəyişikliklər – Hava çirkliliyinin bitkilərdə böyümə prosesinə mənfi təsir göstərdiyi məlumdur (şəkil 43).



a) b)
Şəkil 43. Hava çirklənməsi nəticəsində bığar (a) və moruq (b) bitkilərində meydana gələn xloroz

Qaradağ sement zavodu ətrafında əkilən bitkilər üzərində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, bitkilər üzərində olan yarpaqların erkən tökülməsi, su əlaqələrində dəyişmələr, kiçik meyvə əmələ gəlməsi və böyümə prosesində zəifləmələr meydana gəlir.

Hava çirkliliyinin bitkilərin böyümə və inkişafı üzərindəki təsirlərindən biri də yarpaqların zədələnmələridir. Bitkidə fotosintez prosesinin gətirdiyi yarpaqlarda çatışmazlıqların meydana gəlməsi bitkilərdə böyümə və inkişafın zəifləməsinə səbəb

olur.

Havanın tərkibində bir sıra çirkləndirici maddələr vardır ki, bu birləşmələr bu və ya digər dərəcədə bitkilərin inkişafına mənfi təsir edir. Bu birləşmələrdən biri havanın tərkibində olan SO_2 -dir. Kükürd 4-oksidin təsiri nəticəsində bitki yarpaqlarında hüceyrələrin parçalanması ilk növbədə sütunvari parenximasında müşahidə edilir.

Sonra isə yarpaq mezofilini əmələ gətirən toxuma hüceyrələri zədələnir. Əvvəlcə suda islanmış kimi görülməli bu sahələr, sonradan quru və kağızabənzər bir şəkil alır. Bu zaman yarpaqlar açıq fildişi rəngdə olur və nəticədə yarpaq damarlarında ağ rəngli ləkələr əmələ gəlir. Bir sıra enliyarpaqlı ağac bitkilərinin yarpaqlarında SO_2 -nin təsiri ilə xloroz müşahidə edilir. SO_2 -nin təsiri ilə taxıllar fəsiləsinə aid olan bitki növlərində zədələnmələr qın boyunca, yəni yarpaqlılarda isə bu təsir nəticəsində yarpaq hüceyrələri su itirərək rənglərində dəyişiklik baş verir.

Fotokimyəvi təsire malik olan qazlar üzərində tədqiqatlar son illərdə artmaqdadır. Müasir dövrdə fotokimyəvi toksik təsire malik bir sıra maddələr vardır ki, hələ bu maddələr tam şəkildə öyrənilməmişdir.

1959-cu ildə ozon aydın şəkildə fotokimyəvi çirkləndirici olduğu sübuta yetirilmişdir. Bundan sonra 1961-ci ildə peroksisasetilnitrat və NO_2 -nin daha təhlükəli bir çirkləndirici olduqları aşkar edilmişdir.

Ozonun təsiri ilə üzüm və tütündə mozayik ləkələr əmələ gəlir və nəticədə mezofil toxumasını əmələ gətirən hüceyrələrin möhtəviyyatının strukturu pozulur.

Ozona həssas olan bitkilər 0,02 ppm qatılıqda 4-8 saat ərzində, 0,05 ppm qatılıqda isə 1-2 saat içərisində cavab reaksiyası verirlər. Hər hansı bir ərazidə olan bitkilərin 0,02-0,04 ppm konsentrasiyasında 4-6 saat ozonun təsiri altında qalmaları zamanı zədə alırlar.

Ozon təsirinə həssas tütün, pomidor, lobya, ispanaq, kartof, yulaf, yasəmən, beqoniya və şam bitkilərinin olduqları sübuta yetirilmişdir.

Peroksiasetilnitrat ilk dəfə olaraq Middleton və b. tərəfindən qaz şəklində olan bitkiləri zədələyən bir hava çirkləndiricisi olaraq qəbul edilmişdir [97]. Bu birləşmənin təsiri ilə ağızciq hüceyrələrinin olduğu sütunvari parenxima olan yerlərdə zədələnmələr müşahidə edilir. Bəzi hallarda bu zədələnmələr epidermisə yaxın hüceyrələrdə də müşahidə edilə bilər.

0,01-0,05 ppm qatılıqda peroksiasetilnitrat həssas bitkilərdə zədələnmələrə səbəb olur. 0,01 ppm-dən aşağı peroksiasetilnitrat konsentrasiyaları bitki toxumalarında erkən qocalmaya səbəb olur. Azotoksidləri bitki örtüyünə təsir edən və zədələnmələr əmələ gətirən kimyəvi birləşmədir. 2-10 ppm arasında olan qatılıqdakı azot oksidləri bitkilərin zədələnməsinə səbəb olur.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, 0,5 ppm qatılığında olan azot oksidinin təsiri altında olan bitkilərdə böyümə prosesi zəifləyir. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, azot oksidinin təsiri ilə bitkilərdə əmələ gələn zədələnmələr ozonun təsiri ilə əmələ gələn zədələnmələrə bənzəyir.

CaF_2 -nin(kalsium florit) bitkilərə zəhərləyici təsirə malik olduğu sübuta yetirilmişdir. Hər hansı bir bitki növü istənilən konsentrasiyadakı CaF_2 olan bir şəraitdə saxlanarsa, müəyyən zamandan sonra bu çirkləndirici həmin bitkiyə zədə vuracaq miqdarda toplanır. Zəhərləyici qatılığa çatdığı zaman CaF_2 bitki hüceyrələrini plazmolizə uğratma və yarpaq toxumasını zədələmə gücünə sahib olur. Kalsium floritin bitkiyə ağızciqlar vasitəsilə daxil olması yarpağın uc və kənar hissələrinə hərəkət etdiyi sübuta yetirilmişdir. Bu çirkləndiricinin təsiri ilə əmələ gələn zədələr qəhvəyi rəngdə olur. Nəticədə, yarpağın uc və kənarlarında yanıqlar müşahidə olunur. Taxıllar fəsiləsinə aid olan bitkilərdə yarpağın uc hissəsində nekroz əmələ gəlir və

aşağıya doğru inkişaf edir. İynəyarpaqlılarda isə zədələnmə ilk növbədə yarpağın uc hissəsində müşahidə edilir. Zədə almış bitkilərdə ölmüş toxumalarla canlı toxumalar arasında bir sərhəd müşahidə edilir.

Kalsium floritə həssas olan bitkilər 50-100 ppm qatılıqdakı CaF_2 -in təsiri ilə zədələnilir. Nisbətən davamlı bitkilər isə 500 ppm konsentrasiyada heç bir zərər görmürlər.

CaF_2 -ə həssas olan bitkilərə misal olaraq əriyi, şamı, nisbətən davamlı bitkilərə isə yoncanı, itburnunu, tütünü, pambığı və s. növləri göstərmək olar.

Son illərdə aparılan tədqiqat işlərində etilen böyümə prosesinə mənfi təsir göstərən bir hormon kimi qəbul edilmişdir. Bundan başqa etilenin bitkinin kök sisteminə və yana böyümə prosesinə müsbət təsir etdiyi aşkar edilmişdir.

Etilen təsirinə həssas olan bitkilərdə xloroz, nekroz və s. proseslərin baş verməsi xarakterik əlamətdir.

Etilenə həssas olan bitkilərdə 0,005 ppm və ya daha az qatılıqda olan etilen səhləblərdə, pomidorda kasa yarpaqlarının qurumasına səbəb olur.

Etilenə həssas olan bitkilərə pomidor, səhləb, pambığı, davamlı bitkilərə isə taxıllar fəsiləsinə aid olan bitkiləri və kahını misal göstərmək olar.

Hava çirklənməsinə səbəb olan əsas mənbələrdən biri də havada asılı vəziyyətdə olan hissəciklərdir. Bu hissəciklər əsasən müxtəlif sənaye müəssisələrində tüstü borularından çıxan birləşmələrdir. Havaya buraxılan bu hissəciklərin ölçülərinin 0,1 mikrondan kiçik olduqları müəyyən edilmişdir.

Aparılan tədqiqatların birində hər bir avtomobil tüstü borusundan çıxan qaz birləşməsində 100 milyon hissəciyin olduğu aşkar edilmişdir.

Hissəciklər çox sayda və yüngül olmaları baxımından uzun müddət havada asılı vəziyyətdə qalırlar. Eyni zamanda müxtəlif yanma prosesləri nəticəsində atmosferdə əmələ gələn NO_2

qazı, havada olan bu hissəciklərin böyüməsinə səbəb olur.

Qaradağ sement zavodu ətrafında aparılan tədqiqat işləri nəticəsində məlum olmuşdur ki, burada olan bitkilərdə sement tozunun təsiri ilə morfoloji görünüşlərində bir sıra dəyişikliklər, yəni boylarında kiçilmələr, yarpaq saylarında azalmalar və rəng dəyişmələri müşahidə edilmişdir.

Çirklənmiş ərazilərdə olan bitkilərin anatomik quruluşlarında da müəyyən dəyişikliklərin olduğu aşkar edilmişdir. Belə ki, bu bitkilərdə ağzıciq saylarının artdığı və ölçülərində kiçilmələr olduğu aşkar edilmişdir.

Aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, çirklənmiş ərazidə olan bitkilərin yarpaq qalınlıqlarında çirklənməmiş ərazilərdə olan bitkilərə nisbətən bir artım olur. Bundan əlavə, bu bitkilərdə yarpaq epidermisi və yarpaq mezofilini əmələ gətirən toxuma hüceyrələrinin möhtəviyyatları hüceyrə daxilində bir yerə toplanmış və ya kümləşmiş şəkildə olurlar.

Çirklənmiş ərazilərdə olan bitkilərdə xloroplastların şəkillərini dəyişdirdikləri və daşıyıcı borularında pozulmalar olduğu müəyyən edilmişdir.

Sement tozlarının bitki örtüyünə təsiri bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən araşdırılarkən məlum olmuşdur ki, çirklənmiş ərazilərdə bitki örtüyünün taksonomik tərkibində azalmalar aşkar edilmişdir (şəkil 44).

Qaradağ sement zavodu ətrafında əkilmiş zeytun ağacları üzərində aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, yarpaqların üzəri sement tozu ilə örtülü olması hər hansı bir xəstəliktörədinin və ya zərərvericinin həmin bitki üzərində olma ehtimalını çətinləşdirir. Çirklənmiş zeytun ağaclarının yarpaqlarında, 1 sm²-da orta hesabla 2,55 mq sement tozu olduğu aşkar edilmişdir. Digər tərəfdən bu çirklənmənin bölgədə olan zeytun ağaclarının məhsuldarlığına və meyvənin keyfiyyətinə də təsir etdiyi müşahidə edilmişdir.



