

அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழக முன்னாள் மாணவர்களின் முன்னிடுப்பு

தமிழே தமிழரின் அடையாளம்!



சூதல் லெர்டீ

அறிவியல் தமிழ் இதழ்

மலர் - 05

இதழ் - 07

ஜூலை - 2025

தனிச்சுற்று

அறிவியலுக்கும் தமிழுக்குமான பாலம்

- அறிவியல் தமிழ் இதழ்





ஆசிரியர் பக்கம்...

முதல்மொழி அறக்கட்டளையின் முதன்மை நோக்கமான அறிவியல் தமிழை வளர்த்தெடுப்பதில் நமது முதல்மொழி மின்னிதழ் தொடர்ந்து அறிவியல், தொழில்நுட்ப கட்டுரைகளை செய்திகளை வெளியிடுவதோடு, புது எழுத்தாளர்களை ஊக்குவித்து படைப்பாளிகளை உருவாக்குவதிலும் கவனம் செலுத்தி வருகிறது.

இந்த இதழில் அறிவியல், தொழில்நுட்ப ஆங்கில சொற்களுக்கு இணையான தமிழ் சொற்களை தொகுத்து 100 சொற்களை வெளியிட்டு இருக்கிறோம். இந்த முயற்சி தொடர்ந்து, பல்வேறு துறைகளில் விரிவுபடுத்தி தொகுத்து அதை ஒரு நூல்வடிவிலே வெளியிட்டால் அது எழுதுபவர்களுக்கும், மாணவர்களுக்கும் பெரிதும் பயன்படும். வாசகர்கள் அனைவரும் இந்த முயற்சிக்கு ஒத்துழைத்து, அவர்கள் சார்ந்த துறைகளிலே புதிய சொற்களை தமிழில் அறிமுகப்படுத்த வேண்டும்.

இந்த புது முயற்சியோடு, இந்த இதழில் கட்டுமான விபத்துகளை அலசி ஆராய்ந்து கட்டுமானத்துறையில் செய்ய வேண்டிய மாற்றங்கள் குறித்து “கட்டுமான விபத்துகள்- கட்டுப்படுத்துவது எப்படி? “கட்டுரையும், நீர்மின் ஆற்றல் கடந்து வந்த பாதையையும் எதிர்காலத்தில் தன் இடத்தைக்க வைத்துக் கொள்ள செய்ய வேண்டிய தொழில்நுட்ப மேம்பாடுகள் குறித்து “இனியும் நீர் மின் ஆற்றல் அளவு அதிகரிக்க வாய்ப்பு உள்ளதா?” கட்டுரையும் விளக்குகின்றன. இத்துடன் கரிமத் தன்மயமாக்கம், செயற்கை நுண்ணறிவு-புரத அமைப்புக்களை அவிழ்த்தல், இதயம் ஒரு எக்கி, நிறமிகளின் செயல்பாடுகள் பற்றிய கட்டுரைகளும் இடம் பெற்றிருக்கின்றன.

முதல்மொழி அறக்கட்டளையின் செயற்குழு, இதழை அடுத்த கட்டத்திற்கு கொண்டு செல்லும் வகையிலே ஒவ்வொரு காலாண்டிலும் புதிய பொலிவோடு அச்சிட்டு காலாண்டு இதழாக வெளியிட முடிவு செய்திருக்கிறது என்பது ஒரு வரவேற்கதக்க மகிழ்வான செய்தி. இது தமிழகமெங்கும் மாணவர்களை சென்றடைய வழிவகுக்கும். முதல் காலாண்டு இதழ் வருகிற செப்டம்பர் திங்களில் வெளிவர இருக்கிறது. முதல் இதழை செப்டம்பர் 27 ஆம் நாள் சனிக்கிழமை மாலை அறிவியல் தமிழ் விழா நடத்தி அந்த விழாவில் வெளியிட திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. அந்த விழாக் குறித்த அறிவிப்பும் அழைப்பிதழும் விரைவில் அனைவருக்கும் வந்து சேரும்.

ஒரு இதழின் தரம் உயர வாசகர்களின் கருத்தும் படைப்பாளிகளுக்கு அவர்கள் தரும் ஊக்கமும் தலையாயது. இதை கருத்தில் கொண்டு வாசகர்கள் அனைவரும் இதழை படித்தபின் தங்கள் கருத்துக்களை ஆசிரியர்க்கு முவிற்கு அனுப்பி வைக்குமாறு கேட்டுக் கொள்கிறோம். அனுப்ப வேண்டிய மின்னஞ்சல் : camarivan@yahoo.co.in

பால பன்னீர்செல்வம்
ஆசிரியர் குழுவுக்காக



முதல்மொழி
வழங்கும்



மேலும்
விவரங்களுக்கு

அறிவியல் வளர்ப்போம் குறும்படப் போட்டி - 2025

₹50,000 ₹30,000 ₹20,000
முதல் பரிசு இரண்டாம் பரிசு மூன்றாம் பரிசு

விண்ணப்பிக்க கடைசி தேதி 31-10-2025

முடிவு அறிவிக்கப்படும் தேதி : 15-11-2025

பரிசுகள் வழங்கும் விழா : நாள் பின்னர்
அறிவிக்கப்படும்

நுழைவுக்கட்டணம்: ₹300

பதிவேற்ற இணைப்பு: <https://filmfreeway.com/mmsff2025>

போட்டியின் விதிமுறைகள் மற்றும் விவரங்கள்:

1. குறும்படம் அதிகபட்சம் 20 நிமிடங்களுக்குள் இருக்க வேண்டும் மற்றும் உள்ளடக்கம் அறிவியல் தமிழைக் கருப்பொருளாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும்
2. பதிப்புரிமை பெற்ற வீடியோ/ இசை அனுமதிக்கப்படாது மற்றும் குறும்படம் எந்த தளத்திலும் முன்னதாக வெளியிடப்பட்டிருக்கக்கூடாது
3. குறும்படத்தின் தலைப்பு தமிழில் இருக்க வேண்டும்
4. உரையாடல்களில் மற்ற மொழிகளை அதிகமாகப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்கவும்
5. வடிவம் MP4 இல் இருக்க வேண்டும்



தொடர்புக்கு

mudhalmentry@gmail.com
www.mudhalmozhi.org

பாவேந்தர் நனைவு கவிதைப் போட்டி

முதல் மொழி முன்னெடுக்கும் உலகப் பெருங்கவிஞர் பாவேந்தர் பாரதிதாசன் அவர்கள் குறித்து கவிதை போட்டி !

முதல் பரிசு	₹ 5000
இரண்டாம் பரிசு	₹ 3000
மூன்றாம் பரிசு	₹ 2000

கவிதைகள் 24 வரிகளுக்குள் இருக்க வேண்டும்.

மரபுக் கவிதை/ புதுக்கவிதை எந்த வடிவிலும் எழுதலாம் உலகின் எந்த நாட்டில் இருந்தும் கவிஞர்கள் இப்போட்டியில் பங்கேற்கலாம் கவிதைகள் தமிழில் மட்டுமே எழுதப்பட வேண்டும்.

பிறமொழிச் சொற்கள் முற்றிலும் தவிர்த்தல் நலம் *மின்னஞ்சலில் 'யுனிக்கோட்' எழுத்துருவில் கவிதைகளை அனுப்பி வைக்க வேண்டும்.

கவிதைகள் அனுப்ப வேண்டிய மின்னஞ்சல் முகவரி
rstalin2000@yahoo.com

கடைசி நாள் 25.07.2025

- * நடுவர் குழுவின் தீர்ப்பே இறுதியானது*
- * போட்டியில் வெற்றி பெற்ற கவிதைகளை முழுமையாகவோ/ அல்லது குறிப்பிட்ட சில வரிகளாகவோ தேர்வு செய்து அதை முதல் மொழி இதழில் அச்சாக்கம் செய்யப்பட்டு கவிஞர்களை உலகிற்கு அறிமுகப்படுத்துவோம்.
- * போட்டி குறித்து கூடுதல் தகவல்கள் அறிய..தொடர்பு எண்கள்.

கவிஞர்கள் / எழுத்தாளர்கள்

திரு. பால. பன்னீர்செல்வம்

+91 94443 97937

திரு. அ. அன்பழகன்

+91 98842 90291

திரு. பா. ராசேந்திரன்

+91 87544 49408

திரு. ஸ்டாலின் ராமகிருஷ்ணன்

+91 99406 48233

பரிசு வழங்கும் நிகழ்ச்சி வரும் 26/7/2025 அன்று சென்னை கோட்டூர்புரத்தில் அமைந்துள்ள *அண்ணா நூற்றாண்டு நூலக அரங்கில் சிறப்பு விருந்தினர்களால் வழங்கப்படும்.



முதல் ஷமாழ் தொண்டு மற்றும் கல்வீ அறக்கட்டளையின் முப்பெரும் விழா

நாள்: 26.07.25 (சனிக்கீழமை)

நேரம்: மாலை 5.00 – 8.00 மணி வரை

(தேநீர் - 4.30 மணி)

இடம்: அறஞர் அண்ணா நூற்றாண்டு நூலகம். கோட்டுர்புரம்.

நகழ்ச்சி நரல்

நகழ்வு - 1



செஃப் காயத்ரி
Tositos

அடுப்படி மரபு
(பாரம்பரிய சமையல் போட்டி)

பரிசு வழங்கும்
சிறப்பு விருந்தினர்கள்



திருமதி. ஷஃபியா உசேனா
Cheerystar's Baking company.

ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திருமதி. சுப்புலட்சுமி சண்முகசுந்தரம் | திருமதி. ஜெயமீனாட்சி ஆவிச்சி

நிகழ்வு - 2



பாவேந்தர் பாரத்தாசன் கவிதைப் போட்டி
வெற்றி பெற்ற மூன்று கவிதைகள் விழாமேடையில்
வெற்றி பெற்றவர்களால் வாசிக்கப்படும்

வாழ்த்துரை - திரு. எம். சுப்ரமணியன் சிபிசிஎல்,
ஐஓசி பெட்ரோனாஸ், மலேசியா மேனாள் மேலாளர்.

ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்
திரு.பால பன்னீர்செல்வம் | திரு.ஸ்டாலின் ராமகிருஷ்ணன்

நிகழ்வு - 3

திரு. தமிழ் இயலன் அவர்களின் மணிவிழா மலர்
மற்றும் நூல் வெளியீட்டு வாழ்த்துரை -
முதல் மொழி அறங்காவலர்கள்

சிறப்பு விருந்தினர் அறிமுக உரை
அ.அன்பழகன்



சிறப்பு விருந்தினர்

எழுத்தாளர், பேச்சாளர், கதை சொல்லி,
திரு. பவா செல்லதுரை அவர்கள்,

ஏற்புரை - கவிஞர் தமிழ் இயலன்
நன்றியுரை - திரு.ப.இராசேந்திரன்

அனைவரும் கலந்துக்கொண்டு சிறப்பியுங்கள் ♥ !!



சுசல் லெர்ன்

நூல் அறிமுக விழா

சனிக்கிழமை, 9.8.2025, மாலை 5.30 மணி
இடம்: இரண்டாம் தளக் கருத்தரங்கக் கூடம்
அண்ணா நூற்றாண்டு நூலகம், கோட்டுர்புரம், சென்னை

மு.இராமனாதன் எழுதிய தண்டிக்கப்படுகிறதா தமிழ்நாடு?

சமூகம், பொறியியல் சார்ந்த கட்டுரைகள்
இந்து தமிழ் திசை வெளியீடு

தலைமை : கவிஞர் தமிழ் இயலன்

வரவேற்புரை : பொறிஞர் பால பன்னீர்செல்வம்

வாழ்த்துரை : திரு வி தேவதாசன் - பொறுப்பாசிரியர்
இந்து தமிழ் திசை பதிப்பகம்

பேரா சி கோதண்டராமன்

மேனாள் முதல்வர், புதுவைப் பொறியியல் கல்லூரி

நூல் வெளியீட்டுச் சிறப்புரை : **ஆர் பாலகிருஷ்ணன், IAS**
தலைவர், உலகத் தமிழாராய்ச்சி நிறுவனம், தரமணி

நூல் பெறுபவர் : பொறிஞர் சிவ இளநகை
நிறுவனர், முதல் மொழி அறக்கட்டளை

ஏற்புரை : மு இராமனாதன் - நூல் ஆசிரியர்

நன்றியுரை : கவிஞர் ப இராசேந்திரன்

உள்ளடக்கம்



கரிமத்
தன்மயமாக்கம்
(Carbon Sequestration)

9

22

அறிவியலை
தமிழ்படுத்துவோம்

ப இராசேந்திரன்



இனியம் நீர் மின்
ஆற்றல் அளவு
அதிகரிக்க வாய்ப்பு
உள்ளதா?

