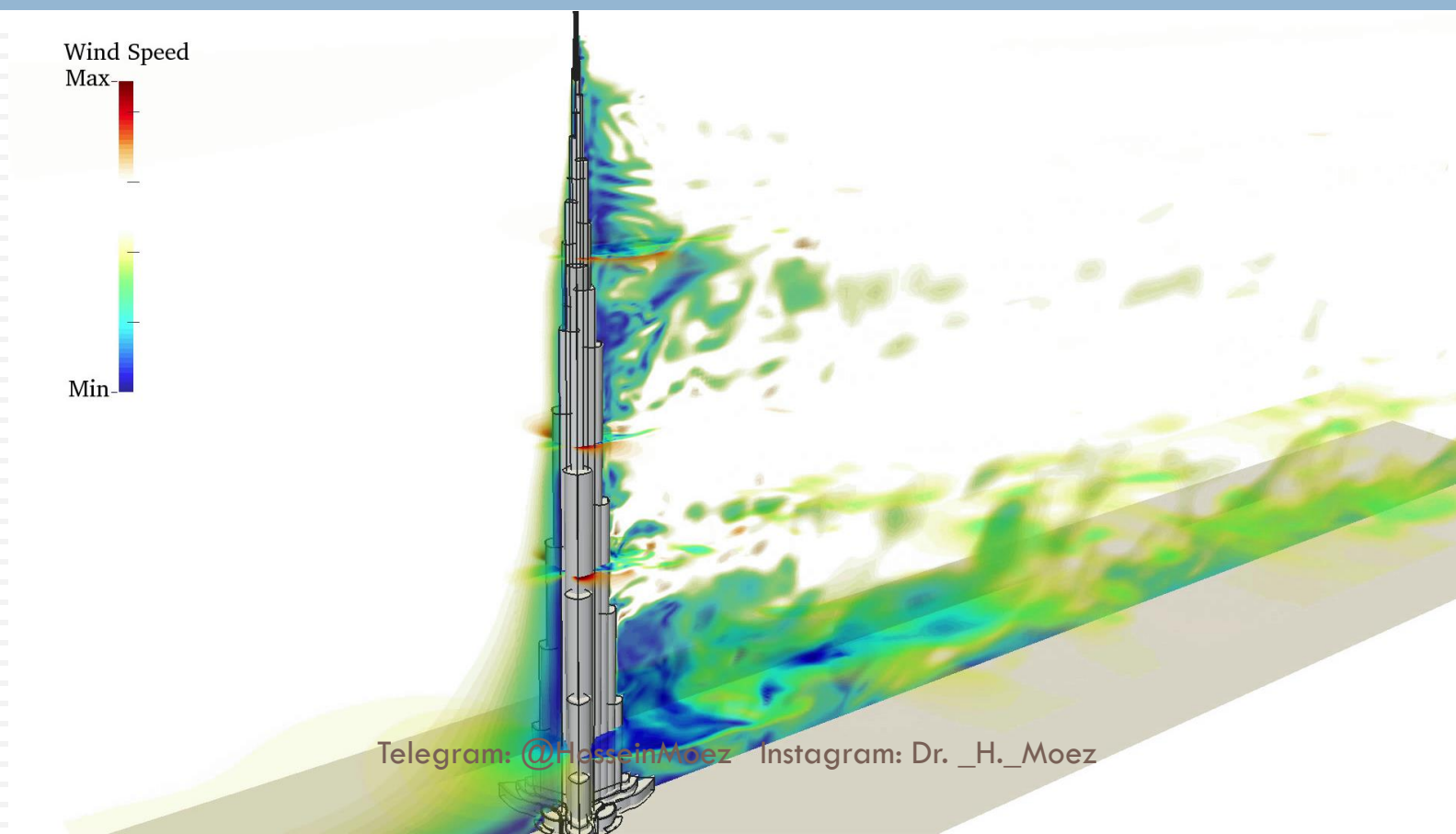
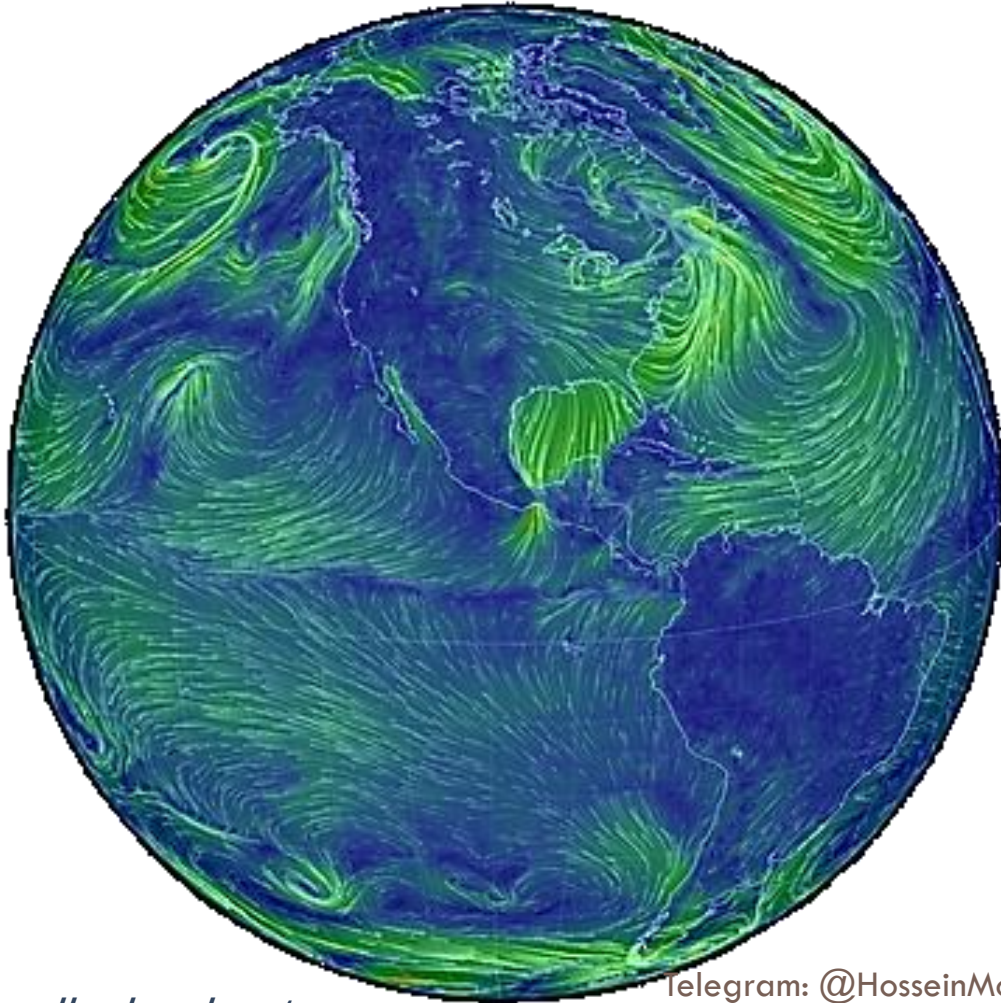