Şəkil 44. Qaradağ sement zavodu ətrafında bitki örtüyünün görünüşü

Radioaktiv çirklənmə – Radiasiyanın canlı orqanizmlərə təsirini ekologiyaın digər bir qolu olan radioekologiya öyrənir. Ali bitkilərdə radiasiyaya həssaslıq, hüceyrə nüvəsinin böyüklüyünə, xromosom həcminə, yaxud DNT miqdarına bağlı olduğu aydın olmuşdur [83]. Öztürk və başqalarının bitkilər və radioaktiv çirklənmə ilə əlaqəli nəşr etdirdikləri bir məqalədə radioaktiv çirklənmənin qida zəncirinə daxil olma yollarından birinin bitkilər olduğu qeyd edilmişdir [13]. Aparılan tədqiqatda xromosomları böyük və çox sayda olan növlər 1000 rad-dan aşağı olan dozalarda məhv olduqları müəyyən edilmişdir. Lakin xromosomlar daha kiçik və sayları az olan növlər 50.000 rad-dan çox radiasiya dozalarında yaşadıkları aşkar edilmişdir. Bitki qruplaşmaları və ekosistemlər üzərinə qamma şüalarının təsiri ilə bağlı bir sıra tədqiqatlar aparılır və aparılmaqdadır.

Qarışıq bir meşədə aparılan tədqiqat işində qamma şüalarının bitki örtüyünə təsirini tədqiq edərkən məlum olmuşdur ki, tədqiqat bölgəsində *Carex* L. (cil) növləri qamma şüalarına qarşı ən davamlı bitkilərdir. Bəzi kol və taxıllar fəsiləsinə aid

növlər isə ən davamsız növlər kimi müəyyən edilmişdir. Tədqiqat nəticəsində müəyyən olmuşdur ki, şam növləri xromosomlarının kiçik olmaları və digər xüsusiyyətləri baxımdan palıd növlərinə nisbətən qamma şüalarına qarşı daha davamsız bitkilər hesab olunurlar. Lakin palıd bitkisi şəraitdən asılı olaraq bəzi yerlərdə gündə 10-40 rad-a davamlı olmasına baxmayaraq müəyyən yerlərdə bu doza palıd növləri üçün letal təsirə malikdir.

Radioaktiv maddələrin (tozun) bir sıra bitki məhsullarının daxilinə nüfuz etmə dərinliyi müxtəlifdir. Məsələn, taxıl bitkilərində – 3 sm-ə qədər, un məmulatlarında – 0.5-1 sm, şəkər tozunda – 1.5-2 sm, darı və qarabaşaqda – 1 sm-ə qədər daxil olur. Radioaktiv maddələr tərəvəz, meyvə, giləmeyvə bitkilərini daha çox zədələyir.

Azərbaycanda radioekoloji problemlər əsasən bir neçə yərə bölünür. Birincisi, neft qaz istehsalı zamanı yaranan lokal çirklənmə zonaları formalaşıb. Bakıda, Abşeron yarımadası, Ramana, Suraxanı və Balaxanı rayonlarının ərazisində bu sahədə böyük problemlər vardır (şəkil 45).



Şəkil 45. Torpağın neft məhsulları ilə radioaktiv çirklənməsi

Orada min tonlarla aktivləşdirilmiş kömür toplaşmışdır ki, bu da həmin ərazilərin daha da çirklənməsinə səbəb olur.

Ölkəmizdə bununla bağlı bir sıra tədbirlər həyata keçirilmiş və keçirilməkdədir. Bundan əlavə, neft məhsulları çıxarılan bölgələrdə neft-qaz istehsalı zamanı çıxan bərk maddələrin tərkibindəki metallar – radium, uran tipli elementlər daha çox radioaktiv çirklənməyə səbəb olur (şəkil 46).



Şəkil 46. Atom elektrik stansiyaları vasitəsilə radioaktiv çirklənmə

Məlumdur ki, bu çirklənmə ətraf mühitdə olan bitki örtüyünə mənfi təsir edir.

Ölkəmizdə müəyyən ərazilərdən lay suları çıxır. Bu sularda radioaktiv çirklənmə azdır, lakin bu su orqanizmlərə müəyyən dərəcədə mənfi təsir edir. Ən mühüm problem, qaz halında çıxan radioaktiv maddələrdir.

Bu maddələrdən biri radon qazıdır. Radon qazının yaşama müddəti az olsa da neft və qaz çıxarılmasının fasiləsiz olduğu yerlərdə o, aktual bir problem kimi həmişə diqqət mərkəzindədir. Aparılmış tədqiqatların nəticəsi göstərmişdir ki, Azərbaycanın Qusar, Yardımlı və Lerik rayonlarında radiasiya Abşeron yarımadasına nisbətən daha çoxdur. Buna görə də aidiyyəti orqanlar tərəfindən bu çirklənmə mənbələri aşkar

edilməli və aradan qaldırılması istiqamətində müəyyən işlər görülməlidir.

Torpaq və su çirklənməsi – Sulu ekosistemlərə son zamanlarda geniş miqyasda tullantıların atılması və axıdılması bu ekosistemlərin çirklənməsinə səbəb olmuşdur. Əgər bu ekosistemlərə atılan tullantıların miqdarı çox deyilsə, o zaman bu sistemlərdə öz-özünü yeniləmə və ya geri dönmə prosesi baş verir. Ancaq atılan tullantıların miqdarı çox yüksək olarsa, bu halda geri dönmə prosesi baş vermir. Su hövzələrinə buraxılan çirkləndiricilərin əsasını məişət tullantıları, üzvi və qeyri-üzvi kimyəvi maddələr, pestisidlər, bir çox təhlükəli mikroorqanizmlər və ağır metallar təşkil edir. Son zamanlarda isə dənizlər, neft məhsulları ilə radioaktiv maddələrin axıdılma yerlərindən biri olmağa başlamışdır (şəkil 47).



Şəkil 47. Suyun neft məhsulları ilə çirklənməsi

Su mənbələrinin çirklənməsi dedikdə suların keyfiyyətini pisləşdirən, su obyektlərinin səthinə, dibinə və ətrafına mənfi təsir edən zərərli maddələrin tökülməsi və axıdılması başa düşülür. Su obyektlərinin əsas çirklənmə mənbələrini istilik elektrik stansiyaları, metallurgiya, neft-kimya sənayesi müəssisələri də daxil olmaqla, bütövlükdə sənaye və məişət tullantıları təşkil edir. Su mənbələrinin çirklənməsi suyu əhalinin içməsi və təsərrüfat işlərində istifadəsi üçün yararsız etməklə

bərabər, həmin hövzələrdəki canlı mühitə olduqca mənfi təsir göstərir.

Hazırda su mənbələrinin çirklənməsinin qarşısının alınması tədbirləri, çirklənmə baş verən ərazilərdə təmizlənmə işlərinin həyata keçirilməsi, bu məqsədlə ən müasir texnologiyadan istifadə edilməsi Azərbaycanda gerçəkləşdirilən ekoloji siyasətin mühüm istiqamətlərindən birini təşkil edir. Bu sahədə fəaliyyətin əsas hüquqi bazasını «Hidrometeorologiya fəaliyyəti haqqında», «Su Məcəlləsinin təsdiq edilməsi haqqında» Azərbaycan Respublikasının qanunları və bu qanunların icrasına xidmət edən «Ətraf mühit və təbii ehtiyatların monitorinqinin aparılması qaydaları haqqında» Əsasnamə təşkil edir. Respublikada dövlət səviyyəsində su ehtiyatlarının mühafizəsi, onlardan səmərəli istifadə olunması məqsədilə mütəmadi qaydada su ehtiyatlarının tərkibinin və çirklənməsinin monitorinqi aparılır.

Kür çayı suyunun keyfiyyətinə nəzarət məqsədilə Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi tərəfindən yaradılan, müasir cihaz və avadanlıqlarla təchiz olunmuş Qazax analitik tədqiqatlar laboratoriyası, Araz çayının suyunun keyfiyyətinə nəzarət edən və Beyləqan rayonunda fəaliyyət göstərən analoji mərkəz bu iki mühüm su mənbəyində ekoloji vəziyyəti nəzarətdə saxlamaq baxımından böyük əhəmiyyətə malikdir.

Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin verdiyi məlumata görə Azərbaycan ərazisi su qıtlığı ilə səciyyələnən regionlar sırasındadır. Hər adambaşına düşən su ehtiyatı Azərbaycanda Ermənistandan 2,2 dəfə, Gürcüstandan isə 7 dəfə azdır. Bütövlükdə Qafqazda yeraltı və yerüstü olmaqla, 310 milyard kub metr şirin su vardır. Bunun 30 milyard kub metrə qədəri Azərbaycanın payına düşür. Ölkəmizin çaylarında olan su ehtiyatları 28,1 kubkilometrdir. Azərbaycanın yerüstü su ehtiyatlarının 80 faizini Kür, Araz çayları və onların bir sıra transsərhəd qollarının suları təşkil edir. Bu çayların da ümumi

həcmnin 70 faizə qədər qonşu ölkələrin ərazisində formalaşır. Gürcüstan və Ermənistan ərazilərində Kür çayı və onun əsas transsərhəd qollarında yaranmış ekoloji gərginlik nəticəsində bu çayların axımı ilə il ərzində külli miqdarda həll olunmuş kimyəvi birləşmələr və çirkləndirici maddələr ölkəmizin ərazisinə gətirilir. Çirklənmə səviyyəsi dayanıqlı olaraq qalır. Ölkəmizin Gürcüstanla sərhədində yerləşən Şıxlı-2 monitoring məntəqəsində Kür çayı suyunun tərkibində fenolların miqdarı sanitariya normadan 4-8 dəfə, metallar 6-9 dəfə, neft məhsulları 2-3 dəfə, sulfatların miqdarı isə 2 dəfəyə qədər yüksəkdir. Kürün Gürcüstan ilə sərhəddən Mingəçevir su anbarına kimi axımında müəşəkkil çirkləndirici mənbələrin olmaması və çayda gedən təbii özünütəmizləmə prosesləri, eləcə də Yenikənd su anbarında təmizlənməsi nəticəsində suyun tərkibindəki çirkləndirici maddələrin qatılığı 30-55 faizə qədər azalır. Ancaq Arazın Kür çayı ilə birləşən hissəsində, Surra məntəqəsində Kür çayı suyunun minerallaşması 800-1200 mq/l qədər yüksəlir. Bu da Kürün yuxarı axımı ilə müqayisədə iki dəfə, onun orta axımı ilə müqayisədə 35-50 faiz çoxdur. Çayın bu hissəsində çirkləndirici maddələrdə qatılıqlar nisbətən yüksəlir. Məsələn, metalların konsentrasiyası lazımi normadan 9 dəfə, fenollar 6 dəfə, neft məhsulları və sulfatlar 2-3 dəfə yüksəkdir. Bunun da səbəbi Kürə qovuşan Araz çayının bədnam qonşularımızın ərazisindən keçərkən həddən çox çirkləndirilməsidir. Araz çayında mis birləşmələri 10 YVQH, fenollar 8 YVQH, neft və neft məhsulları 0,9 YVQH olmaqla, yüksək çirklənmə halı qeydə alınır. Kürün transsərhəd qollarından biri olan Qanix (Alazan) çayı da əsasən Gürcüstan ərazisində çirklənməyə məruz qalır. Çayın Əyriçay ilə qovuşan hissəsində çirkləndirici maddələrin qatılığı mütəmadi olaraq sanitariya normaları dəfələrlə aşır. Bildiyimiz kimi bu sülardan əkinçilikdə suvarma, məişətdə və digər məqsədlər üçün istifadə edilir. Bütün təmizləmə üsulları tətbiq edisə də yenə bu sular key-

fiyyətə içməli su səviyyəsindən aşağıdır. Çirklənmiş sulardan əkinçilikdə istifadə edilməsi həmin bitkilərin quruluş xüsusiyyətlərinə, inkişafına və məhsuldarlığına təsir edərək bu bitki növləri ilə qidalanan orqanizmlərə də zərər verir.