11

பால. பன்னீர்செல்வம்



நிறமிகளின்
செயல்பாடும்
சமூகச் சிந்தனையும்

23

ஜெயராஜ் நல்லதம்பி



கட்டுமான
விபத்துகள்-
கட்டுப்படுத்துவது
எப்படி?

14

மு இராமனாதன்



இதயம் ஒரு
மனித எக்கி

27

முனைவர் நா வெங்கட்ராமன்,
சிங்கை



உயிரைப்
புரிந்துகொள்வதில்
செயற்கை நுண்ணறிவு:
புரத அமைப்புகளை
அவிழ்த்தல்

17

பா.பாண்டியராஜன்



இன்றைய தேவை!
அறிவியல் பார்வை!

29

முனைவர்
இரா. கோதண்டராமன்



ப இராசேந்திரன்

பொருளாளர்

முதல்மொழி தொண்டு மற்றும் கல்வி அறக்கட்டளை

கரிமத் தன்மயமாக்கல் (Carbon Sequestration)

பு மியின் வெப்பம் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்து வருகிறது. இதற்கான முக்கிய காரணிகளில் ஒன்று காப்பன் டைஆக்ஸைடு (CO₂) என்னும் வாயு. இது பெரும்பாலும் காற்றில் சேர்வது எவ்வாறு என்றால் – தொழிற்சாலைகள், வாகனங்கள், மின் உற்பத்தி நிலையங்கள், மரவெட்டுகள் போன்ற மனித செயல்கள் மூலமாக.

இந்த CO₂ காற்றில் சேரும்போது, அது வெப்பத்தை பூமிக்குள் சிக்க வைத்துவிடுகிறது. இதுவே காலநிலை மாற்றம் (climate change), கடுமையான வெப்பம், வரட்சி, மழை இல்லாத காலங்கள், இயற்கை சீற்றங்கள் ஆகியவற்றுக்கு வழிவகுக்கிறது.

இந்த நிலையில், உலகமே கவனம் செலுத்தும் ஒரு முக்கியத் தீர்வு தான் கரிமத் தன்மயமாக்கம் (Carbon Sequestration).

கரிமத் தன்மயமாக்கம் என்றால் என்ன ?

இது ஒரு சாதாரண விஷயம் போல் தோன்றினாலும், மிகவும் முக்கியமான, அவசியம் தேவைப்படும் செயல்முறை. கரிமத் தன்மயமாக்கம் என்பது காற்றில் இருக்கும் காப்பன் டைஆக்ஸைடு (CO₂) வாயுவை எடுத்துத் தாங்கி, அதை நிலத்தில், மரங்களில் அல்லது கடல் பகுதிகளில் சேமிக்கும் செயலாகும்.

இதற்கு இரண்டு முக்கியமான முறைகள் உள்ளன –

1. இயற்கை வழி
2. தொழில்நுட்ப வழி

இயற்கை வழியால் கரிமத் தன்மயமாக்கம் மரங்கள்:

ஒவ்வொரு மரமும் காற்றிலுள்ள CO₂-ஐ உறிஞ்சி, அதை தங்களுள் சேமித்து வைத்துக் கொள்கின்றன. மரங்களை நட்டால், அது பசுமையை மட்டுமல்ல, காப்பனை குறைக்கும் சக்தியையும் அளிக்கிறது.

மண்:

இயற்கை விவசாயம், பசுமை நிலங்கள், தோட்டங்கள் – இவையே எல்லாம் காப்பனை நிலத்திற்குள் தேக்கி வைக்கும் ஆற்றல் கொண்டவை.

சதுப்பு நிலங்கள் - கடல் பாசிகள்:

இவை பெரிய அளவில் காப்பனை உறிஞ்சும் தன்மை கொண்டவை.

தொழில்நுட்ப வழி:

தொழிற்சாலைகள் மற்றும் மின் நிலையங்களில் CO₂ வெளியேறுவதைத் தடுக்கும் பல்வேறு

தொழில்நுட்பங்கள் தற்போது உலகம் முழுவதும் உருவாகி வருகின்றன.

சில அதிநவீன தொழில்நுட்பங்கள் CO₂-ஐ நேரடியாக பிடித்து, அதை நிலத்துக்கு அடக்கமாகக் கொண்டு சென்று சேமிக்கின்றன. அல்லது அதைப் பிடித்து வேறு பயன்பாட்டிற்கு மாற்றுகின்றன.

கரிமத் தன்மயமாக்கம் ஏன் இது அவசியம்?

1. காலநிலை மாற்றத்தை கட்டுப்படுத்த
 2. சுற்றுச்சூழலை பாதுகாக்க
 3. கடல் அரிப்பைத் தடுக்க - கடற்பாசி காடுகள் கடல் அரிப்பைத் தடுப்பதிலும், கரிமத் தன்மயமாக்கத்திலும் பங்களிக்கின்றன
 4. விவசாய நிலத்தை சீராக வைத்திருக்க
 5. மனிதர்களின் வாழ்வாதாரத்தை பாதுகாக்க
- இவை எல்லாம் கரிமத் தன்மயமாக்கத்தை மிக அவசியமான முயற்சியாக மாற்றுகின்றன.

நாமும் செய்யக்கூடிய சில எளிய செயல்கள்:

1. ஒவ்வொருவரும் ஒரு மரம் நடலாம். ஒரு மரம் ஒரு ஆண்டுக்கு சுமார் 20 கிலோ CO₂-ஐ உறிஞ்சும்.
2. பசுமை விவசாயம் செய்ய ஊக்குவிக்கலாம்.
3. குப்பைகளை எரிப்பதை தவிர்த்து, உரமாக மாற்றலாம்.
4. சைக்கிள் மற்றும் பொதுப் போக்குவரத்தை பயன்படுத்தலாம்.
5. மின்சார சேமிப்பு சாதனங்களை பயன்படுத்தலாம்.

முடிவாக...

காற்றில் காா்பன் அதிகரிப்பது என்பது நம் வாழ்வையும், வாழ்வாதாரத்தையும் பாதிக்கிறது. ஆனால் அதை குறைக்க பல வழிகள் இருக்கின்றன. அதை அனைவரும் கடைப்பிடிப்போம்.

காா்பனை கட்டுப்படுத்துவோம், காற்றை சுத்த மாக்குவோம் - பூமிக்கும், நமக்கும் புத்துயிர் கொடுப்போம்!

முதல் மொழி அறக்கட்டளையின்

அறிவியல் தமிழ் விழா - செப்டம்பர் 27 ஆம் நாள்
சனிக்கிழமை மாலை 5 மணி.

1. முதல் மொழி அறிவியல் காலாண்டு இதழ் வெளியீடு
2. புதுமையான அறிவியல் வினாடி வினா போட்டி- பரிசுகள் வழங்கல்
3. அறக்கட்டளை கல்வி உதவித்தொகை வழங்கல்
4. அண்ணாமலை அரசர் நினைவு சிறந்த தொழில் முனைவோருக்கான பரிசு வழங்கல்.

பரிசுகளை வழங்கி, அறிவியல் காலாண்டு இதழை தமிழக உயர்கல்வி துறை அமைச்சர் வெளியிட திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

விழாவின் விரிவான தகவல்கள் விரைவில் பகிரப்படும்

இனியும் நீர் மின் ஆற்றல் அளவு அதிகரிக்க வாய்ப்பு உள்ளதா?



பால. பன்னீர்செல்வம்
பொறியாளர், சூழலியலாளர்

நீர் மின் ஆற்றலின் வரலாற்று துவக்கம் குறைந்தது சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாக இருக்கிறது. கிரேக்கர்கள் 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே கோதுமையை மாவாக அரைக்க நீரால் இயங்கும் சக்கரத்தை பயன்படுத்தினார்கள். சீனாவின் ஹன் அரசு பரம்பரை நீரின் சக்தியை நீரில் இயங்கிய சக்கரத்தின் மூலம் சம்மட்டியை இயக்கி தானியத்திலிருந்து உமியை பிரித்தனர். நீர் ஆற்றல் தொழில்நுட்பத்தில் பல முக்கியமான வளர்ச்சிகள் 19ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் நடந்தன. உலகின் முதல் நீர்மின் சக்தி திட்டம் 1878இல் இங்கிலாந்தின் நார்தம்பர்லேண்டில் ஒரு ஒற்றை விளக்கை எரிக்க உதவியது. நான்கு ஆண்டுகள் கழித்து அமெரிக்காவின் விஸ்கான்சினில் பல வாடிக்கையாளர்களின் தேவைக்காக ஒரு நீர்மின் ஆலை ஆரம்பிக்கப்பட்டது. அதன்பிறகு பத்தாண்டுகளுக்குள் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட நீர்மின்சக்தி ஆலைகள் இயக்கத்திற்கு வந்தன.

நீர்மின் சக்திமிகவும் பழமையான, புதுப்பிக்கக்கூடிய ஆற்றலில் ஒரு பெரிய ஆதாரமாக இருக்கிறது. ஓடிவிழும் நீரை பயன்படுத்தி மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறது. அணையை கட்டி உயர வேறுபாட்டை உண்டாக்கி, உயரத்திலிருந்து குழாயின் வழியாக நீரை விழச் செய்து அந்த சக்தியை கொண்டு மின்சக்தி உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. குறைந்த

உற்பத்தி செலவில் மின்சக்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் தாங்கதகு மின் உற்பத்தி முறையாக விளங்குவது இதன் சிறப்பு.

அதிக உற்பத்தி திறன் அனல்மின், அணுமின் நிலையங்களில் தான் முடியும் என்று நினைப்பவர்கள் சீனாவையும், தென் அமெரிக்கா நாடுகளையும் சற்று உற்று நோக்க வேண்டும். பராகுவே, பிரேசில் நாடுகளின் கூட்டு முயற்சியில், எல்லையில் ஓடும் ஆல்டோ பரானா நதியில் 643 அடி உயரத்துடன் கட்டப்பட்ட இடாய்பு (Itaipu) அணை 14000 மெகா வாட் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யும் திறன் கொண்டது. அதன் நீர்தேக்கம் ஏறக்குறைய 160 கிமீ நீண்டுள்ளது. இது 1984இல் உற்பத்தியை தொடங்கியபொழுது அது பெரிய நீர்மின்சக்தி நிலையம். இந்த பெருமையை தற்பொழுது சீனாவின் திரி கார்ஜஸ் (Three Gorges dam) அணை தக்க வைத்துக் கொண்டிருக்கிறது, காரணம் இதன் 34 விசையாழி மின் ஆக்கிகள் மூலம் 22500 மெகா வாட் உற்பத்தியை நிரூபித்து இருக்கிறது.

அணையின் உயரத்திலிருந்து நீரை செலுத்தி விசையாழியை (turbine) இயக்கி, அது மின்னாக்கியை (generator) சுழலவிட மின்சாரம் உற்பத்தியாகுகிறது. விசையாழி உயரத்தில் இருந்து விழும் நீரின் இயங்காற்றலை (kinetic energy) சுழற்சி இயந்திர ஆற்றலாக மாற்றுகிறது.

இந்த சுழற்சி ஆற்றலை தேவைப்படும் மின் ஆற்றலாக மாற்றுவது மின் ஆக்கிகள். உற்பத்தி ஆகும் மின்சாரம் மின்மாற்றி (transformer) மூலமாக அனுப்பும் பொழுது அதன் மின்னழுத்தம் (voltage) அதிகரிக்கப்பட்டு மின்கம்பிகள் (power lines)! மூலம் வாடிக்கையாளர் இடங்களுக்கு கடத்தப்படுகிறது.

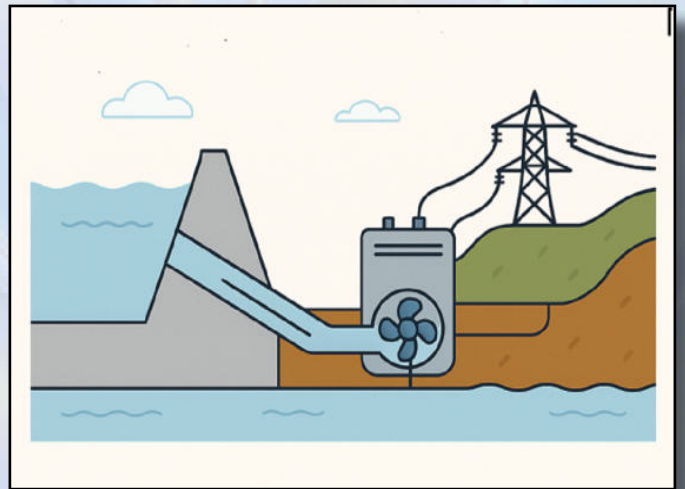
அணை நீரை உயரத்தில் சேமிக்கிறது. சேமிக்கப் பட்ட நீரின் நிலையாற்றல், அது பெரிய குழாயின் மூலம் வெளியேற்றப்படும்பொழுது பயன்படுத்தப்படுகிறது. குழாய் வழியாக கீழ் நோக்கி ஓடும் நீர் இயங்காற்றலை பெறுகிறது. இந்த இயங்காற்றல் சுழற்சி ஆற்றலாகவும், இறுதியாக மின் ஆற்றலாகவும் மாறுகிறது.