باد و سازه های بکند

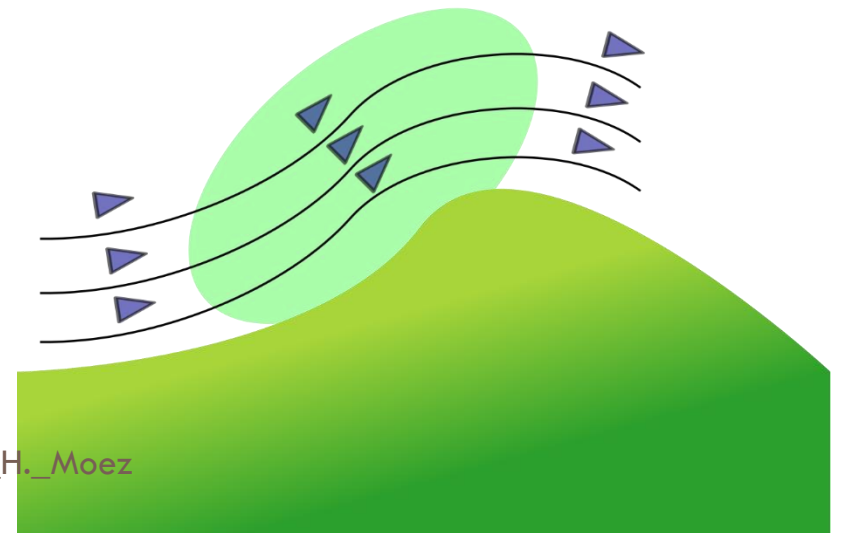


باد چیست؟

3



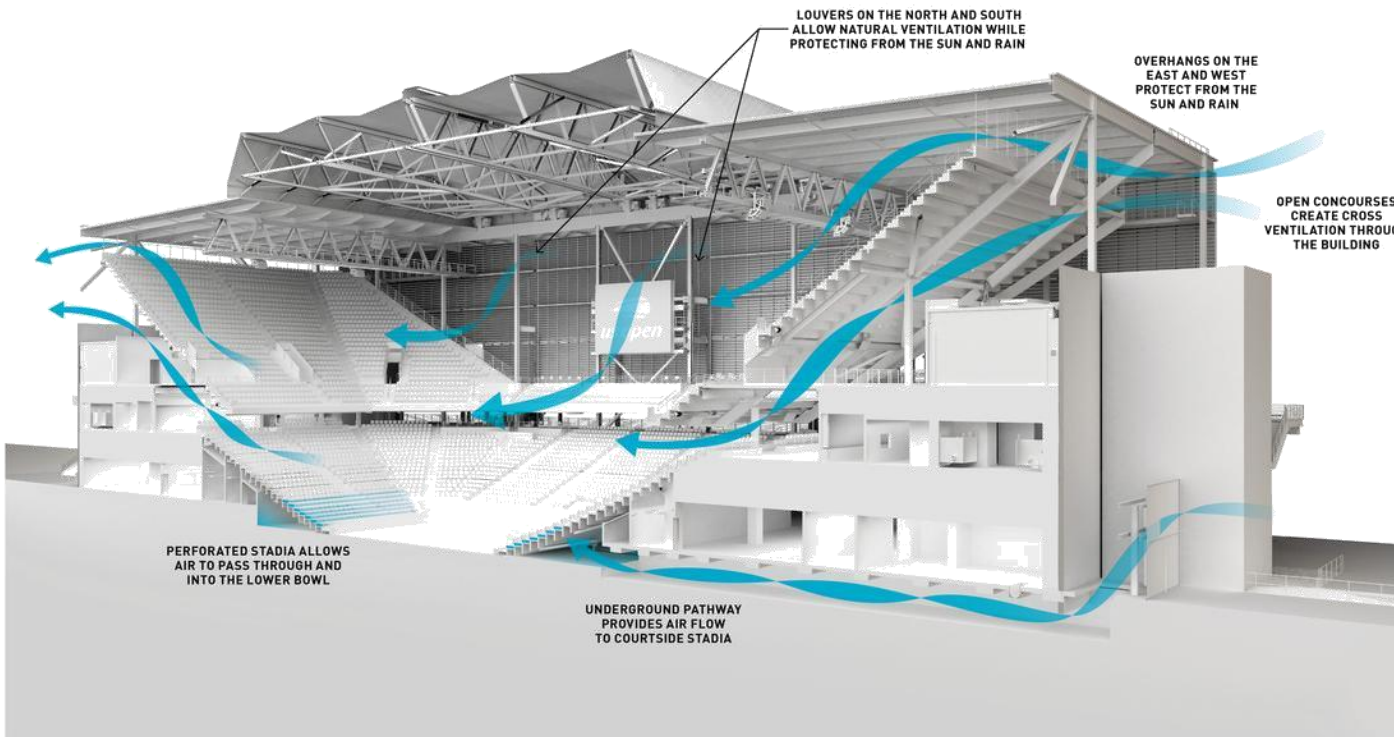
□ باد جریان هوایی است که از مراکز دارای فشار زیاد به طرف مراکز کم فشار به حرکت در می آید. هر چه شیب فشار (تفاوت فشار) بین دو نقطه بیشتر باشد شدت جریان هوا نیز بیشتر خواهد بود.



تأثیر باد بر سازه ها

4

□ باد با حرکت در کنار سطوح خارجی و داخلی سازه باعث اعمال نیروهای فشاری به این سطوح می شود و می تواند سازه یا ناسازه ها را تحت تاثیر قرار دهد.



EAST-WEST SECTION AIRFLOW DIAGRAM

©ROSSETTI 2018

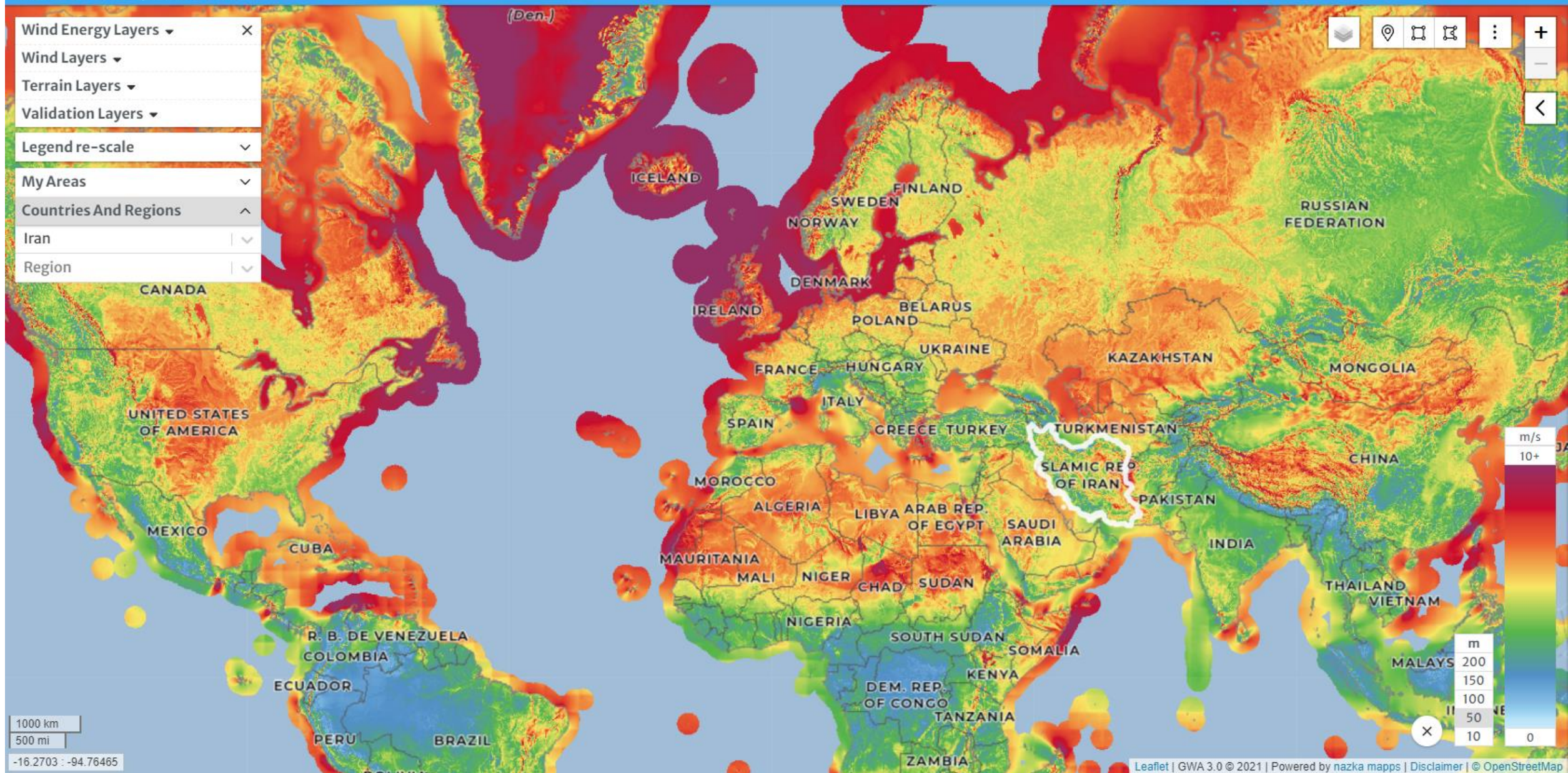
خرابی سازه ها در اثر بار باد

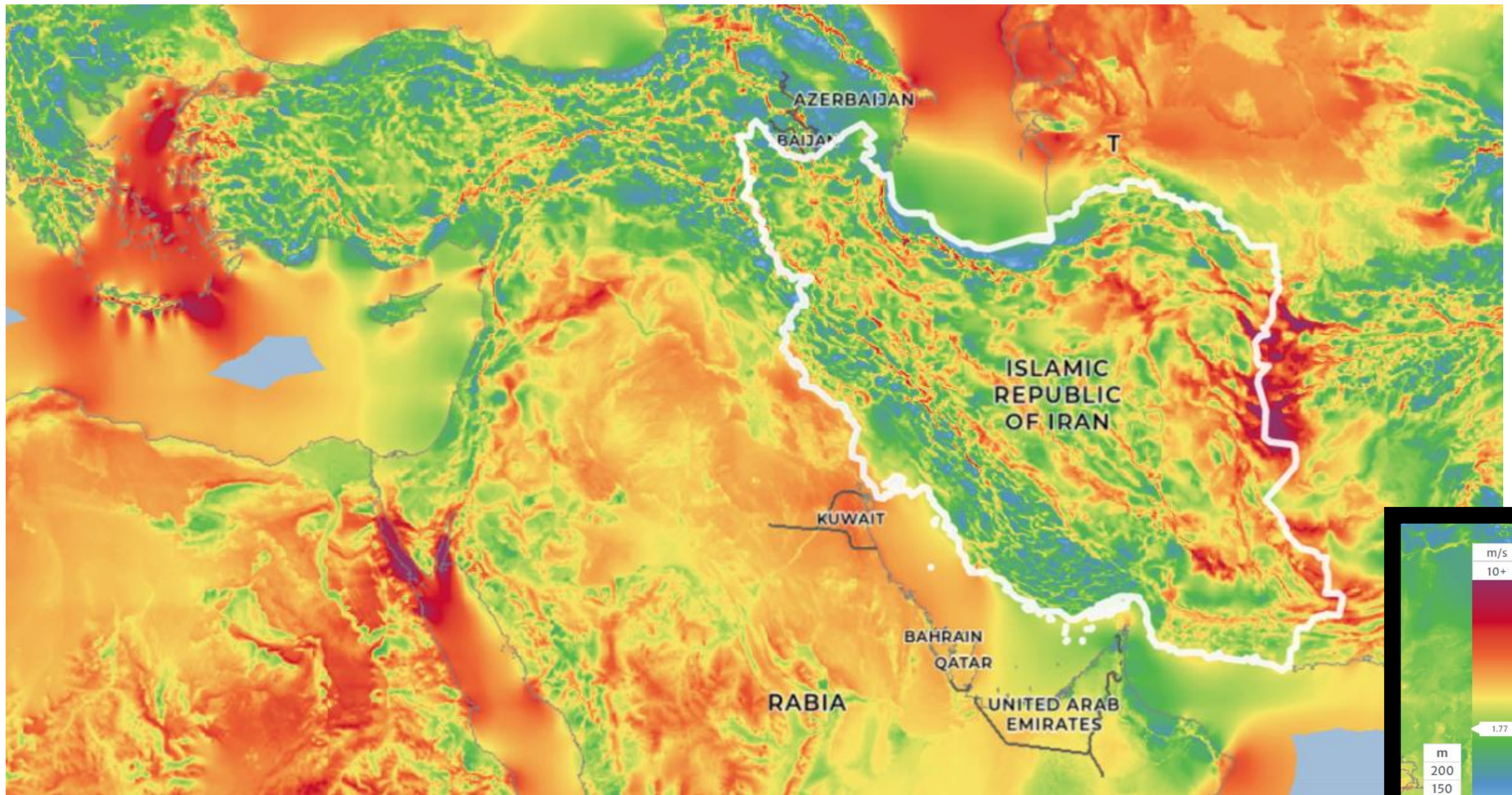
5



Telegram: @HosseinMoez Instagram: Dr. _H._Moez

South Florida doomed building demolished as a precaution as Tropical Storm Elsa approaches US coast





مروری بر تأثیرات باد بر سازه های ایران

8

۱۳۹۶



□ به گزارش خبرگزاری صداوسیما مرکز خراسان رضوی، بخشدار رخ گفت: وزش باد شدید اخیر به سرعت ۷۰ کیلومتر در روستای جوادیه باعث وارد آمدن خساراتی به برخی منازل مسکونی این روستا شد.