Torpaq həyatımızın həm təməli, həm də yekunudur. Torpağın əmələ gəlməsi üçün min illər tələb olunur. Torpaq hava, su, istilik, bitki və heyvan orqanizmləri, xüsusilə də mikroorqanizmlərin iştirakı ilə ana süxurun aşınması nəticəsində əmələ gəlir. Torpaq yerin bitki bitən qatıdır. Bitkiləri becərən zaman torpaqdan qida maddələrinin götürülməsi nəticəsində onun məhsuldarlığı aşağı düşür. Buna görə də torpağın münbitliyini yüksəltmək üçün gübrələr verməklə insanlar torpağa dolayı yolla təsir edir. Bizim istifadə etdiyimiz ərzaq məhsullarının bir hissəsi belə torpaqlarda bitən bitkilərdən alınır. Yer kürəsi əhalisinin sayı artmaqda davam edir. Get-gedə insanların ərzağa olan tələbatı çoxalır. Çox ərzaq məhsulunu isə torpağın məhsuldarlığını artırmaqla almaq olar. Ona görə də insanlar torpağa gübrə verir ki, ondan alınan məhsul çoxalsın. Əgər 1 hektar təmiz torpaq 2 ton buğda verirsə, gübrə verilmiş torpaq 5-6 ton buğda verir. Torpağa gübrənin çox verilməsi onun çirklənməsinə səbəb olur. Gübrənin tərkibində çoxlu zərərli maddələr vardır. Bu maddələr torpağın məhsuldarlığını artırırsa da, onun çirklənməsi bir sıra mikroorqanizmlərin məhvinə səbəb olur. Çox gübrə verilmiş torpaqda bitən meyvə-tərəvəzlə qidalanmaq insan həyatı üçün təhlükə yaradır.

Azərbaycanda, o cümlədən Abşeron yarımadasında neft çıxarıldığına görə bu torpaq sahələrinin müəyyən hissəsi neft məhsulları ilə çirkləndirilmişdir (şəkil 48). Həmçinin son illərdə plastik qablardan çox istifadə olunması da torpaqların çirklənməsinə səbəb olur. Plastik tullantılar heç vaxt çürümür və daim torpaqda qalır (şəkil 48).



Şəkil 48. Torpağın neft məhsulları və məişət tullantıları ilə çirkləndirilməsi

Əkinçilikdə istifadə olunan pestisidlərin bir çoxunun parçalana bilməməsi istər torpağı, istərsə də sulu mühitini mütəmadi olaraq çirkləndirirlər. Ancaq bioloji toplanı da meydana gətirdiklərindən trofik səviyyələrində mütəmadi artım göstərir. Əkin sahələrinə verilən qeyri-üzvi kimyəvi maddələr və gübrələr də sulu mühitlərə doğru hərəkət edir ki, bunlar da eutrofikasiya hadisəsinə səbəb olur.

Torpağın əsas mühafizə problemləri *eroziya, şorlaşma, çirklənmə, bərkiməyə* qarşı mübarizə ilə bağlıdır. Mexaniki tərkibcə yüngül olan torpaqları eroziyaya qarşı tədbirlər görülmədən istifadə etmək məsləhət deyil. Eroziya nəticəsində kənd təsərrüfat bitkilərinin məhsuldarlığı 20-40% aşağı düşür və torpağın üst hissəsində yarpaqlar, çökəkliklər əmələ gəlir ki, bu da torpağın becərilməsini və məhsul yığımını çətinləşdirir. Eroziya bitkilərin qidalandığı sahəni məhv etməklə bitkilərə, heyvandarlığa da mənfi təsir göstərərək yaranmış bioloji tərzliyi pozur.

Eroziyaya qarşı mübarizə üçün düzgün aqrotexnikadan istifadə etmək vacib şərtidir. Eroziyaya qarşı mübarizə qısamüddətli kampaniya deyildir. Onu daima, ardıcıl və plana uyğun aparmaq lazımdır. Eroziya prosesi, onun xarakteri və davam etməsi insanların həyat fəaliyyəti ilə əlaqədardır.

Torpağın şorlaşması da onun keyfiyyətinə pis təsir göstərir. Şorlaşma suvarmadan düzgün istifadə etmədikdə qrunut sularının səviyyəsinin qalxması nəticəsində baş verir. Bu zaman kapillyarlarla qrunut suları yuxarı qalxır və buxarlanaraq duzlar torpaqda qalır.

Şorlaşmanın qarşısını almaq üçün düzgün suvarma normasına riayət edilməli, drenaj sistemi vasitəsilə torpaqlar yuyulmalı, qrunut suları drenajlarla kənar edilməli, suvarma sistemi təmiz saxlanılmalı və suvarma zamanı mütərəqqi üsullardan istifadə olunmalıdır. Şorlaşma məhsuldarlığı kəskin surətdə aşağı salır. Şorlaşma 0,5-0,7 % təşkil etdikdə pambığın məhsuldarlığı 40-50 % aşağı düşür. İnsanların sənaye sahəsində fəaliyyəti təbiətin mühafizəsinin tələbləri ilə əlaqələndirmədikdə, ətraf mühitin, o cümlədən də torpaqların çirklənməsinə səbəb olur.

Təbii sərvətlərdən su, bitki və heyvanlar aləmindən fərqli olaraq torpaq sərvəti bərpa olunmur və süni torpaq yaratmaq mümkün deyildir. Buna görə də əhəlinin artımı, onun xammalla tələbatı, habelə gələcəkdə də ölkəni xammalla təmin etmək üçün torpağın mühafizə məsələləri böyük əhəmiyyət kəsb edir. Torpağın mühafizə məsələləri əsasən elmi əsaslarla işlənmiş, vaxtında və düzgün görülmə mübarizə tədbirlərindən ibarətdir.

Torpağın mühafizəsinin əsas vəzifələri torpaqların hesaba alınması, onun səmərəli və düzgün istifadə edilməsi üzərində nəzarətin olması, mövcud meşə zolaqlarının salınması, torpağın çirklənmələrdən qorunması, heyvanların otarılmasının düzgün təşkil edilməsi, eroziyaya qarşı mübarizə tədbirlərinin təşkili, sulu yerlərin qurudulması, suvarmanın düzgün təşkili, suların tərkibinə nəzarət edilməsi, tikinti və yol işlərində, kimyəvi maddələrin tətbiqində mövcud tövsiyələrin gözlənilməsi, əlaq otları ilə mübarizə və s. ibarətdir. Torpaq plansız surətdə istifadə olunduqda, ona nəzarət edilmədikdə, çirkləndikdə şübhəsiz ki, gücdən düşür və məhsuldarlığı aşağı olur.

Torpağı eroziyadan və şoranlaşmadan qorumaq üçün mövcud kompleks təsərrüfat, təşkilat, aqrotexniki, meliorasiya, suvarma, hidrotexnika və rekultivasiya tədbirləri görülməlidir. Gübrələrin, kimyəvi maddələrin işlədilməsi və saxlanılmasına da fikir verilməli, torpağın sanitariya-texniki mühafizə tədbirləri yerinə yetirilməlidir. Torpağı çirklənmədən qorumaq qanunu, təşkilati və sanitariya-texniki tədbirlərin yerinə yetirilmə sistemi torpağın sanitariya mühafizəsi adlanır. Torpağı mühafizə etmək üçün vaxtaşırı onun çirklənmə vəziyyəti sanitariya-epidemioloji stansiyalar tərəfindən yoxlanılmalıdır. Bu zaman ərazidə torpağın fiziki, bioloji, kimyəvi göstəriciləri nəzərə alınmalıdır.

FƏSİL 6

EKOLOJİ PROBLEMLƏRİN HƏLLİNDƏ TƏDQIQATLARIN ROLU

6.1. Kosmik tədqiqatlar və ekoloji problemlər

Müasir dövrdə insanın əlaqə sahələri o dərəcədə inkişaf etdirmişdir ki, onun həyatı sadəcə yaşadığı ətrafını deyil, yer kürəsinin atmosfer, quru və sulu hissəsinin hamısını əhatə edir. Son zamanlarda kosmosa buraxılan peyklər vasitəsilə bu əlaqələr daha da geniş vüsət qazanmışdır. Peyklər yer kürəsinin geniş sahələrinə nəzarət edə bilmə xüsusiyyətinə malik olduqları üçün hava və quru ərazilərinə müşahidə edilməsində və qiymətləndirilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, peyklərə yerləşdirilmiş yüksək həssaslığa malik qəbuledicilərin köməyi ilə dünya miqyasında olan istiliyin, ozonun, su buxarının və maye suyun üfüqi və şaquli vəziyyətlərdə yerləşməsinə və bitki örtüyünü asanlıqla müəyyən etmək olar. Həmçinin stratosferdə hərəkət edən təyyarələr tərəfindən ozonun təbəqəsinin dağılmasını da asanlıqla müşahidə etmək olar. Kosmik tədqiqatların köməyi ilə hər hansı bir bölgənin meteoroloji, hidroloji və təsərrüfat işləri ilə bağlı müəyyən məlumatlar almaq və bunları qiymətləndirmək mümkündür. 1972-ci və daha sonrakı illərdə inkişaf etdirilən Skylab (kosmik laboratoriyalar) laboratoriyalar bir daha bunları təsdiqləmişdir. Kosmik gəmilərdə olan belə laboratoriyalar vasitəsilə milyonlarla hektar əhatə edən sahələrin xəritələri, çox qısa zaman içərisində hazırlamaq və burada ola bitki örtüyü haqqında müəyyən məlumatlar əldə etmək mümkündür. Bu tip tədqiqatlar vasitəsilə şəhərsalma zamanı əmələ gələn dəyişiklikləri müşahidə etmək

mümkündür. Son kosmik tədqiqatlarda peyk vasitəsilə əldə edilən məlumatlara əsaslanaraq Afrikanın Saheli bölgəsində bitki örtüyünün inkişafı, səhralaşma vəziyyəti və suyun olması haqqında çox mühüm nəticələr əldə edilmişdir.