நீர் விசையாழி சுழலிக் கத்திகளோடு (blades) இணைக்கப்பட்டுள்ள சுழலும் தண்டையும் (rotor shaft) கொண்டது. நீர் சுழலிக் கத்தியின் மேல் வேகமாக விழுந்து அது சுழன்று, தண்டும் சுழலுகிறது. சுழல் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்ஆக்கி, சுழல் ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்ற உதவுகிறது. பொதுவாக, நீரின் அழுத்தம், அளவு, விசையாழி அமைக்கப்படும் ஆழம், திறன், மூலதனம் இவைகளின் அடிப்படையில் எந்த வகையான விசையாழி பயன்படுத்த வேண்டும் என்பது தீர்மானிக்கப்படுகிறது. குறைந்த அழுத்தம் ஆனால் அதிக ஓட்ட அளவும் உள்ள இடங்களில் எதிர்வினை விசையாழிகளும், அதிக அழுத்தமும் குறைந்த ஓட்ட அளவும் உள்ள இடங்களில் தூண்டுகை (impulse) விசையாழிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விசையாழியைடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் ஆக்கி சுழல் தண்டும் (rotor) அசையாதிருக்கும் பகுதியான நிலைப்பியும் (stator) கொண்டது. சுழல் தண்டு சுழலும் பொழுது காந்தமாக்கப்பட்டு, அந்த காந்தபுலம் மின்னழுத்தத்தை தூண்டுகிறது. கிளர்வி-சீராக்கி (exciter-regulator) என்கிற கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பு மின்ஆக்கியின் வெளிப்படும் மின்னழுத்தத்தை நிலைப்படுத்துகிறது. மின் ஆக்கியின் சுழல் வேகம் என்பது விசையாழியின் தேர்வைக் பொறுத்தது.

அணையை கட்டி நீரை சேமித்து இயக்கப்படும் நீர்மின்சக்தி நிலையங்களை தவிர உச்ச நேரம் இல்லாத பொழுது நீரை மேல் உள்ள தொட்டிகளுக்கு இறைத்து அதை உச்ச நேரத்தில் தேவைப்படும் பொழுது மின்உற்பத்தியை செய்து கொள்ள நீர் ஏற்றப்படும் சேமிப்பு உற்பத்தி நிலையங்கள் பயன்பாட்டில் உள்ளன. குறிப்பாக, சூரிய மின்சக்தி, காற்றாஸையில் உற்பத்தியாகும் மின்சக்தி ஒரு நாளில் 24 மணி நேரமும் தொடர்ந்து கிடைக்காத நிலையில், ஏற்றப்பட்டு சேமிக்கப்படும் நீரைக் கொண்டு இரவிலோ அல்லது மற்ற புதுப்பிக்கக்கூடிய ஆற்றல் உற்பத்தி இல்லாத நேரங்களில் மின் உற்பத்தியை சாத்தியமாக்க முடியும். புதைபடிவ எரிப்பொருள்களின் வழி மின்உற்பத்தியை குறைக்கும் முயற்சிக்கு இது உறுதுணையாக அமையும்.

பயன்படுத்த பயன்படுத்த திரும்பி நிறைவு செய்யக்கூடிய இயற்கை நீர் வளம் என்பதாலும் எந்த ஒரு உற்பத்தி நிலையிலும் பசுமை வாயுக்களை வெளியிடாத தன்மையாலும் நீர் மின்சக்தி உற்பத்தி நிலையங்கள் மிகவும் விரும்பப்படுகிற ஆற்றல் ஆதாரங்களாக இருக்கின்றன. இப்படி இதைவரவேற்பதற்கு மற்றொரு வலிமையான காரணமும் இருக்கிறது. அது மூலதன முதலீடு, நடப்பு மூலதனம், பராமரிப்பு செலவு குறித்தது. மூலதன முதலீட்டுக்கு பிறகு ஆகும் செலவுகள் இதில் குறைவு இதில் அதிக எண்ணிக்கையில் இயந்திரங்கள் இல்லை, பயன்படுத்தப்படும் இயந்திரங்களின் பராமரிப்பு எளிது. இந்த நன்மைகள் நீர் வழி மின்சக்தி உற்பத்தி ஆதாரத்தை ஆகச்சிறந்த புதுப்பிக்கக்கூடிய ஆற்றல் ஆதாரமாக உயர்த்தி இருக்கிறது.



இது ஒருபுறமிருக்க, இதில் உள்ள சில இடர்பாடுகளையும் கவனத்தில் கொண்டு முடிவு எடுக்க வேண்டும். ஒன்று, அணையை கட்டுவதற்கு பெரும் முதலீடு தேவைப்படுகிறது. இரண்டாவது, புதியதாக ஓர் அணையை கட்ட வேண்டுமென்றால் ஆறுகளின் சுற்றுச்சூழல் மண்டலத்திற்கு உண்டாகும் விளைவுகள், காட்டுயிர் வாழ்விடங்களின் பாதிப்பு, நீர் சேமிக்கும் பகுதியில் உள்ள மக்கள் வாழ்விடங்கள் மற்றும் வெளியேற்றப்பட்டு வேறு இடங்களில் குடியமர்த்தப்படும் மக்கள் என இவை அனைத்தையும் கவனத்தில் கொண்டு முடிவு எடுக்கப்பட வேண்டும். இது பெரும் சிக்கலான இடர்பாடு. உலகின் மிகப்பெரிய உற்பத்தி அளவைக் கொண்ட சீனாவின் திரி காஜ்ஸ் அணையை கட்டுவதில் ஏற்பட்ட பாதிப்புகள் இதை உணர்த்தும். இந்த அணையை கட்டிய பொழுது 13 பெரிய நகரங்கள், 140 சிறிய நகரங்கள் மற்றும் 1350 கிராமங்கள் பாதிக்கப்பட்டு பல இலட்சம் மக்கள் இடம் பெயர வேண்டிய சூழல் உருவானது. சீன அரசாங்கம் இந்த மக்களுக்கு புதிய இடங்களில் புதிய இல்லங்களை அமைத்துக் கொடுத்தது. இந்த மிகப் பெரிய இடப் பெயர்வு நியாயப்படுத்த ஒரு காரணமும் இருந்தது. அனை இல்லாத பொழுது, ஆற்றோர மக்கள் தொடர் வெள்ளங்களால் பாதிப்பால் பல இன்னல்களுக்கு ஆளாயினர். அனை கட்டுவதன் மூலம் அனைக்கு கீழ்ப்பகுதி மக்கள் வெள்ள பாதிப்புகளில் இருந்து காப்பற்றப்பட்டனர். அனைகள் வெள்ளத்தை கட்டுப் படுத்தவும் பயன்படுகின்றன என்பது இதுபோன்ற திட்டங்களுக்கு ஒரு சாதகமான ஒன்று. மேலதிகமாக சிறப்புமிக்க பண்பாட்டு வரலாற்றுக்குரிய இடங்கள் தண்ணீரில் மூழ்கிப் போயின. அந்த இடங்களில் தொல்லாய்வுகளில் எடுக்கப்பட்டிருந்த தொல்லியல் கலைப் பொருட்களை மீட்டு வேறு இடங்களில் அருங்காட்சியகங்கள் அமைத்து அங்கு வைக்கப் பட்டன. இதற்கு பெரும் செலவு ஆனது.

அனை கட்ட திட்டமிடும் பொழுது இந்த இடர்பாடுகளுக்கான சரியான தீர்வுகள் அமையாவிடில் திட்டங்கள் கைவிடப்படும் சூழலும் ஏற்படும். உலக அளவில் 2023 ஆண்டு இறுதியில் 1412 ஜிகாவாட் திறன் அளவுக்கு வளர்ந்திருக்கும் நீர்மின் ஆற்றல், 2030 வரை ஆண்டுதோறும் 29 ஜிகாவாட் மின்

உற்பத்தியை அதிகரிக்க வேண்டும். 2050இல் உலக அளவில் நிகர சுழிய இலக்கை அடைய, இன்றைய நிறுவப்பட்டிருக்கும் திறன் அளவைப்போல் இரு மடங்காக வேண்டும். இந்த வளர்ச்சி நிகர சுழிய இலக்குகளை அடைய தேவைப்படுகிறது. இந்த இலக்குகள் சாத்தியப்பட ஆண்டுக்கு 13000 கோடி அமெரிக்கடாலர் அளவு முதலீடு உறுதி செய்யப்பட வேண்டும்.

நீர்மின் ஆற்றல் புதுப்பிக்கதக்க ஆற்றல்களில் மிகப்பெரிய ஆதாரமாக விளங்குகிறது. ஆறு களுக்கு வெளியே சேமிப்புகளை வெவ்வேறு உயரங்களில் உருவாக்கி உபரி மின்சாரத்தை பயன்படுத்தி நீரை ஏற்றி மேலிருந்து கீழே வெளியேற்றப்படும் பொழுது, விசையாழி மூலம் பெறப்படும் நீர்மின் ஆற்றல் ஏராளமான வாய்ப்புக்களை உருவாக்குகிறது. இது முன்பு குறிப்பிட்ட இடர்பாடுகள் அதிகம் இல்லாமல் அமைக்கப்பட்டு இயக்கப்படலாம். மின்கல சேமிப்பு போன்று நீரேற்றி மின் ஆற்றல் வசதிகளும் மின்சாரத்தை சேமித்து தேவைப்படும் பொழுது வெளியிடுவது போலவே செயல்படுகிறது.

இந்தியாவில் நீர்மின் ஆற்றலின் பங்கு, மொத்த ஆற்றல்களின் அளவில் 10.14 சதவிகிதம். 2024 இல் மொத்த நீர்மின் ஆற்றல் திறன் 52.3 ஜிகாவாட், இதில் சிறிய நீர்மின் ஆற்றல் நிலையங்களின் திறன் 5.1 ஜிகாவாட். 2031-32 இல் மொத்த நீர்மின் ஆற்றல் அளவு 67 ஜிகாவாட் ஆக உயரும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. நீர்மின் ஆற்றல் வளத்தில் உலகில் இந்தியா ஐந்தாவது இடத்தில் உள்ளது.

நீரேற்றி சேமிப்பு நீர்மின் ஆற்றல் நிலையங்களின் திறன் 4.7 ஜிகாவாட் ஆக உள்ளது. இது 2031-32 இல் 55 ஜிகாவாட்டாக உயரும் என கணிக்கப்பட்டிருக்கிறது. நீரேற்றி சேமிப்பு நீர்மின் ஆற்றல் நிலையங்களை அதிகரித்து உபரி சூரிய மின்சக்தி மற்றும் காற்றாலை மின்சக்தியை பயன்படுத்தி மின் உற்பத்தி செய்வதன் மூலம் புதைபடிவ எரிப்பொருள் கொண்டு உற்பத்தியாகும் மின் ஆற்றல் அளவு குறைக்கப்பட்டு புதுப்பிக்கதக்க ஆற்றல் அளவு அதிகரிக்கும். இது எதிர்காலத்திலும் நீர்மின் ஆற்றலின் பங்கு இன்றிமையாதது என உறுதிப்படுத்தும்.

கட்டுமான விபத்துகள்- கட்டுப்படுத்துவது எப்படி?



மு இராமனாதன்
எழுத்தாளர், பொறியாளர்
Mu.Ramanathan@gmail.com

குஜராத் மாநிலத்தில் மகிசார் ஆற்றின் குறுக்கே கட்டப்பட்ட கம்பீரா-முஜ்பர் பாலத்தின் சுமார் 10மீ நீளம் கொண்ட ஒரு பகுதி ஜூலை 9ஆம் நாள் இடிந்து விழுந்தது. பாலத்தைக் கடந்துகொண்டிருந்த வாகனங்கள் ஆற்றுக்குள் விழுந்ததில் உயிரிழந்தவர்களின் எண்ணிக்கை இதுவரை 18.