این تندباد که سرعت آن ۷۶ کیلومتر بر ساعت ثبت شده است، موجب تخریب آلاچیق ها و وارد شدن خسارت به برخی از اقامتگاه های حاشیه جاده حیران و ونه بین شد.

Telegram: @HosseinMoez Instagram: Dr. _H._Moez

مروری بر تأثیرات باد بر سازه های ایران

9

۱۳۹۸



- بخشدار مرکزی رودسر از تخریب بام ۱۲۵ واحد مسکونی در بخش مرکزی رودسر به علت وزش باد شدید خبر داد.
- حبیب رضانی پیش از ظهر امروز در حاشیه بازدید از واحدهای مسکونی تخریب شده گفت: در پی وزش باد شدید در روز گذشته خسارات سنگینی به بخش مرکزی رودسر وارد شده است.
- سرپرست فرمانداری لنگرود از تخریب سقف هشت واحد مسکونی بر اثر وزش شدید باد و خسارت به چهار دستگاه خودرو خبر داد.

Telegram: @HosseinMoez Instagram: Dr._H._Moez

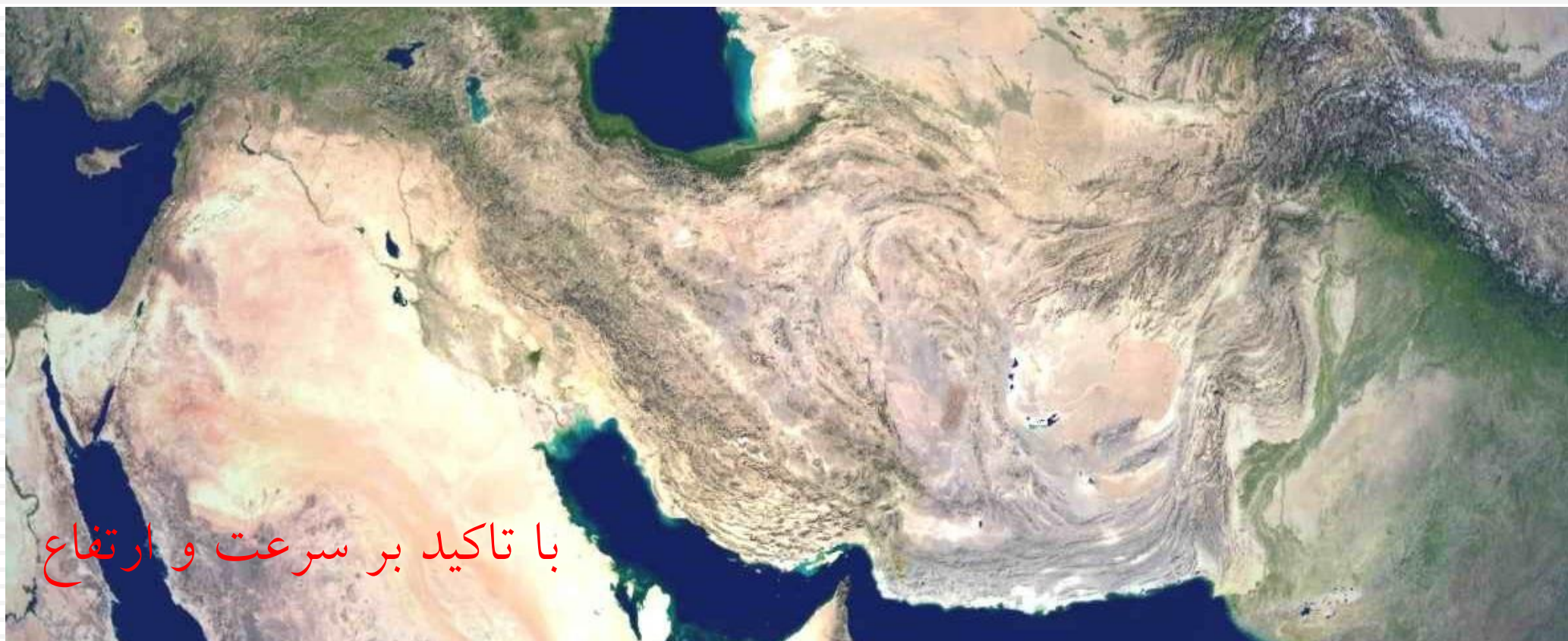
مروری بر تأثیرات باد بر سازه های ایران

10

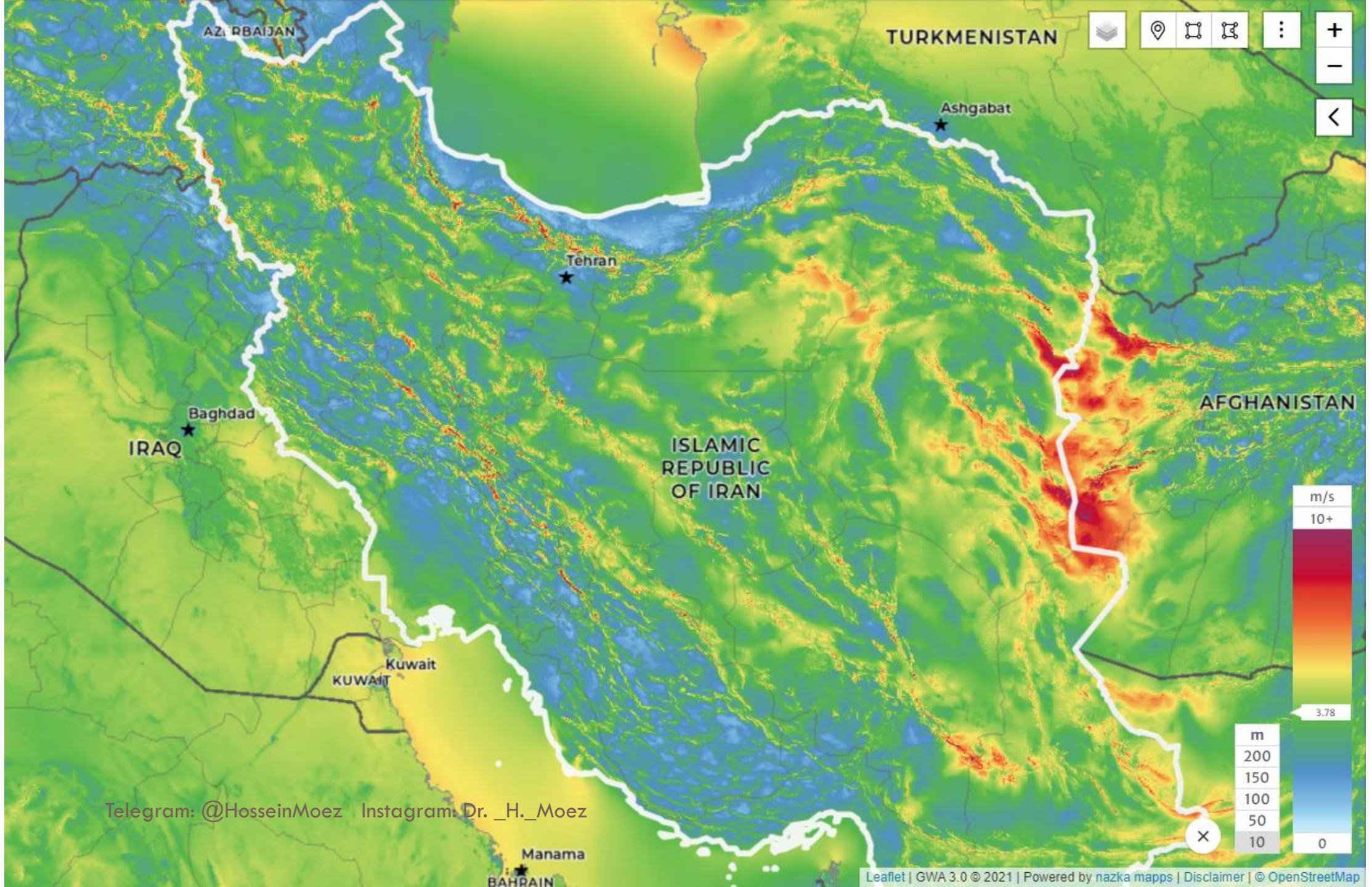
۱۳۹۹



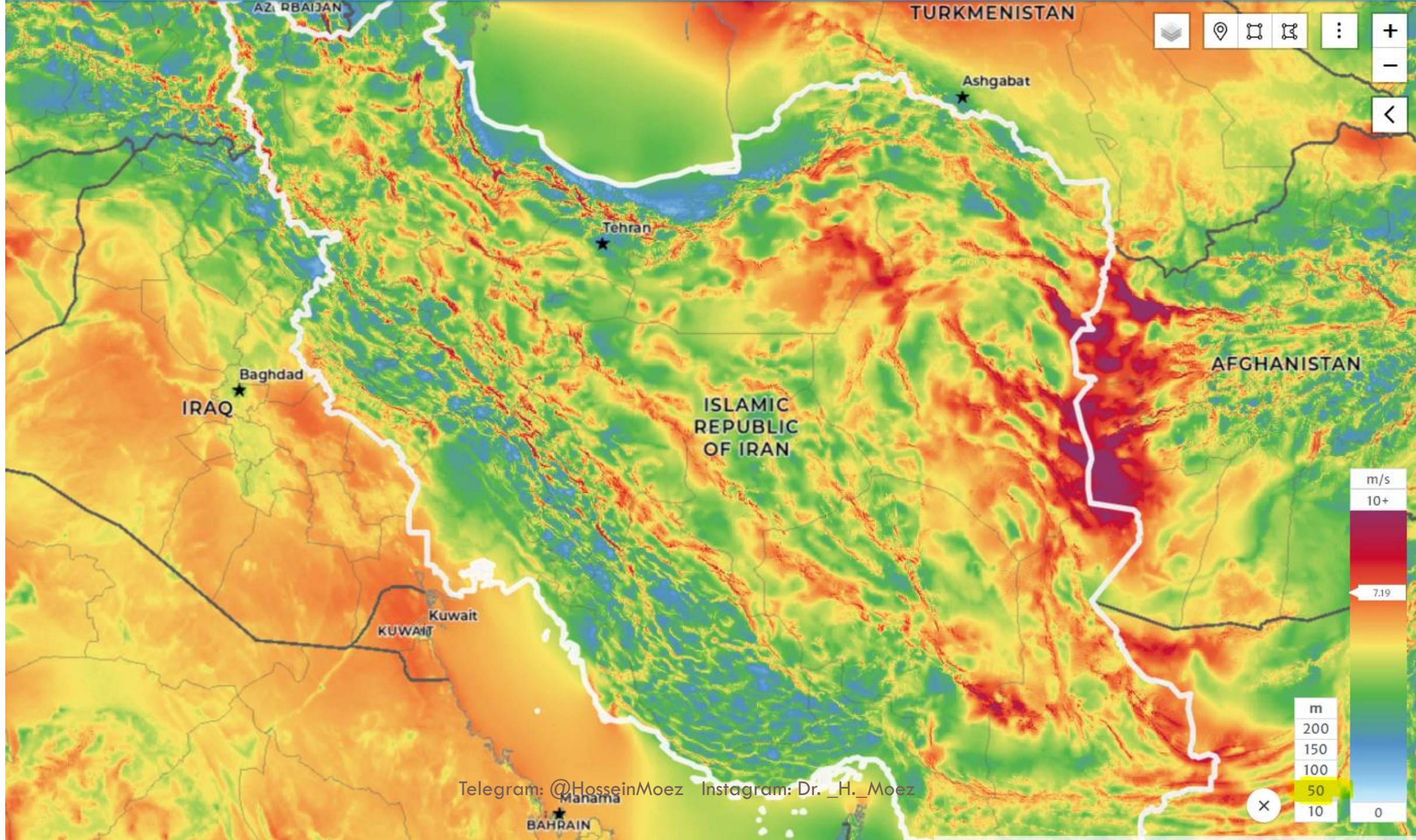
□ به گزارش خبرگزاری صداوسیما مرکز خراسان رضوی، بخشدار رخ گفت: وزش باد شدید اخیر به سرعت ۷۰ کیلومتر در روستای جوادیه باعث وارد آمدن خساراتی به برخی منازل مسکونی این روستا شد. این تندباد باعث تخریب ۳ دیوار و سقف یک منزل مسکونی و همچنین تخریب دیوار محوطه شرکت تعاونی روستایی و ایجاد خساراتی در روستای جوادیه شد و برق روستاهای خرم و شوربیک نیز برای ساعاتی قطع شد.