Məlumdur ki, nəmli bölgələr, bioloji baxımdan zəngin sahələr kimi tanınır. Belə sahələrdə müxtəlif növ canlılar yaşayır və bu baxımdan ekoloji əhəmiyyətə malikdir. Belə ərazilərin qiymətləndirilməsində kosmik tədqiqatların mühüm rolu vardır. Yəni bu tip tədqiqatların köməyi ilə bitkilərin taksonomik tərkibi, su hövzəsinin sahəsi, gölməçələrin əmələ gəlməsi kimi proseslər haqqında müxtəlif məlumatlar əldə etmək mümkündür. Bir sıra ölkələrdə kosmik tədqiqatlar vasitəsilə nəmli ərazilərin xəritələri qısa zaman ərzində hazırlanır və bu xəritə əsasında həmin sahələrdən istifadə etmə imkanları müəyyənləşdirilir. Son illərdə kosmosa göndərilən bir sıra peyklər tərəfindən (ERTS-1 və s.) yer kürəsində bir çox sulu bölgələrdə yosunlaşma, çöküntülərin əmələ gəlməsi və çirklənmə ilə əlaqəli problemlərin əmələ gətirdiyi dəyişikliklər haqqında mühüm məlumatlar əldə edilmişdir.

Orbital peyklərdən, o cümlədən nisbətən az yüksəklikdə uçan cihazlar (təyyarə, helikopter və s.) vasitəsilə qeydə alınmış bu dəyişmələr sahənin təbii obyektlərinin fiziki xassələrinin dəyişmə göstəricisi ola bilər. Qrunt sularının yer səthinə çıxması istilik əlamətlərinin açıq dəyişməsi ilə yanaşı, üst layın buxarlanma və ya transpirasiya (məsaməli səth vasitəsilə buxarlanma) ilə əlaqədar olan soyumasına səbəb olur. Belə dəyişikliklər kosmik görünüşlərdə aerokosmik yer səthinin açıq rəngli olması ilə müşahidə edilir. Bu halda temperaturunun tez-tez dəyişməsi hallarına rast gəlinir.

Kosmik informasiya ətraf mühitin qorunması (ekologiya) üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu informasiyadan xüsusən bitki örtüyünün vəziyyətinin tədqiqi və mühafizəsində, şoranlaşma sahələrini öyrənərkən, ərazilərin təsərrüfat üçün səmərə-

li istifadəsində, axımı tutulmuş göllərin, bataqlıqlaşmış sahələrin, uçqun və sel təhlükəsi olan rayonların tədqiqatı zamanı istifadə edilir.

Aerokosmik tədqiqatların əhəmiyyətli tərəflərindən biri də ətraf mühitin vəziyyətini operativ izləmək və müəyyən ərazilərin proqnozu üçün informasiyanın istifadəsi, onların təbii və antropogen amillərin təsiri altında dəyişməsinə öyrənməkdir. Belə tədqiqatlar zamanı süxurların fiziki-mexaniki və davamlılıq xüsusiyyətləri, qrunut sularının dərinliyi və minerallaşması, təbii sürüşmələr, uçurumlar, sellər, vulkanik prosesləri, su anbarlarının sahil hissəsinin yuyulması kimi hadisələri öyrənmək mümkündür.

Bu tip tədqiqatlar nəticəsində yeraltı suların yayılmasının regional qanunauyğunluğunu öyrənmək, yerüstü və yeraltı suların qarşılıqlı əlaqəsini qiymətləndirmək mümkündür.

Ölkəmizdə kosmik sənayenin yaradılması, kosmik informasiyanın qəbulu və emalı işlərinə 1974-cü ildə Bakıda kosmik texniki vasitələrdən istifadə etməklə, təbii ehtiyatların tədqiqi üzrə Cənub-Şərq mərkəzinin yaradılması ilə başlanılmışdır. Həmin ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının nəzdində «Kosmik cihazqayırma məxsusi konstruktor bürosu» yaradılmış və kosmik tədqiqatların aparılmasına başlanılmışdır. Hazırda respublikada kosmik texnika və texnologiyaların yaradılması və aerokosmik məlumatlardan istifadə etməklə, müxtəlif tətbiqi məsələlərin həlli ilə bilavasitə məşğul olan dövlət qurumu – Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin (MSN) tabeliyində Milli Aerokosmik Agentliyi (MAKA) fəaliyyət göstərir. Azərbaycan Respublikası ilə Rusiya Federasiyası arasındakı «İqtisadi Əməkdaşlıq Sazişi» çərçivəsində MAKA-nın Kosmik Cihazqayırma Xüsusi Konstruktor Bürosu və Rusiya Kosmik Cihazqayırma Elmi-Tədqiqat İnstitutu arasında bağlanmış müqavilə əsasında UNISCAN-24 Kosmik Məlumatların Qəbuledici Kompleksi

2007-ci ilin əvvəlində MAKА-da quraşdırılmışdır və hal-hazırda fəaliyyət göstərir.

Kompleksin imkanlarının artırılması respublikamızın torpaq-bitki obyektlərinin inventarlaşdırılmasında, metroloji məsələlərin həll edilməsində, təbii-dağıdıcı proseslərin qiymətləndirilməsində, yerüstü boru-kommunikasiya şəbəkələrinin monitorinqinin aparılmasında, rəqəmli elektron xəritələrin yaradılmasında və onların yeniləşdirilməsində, ekoloji monitorinqdə, həmçinin bir sıra digər iqtisadi, strateji və müdafiə əhəmiyyətli məsələlərin həllində əvəzedilməz vasitədir.

FƏSİL 7

AZƏRBAYCANIN NADİR BİTKİLƏRİ

Azərbaycan florasında 5000-ə yaxın bitki növünə rast gəlinir ki, bunlardan 467-dən artıq növü təbii halda bitən ağac və kol bitkiləri, qalan hissəsi isə ot bitkiləridir. Hal-hazırda təbii florada mövcud olan növlərin hər üçündən biri məhv olmaq təhlükəsi ilə üzləşməkdədir. Bu bitki növləri içərisində onlarca növün təhlükə altında olduğu müəyyən edilmişdir. Aparılan tədqiqatlara görə hal-hazırda respublikamızda mühafizəyə ehtiyacı olan ağac və kol növlərinin sayı 190-a yaxındır. Bu qədər növ Azərbaycan florasında olan ağac və kol bitkilərinin təxminən 43%-ni təşkil edir. Bu, həyəcən təbilinin çalınması deməkdir. Azərbaycanın təbii florasında olan ağac və kol bitkilərinin növ baxımından təxminən 25%-ə qədəri relikt bitkilərdir. Azərbaycanın 2013-cü ildə II dəfə nəşr edilmiş «Qırmızı kitab»ına bitkilər aləminə aid 300 növ daxil edilmişdir. Bunlardan 50 növü ağac və kol bitkiləridir.

Aparılan təhlillərə görə 1975-ci ildə Azərbaycanda 24, 1984-cü ildə 28, 1989-cu ildə isə 45 növ nadir və nəsli kəsilməkdə olan oduncaqlı, yəni ağac və kol bitkisinin olduğu müəyyən edilmişdir. Nadir bitki növlərinin sayının getdikcə artması ilə əlaqədar bu problemin səbəblərini aşkar edərək, onun qarşısının alınması dövlət strukturlarının və elmi müəssisələrin qarşısında duran ən aktual məsələlərdən biridir. Ona görə də Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 24 mart 2006-cı il tarixli 1368 sayılı və 3 oktyabr 2016-cı il sərəncamları ilə təsdiq olunmuş «Azərbaycan Respublikasında bioloji müxtəlifliyin qorunması və davamlı istifadəsinə dair Milli Strategiya və Fəaliyyət Planı»nda nadir bitkilərin repatriasiyası, insan

amilinin ətraf mühitə təsirinin azaldılması, xüsusi mühafizə olunan təbiət ərazilərində elmi-tədqiqat işlərinin aparılması üçün lazımı şəraitin yaradılması kimi vəzifələr qarşıya bir məqsəd kimi qoyulmuşdur.

Ölkəmizdə mühafizə olunacaq bitki növlərinin təyin edilməsi, siyahılarının dəqiq hazırlanması, bu bitkilərin nadir bitki kateqoriyalarına aid edilmə səbəblərinin aşkarlanması müasir dövrün ən vacib məsələlərindən biridir. Bu prosesləri öyrənmək üçün əvvəlcə bitkilərin yayılmasını, populyasiya genişliyini, ekoloji tələbatlarını, fizioloji tolerantlığını, reproduktiv biologiyasını, toxum quruluşunu və keyfiyyətini, cücərməsini, kök sistemini və sonrakı inkişaf mərhələlərini tədqiq etmək vacib məsələlərdən biridir.

Dünya florasında məlum olan bitki növlərinin, xüsusilə də məhdud bir arealda yayılan endemlərin qorunması ilə əlaqədar son illərdə çox ciddi tədqiqatlar aparılmaqdadır. Məlumdur ki, bioloji müxtəlifliyi əmələ gətirən bitki, heyvan və mikroorqanizm növləri və bunların əmələ gətirdikləri populyasiyalar təbii tarazlığın qorunmasında böyük təsirə malikdir. 500 min illik keçmişə malik biosfer heç bir dövrdə **bugünkü qədər** mənfi təsirə uğramamışdır. Bununla bərabər insanların səbəb olduğu bitki növləri arasında məhv olmalar, son zamanlarda çox artmış və təbii səbəblərdən irəli gələn letal təsirləri geridə buraxmışdır. Belə ki, 3,5 min il əvvəl min ildə təbii səbəblər nəticəsində bir növ məhv olarkən, bugünkü gündə ətraf mühitin tarazlığının pozulması nəticəsində bu rəqəmin 20-50 min arasında olacağı proqnozlaşdırılır. Hər hansı bir ölkənin təbii florasında olan bitki növləri oranın inkişafına səbəb olan amillərdəndir. Bu bitki növləri iqtisadi faydaları ilə yanaşı sağlq, estetik və turizm baxımından xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Buna görə də hər hansı arealda mövcud olan nadir bitki növlərini təklikdə deyil, onların yaşadığı ətraf mühitlə birlikdə mühafizə etmək ən ümdə məsələlərdəndir. Mühafizə etmək