நமது நாட்டில் விபத்துகள் அன்றாடச் செய்திகளாகிவிட்டன. நாட்டின் இந்த ஒட்டு மொத்த போக்கிற்குக் கட்டுமானத் துறையும் விலக்காக அமையவில்லை. ஜூன் மாதம் இரண்டாம் வாரத்தில் மட்டும் கட்டுமானத் துறை தொடர்பாக மூன்று விபத்துச் செய்திகள் வெளியாகின. அவை ஒன்றுக் கொன்று தொடர்பு இல்லாதவை. வெவ்வேறு இடங்களில் நிகழ்ந்தவை. காரணங்களும் வேறு வேறானவை. ஆனால் அவற்றுக்கு இடையில் சில ஒற்றுமைகளும் இருந்தன.

மூன்று விபத்துகள்

முதல் விபத்து, இம்மாதம் 12ஆம் நாள் மணப்பாக்கத்தில், சென்னை மெட்ரோ ரயில் கட்டுமானத்தில் நடந்தது. இரண்டு தூண்களுக்கு இடையில் தூக்கி நிறுத்தப்பட்டு, அடுத்த கட்டமாக கெட்டிக்கப்பட விருந்த, சுமார் 100 அடிநீளமும் 75டன் எடையுமுள்ள இரண்டு கான்கிரீட் உத்தரங்கள் (girders), சாலை

யில் பைக்கில் போய்க்கொண்டிருந்த ஒருவரின் மீது விழுந்தன. அப்போதே அவர் உயிர் பிரிந்தது.



இரண்டாவது விபத்து ஜூன் 15ஆம் நாள் நடந்தது. மராட்டிய மாநிலம் புணை மாவட்டத்தில் குண்டமாலா என்கிற ஊரில் இந்திராயினி ஆற்றின் குறுக்கே கட்டப்பட்டிருந்த பாதசாரிகளுக்கான இரும்புப்



பாலம் தகர்ந்து விழுந்தது. பாலத்தின் மேல் நின்று ஆற்றை வேடிக்கை பார்க்க வந்த சுற்றுலாப் பயணிகளில், ஒரு குழந்தை உட்பட நான்கு பேர் பலியாயினர். 40 பேர் காயமடைந்தனர்.

மூன்றாவது விபத்தும் அதே நாளில் நிகழ்ந்தது. உத்தரப் பிரதேசம் மதுரா மாவட்டத்தில் கச்சி சதக் என்கிற நகரில் ஒரு மூன்று மாடிக் கட்டடம் இடிந்து விழுந்தது. மூன்று பேர் பலியாயினர். அதில் குழந்தைகள் இருவர். அருகாமைக் காலி மனையை இயந்திரங்களின் துணை கொண்டு சீர்படுத்திய போது இந்தக் கட்டடம் இடிந்து விழுந்தது.



இந்தமூன்றும்விதிவிலக்கானவிபத்துகள் அல்ல. இப்படியான விபத்துகள் நாடெங்கிலும் நடந்த வண்ணம் இருக்கின்றன. இந்த மூன்று விபத்துகளையும் அணுகிப் பார்ப்பதன் மூலம் இவற்றுக்கான காரணங்களை அறியலாம்.

தனியார் கட்டடம்

வடக்கில் தொடங்கலாம். மதுரா நகர் விபத்துச் செய்திக்கு ஆயுள் ஒரு நாள் தான். ஆகவே அதைக் குறித்து அதிகம் அறியக்கூடவில்லை. இடிந்து விழுந்த மூன்று மாடிக் கட்டடம் மண்ணாலும் செங்கற்களாலும் கட்டப்பட்டிருந்ததாகத் தெரிகிறது. அதன் சுவர்கள் மூன்று மாடிக் கட்டடத்தின் பாரத்தைத் தாங்கும் விதம் வடிவமைக்கப்பட்டிருந்தனவா என்று தெரியவில்லை. அருகாமை மனையில் மண்ணை அகழ்ந்தபோது இந்தக் கட்டடத்தின் அடித்தளம் இளகியிருக்கலாம், அதைத் தொடர்ந்து பலவீனமாக இருந்த இந்தக் கட்டடம் இடிந்து விழுந்திருக்கலாம். அதே பகுதியில் இது போன்ற இன்னும் சில 'பலவீனமான' கட்டடங்கள் இருப்பதாக மாவட்ட நீதித்துறை நடுவர் தெரிவித்திருக்கிறார்.

இப்படியான கட்டடங்களுக்கு நமது நாட்டில் எவ்விதம் அனுமதி நல்கப்படுகிறது? பொதுவாக மனை அமைந்திருக்கும் பகுதியைப் பொறுத்தும், அதன் பரப்பைப் பொறுத்தும் ஊராட்சி, நகராட்சி, மாநகராட்சி அமைப்புகள் கட்டடங்களுக்கு ஒப்புதல் வழங்கும். இதற்குத் திட்ட அனுமதி (Planning Permission) என்று பெயர். இதற்கான வரைபடங்களில் அறைகளின் நீள, அகலங்கள், கட்டடத்தைச் சுற்றி விடப்பட்டிருக்கும் இடைவெளிகள், அருகாமை மனைகள் முதலான விவரங்கள் இருக்கும். இவை கட்டட வரைபடங்கள் எனப்படும். இத்துடன் பொறியியல் வரைபடங்கள் இரா. பொறியியல் வரைபடங்களில்தான் பாரந்தாங்கும் தளங்கள், உத்தரங்கள், தூண்கள், சுவர்கள், அடித்தளங்கள் முதலானவற்றின் விவரங்கள் இருக்கும். இந்த வரைபடங்களை இந்தியாவின் பல உள்ளாட்சி அமைப்புகள் கோருவதில்லை. அவை முறையாகக் கட்டப்படுகின்றனவா என்பதைப் பரிசோதிப்பதும் இல்லை. விபத்துக்குள்ளான கட்டடமும் இந்த வகைமையில்ல்தான் வரும்.

சென்னையைப் பொறுத்தமட்டில், 2019 முதல் சி.எம்.டி.ஏ பொறியியல் வரைபடங்களைக் கோருகிறது. கட்டமைப்புப் பொறியாளர் (structural engineer) அதில் ஒப்பமிட வேண்டும் என்றும் விதி இயற்றியிருக்கிறது. ஆனால் இந்த வரைபடங்கள் பரிசோதிக்கப்படுவதாகவோ அங்கீகரிக்கப்படுவதாகவோ தெரியவில்லை. இந்தியாவின் பல மாநகரங்களில் இந்த வரைபடங்கள் பெறப்படுவதில்லை. நகராட்சி, ஊராட்சிகளைப்பற்றிச் சொல்லவேண்டுவதில்லை.

பாதசாரிப் பாலம்

அடுத்து, புணை பாலம். இது பொதுப் பயன்பாட்டிலிருந்த ஒரு கட்டுமானம். பாலம்பழுதடைந்திருந்தது. அது எல்லோருக்கும் தெரிந்திருந்தது.



இந்தப் பாலம் ஆபத்தானது என்று மாவட்ட நிர்வாகம் எச்சரிக்கைப் பலகையை வைத்திருந்தது. அத்துடன் நிர்வாகத்தின் கடன் நிறைந்தது. அது பாதாசாரிகளுக்கு மட்டுமான பாலம். அதை பைக் ஓட்டிகளும் பயன்படுத்தி இருக்கிறார்கள். அது சுற்றுலாப் பயணிகளுக்கு விருப்பமான இடமாக இருந்திருக்கிறது. எனில், பாலத்தைப் பயன்படுத்துவது தடை செய்யப்படவில்லை. புதிய பாலம் கட்டப்படவும் இல்லை.

உள்கட்டுமானம்

மூன்றாவதாக மணப்பாக்கம். விபத்தைத் தொடர்ந்து சென்னை மெட்ரோ ரயில் நிறுவனம் ஆய்வு மேற்கொண்டது. உத்தரங்கள் முறையாக நிலை நிறுத்தப்படும் வரை, அவற்றுக்கு இடையில் நிறுவப்பட வேண்டிய குறுக்குச் சட்டங்கள் (lateral bracing) நிறுவப்படவில்லை என்றும், இதனால் உத்தரங்களின் பிடிமானம் இளகி அவை விழுந்து விட்டன என்றும் ஆய்விலிருந்து தெரிய வருகிறது. பணியிலும் பாதுகாப்பிலும் கவனக்குறைவாக இருந்தமைக்காக நான்கு பொறியாளர்கள் பணி நீக்கம் செய்யப்பட்டிருக்கிறார்கள். ஒப்பந்ததாரருக்கு ரூ.1 கோடி அபராதம் விதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த நடவடிக்கை வரவேற்கத்தக்கது. இது தொடர்ந்து நடக்கவிருக்கும் பணிகளில் எச்சரிக்கை உணர்வை உண்டாக்கும். இத்துடன், மெட்ரோ நிறுவனம் விரிவான ஆய்வு நடத்தி, அந்த அறிக்கையைப் பொதுவெளியில் வைக்க வேண்டும்.

என்ன செய்யலாம்?

இந்த மூன்று விபத்துகளுக்குமான அடிப்படைக் காரணம், கட்டுமான விதிமுறைகள் முறையாக அனுசரிக்கப்படவில்லை என்பதுதான்.

தனியார் கட்டடங்கள் அனைத்திற்கும் பொறியியல் வரைபடங்கள் சமர்ப்பிக்கப்படுவது கட்டாயமாக்கப்பட வேண்டும். உள்ளாட்சி அமைப்புகள் அவற்றைப் பரிசோதிக்கவும் அங்கீகரிக்கவும் வேண்டும். கட்டுமான காலத்தில் மேற்பார்க்கவும் வேண்டும். அதற்கான பொறியாளர்களை இந்த அமைப்புகள் நியமித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பொதுப்பயன்பாட்டில் உள்ளபாலங்களும் கட்டடங்களும் முறையாகப் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் அவற்றை ஆய்வு செய்து உறுதிப்பாட்டுச் சான்றிதழ் (stability



certificate) பெற்றுக்கொள்ள வேண்டும். சீரமைக்க இயலாத வண்ணம் சிதிலமடைந்த கட்டுமானங்களை இடித்துவிட வேண்டும்.

இந்தியாவின் பல நகரங்களில் பெரும் பொருட் செலவில் உள்கட்டமைப்பு சார்ந்த பணிகள் நடந்து வருகின்றன. அவை பாதுகாப்போடு நடைபெற வேண்டும். பணி நடக்கும் இடமும் பொதுமக்கள் புழங்கும் இடமும் வேறுபடுத்தப்பட வேண்டும். இடையில் போதிய பாதுகாப்புத் தட்டிகள் நிறுவப்பட வேண்டும். பொறியியல் விதிகளும் பாதுகாப்பு விதிகளும் முறையாகப் பின்பற்றப்பட வேண்டும்

மேற்கூறியவை அனைத்தும் பல வளர்ந்த நாடுகளில் கைக்கொள்ளப்படும் நடைமுறைகள் தான். ஆகவேதான் அங்கெல்லாம் இப்படியான விபத்துகள் நடப்பதில்லை. இந்த இடத்தில் மவுலி வாக்கம் நினைவுக்கு வருகிறது. 2014 ஆம் ஆண்டு அந்தத் துயரச் சம்பவம் நடந்தது. கட்டுமானப் பணி நடந்து கொண்டிருந்த 11 மாடிக் கட்டடம் இடிந்து விழுந்தது. 61 பேர் பலியாயினர். மவுலிவாக்கம் என்ற பெயர் உலக நாக்குகளில் புரண்டது. விபத்தைக் குறித்துச் செய்தி வெளியிட்ட ஹாங்காங் நாளிதழ் 'சவுத் சைனா மா்னிங் போஸ்ட்', 'கட்டடங்கள் இடிந்து விழுவது இந்தியாவில் சாதாரணம்' என்று எழுதியது. நாம் இன்றளவும் அதை மெய்ப்பித்து வருகிறோம். இந்த நிலை மாற வேண்டும். கட்டுமான விதிகள் விரிவாக்கப்படவும் முறையாக அனுசரிக்கப்படவும் வேண்டும். அவை கட்டுமானங்களைக் காக்கும். மனித உயிர்களையும் சேர்த்தே காக்கும்

(மு இராமனாதன், எழுத்தாளர், பொறியாளர், Mu.Ramanathan@gmail.com <mailto:Mu.Ramanathan@gmail.com>)