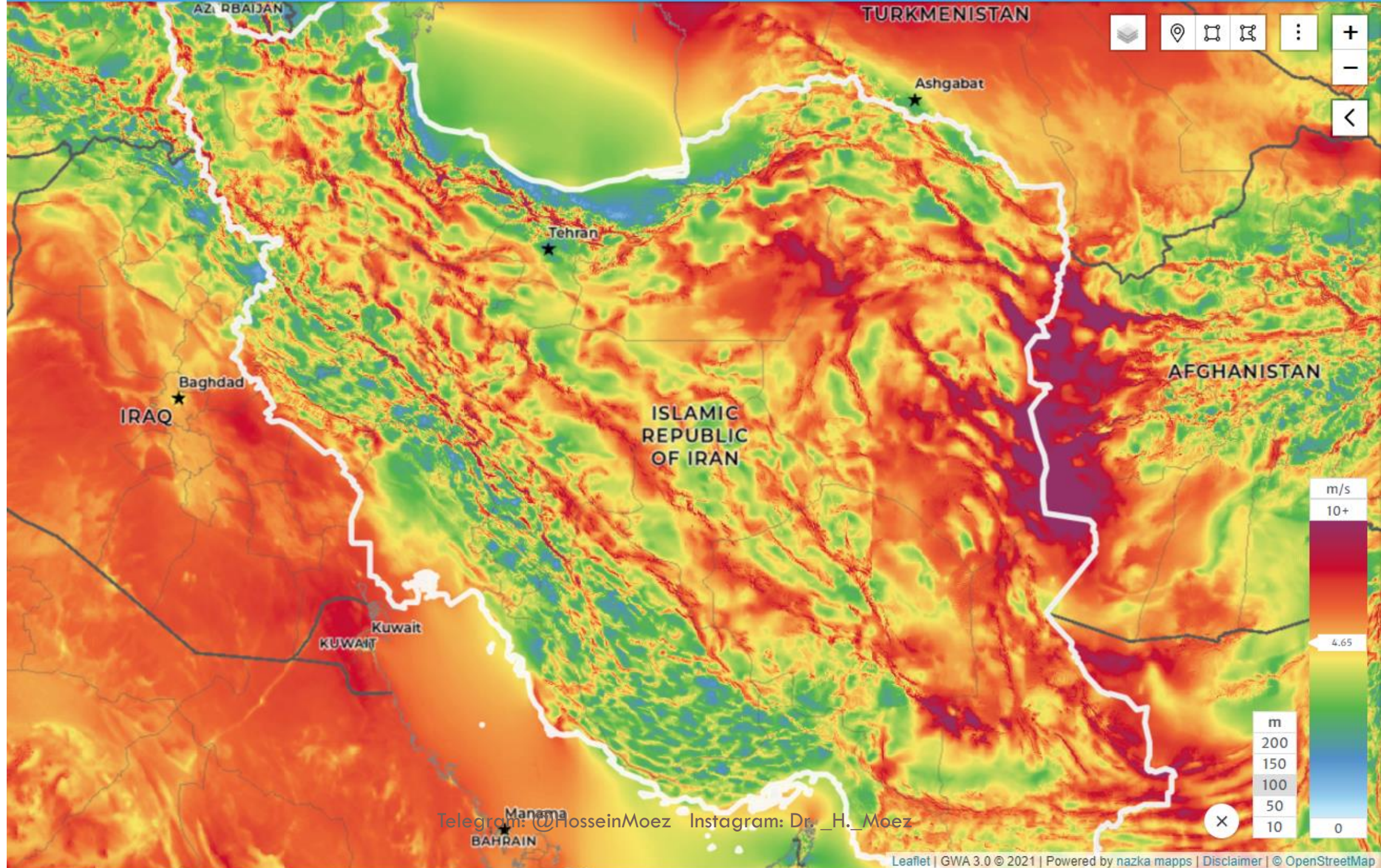


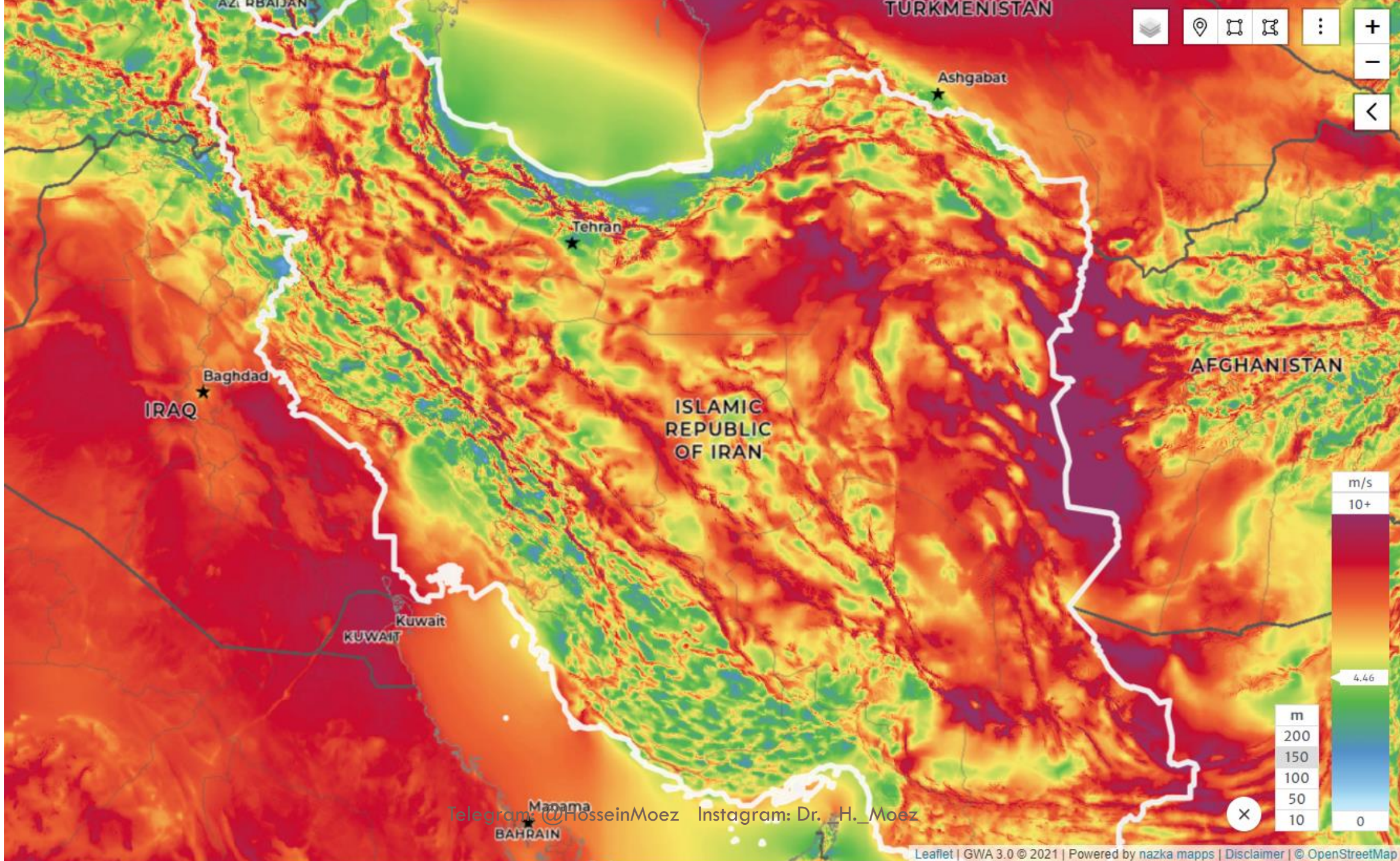
با تاکید بر سرعت و ارتفاع

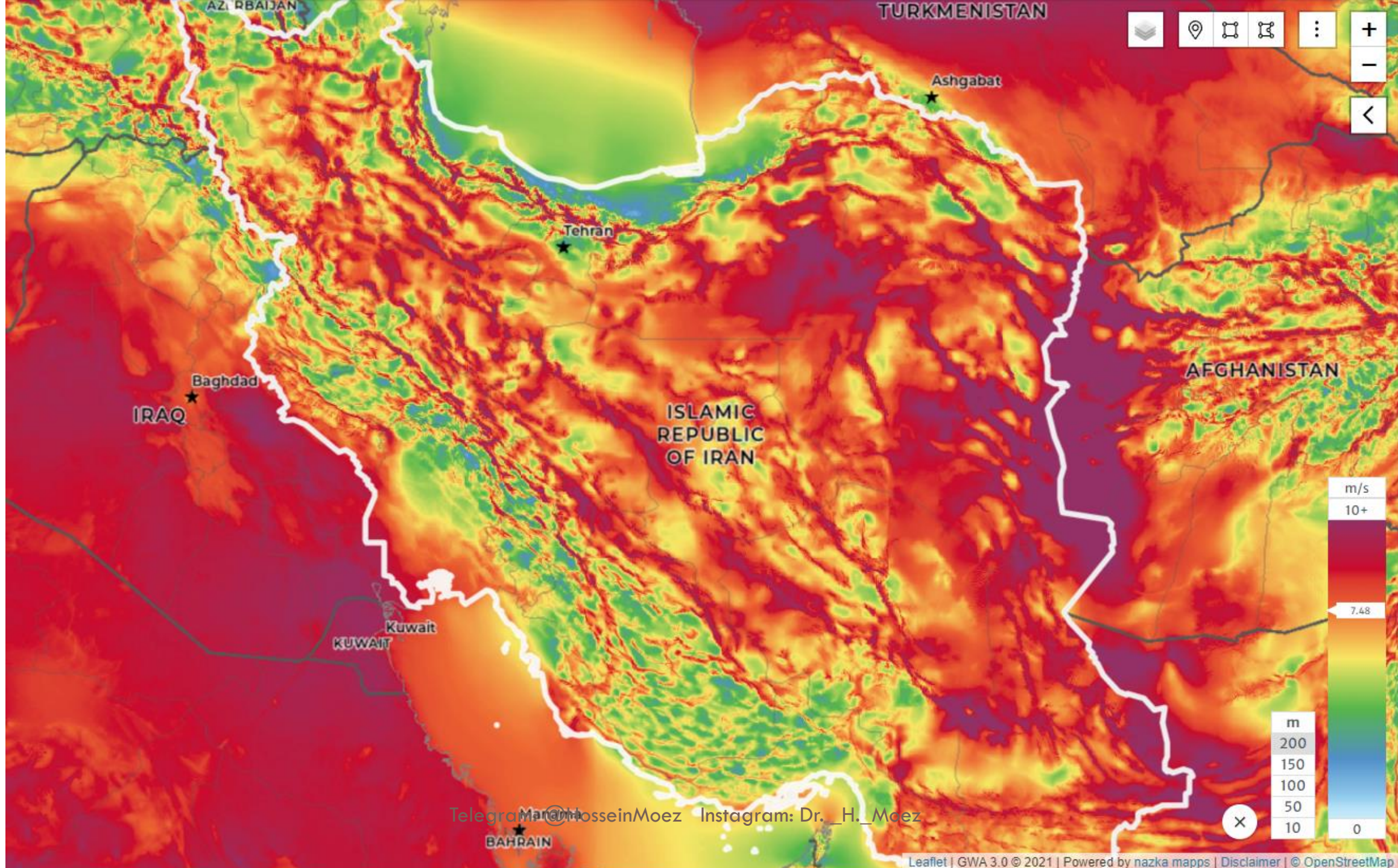


Telegram: @HosseinMoez Instagram: Dr. _H._Moez