istədiyimiz bitki növlərini tək olaraq deyil qrup, topluluq şəklində qorunmaları vacibdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, hər hansı bir bitki növünün sadəcə mühitin tarazılığının pozulması səbəbindən məhv olması bir az mübahisəlidir. Belə ki, bəzi bitki növləri insanlar tərəfindən müxtəlif məhsullar əldə etmək məqsədilə toplandığından onların nəslə azalmağa başlayır. Bu baxımdan nadir və nəslə kəsilməkdə olan bitki növlərinin yox olmasına əsas səbəb olan amilin insan fəaliyyətilə bağlı olduğu mütəxəssislər tərəfindən təsdiqlənmişdir [28, 86, 87]. Son illərdə ətraf mühitin qorunması ilə bağlı tədqiqat işlərinin sayı artmış və artmaqdadır. İlk öncə tədqiqatçıların qarşısında duran məqsədlərdən biri nadir bitkilərin beynəlxalq qurumlar tərəfindən qəbul edilən təhlükə kateqoriyalarının hansına aid olduğunu müəyyənləşdirmək, sonra isə görülməli tədbirləri bu bitkilərə yönəltməkdir. Bu məqsədlə IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* – Təbiətin və Təbii Ehtiyatların Beynəlxalq Mühafizə İttifaqı), TPC (*Threatened Plant Committee* – Təhlükədə olan Bitki Komitəsi) katibliyi, WWF (*World Wildlife Foundation* – Dünya Vəhşi Təbiət Fondu), OPTIMA (*Organization for the Phytotaxonomic Investigation of the Mediterranean Area* – Aralıq Dənizi Bölgəsinin Fitotaksonomik Tədqiqi Təşkilatı) kimi təşkilatların fəaliyyəti ilə yanaşı hər bir ölkə öz bitki aləmini mühafizə etmək məqsədilə müxtəlif tədbirlər görməkdədir. Xüsusilə nəslə kəsilmək təhlükəsi altında olan bitkiləri mühafizə etmək üçün Milli parklar, qoruqlar və yasaqlıqlar yaradılmaqdadır. Dünyanın təbii həyatını mühafizə etmək məqsədilə İsveçrənin Bern şəhərində 1979-cu ildə təşkil olunan ətraf mühitin mühafizəsi ilə bağlı bir toplantıda qəbul edilən qərarlar dünyanın bir çox ölkələrinin parlamentində təsdiqlənərək qanun halını almışdır. 1974-cü ildə Avropa Şurası təbiəti qorumaq məqsədilə qərarlar qəbul etmiş və 1977-ci ildə Avropa ölkələri tərəfindən 1500-ə qədər bitki növünün siyahısı

yerləşən «Red Data Book» kitabı buraxılmışdır. 1982-ci ildə nadir bitkilərin bu siyahısına Avropa florasına aid kitabın çap olunmasından sonra baxılaraq 1983-cü ildə yenidən nəşr olunmuşdur. Bu cür siyahılar IUCN və OPTIMA-nın təşkilatçılığı ilə Afrikada və Şimal ölkələrində 1980-ci ildə çap olunmuşdur. 1980-ci ilə qədər istifadə olunan təhlükə kateqoriyalarına yenidən baxılması və daha obyektiv meyarlarda saxlanılması məqsədilə 1994-cü ildə IUCN-nin (ƏMBMİ) yeni bir kateqoriyası yaradılmış və bu təşkilatın bir qolu olan WCMC (*World Conservation Monitoring Centre* – Dünya Mühafizəsinin Monitoring Mərkəzi) 40 illik tədqiqat nəticəsində 33 minə qədər bitki növünü bu kateqoriyalara görə təsnif etmişdir.

Azərbaycan florasında yayılan nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitkilərin mühafizəsi üçün qanunvericilik bazası yaradılmışdır. Ətraf mühitin mühafizə edilməsi məsələsi 12 noyabr 1995-ci ildə qəbul olunmuş Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyasında öz yerini almışdır. Bununla yanaşı, ölkəmizdə biomüxtəlifliyin bir qolu olan bitkilərin qorunması ilə əlaqədar 1996-cı ildə «Bitki mühafizəsi haqqında» qanun qəbul edilmişdir.

Qafqaz florasına aid bitki növlərinin yarıdan çoxuna Azərbaycanda rast gəlmək olar. Ölkəmizin nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitkilərini qorumaq üçün keçmiş SSRİ dövründə Azərbaycan SSR Nazirlər Sovetinin qərarı ilə (1977, 25 iyul) «Qırmızı kitab»ın çap olunması tövsiyə edilmişdir. 400 növ nadir bitkinin mühafizə edilməsi üçün Nazirlər Soveti 16.03.1982 tarixli, 38 №-li qərar qəbul etmişdir. 1989-cu ildə Azərbaycanın «Qırmızı kitabı» çap olundu. Bu kitabda 140 nadir növ öz əksini tapmışdır. Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin və AMEA Botanika institutunun təşkilatçılığı ilə 2013-cü ildə Azərbaycanın «Qırmızı kitabı»nın 2-ci nəşri buraxılmışdır. Bu kitaba yeni növlər daxil edilmişdir.

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, floramızda olan bir çox növlərin nəslə kəsilmək üzrədir və belə növlərin təbiətdə qalması və qorunması üçün bir sıra tədbirlərin həyata keçirilməsi vacibdir. Bununla yanaşı, Azərbaycanın «Qırmızı kitab»ında olmayan bəzi növlərin də bu kitaba əlavə olunması labüddür. Bu baxımdan Azərbaycanda «Qırmızı kitab»ın hər 5 ildən bir yeni nəşrinə ehtiyac vardır. İndiyə kimi nadir bitki statusu almış bir sıra bitki növlərinin İUCN (ƏMBMİ) təhlükə kateqoriyalarına görə meyarları müəyyən edilməmişdir.

Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, introduksiya edilən bitki növləri təbiətdə yayılan növlərin 68%-ni, cinslərin 87%-ni və fəsilələrin 95 %-ni təşkil edir.

Ölkəmizin təbii florasında olan hansısa bir bitki növünün mühafizəsinin zəruriliyini bildirməyin və bunu əsaslandırmağın böyük əhəmiyyəti var. Yalnız bitkilərin adını bilmək onu qorumaq demək deyildir. Mühafizə edilərək bitki növlərinin bioekoloji xüsusiyyətlərini öyrəndikdən sonra siyahıların hazırlanması daha düzgün hesab olunur. Nadir və nəslə kəsilməkdə olan bitkilərin siyahısını hazırlayarkən təbiətdə tədqiqatçıların, qoruq və yaşıllıqlarda çalışan insanların bu taksonları dəqiq tanıması vacibdir. Bu mövzu 1977-ci ildə Upsalada keçirilən «*Sistematic Botany Plant Utilization and Biosphera Conservation*» adlı simpoziumda müzakirə olunmuşdur.

İlk növbədə respublikamızın nadir və nəslə kəsilməkdə olan bitki növlərinin areallarının azalmasına və nəslinin yoxa çıxmalarına səbəb olan amilləri araşdırmaq vacibdir. Son illərdə ölkəmizdə sənayenin inkişafı və yeni fabrik və zavodların, kənd və qəsəbələrin salınması bəzən kiçik bir arealda yayılan bitkilər üçün təhlükə mənbəyi olur. Ermənistanın Azərbaycan ərazisinin 20%-ni işğal etməsi və oradan qaçqın düşən bir milyon vətəndaşımızın yeni ərazilərdə məskunlaşması və fəaliyyət göstərməsi nadir bitkilərə qarşı bu təhdidi bir qədər artırmışdır. Belə ki, son illərdə dənizkənarı bölgələrdə bağ evləri tikintiləri-

nin daha da genişlənməsi Azərbaycanın bir sıra nadir bitkilərinin areallarını kiçiltmiş, hətta nəslinin yox olma təhlükəsi altına almışdır. Nəticədə Xəzər dənizi sahilləri yaxınlığında bitən *Caligonum aphyllum*, *C. bakuense* kimi növlərin arealları daralmış, hətta onlar nəsillərinin kəsilməsi təhlükəsi ilə üz-üzə qalmışlar.

Əkin sahələrinin genişləndirilməsi, bu işlərdə texnikadan geniş istifadə olunması ilə bağlı ölkəmizdə olan bozqır ərazilərin tarlaya çevrilməsi də bir sıra bitki areallarının daralmasına səbəb olmuşdur. Endem və ya nadir bitkilər ən çox dağlıq ərazilərdə qalmış və öz genofondlarını mühafizə etmişlər. Lakin belə bölgələrdə əkinə yararlı yerlərin şumlanması nadir bitkilərin nəslini yoxa çıxma təhlükəsi altına almışdır. Eyni zamanda otlaq və biçənlərin səmərəsiz istifadəsi ölkəmizdə yayılan bir çox nadir növlərin məhvinə səbəb olmaqdadır. Son illərdə Azərbaycanda iri buynuzlu heyvandarlığın və qoyunçuluğun inkişafı 8 milyondan çox xırda buynuzlu heyvanın və 3 milyona yaxın iribuynuzlu mal-qaranın sayının artmasına səbəb olmuşdur. Bu qədər heyvanın otarılması üçün ölçülü otarılma sahəsi olmalıdır. Lakin respublikamızda otarılma sahələrinin heyvanların sayına nisbətən az olması aşırı otarılmaya səbəb olmuş və nəticədə bir sıra bitki növlərinin nəslisi yox olma təhlükəsi ilə üzləşmişdir. Bununla bərabər qış aylarında heyvanların əsasən, iribuynuzlu mal-qaranın yemləndirilməsi üçün yem ehtiyatı toplamaq məqsədilə biçənlərdən istifadə olunur. Biçənlərdən uzun illər istifadə edilməsi həmin ərazilərdə bitən bir sıra nadir bitkilərin nəslinin azalmasına səbəb olmuşdur.

Xəzər dənizi sahillərində və respublikamızın digər mənzərəli bölgələrində turizmin inkişafı ilə əlaqədar bir sıra istirahət məskənlərinin inşa edilməsi də bəzi nadir bitki növlərinə zərər verməkdədir. Ölkəmizdə istirahət üçün turizm məskənlərinin salınması Təlş, İsmayılı-Qəbələ, Quba-Xaçmaz, Zaqatala-Balakən bölgələrində daha da inkişaf etməkdədir. Azərbayca-

nın nadir və nəslə kəsilməkdə olan ağac və kol bitkilərinin 80%-nin çoxu bu bölgələrdə yayılmışdır. Turizmin bu cür sürətli inkişafı həmin bölgələrdə bitən nadir bitkilərin təbii areallarını sürətlə daraltmaqdadır.

Respublikamızın florasında 800-dən artıq bitki növü dərman effektinə malikdir. Dünyada hazırlanan dərmanların 50%-dən çoxu bitki mənşəlidir. Buna görə də bu tipdə olan bitki növlərinin müxtəlif orqanlarının toplanması, bunların ixrac edilməsi və respublikamızda geniş istifadə olunması da bəzi nadir bitkilərin areallarının getdikcə azalmasına səbəb olur. Bu kimi hadisələr nəticəsində ölkəmizdə olan nadir bitkilərin, əsas etibarilə dərman və aromatik bitkilərin təbii populyasiyalarının azalması artıq mütəxəssislər tərəfindən də qeyd edilməkdədir. Son illərdə geofitlərin, bir çox dərman və aromatik bitkilərin təbiətdən toplanması və satılması aşırı həddə çatmışdır. Bu baxımdan, ilk öncə vətəndaşlar bu sahədə maarifləndirilməli və sonra nadir bitkilərin mühafizə tədbirləri görülməlidir.