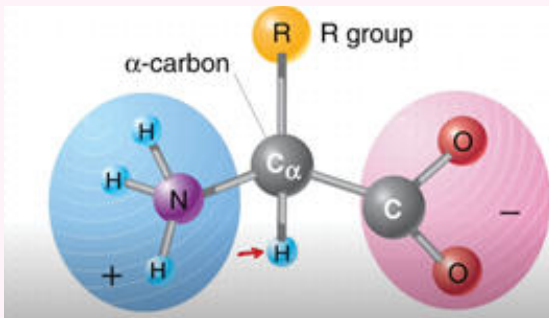
பா.பாண்டியராஜன்
பொறியாளர்

உயிரைப் புரிந்துகொள்வதில் செயற்கை நுண்ணறிவு: புரத அமைப்புகளை அவிழ்த்தல்

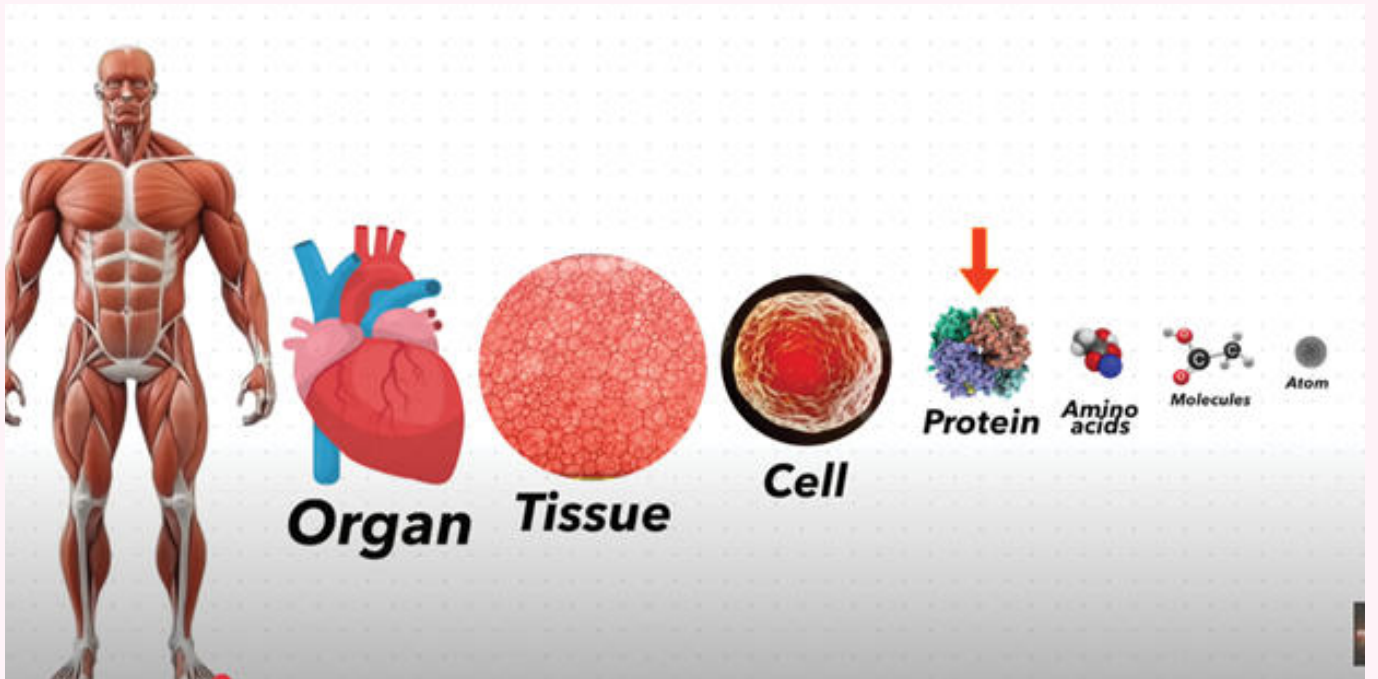
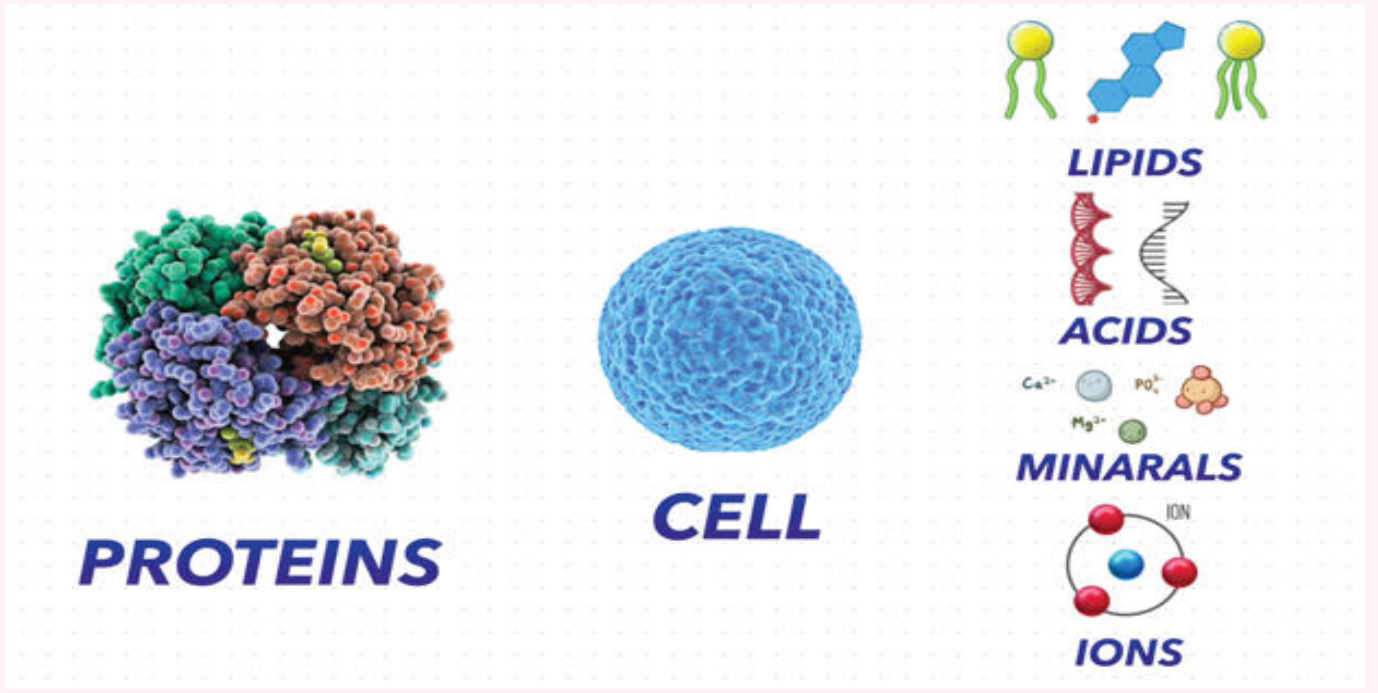
2024 ஆம் ஆண்டில், வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசு மூன்று நபர்களுக்கு வழங்கப்பட்டது, அவர்களில் இருவர் செயற்கை நுண்ணறிவு (AI) துறையைச் சேர்ந்தவர்கள் [1]. 60 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக கணிதம் மற்றும் கணிணி திட்டங்களால் தீர்க்கப்படாமல் இருந்த புரத அமைப்பு வடிவங்களை (protein structure patterns) தீர்ப்பதற்கான அவர்களின் பணிக்காக இந்த முன்னோடி அங்கீகாரம் வழங்கப்பட்டது [1]. தகவல்களை மீட்டெடுப்பதற்கும், படங்களை உருவாக்குவதற்கும் AI பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், புரத அமைப்புகளை அடையாளம் காணும் அதன் திறன் மனிதகுலத்திற்கு ஒரு குறிப்பிடத்தக்க மாற்றத்தைக் குறிக்கிறது [1].

மனித உடல் பல்வேறு உறுப்புகள் மற்றும் உறுப்பு அமைப்புகளால் ஆன ஒரு சிக்கலான உயிருள்ள உயிரினம் ஆகும், இவை அனைத்தும் செல்களால் (Cells) ஆனவை [1]. செல்கள் உயிரியல் வாழ்வின் அடிப்படைக் அலகுகள், அவற்றுக்குள் புரதங்கள், லிப்பிட்கள், அமிலங்கள், தாதுக்கள் மற்றும் அயனிகள் போன்ற முக்கியமான உயிர் மூலக்கூறுகள் (biomolecules) உள்ளன [1]. புரதங்கள் என்பவை சங்கிலி வடிவத்தில் ஒன்றிணைந்த பல்வேறு அமினோ அமிலங்களால் (amino acids) ஆன செயல்பாட்டு உயிர் மூலக்கூறுகள் ஆகும் [1]. அமினோ அமிலங்கள் என்பவை கார்பாக்சில் குழு, அமீன் குழு, ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஒரு பக்க

புரதங்கள் என்றால் என்ன, அவற்றின் அமைப்புகள் ஏன் முக்கியமானவை?



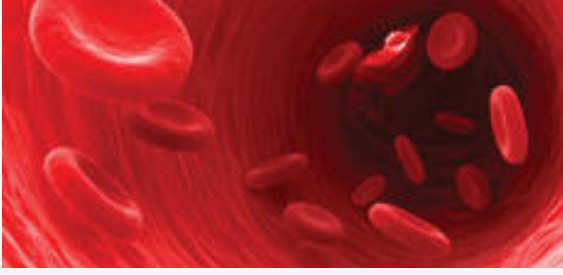
புரதங்கள்- உறுப்பு அமைப்பு



“R” குழு ஆகியவற்றைக் கொண்ட மூலக்கூறு குழுக்கள் ஆகும், இவை அனைத்தும் காப்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் போன்ற அணுக்களிலிருந்து உருவாகின்றன [1, 2].

புரதங்கள் உடல் முழுவதும் பலதரப்பட்ட மற்றும் அத்தியாவசியப் பணிகளைச் செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சிவப்பு இரத்த அணுக்களில் உள்ள ஹெமோகுளோபின் (hemoglobin) இரத்தத்தில் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் ஒரு புரதமாகும் [2]. ஆன்டிபாடிகள் (Antibodies) புரதங்கள், கொலாஜன் (collagen) மற்றும்

கொரட்டின் (keratin) ஆகியவை தனித்தனி செயல்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன [2]. ஒரு புரதத்தின் செயல்பாடு அதன் குறிப்பிட்ட முப்பரிமாண அமைப்புடன் (3D structure) நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதே ஒரு முக்கியமான கருத்தாகும் [2]. ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்ல வடிவமைக்கப்பட்ட ஒரு புரதம், அந்த நோக்கத்திற்காகவே பிரத்யேகமாக வடிவமைக்கப்பட்ட ஒரு அமைப்பு மற்றும் அமினோ அமிலப் பிணைப்பைக் கொண்டிருக்கும் [2]. எனவே, ஒரு புரதத்தின் செயல்பாடுமற்றும்போது, அதன் அமைப்பும் பிணைப்பு



பும் மாறுகின்றன [2]. இந்த உள்ளார்ந்த மாறுபாடு புரத அமைப்புகளை அடையாளம் காண்பதை நம்பமுடியாத அளவிற்கு சவாலாக ஆக்குகிறது [2].

புரத அமைப்புகளைப் புரிந்துகொள்வது ஒரு கல்விப்பயிற்சிமட்டுமல்ல; இது ஆரோக்கியம் மற்றும் தொழில்நுட்பத்திற்கு ஆழமான தாக்கங்களைக் கொண்டுள்ளது [3]. எடுத்துக்காட்டாக, இதயம் போன்ற உறுப்புகளில் உள்ள சிக்கல்களைத் தீர்க்க, அவற்றின் கட்டமைப்பு விவரங்களைத் தெரிந்துகொள்வது அவசியம் [3]. புற்றுநோய் போன்ற நோய்களின் சூழலில், புற்றுநோய் உருவாவது பெரும்பாலும் 3D புரத அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றத்தை உள்ளடக்கியது [3]. இந்த மாற்றங்களை மாற்றியமைக்க, அசல் அமைப்பைத் தெரிந்துகொள்வது மிக முக்கியம் [4]. இந்த அறிவு மருந்து உற்பத்திக்கும், ஆய்வகத்தில் குறிப்பிட்ட புரத அமைப்புகளை உருவாக்குவதன் மூலம் சுற்றுச்சூழலில் உள்ள பிளாஸ்டிக்கை சிதைக்கும் வழிகளை உருவாக்குவதற்கும் உதவுகிறது [4, 5].

ஒரு கடினமான சவால்: பாரம்பரிய முறைகள் ஏன் தோல்வியுற்றன?