طراحی مقاوم در برابر باد



Telegram: @HosseinMoez Instagram: Dr. _H._Moez

طراحی مقاوم در برابر باد چیست؟

18

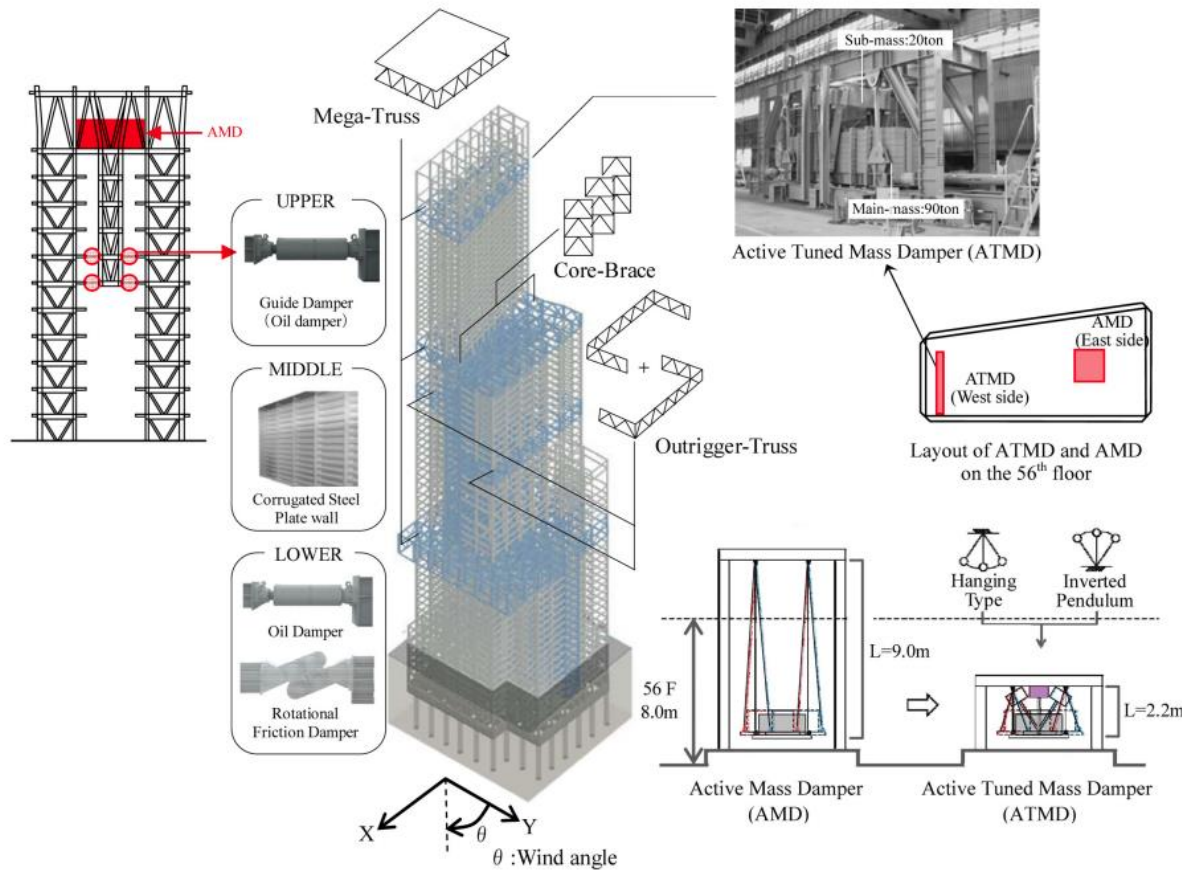


Figure 3. Overall composition of superstructure and damping devices.