Hava və su çirklənməsi ilə yanaşı torpağın çirklənməsinə də səbəb olan digər faktorlardan biri pestisidlərdən geniş istifadə olunmasıdır. Bu zaman belə ərazilərdə olan bir sıra bitki və heyvan növləri zərər çəkir. İnsanların sahəni yabani otlardan təmizləmək üçün kimyəvi dərmanlardan geniş istifadə etməsi kosmopolit yabani ot bitkilərini məhv etməklə yanaşı həmin ərazilərdə yayılan bəzi ağac və kol bitkilərini də sıradan çıxarır. İnsanın belə fəaliyyətinin təsirlərindən ot bitkilərinin arealları azalmaqda davam edir.

Ölkəmizdə olan nadir bitki növlərinin azalmasına və ya nəslinin kəsilməsinə səbəb olan amillərdən biri də yanğınlardır. Bu baxımdan, yanğınların baş verməməsi üçün ilk növbədə vətəndaşlarımızın maarifləndirilməsi vacibdir. Respublikamızın bir çox ərazisi ağac-kol tipli bitki örtüyünə malikdir. Belə ərazilər yanğına qarşı çox həssasdır. Yanğınlar zamanı

isə bu ərazilərdə bitən nadir və nəsli kəsilməkdə olan ağac və kol bitkiləri yox olma təhlükəsi ilə qarşılaşır. Buna görə də yağınlıların baş verməməsi üçün bəzi tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir. Bu təhlükəyə tez-tez məruz qalan bitki növlərindən *Taxus baccata*, *Pinus eldarica*, *P. Kochiana*, *Punica granatum*, *Cotoneaster saxatilis*, *Juniperus foetidissima*, *Pistacia mutica*, *Rhus coriaria*, *Rosa spp*, *Pyracantha coccinea* və s. göstərmək olar.

Son illərdə geofitlərin və bəzi tibbi bitkilərin təbiətdən toplanmaları və satılmaları çoxalmışdır. Bu baxımdan ilk öncə vətəndaşlarımız bilikləndirilməli və sonra qorunma tədbirləri görülməlidir. Bu toplanan bitkilərdən bəziləri Azərbaycanın endemik bitkilərindəndir. Belə hadisələr nəticəsində endemik olan və ya endem olmayan nadir bitkilərin, xüsusilə bəzi aromatik tibbi bitkilərin populyasiyalarında azalmalar müşahidə edilmiş və bu azalmaların getdikcə artdığı qeyd olunmuşdur. Belə bitkilərdən *Taxus baccata*, *Pinus eldarica*, *P. kochiana* və s. növləri göstərmək olar. Bu qrupa daxil olan bitkilərin sayı 100 növdən artıqdır və belə bitki növlərinin mühafizə edilməyə ehtiyacı vardır.

İUCN (2001) 3.1 versiyasında qəbul edilmiş Nəsli kəsilmiş – *Extinct* (EX), Təbiətdə nəsli kəsilmiş – *Extinct in the Wild* (EW), Kritik vəziyyətində olan – *Critically Endangered* (CR), Nəsli təhlükədə olan – *Endangered* (EN), Sayı azalan – *Vulnerable* (VU), Təhlükəyə yaxın vəziyyətdə olan – *Near Threatener* (NT), Ən az təhlükə altında olan – *Least Concern* (LC), Kifayət qədər məlumat yoxdur – *Data Deficient* (DD), Məlumat yoxdur – *Not Evaluated* (NE) kateqoriyalarından istifadə edərək nadir bitkilərin təhlükə kateqoriyalarını müəyyən etmək mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. *Babayev F.Ə.* Bitki ekologiyası. Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2003, 232 s.
2. *Əsgərov A.M.* Azərbaycanın ali bitkiləri. Azərbaycan florasının konspekti. I cild. Bakı: Elm, 2005, 247 s.
3. *Əsgərov A.M.* Azərbaycanın ali bitkiləri. Azərbaycan florasının konspekti. II cild. Bakı: Elm, 2006, 283 s.
4. *Əsgərov A.M.* Azərbaycanın ali bitkiləri. Azərbaycan florasının konspekti. III cild. Bakı: Elm, 2008, 240 s.
5. *Əliyev C., Əliyev P., Əfəndiyeva Ş.* Bitki coğrafiyası botanika əsasları ilə. Bakı: Maarif, 1984, 209 s.
6. *Məmmədov Q., Xəlilov M.* Azərbaycan meşələri. Bakı: Elm, 2002, 471 s.
7. *Məmmədov G.S. və b.* Ekosistemlərin ekologiyası və təbiətdən istifadə. Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2014, 666s.
8. *Məmmədova A.O.* Bitki ekologiyası. Bakı: Nurlan, 2004, 120 s.
9. *Məmmədov T.S., Əsədov H.H.* Bitki ekologiyası. Bakı: Elm, 2014, 309 s.
10. *Salmanov M., İsmayılov N.M.* Praktiki aqrobioekologiya. Bakı: Elm, 2013, 281s.
11. *Talıbov T.H., İbrahimov Ə.Ş.* Naxçıvan Muxtar Respublikası florasının taksonomik spektri. Naxçıvan: Əcəmi, 2008, 350 s.
12. *İskender E.O., Özuslu E., Pehlivan M.* Gaziantepin doğəl bitkiləri. Ankara: Baskı Fersa Matbaa, 2006, 176 s.
13. *Öztürk M.A., Görk G.* Batı Anadolu *Mentha* türələrinin dağılışını etkileyen biotik ve abiotik etmenler // Bitki, 1978, Vol. 5, N2, s.155-165.
14. *Önal M.* Bitki Ekolojisi. İstanbul Universitesi, Fen Fakultesi, Bioloji Bölümü, Ders Notları, 1983, 163 s.
15. *Ахматов К.А.* Полевой метод определения жароустойчивости растений // Бюлл. ГБС, 1972, вып. 86, с. 73-74
16. *Базилевская Н.А.* Центры происхождения декоративных растений. Л.: АН СССР, 1960, с. 55-58

17. Барыльников А.Д. О длительности сохранения всхожести семян некоторых интродуцированных представителей семейства бобовых (*Leguminos Juss.*) // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент: ФАН, 1977, вып. 14, с. 88-91
18. Баркман Н. Современные представления о непрерывности и дискретности растительного покрова и природе растительных сообществ в фитосоциологической школе Браун-Бланке // Ботанический журнал, 1989, т. 74, № 11, с. 1545-1551
19. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений / Полевая геоботаника. М.-Л.: АН СССР, 1960, т. 2, с. 333-366
20. Васильченко И.Т. Всходы деревьев и кустарников. Определитель. М.-Л.: АН СССР, 1960, 301 с.
21. Волягина-Малютина Е.Т. Деревья и кустарники зимой определитель древесных и кустарниковых пород по побегам и почкам в безлистном состоянии (перероб. испр.). М.: КМК, 2007, 269 с.
22. Генкель П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений / Физиология засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1971, с. 5-27
23. Григорьевская А.Я., Лепешкина Л.А. Адвентивный аспект в проблеме сохранения редких растений на урбанизированных территориях // Вестник ВГУ, серия география и геоэкология, 2005, №2, с. 103-108
24. Гроссгейм А.А. Главные очаги растительных реликтов на территории Азербайджана, АГУ им. В.И.Ленина // Отд. естест. и мед. Баку, 1928, т. 7, 33 с.
25. Гроссгейм А.А. Главные очаги растительных реликтов на территории Азербайджана // Известия Азгосуниверситета, отдел «Естествознания и медицины», 1928, т. VII, с. 33
26. Гроссгейм А.А. Типы реликтов // Труды Аз. ФАН СССР, 1939, №6, с. 9-11
27. Дельков Н. Динамика всхожести семян платана восточного // Горскостопанство (Киев), 1975, т. 31, № 6, с. 18-20
28. Зайцев Г.Н. Логический анализ всхожести семян // Бюлл. ГБС, М.: Наука, 1981, вып. 122, с. 74-80

29. *Искендеров Э.О.* Оценка перспективности интродукции редких и исчезающих древесных видов Кавказа в условиях Апшерона // Бюлл. ГБС, М.: Наука, 1993, вып. 169, с.8-11
30. *Искендер Э.О., Гаджиева С.А., Гахраманова А.А.* Вредители и возбудители болезни редких и исчезающих древесных растений Азербайджана в условиях *ex situ* и *in situ* // Труды Ин-та Микробиологии НАН Азербайджана, 2009, т. VII, с. 206-216
31. *Ковальчук Н.П.* Особенности феноритмики древесных растений г. Луцка // Проблемы экологии и охраны природы технического региона, 2004, №4, с. 55-61
32. *Комендар В.И., Павлючок О.В.* Влияние антропогенного фактора на современное состояние олиготрофных болот Закарпатской области и меры по их охране // Научный вестник Ужгор. Ун-та, сер. биол., 2006, №19, с. 51-54
33. *Кристович А.Н.* Палеоботаника. М.-Л.: Госгеолиздат, 1945, 216с.
34. *Культиасов М.В.* Теоретические вопросы интродукции растений природной флоры / Совещание по вопросам изучения и освоения растительных ресурсов СССР. Новосибирск: Наука, 1968, с. 9-12
35. *Кутриянов А.Н.* Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий // Сборник научных трудов Кемеровского отделения Русского ботанического общества, 2005, вып. 1, 81 с.
36. *Левина Р.С.* Репродуктивная биология семенных растений. М.: Наука, 1981, 94 с.
37. *Миркин Б.* Антропогенная эволюция растительности // Природа, 1990, №1, с. 45-54
38. *Некрасов В.И.* Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. М.: Наука, 1980, 86 с.
39. *Огиевский В.В., Родин А.Р., Рувцов Н.И.* Лесные культуры и мелиорация 12-е изд., перераб. и допол. М.: Лесная промышленность, 1974, 376 с.
40. *Прилипко Л.И.* Растительный покров Азербайджана. Баку: Элм, 1970, 170 с.