கிமி வருவதற்கு முன்பு, புரத அமைப்புகளைத் தீர்மானிக்க எக்ஸ்ரே படிகவியல் (X-ray crystallography) போன்ற முறைகளை விஞ்ஞானிகள் பயன்படுத்தினர் [3]. இதில் ஒரு புரதத்தை (ஹெமோ குளோபின் போன்றவை) ஒரு அடர்த்தியான படிக வடிவத்தில் வளர்த்து, பின்னர் அதில் எக்ஸ்ரே கதிர்களைப் பாய்ச்சுவது அடங்கும் [3]. எக்ஸ்ரே கதிர்கள் புரதத்தின் வடிவத்திலிருந்து விலகி, ஒரு விலகல் வடிவத்தை (diffraction pattern) உருவாக்கும் [3]. விஞ்ஞானிகள் பின்னர் இந்த வடிவத்திலிருந்து தலைகீழாகக் கணக்கிட்டு புரதத்தின் அசல் அமைப்பை ஊகித்தனர் [3]. இருப்பினும், இந்த முறை மிகவும் நேரத்தைச் செலவழிப்பதாகவும், விலை உயர்ந்ததாகவும் இருந்தது [3]. 60 ஆண்டுகளில், இந்த பாரம்பரிய

முறைகளைப் பயன்படுத்தி, சுமார் 150,000 புரத அமைப்புகள் மட்டுமே அடையாளம் காணப்பட்டன [3]. நூற்றுக்கணக்கான மில்லியன் கணக்கான புரதங்கள் இருப்பதைக் கருத்தில் கொண்டால், இது மிகக் குறைந்த சாதனை ஆகும் [3].

இந்த சிரமத்திற்கான முதன்மைக் காரணம், ஒரு புரதம் மடிந்து உருவாக்கக்கூடிய சாத்தியமான 3D அமைப்புகளின் அளப்பரிய எண்ணிக்கையில் உள்ளது [4]. 1969 இல், சைரஸ் லெவிந்தால் (Cyrus Levinthal) 100 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட ஒரு புரதச் சங்கிலி 3^{200} சாத்தியமான 3D அமைப்புகளை உருவாக்க முடியும் என்று மதிப்பிட்டார் [4]. இதை ஒரு கண்ணோட்டத்தில் சொல்ல வேண்டுமானால், இந்த எண் 1க்குப் பின் 95 பூஜ்ஜியங்களுக்குச் சமம் [6]. ஒரு கணினி நிரல் ஒவ்வொரு நானோசெகண்டுக்கும் (nanosecond) ஒரு வடிவத்தை பகுப்பாய்வு செய்தால், அத்தகைய புரதத்திற்கான அனைத்து சாத்தியமான வடிவங்களையும் தீர்க்க பிரயோசத்தின் வயதை (13.8 பில்லியன் ஆண்டுகள்) விட அதிக காலம் ஆகும் [6]. புரத மடிப்பின் பரந்த சிக்கலை சமாளிக்க வழக்கமான கணித சூத்திரங்கள் மற்றும் கணினி நிரல்கள் ஏன் போதுமானதாக இல்லை என்பதை இது எடுத்துக்காட்டுகிறது [4, 6].

AI இன் தீர்வு: ஆழமான கற்றல் (Deep Learning) மற்றும் ஆல்ஃபாஃபோல்ட் (Alpha Fold)

AI இன் வருகை, குறிப்பாக நியூரல் நெட்வொர்க்குகள் (neural networks) மற்றும் ஆழமான கற்றல் (deep learning), இந்தத் துறையில் புரட்சியை ஏற்படுத்தியது [6]. முன் வரையறுக்கப்பட்ட வழி முறைகளைப் பின்பற்றும் பாரம்பரிய கணினி அல்காரிதம்களைப் போலல்லாமல், AI தற்போதுள்ள உள்ளீடுகளிலிருந்து கற்றுக்கொண்டு பொருத்தமான வெளியீடுகளைத் தீர்மானிக்க முடியும் [6]. இதில் ஒரு முக்கிய கூறு “டிரான்ஸ்ஃபார்மர்

(Transformer)'' கட்டமைப்பு ஆகும், இது ChatGPT போன்ற தொழில்நுட்பங்களுக்குப் பின்னாலும் உள்ளது [6]. டிரான்ஸ்ஃபார்மர் கொடுக்கப்பட்ட உள்ளீட்டிலிருந்து ஒரு புரிதலை உருவாக்குகிறது, வெளிப்படையான தகவல்களை மட்டும் பிரித்தெடுக்காமல், கூடுதல் விவரங்களை ஊகிப்பதும் அல்லது ஏற்கனவே உள்ளவற்றை சிறப்பாகப் புரிந்துகொள்வதும் இதன் அம்சமாகும் [6].

டிரான்ஸ்ஃபார்மரால் ஈர்க்கப்பட்டு, eTransformer (eOpamer) எனப்படும் இதேபோன்ற கிமிமாதிரி குறிப்பாக புரத அமைப்பு கணிப்புக்காக உருவாக்கப்பட்டது [6]. AI ஆரம்பத்தில் அறியப்பட்ட 150,000 புரத அமைப்புகள் மற்றும் அவை எவ்வாறு கண்டறியப்பட்டன, அவற்றின் வடிவங்கள் பற்றிய விவரங்கள் ஆகியவற்றுடன் ஊட்டப்பட்டது [7]. இந்த பெரிய தரவுத்தொகுப்பிலிருந்து AI கற்றுக் கொண்டது [7].

புதியபுரத அமைப்பை (எ.கா., ஹெமோகுளோபின்) உருவாக்கும் பணியை AI க்கு வழங்கும்போது, அது புதிதாகத் தொடங்குவதில்லை [7]. அது கற்றுக்கொண்ட உள்ளீடுகளைப் பயன்படுத்துகிறது, ஒத்த புரதங்கள் (மனித மற்றும் விலங்கு ஹெமோகுளோபின் போன்றவை) பெரும்பாலும் சீரான தொடக்க அமினோ அமிலச் சங்கிலிகளைக் கொண்டுள்ளன என்பதை அங்கீகரிக்கிறது [7]. இது அறியப்பட்ட ஆரம்பப் பகுதிகளைப் பிரதிபலிக்கிறது, பின்னர் சங்கிலியின் அடுத்தடுத்த பகுதிகளை வெவ்வேறு உயிரினங்களில் அவை எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன என்பதன் அடிப்படையிலும், அந்த மாறுபாடுகளுக்கான காரணங்களின் அடிப்படையிலும் கணிக்கிறது [7].

இந்த சங்கிலியிலிருந்து 3D மடிப்பு வடிவத்தைக் கணிப்பதில் உண்மையான புத்திசாலித்தனம் வெளிப்படுகிறது [7]. ஒரு சங்கிலி கோட்பாட்டளவில் எண்ணற்ற வடிவங்களை உருவாக்க முடியும் என்றாலும், AI கணித மற்றும் ரசாயன/இயற்பியல் கட்டுப்பாடுகளுடன் கூடியது [7, 8].

• ஒத்த சார்ஜ்கள் (நேர்மறை-நேர்மறை) ஒன்றை ஒன்று விலக்கும், மற்றும் எதிர் சார்ஜ்கள் (நேர்மறை-எதிர்மறை) ஒன்றை ஒன்று ஈர்க்கும் என்பதை AI புரிந்துகொள்கிறது [7]. அதன் ஆரம்பக் கணிப்பு இரண்டு நேர்மறை சார்ஜ்களை

மிக அருகில் வைத்தால், அது அந்த வடிவத்தை நீக்குகிறது, ஏனெனில் அது நிலையற்றதாகி கட்டமைப்பை உடைக்கும் [7]. அதேபோல், எதிர் சார்ஜ்கள் மிக அருகில் இருந்தால், அது தவறான பிணைப்புக்கு வழிவகுக்கும் வடிவங்களையும் நீக்குகிறது [7, 8].

- முக்கோணங்களுக்கான (எ.கா., பைதகரஸ் தேற்றம்) கணித விதிகளைப் பயன்படுத்துகிறது, கணிக்கப்பட்ட 3D வடிவம் வடிவியல் கொள்கைகளுக்கு இணங்குவதை உறுதி செய்கிறது [8].
- ஒரு புரதச் சங்கிலி எவ்வளவு நீளலாம் அல்லது சுருங்கலாம் என்பதைப் புரிந்துகொண்டு, இயற்பியல் கட்டுப்பாடுகளையும் ஒருங்கிணைக்கிறது [8].

இந்த அளவுருக்கள் மற்றும் கணக்கீடுகளைப் பயன்படுத்தி, AI மாதிரி ஒரு 3D வடிவத்தை உருவாக்குகிறது [8]. பின்னர் அது இந்த உருவாக்கப்பட்ட வடிவத்தை அசல், அறியப்பட்ட புரத அமைப்புகளுடன் (கிடைத்தால்) துல்லியத்தை சரிபார்க்க ஒப்பிடுகிறது [8]. பொருந்தாதது சரியாக இல்லாவிட்டால் (எ.கா., 80% துல்லியம் மட்டுமே), AI ஒரு சுழற்சி சுழற்சியில் நுழைகிறது, பொருந்தாதது எங்கு ஏன் ஏற்பட்டது என்பதை பகுப்பாய்வு செய்து, அதன் கணிப்பைச் செம்மைப்படுத்துகிறது [8]. ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய துல்லியம் அடையும் வரை இந்த தொடர்ச்சியான செயல்முறை தொடர்கிறது [8].

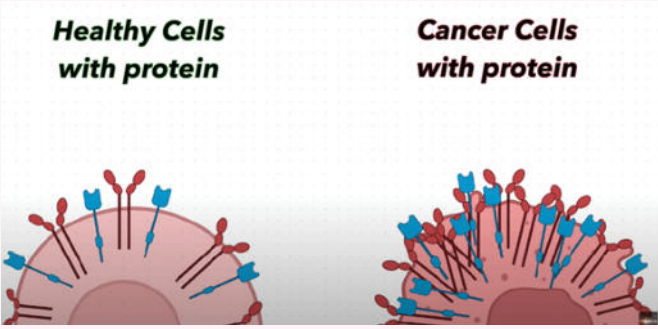
இந்த கடுமையான பயிற்சி செயல்முறை ஆல்ஃபாஃபோல்ட் (AlphaFold) (அல்லது பொதுவாக அறியப்பட்ட ஆல்ஃபாஃபோல்ட்) உருவாக்கத்திற்கு வழிவகுத்தது. இது பயனர்களுக்கு புரத அமைப்புகளை அதிக விவரங்களுடன், மடிப்பு வடிவங்கள் மற்றும்





தனிப்பட்ட அமினோ அமிலங்களின் இருப்பிடங்கள் உட்பட தேடவும் பார்க்கவும் அனுமதிக்கிறது [8].

எதிர்கால மாற்றம்



இந்தத் துறையில் AI இன் தாக்கம் ஆச்சரியப் படுவதற்கில்லை [5]. ஒரு சில ஆண்டுகளில், மனித முயற்சியால் அறுபது ஆண்டுகளுக்கும் மேலாகக் கண்டறியப்பட்ட 150,000 புரதங்களிலிருந்து, AI சுமார் 200 மில்லியன் புரத அமைப்புகளை அடையாளம் காண உதவியுள்ளது [5]. அறிவின் இந்த விரைவான விரிவாக்கம் மகத்தான திறனைக் கொண்டுள்ளது.

இந்த புரத வடிவங்கள் விஞ்ஞானிகளுக்கு ஆய்வகத்தில் புரதங்களைச் synthesize செய்ய அனுமதிக்கின்றன, எண்ணற்ற உயிரியல் சாதனைகளைத் திறந்துவிடுகின்றன [5]. இந்த முன்னேற்றம் மருந்து கண்டுபிடிப்பை விரைவுபடுத்துவதாகவும், புற்றுநோய்க்கு அப்பால் பல்வேறு நோய்களைப் புரிந்துகொள்வதிலும் சிகிச்சையளிப்பதிலும் திருப்பு முனைகளை ஏற்படுத்தும் என்றும் உறுதியளிக்கிறது [4, 5]. மேலும், குறிப்பிட்ட புரதங்களை உருவாக்கும் திறன் பிளாஸ்டிக் சிதைவு மற்றும் மாசுபாடு போன்ற சுற்றுச்சூழல் சவால்களுக்கு தீர்வுகளை வழங்கக்கூடும் [4, 5].

புரத மடிப்பு போன்ற சிக்கலான அறிவியல் சிக்கல்களில் AI இன் ஒருங்கிணைப்பு அதன் மாற்றும்

சக்தியை நிரூபிக்கிறது [1, 5]. உயிர்வேதியியல் மற்றும் செயற்கை நுண்ணறிவு இடையேயான இந்த ஒத்துழைப்பு மனிதகுலத்திற்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் பயனளிக்கும் முன்னோடியில்லாத ஆராய்ச்சி மற்றும் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழி வகுக்கிறது [5].