مهندس سازه بنا بر کاربری و ابعاد سازه، اجزایی را انتخاب می کند تا سازه بتواند در یک سطح عملکردی مشخص در برابر بار وارده مقاومت کند.

این اجزا می تواند شامل بخش اصلی سازه و اجزای غیر سازه ای باشد.

هدف بعدی یک طراح سازه تامین آرامش افراد ساکن در سازه در برابر باد است.

طراحی مقاوم در برابر باد چیست؟

19

Table 1. Study items for wind-resistant design

Study item		Design wind speed*	Wind load		Design criteria
			Average load	Fluctuation component	
	Structural framework	$V_0 = 34$ m/s (Level 1) $V_0 = 42.5$ m/s (Level 2) (to comply with Notification**)	Wind tunnel test (measured wind pressure)	Spectrum modal; Load combination to comply with Guide.	Structural members shall be within elastic range and story drifts shall be 1/100 or less for Level 2.
Safety	Aerodynamic unstable vibration	1.2 times wind speed for structural framework	-	Aerodynamic vibration test using MDOF model	No aerodynamic unstable vibration shall occur at not more than 1.2 times Level 2 design wind speed.
	Exterior claddings	1.10 times wind speed specified in Notification**	Wind tunnel test (measured wind pressure)	-	Glass shall not be broken.
Comfort	Habitability study	$V = 17$ m/s (recurrence interval of one year)	Wind tunnel test (measured wind pressure)	Spectrum modal; (frequency of wind direction to be considered)	“H-30” (about 30% of habitants feel quakes) or less

*An average wind speed with an interval of 10 minutes at 10 m above ground level.

**Notification related to the Building Standard Law (MLIT-BSLJ, 2007), and the Recommendations for Loads on Buildings (AIJ-RLB, 2004).

طراحی مقاوم در برابر باد چیست؟



Figure 4. Wind tunnel test model.



Figure 8. Aerodynamic vibration test using MDOF model.

خلاصه ای از ضوابط طراحی در برابر باد

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

در ساختمان‌های بلند که ارتفاع آنها بیشتر از ۶۰ متر یا ۴ برابر عرض مؤثر آنها بوده و در سازه ساختمان‌های نرم که زمان تناوب ارتعاشات طبیعی آن بزرگتر از ۱/۵ ثانیه باشد، و در سازه‌های غیرساختمانی نرم نظیر دودکش‌ها، مخازن و دکل‌ها که زمان تناوب ارتعاشات طبیعی آن‌ها بزرگتر از ۱/۰ ثانیه است، محاسبه بار باد به روش استاتیکی کافی نیست. برای محاسبه بار باد در این ساختمان‌ها و سازه‌ها باید یکی از دو روش زیر را به کار گرفت:

الف) روش تأثیرات دینامیکی بار باد، نظیر آنچه در پیوست پ - ۶-۴ ارائه شده است.

ب) روش تجربی و استفاده از تونل باد، مطابق روش‌های معتبر بین‌المللی.

در مورد سازه‌هایی با زمان تناوب بیش از ۴ ثانیه و ارتفاع بیش از ۶ برابر عرض مؤثر ساختمان، استفاده از روش تجربی مثل تونل باد الزامی است.

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

23

بزرگترین زمان تناوب اصلی ساختمان یا سازه را در امتداد مورد نظر می‌توان از هریک از روش‌های تحلیلی یا برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۱۲۰ متر از روابط تجربی زیر محاسبه کرد.

$$T_a = 0.12 \bar{H}^{0.8}$$

(۶-۱۰-۱ الف) قاب خمشی فولادی

$$T_a = 0.07 \bar{H}^{0.9}$$

(۶-۱۰-۱ ب) قاب خمشی بتنی

$$T_a = 0.04 \bar{H}$$

(۶-۱۰-۱ ج) ساختمان‌های با سایر سیستم‌های باربر جانبی

در روابط فوق $\bar{H}$ تراز متوسط سقف بر حسب متر است.

$$30^{0.8} \times 0.12 =$$

1.82338446280362550199

90452498671

$$30^{0.9} \times 0.07 =$$

1.494538713762357257977

4458616839

$$30 \times 0.04 =$$

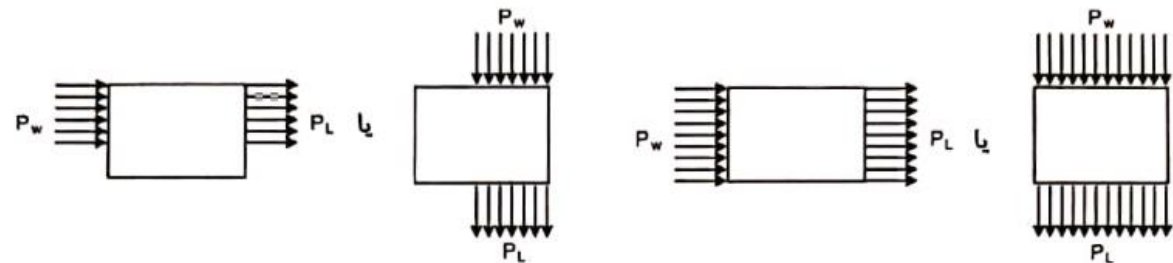
1.32

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

24

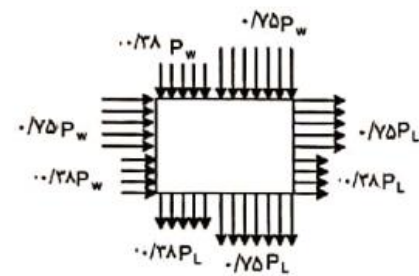
۶-۱۰-۸ ضرایب اثر تندباد و فشار برای ساختمان‌های مستطیل شکل با بام تخت
ونسبت ابعادی بیشتر از واحد یا ارتفاع بیش از ۲۰ متر

در ساختمان‌هایی که طبق بند ۶-۱۰-۸ محاسبه می‌شود، ترکیبات بارگذاری الف تا ت در شکل ۶-۱۰-۱۳ باید در تحلیل و طراحی اجزاء سازه‌ای منظور شوند.

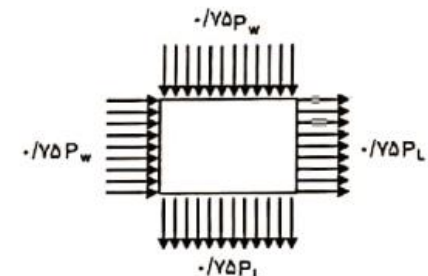


(ب)

(الف)



(ت)



(پ)

بارگذاری الف: تمام فشار باد بر دو جهت به طور جداگانه اعمال شود

بارگذاری ب: بارگذاری جزئی جهت پیش اضافی حداکثر

بارگذاری پ: ۷۵٪ کل فشار باد بر هر یک از جهت‌ها به طور همزمان

بارگذاری ت: حذف ۵۰٪ بارگذاری در قسمت‌هایی از حالت (پ) جهت ایجاد پیش حداکثر

P_w : فشار در جهت رو به باد P_L : فشار (مکش) در جهت پشت به باد

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

پ-۶-۴-۴ کنترل ارتعاش ساختمان

در ساختمان‌های بلند و نرم، تحت اثر تغییرات سرعت باد، ارتعاش ساختمان توسط ساکنان آن حس می‌شود. آستانه این احساس در ساختمان‌های مسکونی با ساختمان‌های اداری تفاوت دارد. ارتعاش ساختمان الزاماً در همان جهت تأثیر باد اتفاق نمی‌افتد و ممکن است ساختمان در راستای عمود بر راستای تأثیر باد ارتعاش کند.

برای ساختمان‌های با کاربری مسکونی مقدار شتاب قابل حس توسط افراد $0/005$ شتاب ثقل و در ساختمان‌های با کاربری اداری $0/015$ شتاب ثقل می‌باشد.

باد مورد نظر در این مطالعات، بارباد سطح بهره‌برداری (W_{ser}) است که بر مبنای دوره بازگشت ده‌ساله باد در منطقه محاسبه می‌شود. برای تعیین این سرعت می‌توان از $0/80$ سرعت مبنای باد (بند ۶-۱۰-۲) استفاده نمود.

چنانچه بین طول و عرض مفید ساختمان رابطه $\frac{\sqrt{wd}}{H} < 0/333$ برقرار باشد، احتمال ارتعاش جانبی از ارتعاش در جهت باد بیشتر است.

$$a_d = 4\pi^2 f_{nd}^2 g_p \sqrt{\frac{K_s F}{C_{eH} \beta_D}} \frac{\Delta}{C_g}$$

شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت طولی ساختمان (هم‌جهت با وزش باد)

$$a_w = f_{nw}^2 g_p \sqrt{wd} \left(\frac{a_r}{\rho_B g \sqrt{\beta_w}} \right)$$

شتاب حاصل از تغییرات سرعت باد در جهت عرضی ساختمان (عمود بر جهت وزش باد)

مبحث ششم مقررات ملی ساختمان

پ-۶-۴-۷ نیروی باد روی سازه‌ها و اجزاء سازه‌ای خاص

برای برخی ساختمان‌ها و اجزاء سازه‌ای به شرح زیر، نیروها یا فشارهای خارجی و داخلی وارد بر آن‌ها، طبق شکل‌های (پ-۶-۴-۵) تا (پ-۶-۴-۱۵) این پیوست داده شده است. برای محاسبه این نیروها، ضریب C_e از روابط پ-۶-۴-۱ یا پ-۶-۴-۲ این پیوست یا روابط ۶-۱۰-۵ یا ۶-۱۰-۶ بند ۶-۱۰-۴ این مبحث و ضریب C_g از رابطه پ-۶-۴-۳ این پیوست یا بند ۶-۱۰-۸-۱ این مبحث به دست می‌آید.