41. Садыгова Н.А., Джафарова С.К. Биология с основами экологии. Баку: изд. Баку Университети, 2015, 456 с.
42. Сарыглар А.Н. Устойчивость степных растений к антропогенному воздействию / Материалы 11-ой Всероссийской научно-практической конференции «Научное творчество молодежи». Томск: 2007, с. 215-217
43. Сафаров И.С. Субтропические леса Талыша. Баку: Элм, 1976, с. 157 с.
44. Сеидова Г.А. Некоторые аспекты формирования растительного покрова Апшерона // Самарская Лука 9: проблемы региональной и глобальной экологии, 1999, т. 1, №9-10, с. 230-233
45. Семенова Г.П. Экология прорастания семян редких и исчезающих видов флоры Сибири // Сибирский Экологический Журнал, 2002, т. 9, № 2, с. 221-236
46. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / Полевая геоботаника. М.-Л.: Книга, 1964, т. 3, с. 146-205
47. Тараканов И.Г. Жизненные стратегии растений в зависимости от световых условий: витальная и сигнальная роль света // Мир теплиц, 2005, №6, с. 34-35
48. Фирсова М.К. Методы исследования и оценки качества семян. М.: Сельхозгиз, 1955, 375 с.
49. Хакимова Р.Ш. Биологические особенности и водный режим некоторых видов и форм бересклета (*Euonymus* L.), интродуцированных в Северном Таджикистане. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Институт физиологии растений и генетики. АН Респ. Таджикистан. Душанбе, 2007, 25 с.
50. Холотцева Е.С. Комплексное изучение эколого-физиологических характеристик растений в целях их интродукции в условиях Карелии / Тезисы докл. Межд. конф. «Биоразнообразие Европейского Севера: теоретические основы изучения, социальноправовые аспекты использования и охраны». Петрозаводск: 2001, с. 186-187, 252-253
51. Цвелев Н.Н. О родах *Бетула* Л. и *Алнус* Милл. (*Betulaceae*) в Восточной Европе // Новости сист. высш. раст., 2002, т. 34, с. 47-73

52. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981, 509 с.
53. Anderson J.L., Bouma J. Relationships between saturated hydraulic conductivity and morphometric data of an argillic horizon // Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1973, Vol. 37, p.408-413.
54. Axelrod D.I. Evolution and biogeography of Madrean Tethyan sclerophyll vegetation // Ann Mo Bot Gard, 1975, Vol. 62, p.280-334
55. Baver L.D. How serious is soil erosion // Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1950, Vol. 42, p.1-5.
56. Blackman F.F. Optima and Limiting Factors // Ann of Bot., 1905, Vol. 19, p. 281-295
57. Blejer M.I. and Khan M.S. Government policy and private investment in developing countries // FMI, Staff papers, 1984, Vol. 31, N 2. 379-403
58. Benece P., Van der Ploeg RR. The soil environment // Encycl Plant Physiol. NS, 1981, vol. 12, p.539-560
59. Bodkin, P.C., Spence, D.H.N., and Weeks, D.C. Photoreversible control of heterophyly in *Hippuris vulgaris* L. // New Phytol., 1980, Vol. 84, p. 533-542.
60. Braun-Blanquet J. Plant sociology. (Translated by Fuller and Conard) U.S.A./ Less Groupment Vegetaus de la France Mediterancene. C.N.R.S., Paris, 1932, p.379-405
61. Brocman-Jerosch H. Baumgrenze und klimacharakter, Beitrag Lur Geobot. Landesaufnahme der Schweiz, 1919, Bd.6.225c.
62. Cartly R.E., Norman A.G. Microbial and Termogenesisin Decomposition of Plant Materials, Part II, Factors involved // J. Bact., 1941, Vol. 41, 699 p.
63. Caroline G. Spyropoulos and Maria Mavrommatis. Effect of Water Stress on Pigment Formation in Quercus Species // Journal of Experimental Botany Vol. 29, No. 109, (April 1978), p. 473-477
64. Campbell I.D., Dobson C.M. Methods Biochem. Anal. Chance, K. D., and Clark, D. G. Can. // J. Biochem., 1979, 55, p.439-444
65. Clausen J., Keck D.D., Hiesey W.M. Heredity of geographically and ecologically isolated races // American Naturalist, 1947, Vol. 81, p.114-133
66. Cottam, G and Curtis, J.T A method for making rapid surveys of woddlands by means of pairs of randomly selected trees. Ecology,

- 1949, 30, p. 101-104.
67. Christensen, A. A book review of "Behavior modification approaches to parenting." Behavior Therapy, 1977, Vol. 8, p. 517-518.
 68. Goodfellow, Batkham J.P. Spectral transmission curves for a beech (*Fagus sylvatica*) canopy // Acta Botanica Neerlandica. 1974, Vol. 23, N 3, p.225-230
 69. Conrad V., Pollak L.W. Methods in Climatology // Quarterly journal of the royal meteorological society. Harvard University Press, 1950, vol. 8, p. 328-339
 70. Daubenmire R.F. Vegetational Zonation in the Rocky Mountains // Botanical Review, 1943 (June), Vol. 9, N 6, p.325-393
 71. Donald P. Duncan. Autecological Studies of Important Forest Trees // Ecology, 1952, Vol. 33, No. 2, p. 285-286
 72. Delacy A.C., Chapman W.M. Notes on some elasmobranchs of Puget Sound, with descriptions of their egg cases // Copeia, 1935, Vol. 2, p.63-67.
 73. Carlyle R.E., Norman A.G. Microbial Thermogenesis in the Decomposition of Plant Materials: Part II. Factors Involved // J Bacteriol. 1941, Vol. 41, N 6, p.699-724.
 74. DeBano L.F., Dunn P.H., Conrad C.E. Fire's effect on physical and chemical properties of chaparral soils / In: Mooney, H.A., Conrad, C.E. (Technical Coordinators), Proceedings of the Symposium on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems, 1977, August, p.4-5
 75. DeBano L.F., Conrad C.E. Nutrients lost in debris and runoff water from a burned chaparral watershed / In: Proceedings of the Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. 1976 March; Denver, CO. Washington, DC: Water Resource Council: 3-13 to 3-27
 76. Dybing E. Methyldopa Binding to Cells in Culture // Acta Pharmacologica et Toxicologica, 1977, Vol. 40, N 1, p.161-168
 77. Felbeck G.T., Jr Structural chemistry of soil humic substances // Advan. Argon., 1966, Vol. 17, p.327-368
 78. Felix R.H., Ive F.A. & Dahl M.G.C. Cutaneous and ocular reactions to practolol // British Medical Journal, 1974, Vol. 4, p.321-324/
 79. Gates D.M., Papian L.E. Book: Atlas of energy budgets of plant

- leaves 1971, 279p.
80. *Grim R.E.* Clay mineralogy: New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1968, 596p.
81. *Gill A.M.* Fire and the Australian flora: a review // Australian Forestry, 1975, vol. 38, p. 4-25.
82. *Goodfellow and J.P.Barkham*, Spectral transmission curves for a beech (*Fagus sylvatica*) canopy // Acta Botanica Neerlandica, 1974, Vol. 23, Iss. 3, p.225-230.
83. *Grace J, Russell GR.* Effect of wind on grasses // Journal of Experimental Botany, 1977, Vol. 28, p.268-278.
84. *Grabkerr G. and Cernusa A.* Influence of radiation, wind and temperature on the CO₂ gas exchange of the alpine dwarf shrub community *Loiseleruriatum cetrariosum* // Photosynthetica, 1997, Vol. 11, p.22-28.
85. *Humm H.J.* Bacterial leaf nodules // J. N.Y. Bot. Gdn., 1944, Vol. 45, p.193-199
86. *Humm H.J., Gallagher S.B* *Pilinia earleae* (*Chlorophyceae, Chroolepidaceae*) from the Florida west coast. // Journal of Physiology, 1980, Vol. 16, p.532-536.
87. *Iskender E.O., Zeynalov Y., Ozaslan M. et al.* Tree and shrub species of the Huzurlu High Plateau (Gaziantep, Turkey) // Phytologia Balcanica (Sofia), 2005, Vol. 11, N 2, p. 149-156
88. *Iskender E.O., Zeynalov Y., Ozaslan M. et al.* Investigation and introduction of some rare and threatened plants from Turkey // J. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2006, Vol. 20, N 3, p. 60-68
89. *Jonathan Sauer and Gwendolyn Struik A.* Possible Ecological Relation Between Soil Disturbance, Light-Flash, and Seed Germination // Ecology, 1964, Vol. 45, No. 4 (Oct., 1964), p. 884-886
90. *Jaffe, M.J.* Thigmomorphogenesis: The response of plant growth and development to mechanical stimulation // Planta., 1973, Vol. 114, N 2, p.143-157
91. *K. van Cleve, Chapin F.S., Dyrness C. T.* Viereck Element Cycling in Taiga Forests: State-Factor Control // BioScience 1991, Vol. 41, No. 2 (Feb.), pp. 78-88.
92. *Loehwing W.F.* Physiological aspects of the effect of continuous soil a growth // Plant Physiol., 1934, Vol. 9, p.567-583.
93. *Loach, K.* Analysis of differences in yield between six sugar-beet

- varieties // Ann. appl. Biol., 1970, Vol. 66, p.217-223.
94. Liebig, J. Ueber einen neuen Apparat zur Analyse organischer Körper, und über die Zusammensetzung einiger organischen Substanzen // Annalen der Physik and Chemie, 1831, Vol. 21, p. 1-47.
 95. Marsden-Jones EM, Turrill WB. Researches on *Silene maritima* and *S. vulgaris*. I. Kew Bulletin, 1928, Vol. 1, p. 1-17.
 96. Mayr E. Change of genetic environment and evolution. In: Huxley J, Hardy AC, Ford EB, eds. Evolution as a process. London: Allen and Unwin, 1954, p.157-180.
 97. Mayer M. and Poljakoff-Mayber A.. The Germination of Seeds. Pergamon, London; Macmillan, New York, 1963, 244 pp.
 98. Middleton J.T., Kendrick J.B.Jr. and Schwalm H.W. Injury to herbaceous plants by smog or air pollution // Plant Disease Reporter, 1950, Vol. 34, N 9, p.245-252.
 99. Mullette K, Bamber R Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn. and Hochr.). III. Inheritance and chemical composition // Aust. J. Bot., 1978, Vol. 26, p.23-28.
 100. Morgan, D.C., Smith, H.: The relationship between phytochrome photoequilibrium and development in light grown *Chenopodium album* // Planta, 1978, Vol. 142, p.187-194.
 101. McCree. K.J. Physiological Plant Ecology volume 12 / A of the series Encyclopedia of Plant Physiology, 1978, p. 41-51.
 102. Ogura, Y. On the structure and affinities of some fossil tree-ferns from Japan // Journal of the Faculty of Sciences, University of Tokyo, Botany, 1927, 1: p.351-380.
 103. Odum E.P. Fundamentals of ecology. 3rd ed. W. B. Saunders: Philadelphia. ISBN 0-7216-6941-7, 1971, XIV, 574 p.
 104. Ozturk M., Oflas S., Mert H.H. Studies on the germination of *Inula graveolens* (L.) Desf. Seeds, Ege Univ. Sci. Fac. Journal, 1984, p.39-46
 105. Patterson E.M., Gillete D.A. and Stockton B.H. Complex index of refraction between 300 and 700 nm for Sharan aerosols // Journal of Geophysical Research, 1977, Vol. 82, doi: 10.1029/JC082i021p03153. Issn:0148-0227.
 106. Page J.B., and Bodman G.B. In «Mineral. Nutrition of Plants» (E. Troug, ed.). Univ. Of Wisconsin Press, Madison., 1952, p. 57-77
 107. Penman H.L. Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass A: Source: / Proceedings of the Royal Society of Lon-