மேற்கோள்கள் (References):

- [1] [Source for Nobel Prize information and general AI impact on protein structure - This likely refers to a news article or scientific publication from late 2024 / early 2025. Ensure this specific reference is accurate.]
- [2] [Source for basic protein definition and function, e.g., a biology textbook or reputable science website.]
- [3] [Source for implications of protein structure knowledge (health, technology) and challenges of traditional methods.]
- [4] [Source for cancer connection, drug manufacturing, plastic degradation, and Levinthal's paradox.]
- [5] [Source for future impact of AI, synthesis of proteins, accelerating drug discovery, and environmental solutions.]
- [6] [Source for Levinthal's calculation, AI revolution (neural networks, deep learning, Transformer), and why traditional methods failed.]
- [7] [Source for how AI learns (eTransformer, AlphaFold training data), predicts initial chain, and applies chemical constraints.]
- [8] [Source for application of mathematical/physical constraints, iterative refinement, and AlphaFold capabilities.]

குறிப்பு: மேற்கோள்களில் உள்ள [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] ஆகியவை இந்தக் கட்டுரையின் அசல் ஆங்கிலப் பதிப்பில் கொடுக்கப்பட்டிருந்த மூலத் தகவல்களுக்கான எண்கள். நீங்கள் ஒரு கல்விப் பதிப்பிற்காக இதை வெளியிடுவதாக இருந்தால், இந்த மேற்கோள்கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் உரிய வெளியீட்டின் முழுமையான தகவல்களையும் (ஆசிரியர், வெளியீடு, ஆண்டு, பக்கம்/இணைப்பு) கொடுக்க வேண்டும்.

அறிவியலை தமிழ்ப்படுத்துவோம்

வரிசை எண்	ஆங்கில சொல்	தமிழ் சொல்
1	CONSTANT	நிலைவி
2	PORTAL	வலைவாசல்
3	EVENT MANAGEMENT	நிகழ்வு திட்ட மேலாண்மை
4	DECODE	குறிவிலக்கு
5	3DIMENSIONS	முத்திரட்சி
6	ACCELERATION	முடுக்கம்
7	ACCURACY	துல்லியம்
8	ADAPTOR	பொருத்தி
9	ALPHANUMERIC	எண்ணெழுத்து
10	ALTERNATING CURRENT	மாறலை மின்னோட்டம்
11	ANIMATION	அசைவூட்டம்
12	AUGUMENTED REALITY	மிகை நிகர் உண்மை
13	AVERAGE	நிரவல்
14	BACKWATERS	காயல்
15	BANDWIDTH	கற்றை விரிவு
16	BAR CODE	பட்டை குறியீடு
17	BINARY	நர்மம்
18	BIODATA	வாழ்தரவு
19	BIT	நர்
20	BITCOIN	நர்க்காசு
21	BLOCK CHAIN	கட்டச்சங்கிலி
22	BLOG	வலைப்பூ
23	BROADBAND	அகன்ற கற்றை
24	BROWSER	உலாவி
25	CABLE CAR	கம்பிவட வண்டி
26	CALORIE	கனலி
27	CAPACITY	கொள்திறன்
28	CARD READER	அட்டை படிப்பி
29	CATALOG	தொகுப்பு வகை
30	CENTRIFUGAL FORCE	மையவிலக்கு விசை
31	CHARGER	மின்னேற்றி
32	CLASSIFIER	வகைப்படுத்தி
33	CLICK	சொடுக்கு

34	CLOUD COMPUTING	மேகக் கணிமை
35	MODERATION	மட்டுறுத்தல்
36	CRYPTO	மறை
37	CRYPTO CURRENCY	மறை நுணயம்
38	DATA FLOW	தரவு பொழிவு
39	DECIMAL	பதின்மம்
40	DEFAULT SETTING	இயல்பிருப்பு
41	DEMAND & SUPPLY	தேவையும் அளிப்பும்
42	DIGITS	எண்மம்
43	DIRECT CURRENT	நேர் மின்னோட்டம்
44	DISTRIBUTION	பகிர்வு
45	EVOLUTION	படிமலர்ச்சி
46	FLUID	பாய்மம்
47	FOLDER	கோப்புறை
48	GALLERY	களஞ்சியம்
49	GRAPHIC	வரைகலை
50	HAIL STORM	ஆலங்கட்டி மழை
51	HARD DISC	வன்தகடு
52	HASH TAG	தொகுப்புக்குறி
53	HEAT TRANSFER	வெப்பப் பெயர்ச்சி
54	ICE CREAM	பனிக்கூழ்
55	IMPORTANT	தலையாயது
56	INTERNET OF THINGS	இணையச் சேர்மம்
57	INNOVATION	புத்தாக்கம்
58	KEY BOARD	விசைப்பலகை
59	KEY PAD	விசைத்தளம்
60	LAYOUT	தளவமைப்பு
61	LOGIN	உற்புகு
62	LOGOUT	விடுபடு
63	LORRY/TRUCK	சாகாடு
64	MAINTENANCE	பேணல்
65	MICROWAVE OVEN	நுண்ணலை அடுப்பு
66	MOAT	அகழி
67	MOMENTUM	உந்தம்
68	NANO PARTICLES	நூணகத் துகள்கள்
69	NETWORK	பிணையம்
70	NEUTRAL	நொதுமல்

71	NUTS & BOLTS	திருகாணியும் சுரையும்
72	OFFLINE	அகல்நிலை
73	ONLINE	நிகழ்நிலை
74	OPERATING SYSTEM	இயங்கு தளம்
75	OPTICAL FIBRE	ஒளிநூர்
76	OSMOSIS	சவ்வூடு
77	OSCILLATOR	உசலாட்டி
78	OUTSORCING	அயலாக்கம்
79	PASSPORT	கடப்பித்தழ்
80	PASSWORD	கடவுச்சொல்
81	PASTA	பிழிகை
82	PERMUTATION & COMBINATION	மடக்கியும் பிணைத்தும்
83	PHOTOGRAPH	ஒளிப்படம்
84	PILOT	வலவன்
85	POSSIBILITIES	இயலுமைகள்
86	POST	இடுகை
87	POTENTIAL	பொத்துள்
88	STROLLER	தொட்டில் வண்டி
89	PROCESS	செயல் முறை
90	PROCESSOR	செயல்முறையகம்
91	PROFICIENCY	வல்லமை
92	HUB	மைய இயக்கி
93	SENSOR	உணரிகை
94	MOTION SENSOR	இயக்க உணரிகை
95	MODE	செயல்பாட்டுமுறை
96	CUSTOMIZATION	தனிப்பயணாக்கம்
97	PROGRAMMING LANGUAGE	நிரலாக்க மொழி
98	PROMPT COMMAND	துண்டுக் கட்டளை
99	PROMPT WORD	துண்டுகச் சொல்
100	PROTOCOLS	நெறிமுறைகள்

நிறமிகளின் செயல்பாடும் சமூகச் சிந்தனையும்



ஜெயராஜ் நல்லதம்பி
முதன் மொழி உறம்பினர்

1199180897

மனித உடல் 78 உறுப்புகளைக் கொண்டது என்கிறது மருத்துவ உலகம். 10.895 கிலோ கிராம் எடையுடன் அதாவது மொத்த உடல் எடையில் 15 விழுக்காடு எடை கொண்டதும், 20 சதுர அடி பரப்பளவு கொண்ட தோல்தான் உடலின் மிகப்பெரிய உறுப்பு என்கிறார்கள். 17.7 கிலோ மீட்டர் நீளமுடைய இரத்த நாளங்களை தன்னகத்தே கொண்டிருக்கிறதாம் நம் தோல். காயங்கள் ஏற்பட்டால், அதைச் சரிசெய்ய, காயத்தின் மேல் வளரும் புதிய தோல், நாம் இயற்கையாக கொண்டிருக்கும் தோலின் தன்மையிலிருந்து மாறுபட்டது. காயம் ஆறும்போது உருவாகின்ற தோலில் வியர்வை சுரப்பிகளோ அல்லது அதில் மயிர்க்கால்களோ இருப்பதில்லை; அதனால் இப்புதிய தோலின் மீது முடிவளர்வதில்லை. தோலில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள் பல நேரங்களில் உடல் ஆரோக்கியத்திற்கு ஏற்படும் ஆபத்தைக் குறிப்பதாகவும் இருக்கும் என்பது முக்கியமான செய்தி. தோலின் நிறம் மெலனோசைட் (Melanocyte) எனும் கூறுகளால் உருவாகும் மெலானின் (Melanin) செயற்பாட்டாலும் மரபியல் தன்மையினாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. அத்துடன் புறஊதாக்

கதிர்களின் (UV rays) தாக்கத்தாலும் தோலின் நிறம் மாற்றமடைகிறது. இவ்வறுப்பு தன்னைத்தானே புதுப்பித்துக் கொள்ளும் திறன் கொண்டது ஆகும்.

தோல் பல வேலைகளுக்கு பொறுப்பாகிறது. வெப்பம் மற்றும் குளிர் சூழலை உணர்தல், அதிர்வுகளை உணர்தல், உடல் வெப்பநிலையை கட்டுக்குள் வைத்தல், வைட்டமின் டி தயாரித்தல் போன்ற பல்வேறு முக்கியப் பணிகளைச் செய்கிறது. உடலின் அனைத்து உள்ளுறுப்புகளுக்கும் பாதுகாப்பாக விளங்குவது 'தோல்' என்பது இதன் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்தும் செய்தியாகும்.

தாவரங்கள் உள்ளிட்ட அனைத்து உயிரினங்களுக்குமே அதனதன் தோல்தான் பாதுகாப்பு அரணாகத் திகழ்கிறது. காய் கனிகளுக்கும் தோல் தான் காவல்.



சில வகைப் பழங்களின் மேல்தோல் உரிக்கப்பட்ட பின்னர், அவை தன் பொலிவை இழந்து விடுகின்றன. ஆப்பிள் வெட்டப்பட்ட பின், பழுப்பு (Brown) நிறமாக மாறிவிடுகிறது.

எல்லாப் பழங்களிலும் பாலிஃபினால் ஆக்சிடேசு (Poly phenol Oxidase) எனும் நொதி (Enzyme) வெவ்வேறு அளவுகளில் உள்ளது. ஆப்பிள் பழம் வெட்டப்பட்டு, அதன் மீது காற்றுபட்ட உடன், உயிர் வளியுடன் (Oxygen) வினைபுரிந்து, ஓசுயினான்சு (O-Quinones) எனும் புது வேதிப்பொருள் உருவாகிறது. ஓசுயினான்சு (O-Quinones) எனும் இந்த புது வேதிப்பொருள், பழத்திலுள்ள அமினோ அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து, மெலனின் (melanin) எனும் பழுப்பு நிறமி உருவாவதால், வெட்டப்பட்ட ஆப்பிள் துண்டுகள் பழுப்பு நிறமாக மாறுகின்றன.

எல்லா காய்களிலும் அதில் நிகழும் உயிர்வாயு ஏற்ற வினையின் தீவிரத்தன்மையை பொறுத்து நிறமாற்றம் நிகழ்கிறது. ஆப்பிள் போன்றே வாழைப்பழம், பேரிக்காய், கத்திரிக்காய் போன்றவற்றிலும் உயிர்வளி தொடர்பு நிகழ்ந்தால் நிறமாற்றம் ஏற்படுவதை கவனிக்கலாம்.



வெட்டியவுடன், காய்களிகளை எலுமிச்சைச்சாறு அல்லது சர்க்கரைக்கூழ் போன்றவற்றைத் தடவி, நிறமாற்ற வினைவேகத்தைக் குறைக்கலாம். குளிர் சாதன பெட்டியில் பாதுகாத்தாலும் வினையின் வேகம் குறையும்.

தோல் எவ்வளவு பெரிய பாதுகாப்பு உறுப்பாகத் திகழ்கிறது! ஆனால் அத்தோல் உரிக்கப்பட்ட பின்னர், சூப்பையாகி மக்கி உரமாகப் பயன்படுகிறது. நிறம் மாறாமல் பழங்களைப் பாதுகாக்க சிறந்த வழி,

வெட்டிய உடன் உண்டு விடுவதுதான்.

ஆனால் சமூகச் சூழலில், நிறமிகளைப் பற்றிய எண்ணங்களைக் காட்டிலும், தோலிற்கு உரிச்சொல் லொன்று சேர்த்து, ‘அழகிய பழத்தோல்’ எனக் கைம்பெண்களை இழிவு படுத்தவே பயன்படுத்தப் படுகிறது என்கிறார் பாவேந்தர் பாரதிதாசன். கைம்பெண்களின் நிலையை, அழகிய பழத்தோலாகக் கருதும் சமூகத்தைச் சாடுகிறார் தனக்கே உரித்தான தன் கவிதை மொழியில்!