الف- دیوارها- صفحات خودایستا و تابلوهای اعلانات (شکل پ-۶-۴-۵)

ب- ساختمان‌ها و مخازن کروی (شکل پ-۶-۴-۶)

پ- دودکش‌ها- تانک‌ها و ساختمان‌های استوانه‌ای (شکل پ-۶-۴-۷)

ت- لوله‌ها- کابل‌ها (شکل پ-۶-۴-۸)

ث- اعضاء سازه‌ای تکی یا ترکیبی (شکل پ-۶-۴-۹)

ج- خرپاهای صفحه‌ای ساخته شده با مقاطع تیز گوشه (شکل پ-۶-۴-۱۰)

چ- تأثیر سطوح مانع فشار در مقابل ساختمان (شکل پ-۶-۴-۱۱)

ح- پل‌های خرپایی و تیر ورقی (شکل پ-۶-۴-۱۲)

خ- خرپاهای سه‌بعدی و پایه‌های انتقال نیرو (فضاکار) (شکل پ-۶-۴-۱۳)

د- سایبان‌های شیب‌دار (شکل پ-۶-۴-۱۴ و پ-۶-۴-۱۵)

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

27

۶-۱۰-۲ سرعت مبنای باد

سرعت مبنای باد، V ، سرعت متوسط ساعته باد در ارتفاع ۱۰ متر از سطح زمین در منطقه‌ای مسطح و بدون مانع است که بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال کمتر از ۲٪ (دوره بازگشت ۵۰ ساله) باشد.

۶-۲-۳-۲ ترکیب بارها در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت

در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگتر یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) $1/4D$

۲) $1/2D + 1/6L + 0/5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۳) $1/2D + 1/6(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0/5(1/6W)]$

۴) $1/2D + 1/6W + L + 0/5(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵) $1/2D + E + L + 0/2S$

۶) $0/9D + 1/6W$

۷) $0/9D + E$

CODE

5.3.5 If wind load W is provided at service-level loads, $1.6W$ shall be used in place of $1.0W$ in Eq. (5.3.1d) and (5.3.1f), and $0.8W$ shall be used in place of $0.5W$ in Eq. (5.3.1c).

5.3—Load factors and combinations

5.3.1 Required strength U shall be at least equal to the effects of factored loads in Table 5.3.1, with exceptions and additions in 5.3.3 through 5.3.13.

Table 5.3.1—Load combinations

Load combination	Equation	Primary load
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.5W)$	(5.3.1c)	$L_r \text{ or } S \text{ or } R$
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

COMMENTARY

R5.3.5 In **ASCE/SEI 7-05**, wind loads are consistent with service-level design; a wind load factor of 1.6 is appropriate for use in Eq. (5.3.1d) and (5.3.1f) and a wind load factor of 0.8 is appropriate for use in Eq. (5.3.1c). **ASCE/SEI 7-16** prescribes wind loads for strength-level design and the wind load factor is 1.0. Design wind speeds for strength-level design are based on storms with mean recurrence intervals of 300, 700, and 1700 years depending on the risk category of the structure. The higher load factors in 5.3.5 apply where service-level wind loads corresponding to a 50-year mean recurrence interval are used for design.

6.6.3.1.2 For factored lateral load analysis, it shall be permitted to assume $I = 0.5I_g$ for all members or to calculate I by a more detailed analysis, considering the effective stiffness of all members under the loading conditions.

R6.6.3.1.2 The lateral deflection of a structure under factored lateral loads can be substantially different from that calculated using linear analysis, in part because of the inelastic response of the members and the decrease in effective stiffness. Selection of the appropriate effective stiffness for reinforced concrete frame members has dual purposes: 1) to provide realistic estimates of lateral deflection; and 2) to determine deflection-imposed actions on the gravity system of the structure. A detailed nonlinear analysis of the structure would adequately capture these two effects. A simple way to estimate an equivalent nonlinear lateral deflection using linear analysis is to reduce the modeled stiffness of the concrete members in the structure. The type of lateral load analysis affects the selection of appropriate effective stiffness values. For analyses with wind loading, where it is desirable to prevent nonlinear action in the structure, effective stiffnesses representative of pre-yield behavior may be appropriate. For earthquake-induced loading, the level of nonlinear deformation depends on the intended structural performance and earthquake recurrence interval.

Varying degrees of confidence can be obtained from a simple linear analysis based on the computational rigor used to define the effective stiffness of each member. This stiffness can be based on the secant stiffness to a point at or beyond yield or, if yielding is not expected, to a point before yield occurs.

بحث ششم مقررات ملی ساختمان

30

۱۵-۱۰-۶ کنترل سازه ساختمان‌ها در برابر باد سطح بهره برداری

به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزاء غیرسازه‌ای، حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی ساختمان‌ها در ترکیب بار ۱ بند ۲-۵-۶، باید به ۰/۰۰۲۵ ارتفاع هر طبقه محدود شود. در این ترکیب بار، W_{ser} ، بار باد سطح بهره‌برداری است که بر مبنای دوره بازگشت ده ساله باد در منطقه محاسبه می‌شود. برای تعیین این سرعت می‌توان از ۰/۸ سرعت مبنای باد (بند ۲-۱۰-۶) استفاده نمود. چنانچه اجزاء پوششی یا نما، با تغییرمکان کمتری آسیب ببینند، محدودیت این اجزاء جایگزین عدد فوق خواهد شد.

۲-۵-۶ تغییرمکان جانبی نسبی

تغییرمکان جانبی نسبی طبقات قاب‌ها و دیوارها و سایر اعضای قائم ساختمان‌ها تحت ترکیب بارهای زیر نباید از مقادیر مجاز آیین‌نامه‌های طراحی تجاوز نماید.

$$۱) D + ۰/۵ L + ۰/۵ (L_r \text{ یا } S) + W_{ser}$$

$$۲) D + ۰/۵ L + ۰/۵ (L_r \text{ یا } S) + E_{ser}$$

- در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی یا مواد انباشته، باید اثرات آن‌ها با ضریب یک در ترکیب بارهای فوق لحاظ گردد.

COMMENTARY

31

11.8.4.1 Test data (Athey 1982) demonstrate that out-of-plane deflections increase rapidly when the service-level moment exceeds $2/3M_{cr}$. A linear interpolation between Δ_{cr} and Δ_n is used to determine Δ_s to simplify the design of slender walls if $M_a > 2/3M_{cr}$.

Service-level load combinations are not defined in Chapter 5 of this Code, but they are discussed in Appendix C of ASCE/SEI 7. Appendixes to ASCE/SEI 7 are not considered mandatory parts of that standard. For calculating service-level lateral deflections of structures, Appendix C of ASCE/SEI 7 recommends using the following load combination:

$$D + 0.5L + W_a$$

in which W_a is wind load based on serviceability wind speeds provided in the commentary to Appendix C of ASCE/SEI 7. If the slender wall is designed to resist earthquake effects E , and E is based on strength-level earthquake effects, the following load combination is considered to be appropriate for evaluating the service-level lateral deflections

$$D + 0.5L + 0.7E$$

R5.2—General

R5.2.1 Provisions in the Code are associated with dead, live, wind, and earthquake loads such as those recommended in ASCE/SEI 7. The commentary to Appendix C of ASCE/SEI 7 provides service-level wind loads W_a for serviceability checks; however, these loads are not appropriate for strength design.

If the service loads specified by the general building code differ from those of ASCE/SEI 7, the general building code governs. However, if the nature of the loads contained in a general building code differs considerably from ASCE/SEI 7 loads, some provisions of this Code may need modification to reflect the difference.

طراحی دیافراگم در برابر نیروی باد

32

R12.2—General

R12.2.1 As partially illustrated in Fig. R12.1.1, diaphragms resist forces from several types of actions (Moehle et al. 2010):

(a) **Diaphragm in-plane forces**—Lateral forces from load combinations including wind, earthquake, and horizontal fluid or soil pressure generate in-plane shear, axial, and bending actions in diaphragms as they span between, and transfer forces to, vertical elements of the lateral-force-resisting system. For wind loading, lateral force is generated by wind pressure acting on building cladding that is transferred by diaphragms to the vertical elements. For earthquake loading, inertial forces are generated within the diaphragm and tributary portions of walls, columns, and other elements, and then transferred by diaphragms to the vertical elements. For buildings with subterranean levels, lateral forces are generated by soil pressure bearing against the basement walls; in a typical system, the basement walls span vertically between floors also serving as diaphragms,

(e) **Diaphragm out-of-plane forces**—Most diaphragms are part of floor and roof framing and, therefore, support gravity loads. The general building code may also require consideration of out-of-plane forces due to wind uplift pressure on a roof slab and vertical acceleration due to earthquake effects.