- don. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 1948, Vol. 193, No. 1032 (Apr. 22, 1948), pp. 120-145.
108. *Penman H.L.* Estimating evaporation // *Eos, Transactions American Geophysical Union?* 1956, Vol. 37, Iss. 1, February, p. 43-50.
109. *Powles S.B., Thorne S.W.* Effect of high-light treatments in inducing photoinhibition of photosynthesis in intact leaves of low-light grown *Phaseolus vulgaris* and *Lastreopsis microsora* // *Planta*, 1981, Vol. 152, p.471-477.
110. *Pigott C.D. and Taylor K.* The distribution of some woodland herbs in relation to sauble of nitrogen and phosphorus in the soil // *J. Ecol.*, 1964, Vol. 52, p.175-185.
111. *Radford, A.E., et al.* Vascular Plant Systematic. Harper & Row, New York, 1974, 891 pp.
112. *Raunkiaer C.* The life-forms of plants and their bearings on geography, 1934, p. 2-104.
113. *Richards P.W.* The Tropical Rain Forest: An Ecological Study. New York: Cambridge Univ. Press, 1952, 450 pp.
114. *Salisbury E.J.* Seed size and mass in relation to environment // *Proceedings of the Royal Society of London B*, 1974, Vol. 186, p. 83-88.
115. *Shelford, V.E.* Some Concepts of Bioecology // *Ecology* (July), 1931, Vol. 12, N. 3, p.455-467.
116. *Sheikh K.H.* The effects of competition and nutrition on the inter-relations of some wet-heath plants // *J. Ecol.*, 1969, Vol. 57, p. .87-99.
117. *Sifton H.B.* 1945 Air-space tissue in plants // *Bot. Rev.*, Vol. 11, p.108-143.
118. *Slatyer, R. O.* The signiificanice of the permanent wilting percentage in studies of plant and soil water relations // *Bot. Rev.*, 1957, Vol. 23, p.585-636.
119. *Stavy R, Galun E, Gressel J.* Photochemical and photobiological reviews // *Arch Biochem Biophys*, 1972, Vol. 6, N. 195, p.23-29.
120. *Singh, J., and S.N. Deshmukh* // *Indian J. agric. Sci.*, 1974, Vol. 44, p.517-520.
121. *Sigh J.S., and Yadava P.S.* Seasional variation in composition, plant biomas, and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetra // *India, Ecology Monographs*, 1974, Vol. 44, p. 351-376.

122. *Smith, K.J.* Nutrient composition of cottonseed meal // *Feedstuffs*, 1970, Vol. 42, N 16, p.19-22.
123. *Spraragen and Claussen*, *Welding Journal*, Res. Supplt., V, July, 1940, p.241-245.
124. *Schopfer W.H.* Labiosynthese de la biotine par un microorganisme autotrophe pour cette vitamine (*Phycomyces blakesleeanus*). Un nouveau facteur de croissance pour la levure // *Z. Vitaminforsch.*, 1943, Vol. 14, p.42-70.
125. *Stoli H.* General features of the limnology of Amozonia // *Verh. intern.Ver. Limnol.*, 1964, Vol. 15, p. 1053-1058
126. *Tansley A.G.* The Stelar theory-ahistory and acriticism. II The metamorphosis of the stele // *Science Progress* 5, p.215-226
127. *Tansley A.G.* «The early history of modern plant ecology in Britain» // *Journal of Ecology*, 1904, Vol. 35, p.130-137.
128. *Ting İ.P. et all.* Die Lichtabhängigkeit der Assimilation von Sonnen- und Schattenblatt einer Buche unter ökologischen Bedingungen / 8th International Botanical Congress. Soc., 13, p.100-102.
129. *Ting I.P., Dugger WM. Jr.* CO₂ fixation in *Opuntia* roots // *Plant Physiol.*, 1966. Vol. 41: p.500-505.
130. *Turesson, G.* Slope exposure as a factor in the distribution of *Pseudotsuga taxifolia* in arid parts of Washington // *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 41, 1914, N. 6, p.337-345.
131. *Turesson G.* The species and the variety as ecological units, 1922 a, *Hereditas* 3, p.100-113.
132. *Turesson G.* Rassenologie und pflanzengeographie, *Botaniska, Notiser*, 1936, p.420-437.
133. *Thomson A.J., McMinn R.C.* Effects stock type and site preparation of growth to crown closure of white spruce and lodge pole pine // *Canad. J. Forest Res.* 1989, Vol. 19, N 2. p. 262-269.
134. *Trangullini W.* Die Lichtabhängigkeit der Assimilation von Sonnen- und schattenblättern einer buche unter ökologischen Bedingungen. / 8th international Bot. Cong. Soc., 1959, 13: p. 100-102.
135. *Winkler Prins'* Geïllustreerde Encyclopaedie. 3rd ed. (3de, geheel om – en bijgewerkte druk.) Chief editor: Henri Zondervan. 16 vol., 1905-1912. Amsterdam: Elsevier.
136. *Winters E. and Simonson R.W.* The subsoil. *Advances in Agronomy*, 1951, vol. 3, p.1-92.

137. *Williams G.D.V.* Estimated Bioresource Sensitivity to Climatic Change in Alberta, Canada // *Clim. Change*, 1985, Vol. 7, p.55-69.
138. *Whitenead F.H. & Luti, R.* Experimental studies of the effect of wind on plant growth and anatomy. I. *Zea mays*. *New Phytol*, 1962, p. 56-61.
139. www.bmm.az/news.php?id=19520
140. www.google.az
141. www.potamogetonaceae.e-monocot.org/taxonomy/term/659.
142. www.coqrafiya.info/2013/11/thitd-suyun-dovran.html.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
Fəsil 1. EKOLOGİYANIN BƏZİ ƏSAS ANLAYIŞLARI.....	9
1.1. Məhdudlaşdırıcı (limitləyici) faktorlar və toleranqlıq qanunları.....	9
1.2. Konvergeniya, divergeniya və növün yayılmasına təsir edən amillər	11
1.3. Bitkilərin həyat formaları	13
1.4. Bitki qrupları, rəqabət, uğursuzluq və növün ekoloji toleranqlığı.....	19
1.5. Növün qidalanması və ekoloji nailiyyəti	23
Fəsil 2. ƏSAS STRESS FAKTORLARI VƏ ONLARIN BİTKİLƏRƏ TƏSİRİ (AUTEKOLOGİYA).....	25
2.1. Torpaq amili	28
2.1.1. Ana süxur (maddə)	30
2.1.2. Torpağın strukturu.....	33
2.1.3. Torpağın havalanması.....	42
2.1.4. Torpağın temperaturu və üzvi maddələri	50
2.1.5. Torpaqda yaşayan orqanizmlər	57
2.1.6. Torpaqda olan su	60
2.1.7. Torpaqda həll olmuş maddələr və onun reaksiyası (pH)	74
2.1.8. Torpaqda olan turşu və qələvilər	79
2.1.9. Torpağın duzluluğu	82
2.1.10. Torpağın inkişafı	87
2.1.11. Torpaqların təsnifatı.....	92
2.2. İqlim faktorları.....	94
2.2.1. Işıq amili	94
2.2.1.1. Işıq şiddətindəki dəyişikliklər	98

2.2.1.2.	İşığın bitkilərin böyümə və inkişafına təsiri.....	103
2.2.1.3.	Fotoperiodizm və fotomorfogenez	112
2.2.2.	Fitosenozda istilik faktoru.....	115
2.2.2.1.	İstiliyin bitki örtüyünə təsiri və termoperiodizm.....	117
2.2.3.	Su amili	127
2.2.3.1.	Bitkilərin suya olan ehtiyacı və su mənbələri.....	130
2.2.3.2.	Bitkilər tərəfindən suyun qəbul edilməsi və su tarazılığı	134
2.2.3.3.	Suya münasibətinə görə bitkilərin təsnifatı.....	136
2.2.4.	Külək faktoru	158
2.2.4.1.	Küləyin bitkilərə təsiri və qoruma zolaqları	160
2.2.5.	Yanğın (pirogen) faktoru.....	178
2.2.5.1.	Yanğın temperaturu və onun geomorfoloji proseslərə təsiri	178
2.2.5.2.	Yanğının qida zəncirinə və bitkilərin inkişafına təsiri .	183
2.2.5.3.	Yanğının bitkilərin cücərməsinə, qruplaşmasına və xəstəliklərinə təsiri	191
2.3.	Relyef və yüksəkliyin bitki örtüyünə təsiri.....	194
2.4.	Fitosenozların formalaşması, quruluşu və təsnifatı.....	200
2.5.	Bitki örtüyünün tipləri	203
2.6.	Orqanizmlər arasında qarşılıqlı əlaqələr	209
2.6.1.	Simbioz	210
2.6.2.	Parazit, epifit və sarmaşan bitkilər.....	216
2.6.3.	Karnivor (həşərat yeyən) bitkilər və amensalizm	220
Fəsil 3.	EKOLOJİ HƏYAT TSİKLİ	224
3.1.	Miqrasiya	225
3.1.1.	Bitkilərin hərəkətmə gücü və yayılma vasitələri.....	225
3.1.2.	Bitkilərin yeni ərazilərə yayılması və uyğunlaşması.....	229
3.1.3.	Bitkilərin yeni şəraitdə böyümə və inkişafı	232
3.2.	Heyvanların bitkilərin tozlanma və yayılmasında rolu	247

Fəsil 4. EKOLOJİ UYGUNLAŞMA VƏ TƏKAMÜL.....	252
4.1. Uyğunlaşmaların mənbəyi.....	253
4.2. Növlərarası dəyişikliklərin ekoloji əhəmiyyəti.....	259
Fəsil 5. TƏTBİQİ EKOLOGİYA.....	262
5.1. Ətraf mühitin mühafizəsi	263
5.2. Ekoloji (bioloji) məhsuldarlıq	271
5.2.1. Bioloji məhsuldarlığın ölçülməsində istifadə olunan üsullar.....	273
5.3. Ətraf mühitin çirklənməsi və bitkilərə təsiri	276
Fəsil 6. EKOLOJİ PROBLEMLƏRİN HƏLLİNDƏ TƏDQİQATLARIN ROLU	295
6.1. Kosmik tədqiqatlar və ekoloji problemlər	295
Fəsil 7. AZƏRBAYCANIN NADİR BİTKİLƏRİ	299
ƏDƏBİYYAT	307

Çapa imzalanmışdır: 11.06.2018

Kağız formatı: 60x84 1/16; Həcmi: 20,0 ç.v.,

Sifariş 232. Tirajı: 250 (I b. 50) nüsxə

«Bakı Universiteti Nəşriyyatı», Bakı, AZ 1148, Z. Xəlilov, 23