“புழுதி, சூப்பை, உமி-இவற்றின் புன்மைதனைக் களைந்தே பழரசம் போலே - அவற்றைப் பயன் படுத்துகின்றார்! எழுதவும் வேண்டா - நம்நிலை இயம்பவும் வேண்டா! அழகிய பெண்கள் - நமக்கோ அழகிய பழத்தோல்!

கைம்மை எனக்கூறி - அப்பெரும் கையினிற் கூர்வேலால் நம்மினப் பெண்குலத்தின் - இதய நடுவிற் பாய்ச்சுகின்றோம். செம்மை நிலையறியோம் - பெண்களின் சிந்தையை வாட்டுகின்றோம்; இம்மை இன்பம்வேண்டல் - உயிரின் இயற்கை என்றறியோம்”.

நிறம் உயர்வு தாழ்வினைக் குறிப்பதல்ல, அது நிறமிகளின் செயல்பாடு மட்டுமே!

இதயம் ஒரு மனித எக்கி



முனைவர் நா வெங்கட்ராமன், சிங்கை

ஒரு எக்கி (பம்பு) போன்று இதயம், திரவங்களை நகர்த்துகின்றன. ஆனால் இதயம் என்பது எளிய திரவ பரிமாற்றத்திற்கு அப்பால் தனித் துவமான செயல்பாடுகளைக் கொண்ட ஒரு உயிரியல் எக்கி ஆகும். ஒரு இயந்திர எக்கி திரவங்களை ஒரு புள்ளியில் இருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு நகர்த்துகிறது, பெரும்பாலும் தொழில் துறை அல்லது நடைமுறை நோக்கங்களுக்காக, இதயம் என்பது இரத்தத்தை சுற்றும் ஒரு சிக்கலான உறுப்பு ஆகும், இது உயிர்வளி (ஆக்ஸிஜன்) மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்களை உடல் முழுவதும் சுமந்து செல்கிறது.

இதயத்தை ஒரு இசைவான எக்கி மற்றும் ஒரு சுற்றும் எக்கி என விவரிக்கலாம், ஆனால் இது ஒரு பெரிய சுற்றோட்ட அமைப்பிற்குள் இரட்டை செயல்படும் இசைவான எக்கி ஆகும். இது இரத்தத்தை நகர்த்துவதற்கு சுருக்கங்கள் மற்றும் தளர்வுகளின் தொடர்ச்சியான வரிசையைப் பயன்படுத்துகிறது, இது ஒரு இசைவான எக்கியாக அமைகிறது. பின்னர் இரத்தம் உடல் முழுவதும் தொடர்ச்சியான சுழற்சியில் பயணிக்கிறது, இது ஒரு பெரிய சுற்றோட்ட அமைப்பின் ஒரு பகுதியாக அமைகிறது. ஒரு எக்கிற்கும் இதயத்திற்கும் இடையிலான பொதுவான தன்மைகளை ஆராய்வோம்.

இதயம்:

- உயிரியல் உறுப்பு: இதயம் என்பது குறிப்பிட்ட அறைகள் (எட்ரியா மற்றும் வென்ட்ரிகிள்கள்) மற்றும் இரத்த ஓட்டத்தை ஒழுங்குபடுத்தும் அடைப்பான்களைக் (வால்வு) கொண்ட ஒரு தசை உறுப்பு ஆகும்.

- சுற்றோட்ட அமைப்பு: இது இரத்த ஓட்ட அமைப்பின் மையக் கூறு ஆகும், இது உயிர்வளி பெறுவதற்காக நுரையீரலுக்கு இரத்தத்தை செலுத்தி பின்னர் உடலின் மற்ற பகுதிகளுக்கு விநியோகிக்கிறது.
- இரட்டை எக்கி: இதயம் இரட்டை எக்கியாக (பம்பாக) செயல்படுகிறது, வலது பக்கம் நுரையீரலுக்கு இரத்தத்தையும் இடது பக்கம் உடலின் மற்ற பகுதிகளுக்கு இரத்தத்தையும் செலுத்துகிறது.
- சத்து மற்றும் கழிவு போக்குவரத்து: இது ஆக்ஸிஜனை சுற்றுவது மட்டுமல்லாமல், ஊட்டச்சத்துக்கள், இயக்குநீர்களையும் (ஹார்மோன்களையும்) கொண்டு செல்கிறது மற்றும் கரிவளி (CO₂) போன்ற கழிவுப்பொருட்களை நீக்குகிறது.
- மாறும் (டைனமிக்) ஒழுங்குமுறை: இதயத்தின் உந்தி நடவடிக்கை உடலின் தேவைகளின் அடிப்படையில் இதய தூடிப்பு மற்றும் சுருக்க சக்தியை சரி செய்யும் ஒரு மின் கடத்தல் அமைப்பால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

எக்கி:

- இயந்திர சாதனம்: எக்கிகள் நீர், எண்ணெய் அல்லது எரிவாயு போன்ற திரவங்களை ஒரு இடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்கு நகர்த்த வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன, பெரும்பாலும் தொழில் துறை அல்லது நடைமுறை நோக்கங்களுக்காக.
- எளிய செயல்பாடு: ஒரு எக்கியின் முதன்மை செயல்பாடு திரவத்தை மாற்றுவதாகும், உயிர்

வளி செய்வதற்காக அல்லது ஊட்டச்சத்து விநியோகத்தை வழங்குவது.

- குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகள்: நீர்ப்பாசனம், எண்ணெய் போக்குவரத்து போன்ற பல்வேறு பயன்பாடுகளிலும், வெற்றிட சுத்திகரிப்பான்கள் போன்ற அன்றாட சாதனங்களிலும் கூட எக்கியின் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- உயிரியல் செயல்பாடுகள் இல்லை: இரத்த அழுத்தத்தை ஒழுங்குபடுத்துதல், பிராணவாயு வழங்குதல் அல்லது கழிவுகளை அகற்றுதல் போன்ற இதயத்தின் சிக்கலான உயிரியல் செயல்பாடுகளை எக்கிகள் செய்வதில்லை.

இதயத்திற்குத் தேவையான சக்தியை ஆராய் வோம்.

ஒய்வு நிலையில் இதயம் நிமிடத்திற்கு 60–70 முறை துடிக்கிறது.

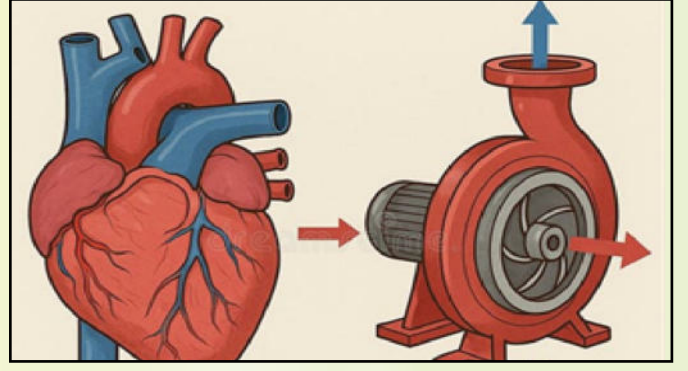
ஒவ்வொரு இதயத்துடிப்பும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இரத்தத்தை எக்கி செய்கிறது, இது பாய்ச்சல் அளவு (ஸ்ட்ரோக் அளவு) என்று அழைக்கப்படுகிறது, இது பெரியவர்களுக்கு சுமார் 70–80 மில்லிலிட்டர்கள் ஆகும்.

பாய்ச்சல் அளவை இதய துடிப்பால் பெருக்கு வதன் மூலம் இதய வெளியீடு கணக்கிடப்படுகிறது. எனவே, (70 மி/துடிப்பு) x (70 துடிப்புகள்/நிமிடம்) = 4900 மி/நிமிடம், அல்லது நிமிடத்திற்கு தோராயமாக 5 லிட்டர்கள்.

மனித இதயம், ஒரு எக்கியாகச் செயல்பட்டு, தோராயமாக 0.00149 குதிரைத்திறன் (HP) ஐ உருவாக்குகிறது, 1–2 வாட்ஸ் வரம்பில் மின் உற்பத்தி

இதயத்தின் மின் வெளியீடு குறைவாக இருந்தாலும், ரெபிட் நூலின் படி இது சுமார் 10–15% செயல்திறனுடன் செயல்படுகிறது. இதன் பொருள், இதயம் ஒப்பீட்டளவில் சிறிய அளவிலான ஆற்றலை பயனுள்ள வேலையாக மாற்றுகிறது, மீதமுள்ளவை வெப்பமாக இழக்கப்படுகின்றன.

- 1) இதய வெளியீடு: முழுமையாக வளர்ந்த ஒரு வயது வந்தவருக்கு சராசரி இதய வெளியீடு (இதயம் நிமிடத்திற்கு எக்கி செய்யும் இரத்தத்தின் அளவு) ஓய்வில் நிமிடத்திற்கு சுமார் 5 முதல் 6 லிட்டர் (லி/நிமி) வரை இருக்கும்.
- 2) இரத்த அழுத்தம்: இதயத் துடிப்பின் போது சராசரி இரத்த அழுத்தம் சுமார் 80 mmHg



இதய விரிவுசார் (டயஸ்டாலிக்) முதல் 120 mmHg இதயச்சுருக்கம் (சிஸ்டாலிக்) வரை இருக்கும். கணக்கீடுகளுக்கு, சராசரி தமனி (அரட்டரி) அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தலாம், இது தோராயமாக 93 mmHg (அல்லது சுமார் 12.5 psi) ஆகும்.

- 3) கணக்கிடும் சக்தி: சக்தியை சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி கணக்கிடலாம்:
 - a. சக்தி (வாட்ஸ்) = அழுத்தம் (பாஸ்கல்கள்) x ஓட்டவிகிதம் (மீ³/வி)
 - b. அழுத்தத்தை mmHg இலிருந்து பாஸ்கல்களாக மாற்றவும்: 93 mmHg ≈ 12,500 Pa – இதய வெளியீட்டை வினாடிக்குகன மீட்டராக மாற்றவும்:
- 4) லிட்டர்/நிமிடம் = 51000 ம³/நிமிடம் = 51000 x 60 ≈ 8.33 x 10⁻⁵ ம³/வி லிட்டர்/நிமிடம் = 51000 ம³/நிமிடம் = 51000 x 60 ≈ 8.33 x 10⁻⁵ ம³/வி
- 5) சக்தியைக் கணக்கிடுங்கள்: சக்தி = 12,500 Pa x 8.33 x 10⁻⁵ ம³/s ≈ 1.04 வாட்ஸ் சக்தி = 12,500 Pa x 8.33 x 10⁻⁵ ம³/s ≈ 1.04 வாட்ஸ்
- 6) குதிரைத்திறனாக மாற்றவும்: – 1 HP என்பது தோராயமாக 746 வாட்ஸ், எனவே: HP ≈ 1.04/746 = 0.00139 HP

எனவே, நமது இதயம் ஒரு சரியான எக்கியாகச் செயல்படுகிறது, மேலும் அது வாழ்நாள் முழுவதும் இயங்குவதற்கு உண்மையிலேயே அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது மற்றும் ஒரு சரியான பராமரிப்பு முறைக்கு தகுதியானது.

உங்கள் பங்கைச் செய்யுங்கள், உங்கள் இதயத்தைப் பேணுங்கள், உங்கள் இதயத்தை நேசியுங்கள், இதயத்தில் இளமையாக இருங்கள், எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக இதயத்தில் புத்திசாலியாக இருங்கள்.

இன்றைய தேவை! அறிவியல் பார்வை!

காலையில் கண் விழித்தேன்...
கைபேசியில்

நலத்திற்காக நடைப் பயின்றேன் ...
மின் சாதனத்தில்

காலை உணவு உண்டேன்...
சொமோட்டாவில்

அலுவல் செய்யப் பயணித்தேன்...
மின்சார வாகனத்தில்

அலுவலகப் பணியைத் தொடங்கினேன்...
மடிக்கணினியில்

இஞ்சித் தேநீர் அருந்தினேன்...
எக்ஸ்பிரசோவில்

தலைமை அதிகாரியிடம் பேசினேன்...
இமெயிலில்

அன்பர்களோடு அன்பில் இணைந்தேன்...
ஆன்லைனில்

செயலி(ய)ில் செயற்கை நுண்ணறிந்தேன்...
பிரம்டிஸ்

பதிவிட்டு இருப்பைக் காட்டினேன்...
இன்ஸ்டாகிராமில்

தினச் செய்திகளைப் பார்த்தேன்...
யூடியூபில்

நேரில் பேச மறந்தேன்...
மனித அன்பில்.

முனைவர் இரா. கோதண்டராமன்
கல்லூரி நூலகர் – இணைப் பேராசிரியர்
அரசு கலைக் கல்லூரி (குன்னாட்சி)
நந்தனம், சென்னை