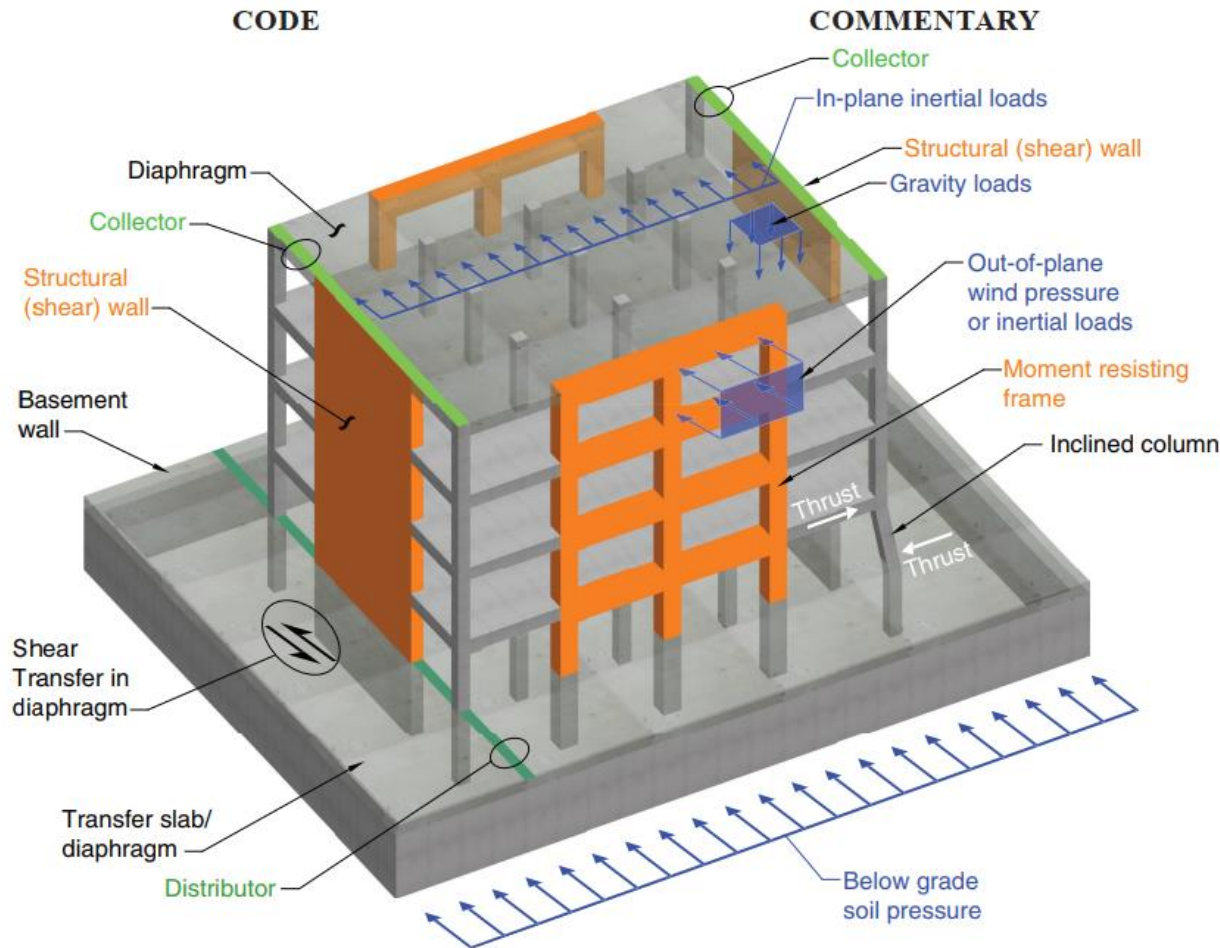
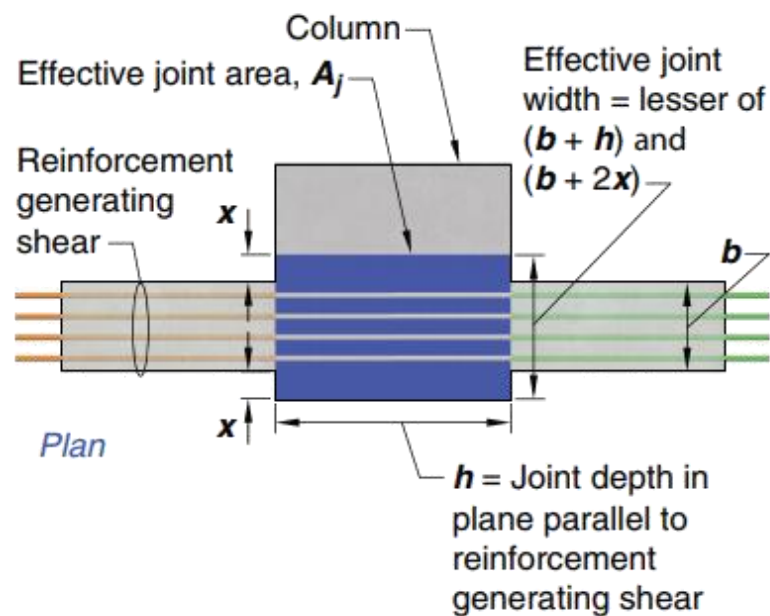
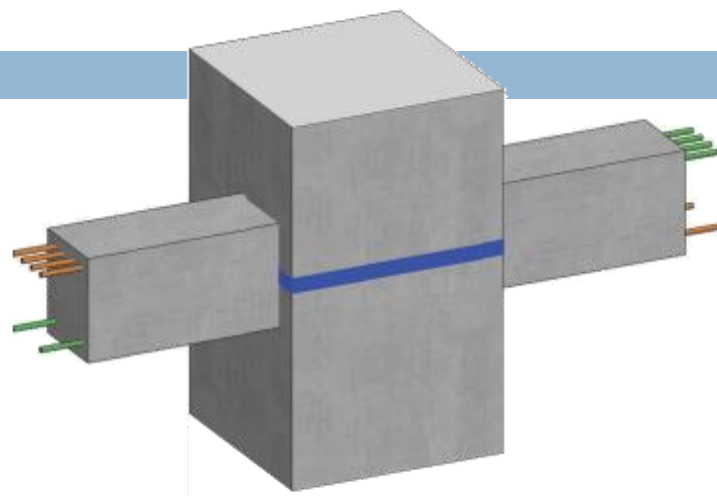


Fig. R12.1.1—Typical diaphragm actions.

طراحی چشمه اتصال در برابر نیروی باد

33



15.2—General

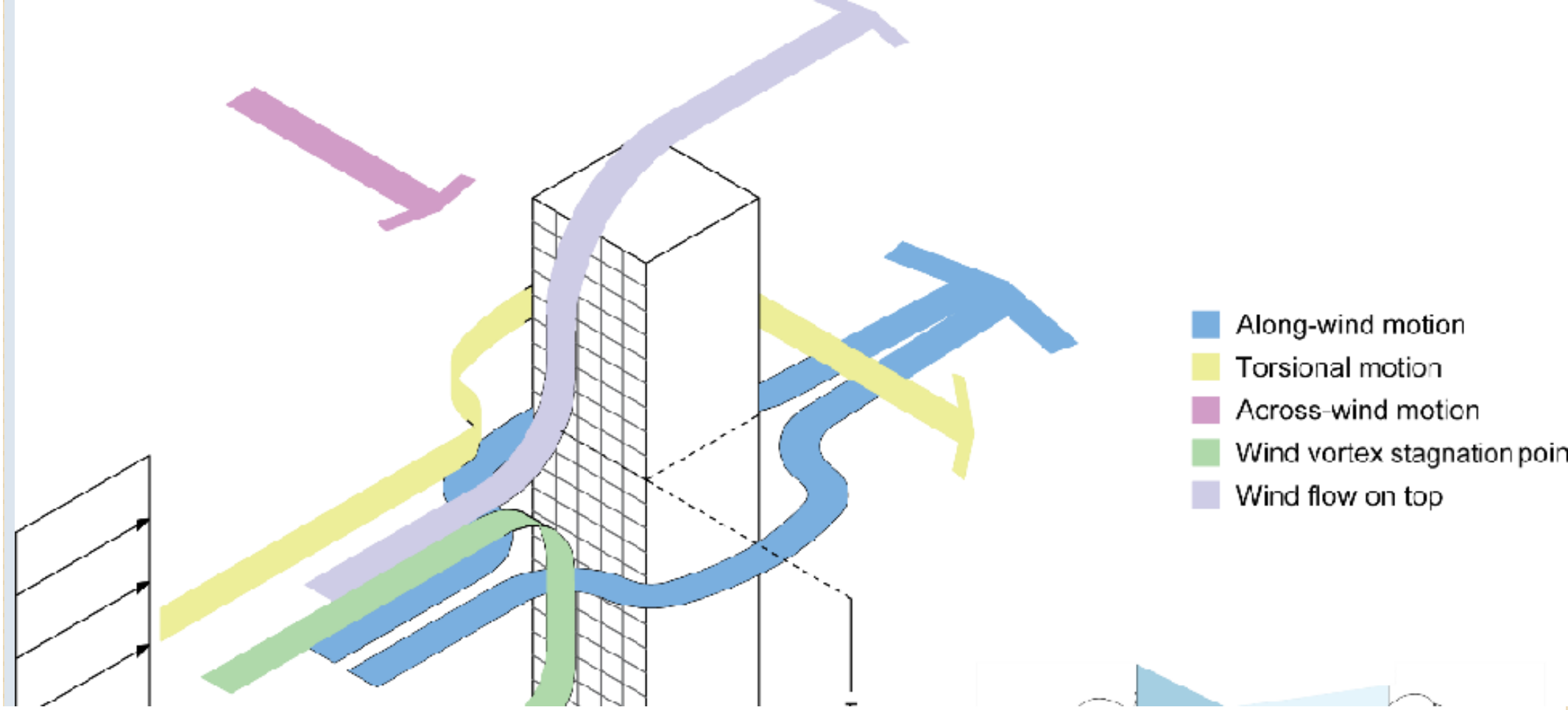
15.2.1 Beam-column joints shall satisfy the detailing provisions of 15.3 and strength requirements of 15.4.

15.2.2 Beam-column and slab-column joints shall satisfy 15.5 for transfer of column axial force through the floor system.

15.2.3 If gravity load, wind, earthquake, or other lateral forces cause transfer of moment at beam-column joints, the shear resulting from moment transfer shall be considered in the design of the joint.

□ از کدام ضرایب ترک خوردگی برای تحلیل در برابر بار باد استفاده کنیم؟

□ زمان تناوب تحلیلی سازه از کدام مدل استخراج شود؟



از صبر و حوصله شما بسیار ممنونم